

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

Журнал входит в систему Российского индекса
научного цитирования (РИНЦ) и международную
систему идентификации научных публикаций
CrossRef (DOI).

Главный редактор:

доктор технических наук, профессор
Дмитрий Анатольевич Ловцов

Председатель редакционного совета:

доктор юридических наук, профессор
Сергей Васильевич Запольский

Шеф-редактор,

заместитель главного редактора:
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 30.06.2021 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

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРАВОВОЙ СФЕРЕ

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Бурий А.С. 4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕДЕНИЯ ДОСТОВЕРНОЙ СТАТИСТИКИ В СУДЕБНОЙ СИСТЕМЕ

Андрюшечкина И.Н. 15

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

ЦИФРОВАЯ ПОЛИЦИЯ КАК ЭРГАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ФУНКЦИОНИРУЮЩАЯ В ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Сухов А.В., Конюшев В.В. 28

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ИХ ГРУППОВОГО ПОЛЁТА

Васильев В.В., Джуган Р.В. 40

ИНФОРМАЦИОННАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ДОСТОВЕРНАЯ БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА

Ловцов Д.А., Карпов Д.С., Раковенко А.А. 48

ПРОТОКОЛ ОБРАБОТКИ НАБОРОВ ДАННЫХ ДЛЯ ИХ ПУБЛИКАЦИИ В ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКАХ

Борисов Р.С., Ефименко А.А. 59

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

АНАЛИЗ МОНОГРАФИИ Д. А. ЛОВЦОВА «ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ЭРГАСИСТЕМ»

Бетанов В.В. 71

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
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
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
кандидат юридических наук, доцент, г. Москва
кандидат юридических наук, доцент, г. Москва

EDITORIAL COUNCIL

Sergei ZAPOL'SKII
Nikolai EMELIN
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 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 TERENCEVA
Svetlana CHUBUKOVA

Doctor of Science in Technology, Professor, Tambov
Doctor of Science in Technology, Professor, 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
Ph.D. in Law, Associate Professor, Moscow
Ph.D. in Law, Associate Professor, Moscow

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 registered in the Russian Science Citation
Index (RINTs) and CrossRef, the official Registration
Agency of the International Digital Object Identifier
(DOI) Foundation

Editor-in-Chief:

Doctor of Science in Technology, Professor
Dmitrii Lovtsov

Chair of the Editorial Council:

Doctor of Science in Law, Professor
Sergei Zapolski

Managing Editor,

Deputy Editor-in-Chief:
Grigoriy 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 30th of June, 2021.

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

INFORMATION AND ELECTRONIC TECHNOLOGIES IN THE LEGAL SPHERE

CLOUD COMPUTING IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Aleksei Buryi 4

AUTOMATION OF MANAGING RELIABLE STATISTICS IN THE JUDICIAL SYSTEM

Irina Andriushechkina 15

INFORMATIONAL AND AUTOMATED SYSTEMS AND NETWORKS

DIGITAL POLICE AS AN ERGATIC SYSTEM OPERATING IN THE DIGITAL ECOSYSTEM

Andrei Sukhov, Valerii Koniushchev 28

IDENTIFICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE ELECTRONIC OPTICAL SYSTEM FOR MONITORING THEIR GROUP FLIGHT

Vladimir Vasil'ev, Ruslan Dzhugan 40

INFORMATION AND COMPUTER SECURITY

RELIABLE BIOMETRIC IDENTIFICATION IN AUTOMATED ACCESS CONTROL SYSTEMS

Dmitrii Lovtsov, Dmitrii Karpov, Andrei Rakovenko 48

A DATA SETS PROCESSING PROTOCOL FOR THEIR PUBLICATION IN OPEN SOURCES

Roman Borisov, Aleksei Efimenko 59

BOOKS REVIEW

ANALYSIS OF THE MONOGRAPH "THE INFORMATION THEORY OF ERGASYSTEMS" BY D. LOVTSOV

Vladimir Betanov 71

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Бурый А.С.*

Ключевые слова: цифровая трансформация, облачные вычисления, туманные вычисления, единое информационное пространство, инфосфера, стратегия «Индустрия 4.0», киберфизические системы.

Аннотация.

Цель работы: совершенствование научной и методической базы информационно-коммуникационных технологий для формирования единого информационного пространства облачных вычислений в концепции современных информационных систем в ходе цифровой трансформации инфосферы общества.

Метод: комплексное использование системного и сравнительного анализа на основе статистических выводов и приемов формально-логического построения распределенных информационных систем на базе облачных вычислений.

Результаты: на основе анализа факторов развития инфраструктуры облачных вычислений, а также роли технологий Интернета вещей в условиях цифровой трансформации информационно-коммуникационных технологий в социально-экономической сфере предложен концептуальный подход к оценке структурных возможностей формируемой в едином информационном пространстве распределенной облачной инфраструктуры на примере организации туманных вычислений.

Полученный подход может быть использован для оценки как существующей, так и перспективной цифровой среды.

DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-04-14

Введение

Существующая тенденция технологического «взрыва» в области как аппаратных, так и программных средств, а вместе с этим и коммуникационных технологий находит свое практическое воплощение в облачных вычислениях, которые активно развиваются в последнее время, предлагая пользователям все новые инновационные инструменты наступившей эпохи цифровой трансформации. Организация и реализация структур облачных вычислений позволяет интегрировать разнообразные информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) [8, 9, 22]. Это актуально для решения целевых задач в таких областях, как промышленное производство [26], медицина, образование [19], управление технологическими процессами предприятий [1, 7, 19] и поддержка информационного взаимодействия в государственных информационных системах (ИС) [4, 12], включая правовой аспект информационных коммуникаций [16, 18], а также обеспечение их безопасности [9, 23] и устойчивости (программной и аппаратной) действующих распределенных ИС [3, 8, 15] существующего киберпространства.

Интерес к облачным приложениям демонстрирует постоянный рост покупательского спроса на рынке

облачных сервисов, который оценивался¹ в 75,2 млрд долларов США в 2020 г., а по прогнозам может достигнуть 375,4 млрд долларов США к 2027 г.

Технологические возможности облачных вычислений постоянно расширяются, что объясняется характером задач, решаемых в ходе цифровой трансформации, развитием гетерогенной операционной среды, протоколов передачи данных мобильных устройств, фактором эмерджентности сетевых структур, на базе которых реализуется современная аналитика: интеллектуальный анализ данных и методы исследования больших данных (*big data*) и связанные с ними методы извлечения знаний из данных (методы машинного обучения, методы глубокого обучения и др.).

Цель работы — показать место и роль облачных вычислений в концепции современных информационных систем в ходе цифровой трансформации инфосферы общества, включая аспекты индустриального развития экономики в рамках стратегии «Индустрия 4.0»².

¹ Global consumer cloud services industry. URL: https://www.reportlinker.com/p04707133/?utm_source=GNW (дата обращения: 12.01.2021).

² «Четвёртая промышленная революция» — прогнозируемое (с 2011 г.) событие массового внедрения киберфизических систем в производство и обслуживание потребностей человека. См. URL: ru.wikipedia.org.

* **Бурый Алексей Сергеевич**, доктор технических наук, эксперт РАН, директор департамента ФГУП «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.s.burij@gostinfo.ru

Соотношение типов возможностей облачных вычислений и предоставляемых услуг

Категория служб облачных вычислений	Тип возможностей облака		
	Инфраструктура	Платформа	Приложение
Вычисление как услуга (Compaas)	X		
Обмен информацией как услуга (Caas)		X	x
Хранение данных как услуга (DSaaS)	x	X	x
Инфраструктура как услуга (IaaS)	x		
Сеть как услуга (NaaS)	x	X	x
Платформа как услуга (PaaS)		X	
ПО как услуга (SaaS)			x
База данных как услуга (DBaaS)	x		x
АО как услуга (HaaS)	x	X	

1. Облачные технологии: состояние и развитие

Облачные вычисления (*cloud computing*) представляют собой технологию сетевого доступа к масштабируемому и эластичному пулу³ общих физических или виртуальных ресурсов в формате самообслуживания или с локальным администрированием (по требованию)⁴.

Гибкость аппаратно-программного обеспечения с ориентацией под конкретного заказчика, экономичность поддержания информационной инфраструктуры, независимость от места расположения потребителей службы облачных вычислений (ОВ), надежность, безопасность, быстрая эластичность и масштабируемость делают ОВ весьма привлекательным и перспективным для потребителей проектом. Особенностью данного направления является то, что постоянно расширяется круг решаемых задач, синтезируя новые технологии и подходы в предоставлении ресурсов. При этом развиваются как первоначальные модели ОВ, связанные с выбором инфраструктуры (*Infrastructure as a Service*) — *IaaS*, баз данных или отдельных приложений (платформы — *Platform*) — *PaaS*, программного обеспечения (ПО) — *SaaS* (*Software as a Service*) [5, 6] (здесь и далее акроним "*aaS*" означает «как услуга»), так и предоставление новых видов услуг:

- по организации службы сетевых (*Network*) соединений — *NaaS*;
- по обеспечению безопасности (*Security*) данных, поступающих из «облака» — *SecaaS*, включая при необходимости антивирусное ПО;
- по ведению и структурированию баз данных (*DB*) — *DBaaS*;
- по организации восстановления (*Recovery*) данных и приложений — *RaaS*;
- предоставлению виртуальных рабочих мест (*Workplace*) — *WaaS*;
- по аренде аппаратного обеспечения (АО — *Hardware*) — *HaaS*, на котором заказчик, в отличие от *IaaS*, устанавливает свое ПО;
- ИТ-сервис как услуга — *EaaS* (*Environment-as-a-Service*), что еще называют «все как услуга», объединяя все вышеперечисленные сервисы.

Соотношение типов возможностей ОВ и предоставляемых услуг показаны в табл. 1, где знак «X» означает, что данная категория (модель) услуги принадлежит указанному в столбце типу возможностей облака⁵, что одновременно подчеркивает гетерогенность архитектуры ОВ.

Дальнейшим развитием ОВ является технология *AaaS* (*Application as a Service*), связанная с разработкой комплексных (композиционных) приложений [2]. В этом случае потребителям услуг предлагается совокупность облачных сервисов⁶ под конкретно решаемые задачи

³ Пул (от англ. *pool*) в информатике — это набор ресурсов, конфигурируемых заказчиком в зависимости от используемого сервиса (время работы, объем данных и др.).

⁴ ГОСТ ISO/IEC 17788—2016. Информационные технологии. Облачные вычисления. Общие положения и терминология. М. : Стандартинформ, 2019.

⁵ Там же.

⁶ Облачные вычисления второго поколения: Система CLAVIRE. URL: <https://habr.com/ru/company/spbifmo/blog/319688> (дата обращения 12.03.2021).

Характеристики систем Интернета вещей

Классификация	Характеристика
Характеристики доверия к системе ИВ	Доступность
	Конфиденциальность
	Целостность
	Защита персональных данных
	Достоверность
	Способность к восстановлению
	Безопасность
Характеристики архитектуры системы ИВ	Компонуемость
	Разделение функций исполнения и управления
	Неоднородность
	Сильно распределенные системы
	Поддержка устаревших компонентов
	Модульность
	Подключаемость сети
	Масштабируемость
	Возможность совместного использования
	Уникальная идентификация
Функциональные характеристики системы ИВ	Точность
	Автоматическое конфигурирование
	Соответствие нормативным требованиям
	Информированность о контенте
	Характеристики данных: объем, достоверность, скорость, изменчивость и разнообразие
	Обнаруживаемость
	Гибкость
	Управляемость
	Сетевая связь
	Управление и эксплуатация сети

функциональных подсистем (организационного управления, обработки данных, принятия решений и др.) в составе автоматизированных информационных систем и комплексов⁷ [13, 14].

2. Интернет вещей и технологии «Индустрии 4.0»

Цифровая трансформация (ЦТ) — это процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты деятельности организаций, требующий коренного изменения в технологии, принципах разработки и создания новых продуктов и услуг. Этот процесс затрагивает не только экономические вопросы, но и сферу образования, правового регулирования и другие направления. В основе ЦТ лежат такие технологии, как облачные вычисления, большие данные, Интернет

вещей и искусственный интеллект, причем успехи и достижения в каждом из указанных направлений тут же применяются в постоянно развивающемся информационном пространстве.

Термин «Интернет вещей» (ИВ) или *Internet of Things* (IoT) стал популярным в конце 1990-х гг. после того, как несколько технологий, связанных с разработкой датчиков и управлением машинами, были подключены к Всемирной паутине. Однако недавние разработки в области беспроводных сенсорных сетей и «Индустрии 4.0» [11, 23, 25] стимулировали распространение приложений ИВ в таких областях, как промышленный Интернет и *умное производство* [24], *умные города* [27], интеллектуальные энергосети, цифровое сельское хозяйство, электронное здравоохранение и в ряде других [28].

Под *Интернетом вещей* понимается инфраструктура взаимосвязанных систем и информационных ресурсов, а также служб, позволяющая обрабатывать данные

⁷Ловцов Д.А. Введение в информационную теорию АСУ: монография. М.: ВА им. Петра Великого, 1996. 436 с.

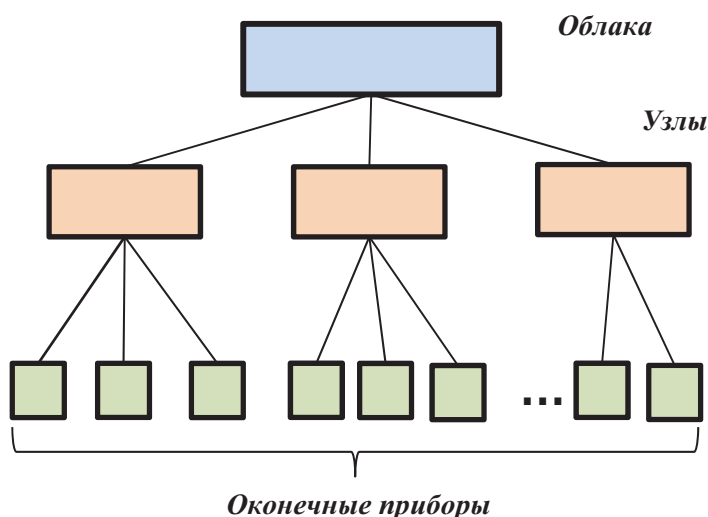


Рис. 1. Структура элементов ТВ

о физическом и виртуальном мире и реагировать на них⁸. То есть ИВ обеспечивает возможность постоянной коммуникации объектов и людей независимо от места и времени, используя любые виды связи и ИКТ.

Основные характеристики ИВ, включая общие требования к информационным объектам, структурные особенности и выполняемые на их основе функции, определены предварительным национальным стандартом ПНСТ 438—20209 и представлены в табл. 2.

Следует заметить, что активное распространение ИВ привело к необходимости анализа огромных объемов данных, которые часто невозможно своевременно переработать, даже на основе применения современной интеллектуальной аналитики.

Тенденции в области ИВ способствовали структурным изменениям облачной среды, в которой выделяют три уровня:

1-й уровень — граничных вычислений (ГВ) или *edge computing*, которые еще называют периферийными вычислениями;

2-й уровень — туманных вычислений (ТВ) или *fog computing*;

3-й уровень — облачных вычислений, описанных в п. 1.

ГВ обрабатывают данные на границе сети, например, с датчиков в промышленных приложениях ИВ, когда они подключены к программируемым контроллерам автоматизации при управлении обработкой и коммуникацией, что позволяет мгновенно обрабатывать полученные данные [7].

Туманные вычисления (*fog computing*) — это многоуровневая модель, обеспечивающая повсеместный доступ к общему пулу масштабируемых вычислительных ресурсов¹⁰. Приложения ТВ уже активно внедряются в управление дорожным движением, в робототехнику, расширяя, при необходимости, ресурсные возможности до масштабов ОБ.

Модель ТВ облегчает развертывание распределенных приложений и служб с учетом приемлемого уровня оперативности решения задачи за счет минимизации времени «запрос — ответ» потребителей для поддерживаемых приложений, обеспечивая конечным устройствам локальные вычислительные ресурсы. Структура модели включает узлы ТВ (физические или виртуальные), расположенные между интеллектуальными конечными устройствами и централизованными (облачными) службами — центрами обработки данных (рис. 1). Узлы ТВ являются контекстно-зависимыми и поддерживают общую систему связи и управления данными. Они способны выполнять расчеты без стороннего вмешательства, обеспечивая гибкость вычислений, требуемую емкость по хранению данных, сокращая тем самым обмен с облачными хранилищами данных, повышая отказоустойчивость аппаратной части [3], выполняя одновременно функции сжатия данных [22], а также анализа и преобразования данных.

Туманные и граничные вычисления похожи в том, что располагаются в непосредственной близости к месту обработки данных. Вычисления могут производиться в локальных сетях, хотя сами сервисы децентрализованы. То есть данные можно получить в автономном режиме, поскольку ГВ объединяют не только оборудование и производственные циклы внутри производственной сферы, но и устройства

⁸ ПНСТ 518—2021 (ИСО/МЭК 20924:2018) Информационные технологии (ИТ). Интернет вещей (ИВ). Термины и определения. М. : Стандартинформ, 2021.

⁹ ПНСТ 438—2020 (ИСО/МЭК 30141:2018) ИТ. ИВ. Типовая архитектура. М. : Стандартинформ, 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200174805> (дата обращения 12.03.2021).

¹⁰ Iorga M., Feldman L., Barton R., et al. Fog Computing Conceptual Model // NIST SP 500-325. 2018. DOI: 10.6028/NIST.SP.500-325.

Сопоставление уровней и сущностей в рамках структуры инженерных систем умного города с доменами типовой архитектуры ИВ

Типовая архитектура ИВ	Элементы информационно-коммуникационных структур		
Домен	Уровень	Подуровень	Сущности
Домен операций и управления	Уровень поддержки данных и услуг	Интеграция услуг	Управление услугами Интеграция услуг Пользование услугами
		Интеграция данных	Управление данными
Домен приложений и служб	Уровень умных приложений	Нет	Умное правительство Умный транспорт Умное производство Умное образование Умное здравоохранение Умное обслуживание Умная культура Умный дом
	Уровень вычислений и хранения	Нет	Вычислительные ресурсы Ресурсы хранения Программные ресурсы
Домен доступа к ресурсам и обмену	Уровень поддержки данных и услуг	Источники данных	Фундаментальные данные Обмениваемые данные для совместного использования Данные домена приложения Данные сети Интернет
	Уровень вычислений и хранения	Нет	Вычислительные ресурсы Ресурсы хранения Программные ресурсы
Домен физических сущностей	Уровень умных приложений	Нет	Физические сущности (по области применения) — здравоохранение, транспорт, образование и т. д.
	Уровень поддержки данных и услуг	Получение и агрегация данных	Физические сущности, отслеживаемые для получения данных

(приборы) вне ее, как, например, смартфоны, умные бытовые приборы, автомобили и др. Для этого активно используются возможности таких платформ, как *Google*, *Yandex* и *Mail.ru* [12].

Одной из важных задач при работе с ТВ выступает задача эффективного перераспределения вычислительных ресурсов туманной среды — оркестровка, т. е. координация и управление вычислительными мощностями, осуществляемая в автоматизированном режиме¹¹.

Покажем место элементов ИВ в структуре задач, решаемых информационными подсистемами *умного города*, концепция которого активно развивается и но-

сит системный характер, открывая новые приложения ИКТ в городской среде, представленные в табл. 3¹².

Внедрение «Индустрии 4.0» нацелено на оптимизацию производства на базе новых гибридных бизнес-моделей и использование информационных и инженерных технологий, взаимодействие которых целесообразно осуществлять в едином информационном пространстве (ЕИП) [17]. ЕИП будем представлять в виде виртуальной реальности, в которой взаимодействуют пользователи, работники и организационные подсистемы, связанные процессами производства и применения продукции, а также правовым, информационно-программным, метрологическим и техническим обеспечением информационной инфраструктуры (ИИнф), формируемой под заданные производственные цели.

¹¹ Li C., Xue Y., Wang J., et al. Edge-Oriented Computing Paradigms: A Survey on Architecture Design and System Management // ACM Computing Surveys. 2018. Vol. 51. No. 2. DOI: 10.1145/3154815.

¹² ПНСТ 447—2020 Информационные технологии. Умный город. Типовая архитектура ИКТ умного города. Ч. 3. Инженерные системы умного города. М.: Стандартинформ, 2020. 16 с.

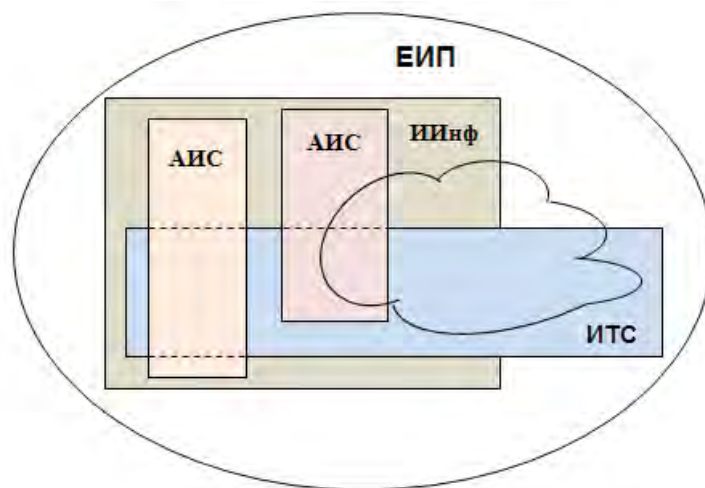


Рис. 2. Условная схема ЕИП

ИИнф обеспечивает доступ к информационным ресурсам и объединяет автоматизированные информационные системы (АИС), банки данных и знаний, коммуникативные сети, обеспечивая как горизонтальные связи, так и вертикальные, например, в масштабе государственных [4, 7, 15]. При этом правовой аспект играет роль *социального регулятора* в ЕИП [10], интегрируя информационное и правовое поле интересов производителей и потребителей данных. На рис. 2 показана условная схема ЕИП, включающая рассматриваемые понятия; выделены информационно-технические средства (ИТС), объединяющие АИС в контурах управления «Индустрии 4.0» (например, информационно-справочные, САПР, системы управления технологическими процессами [3], системы поддержки принятия решений [11] и др.), производственные нормативные базы данных, обеспечивающие цифровые форматы взаимодействия для схемы «проект» — «производство», для которой соблюдение требований стандартов (St_T) является центральным фактором задачи контроля и управления качеством (рис. 3).



Рис. 3. Требования стандартов контроля и управления качеством

Облачные технологии на рис. 2 объединяют указанные элементы и в настоящий момент применяются на этапах жизненного цикла (ЖЦ) готового изделия. Однако технологии ОВ активно распространяются и на этапы проектирования, производства, ведения регистрации, сертификации и др.

Организационно основу «Индустрии 4.0» составляют смарт-сенсоры, а также киберфизические системы

(КФС), интегрирующие способности к вычислениям, связи и хранению данных с мониторингом и/или управлением физическими объектами с требуемой надежностью, безопасностью и в реальном масштабе времени. КФС, реализуя возможности сети Интернет, образуют новый тип распределенных информационных систем, включающих технологии ОВ, смарт-модули (сенсоры, актуаторы, элементы памяти), смарт-устройства (смартфоны, смарт-часы, планшеты), смарт-приборы для дома и/или производства, настраиваемые под заданный круг решаемых задач.

Таким образом, концепция «Индустрии 4.0» реализуется за счет интеграции в ЕИП физических операций и информационно-коммуникационных технологий. Последние обеспечивают сбор, хранение, обработку и анализ, как правило, больших неструктурированных данных для рационального управления ЖЦ изделий за счет применения в производстве систем на основе искусственного интеллекта, обеспечивая разработку новых технологий организации производства.

В основе «Индустрии 4.0» лежат технологии, представленные на рис. 4, в составе:

a) аналитики больших данных на примере концепции 5V (высокая скорость обработки данных — *Velocity*, неоднородность источников данных — *Variability*, ценность данных для принятия решений — *Value*, надежность источника данных — *Veracity*, большой объем данных — *Volume*);

b) разработки автономных роботов, включая наведения когнитивных и коллаборативных роботов;

c) имитационного моделирования, как на этапе подготовки производства, так и прогнозирования производственных технологий для этапа управления им;

d) системной интеграции, включая вертикальную интеграцию этапов производства, а также горизонтальную интеграцию между смежными предприятиями;

e) промышленного ИВ, включая гибридные интеллектуальные системы управления производством;

f) кибербезопасности;



Рис. 4. Технологии, составляющие основу «Индустрии 4.0»

г) ОВ, позволяющих значительно сократить расходы на внутреннюю инфраструктуру;

h) аддитивных 3D-технологий;

и) дополненной реальности, обеспечивая объекты виртуальными свойствами с учетом запросов и требований заказчиков.

Туманные вычисления также часто ошибочно называют граничными вычислениями, поэтому отметим ключевые отличия между ними. ТВ взаимодействуют с облаком, тогда как ГВ исключены из облачной инфраструктуры. Структура ТВ, как правило, иерархическая, с возможностью подключения к хранилищам данных ОВ. ГВ обеспечивают регистрацию и первичную обработку заданного количества периферийных слоев датчиков-поставщиков данных.

3. Постановка задачи концептуального построения распределенной вычислительной среды

Топологию распределенной вычислительной сети будем рассматривать с учетом специфики использования ресурсов для граничных (уровень У-1), туманных (уровень У-2) и облачных (уровень У-3) вычислений, соответственно.

Для наглядности выберем уровень У-2 — туманных вычислений, структуру которого представим неориентированным графом [20, 28]

$$G=(N,E), \quad (1)$$

где N — множество узлов графа, а E — множество связей между ними.

Число узлов графа G определяется количеством узлов ТВ из множества F и количеством пользователей из множества C , т. е. $N = C \cup F$ (рис. 5).

Пользователи c_i , $i = \overline{1, n}$ являются для системы на уровне У-2 как источниками, так и потребителями данных (по запросу, включая запросы, например, к уровню ОВ для пользователя c_3). Одновременно для уровня У-2 пользователи могут выступать источниками данных, полученных от КФС с уровня У-1, для окончательной их переработки, используя более мощные вычислительные возможности уровня У-2.

Каждый узел ТВ f_j , $j = \overline{1, m}$, $f_j \in F$ имеет доступ к сетевым ресурсам N_R , вычислительным C_R и ресурсам памяти S_R (номера ресурсов соответствуют номеру узла и на рис. 5 не показаны).

Пользователи c_i могут запросить любое приложение (см. табл. 1) из ОВ множества Ap (на рис. 5 это узлы f_1 и f_3). Получаемые результаты загружаются в память S_R , общую для уровня У-2, или в заданную область памяти пользователя — $S_R^{(c)}$. Обработка данных может выполняться в любом узле f_i ТВ. Для приложений ТВ, чувствительным к задержкам обработки данных, могут быть выбраны узлы из сетевого окружения, которые для этих целей должны обладать дополнительными вычислительными возможностями и не загружены на заданный момент времени другими работами.

Связь между узлами графа (1) будем задавать индикаторной переменной:

$$a_{cf} = \begin{cases} 1, & \text{если связь между } c \text{ и } f \text{ есть;} \\ 0 & \text{— в противном случае,} \end{cases} \quad (2)$$

которая соответствует доступности для потребителя c_i узла f_j , т. е. для узла f_5 при занятости узла f_6 можно выбрать узел f_1 или f_4 .

Каждый потребитель может быть связан только с одним узлом из множества F , т. е.

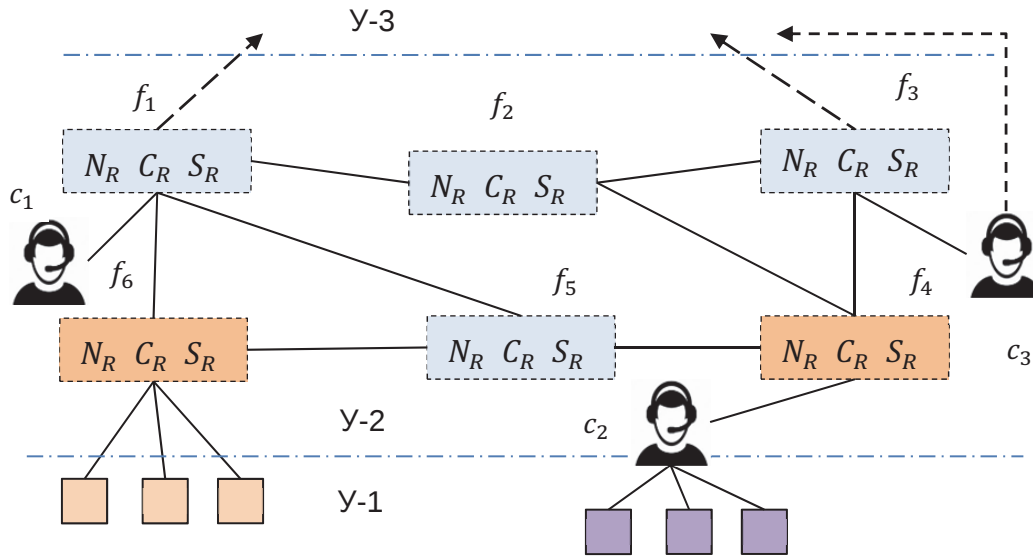


Рис. 5. Граф взаимодействия узлов уровня туманных вычислений

$$\sum_{f \in F} \alpha_{cf} = 1, \text{ для } \forall c \in C \quad (3)$$

Данные, загружаемые в любой узел $f_j \in F$, фактически могут быть обработаны приложением $\alpha \in Ap$ в узле f_l , причем $j, l = \overline{1, m}$ и $j \neq l$. Это фиксируется индикатором $\beta_{jl}^\alpha = 1$, хотя в общем случае $\beta_{jl}^\alpha = \{0, 1\}$. Если узлы f_j и f_l в составе своих вычислительных ресурсов имеют хотя бы одно одинаковое приложение α , то справедливо условие [20] вида:

$$\beta_{jl}^\alpha \leq \sum_{c \in C} \alpha_{cf}, \text{ для } \forall \alpha \in Ap \text{ и } f_j, f_l \in F. \quad (4)$$

Для обеспечения *структурной целостности* распределенной переработки информации на рассматриваемом уровне Y-2 ТВ актуально требование полной обработки в узле $f \in F$ с помощью приложения $\alpha \in Ap$ загруженных данных в отведенное по запросу время, для чего необходимо выполнение следующего условия:

$$\sum_{c \in C} v_c^\alpha a_{cf} = \sum_{f_l \in F} \theta_{jl}^\alpha, \quad (5)$$

где v_c^α — среднее время/скорость выполнения приложения по запросу от потребителя, которое можно легко масштабировать под любой интересующий исследователя параметр (пропускную способность, скорость передачи данных и др.); θ_{jl}^α — аналогичный усредненный параметр, учитывающий возможные временные потери при замене узла f_j узлом f_l при загруженности/занятости узла $f_j \in F$. При этом общие потребности ресурсов памяти S_R^α , занимаемые приложением $\alpha \in Ap$, в любом узле ограничены мощностью множества $|Ap|$, что также является причиной перехода обслуживания от узла f_j к узлу f_l , для которого

$$\sum_{\alpha \in Ap} \beta_l^\alpha S_R^\alpha \leq S_R^{(l)}, \quad (6)$$

где $S_R^{(l)}$ — ресурсы памяти узла f_l .

С учетом временных задержек на выполнение приложения по запросу от потребителя в соответствии с выражениями (2), (4) и (6) определяется общее время или стоимость обслуживания, на основании которых оценивают качество обслуживания запросов.

Таким образом, в зависимости от количества запросов на обслуживание и требуемых приложений (сервисов) осуществляется контроль и перераспределение вычислительных мощностей туманных вычислений, обладающих большей динамикой относительно ОВ. Описанный подход позволяет оперативно перераспределять ресурсы в условиях больших данных и устойчивого роста числа источников данных на уровне ГВ, в том числе и за счет активного внедрения промышленных КФС.

Заключение

Решение проблемы цифровой трансформации требует ускоренного «цифрового мышления», использования междисциплинарных знаний при разработке новых методов анализа данных для оперативного реагирования при управлении вычислительными облачными ресурсами в условиях роста числа пользовательских запросов на обслуживание, расширения парка Интернета вещей и, как следствия, роста объемов данных, основываясь на комплексном методическом системном подходе в исследовании современных информационных структур.

Это позволит на практике обеспечить потребителю эластичность и масштабируемость виртуальных ресурсов, при которых они могут быть быстро и гибко адаптированы под решаемые целевые задачи.

Литература

1. Беззатеев С. В., Елина Т. Н., Мыльников В. А. Моделирование процессов подбора параметров облачных систем для обеспечения их устойчивости с учетом надежности и безопасности // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 4. С. 654—662. DOI: 10.17586/2226-1494-2018-18-4-654-662.
2. Бульба С. С., Кучук Г. А., Лисица Д. А. Создание композитных приложений на основе распределённых сервисов // Системы обработки информации. 2016. № 1(138). С. 144—147.
3. Бурый А.С. Отказоустойчивые распределенные системы переработки информации. М. : Горячая линия. Телеком, 2016. 128 с. ISBN: 978-5-9912-0608-2.
4. Бурый А. С. Совершенствование государственных информационных систем как тренд цифрового общества // Правовая информатика. 2020. № 3. С. 19—28. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-19-28 .
5. Бурый А. С. Тенденции развития распределенных информационных систем на основе облачных технологий // Транспортное дело России. 2013. № 6. С. 160—162.
6. Бурый А. С., Саков А. А., Слепынцева Л. И. Разработка и актуализация нормативных документов и стандартов при управлении облачными сервисами // Транспортное дело России. 2015. № 6. С. 79—81.
7. Воробьев С. П. Математическая модель оптимизации сетевой инфраструктуры распределенной корпоративной системы на базе облачных, туманных и граничных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 3. С. 4. DOI: 10.26102/2310-6018/2019.26.3.003 .
8. Гаврилов Д. А. Программно-алгоритмический комплекс оценки эффективности автоматизированной оптико-электронной системы // Правовая информатика. 2020. № 3. С. 29—39. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-29-39 .
9. Государство и право в новой цифровой реальности : монография / Под общ. ред. И. А. Умновой-Конюховой, Д. А. Ловцова. М. : ИНИОН РАН, 2020. 259 с. ISBN 978-5-248-00959-6.
10. Дмитрик Н. А. Цифровая трансформация: правовое измерение // Правоведение. 2019. Т. 63. № 1. С. 28—46. DOI: 10.21638/spbu.25.2019.102 .
11. Иванов Д. А., Иванова М. А., Соколов Б. В. Анализ тенденций изменения принципов управления предприятиями в условиях развития технологий Индустрии 4.0 // Труды СПИИРАН. 2018. № 5(60). С. 97—127. DOI: 10.15622/sp.60.4 .
12. Кирсанова А. А., Радченко Г. И., Черных А. Н. Обзор технологий организации туманных вычислений // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2020. Т. 9. № 3. С. 35—63. DOI: 10.14529/cmse200303 .
13. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
14. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с.
15. Ловцов Д. А. Архитектура базы данных и знаний подсистемы планирования и координации информационных процессов в иерархической эргасистеме // Правовая информатика. 2020. № 4. С. 4—19. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-04-19 .
16. Ловцов Д. А. Теоретические основы системной информатизации правового регулирования // Правовая информатика. 2019. № 4. С. 12—28. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-12-28 .
17. Ловцов Д. А. Эффективность правовых эргасистем в инфосфере // Правовая информатика. 2020. № 1. С. 4—14. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-04-14 .
18. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Паршинцева Л. С. Пакеты прикладных программ для многоаспектного анализа судебной статистической информации // Правовая информатика. 2017. № 1. С. 28—36. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36 .
19. Файзуллин Р. В., Херинг Ш., Василенко К. А. Модели оценки эффективности облачных технологий и туманных вычислений // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020. 8(1). DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.025 .
20. Arkian H. R., Diyanat A., Pourkhalili A. MIST: Fog-based data analytics scheme with cost-efficient resource provisioning for IoT crowdsensing applications // Journal of Network and Computer Applications. 2017. No. 82. P. 152-165. DOI: 10.1016/j.jnca.01.012 .
21. Arsovski S., Arsovski Z., Stefanović M., Tadić D., Aleksić A. Organisational resilience in a cloud-based enterprise in a supply chain: a challenge for innovative SMEs // International Journal of Computer Integrated Manufacturing. 2017. Vol. 30. No. 4-5. P. 409-419. DOI: 10.1080/0951192X.2015.1066860 .
22. Buryi A. S., Loban A. V., Lovtsov D. A. Compression models for arrays of measurement data in an automatic control systems // Automation and Remote Control. 1998. Vol. 59. No. 5. Part 1. P. 613-631.
23. Götz M., Jankowska B. Adoption of Industry 4.0 technologies and company competitiveness: case studies from a post-transition economy // Foresight and STI Governance. 2020. Vol. 14. No. 4. P. 61-78. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78 .

24. Hosseinian-Far A., Ramachandran M., Slack C. L. Emerging trends in cloud computing, big data, fog computing, IoT and smart living. In: M. Dastbaz, H. Arabnian, B. Akhgar (eds) Technology for Smart Futures. Springer, 2017. P. 29-40. DOI: 10.1007/978-3-319-60137-3_2 .
25. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems // Manufacturing letters. 2015. No. 3. P. 18-23. DOI: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001 .
26. Swain B.R., Sahoo J.J., Prasad A., Selvam D.T. Rise of fluid computing: a collective effort of mist, fog and cloud // International Journal of Computer Sciences and Engineering. 2019. Vol. 7. No. 4. P. 62-69. DOI: 10.26438/ijcse/v7i4.6269 .
27. Xu Z., Zhang Y., Li H., et al. Dynamic resource provisioning for cyber-physical systems in cloud-fog-edge computing // Journal of Cloud Computing. 2020. No. 9(32). DOI: 10.1186/s13677-020-00181-y .
28. Zhou Y., Zhang D., Xiong N. Post-cloud computing paradigms: A survey and comparison // Tsinghua Science and Technology. 2017. T. 22. No. 6. P. 714-732. DOI: 10.23919/TST.2017.8195353 .

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, Российская Федерация, г. Тамбов.

E-mail: vvalex1961@mail.ru

CLOUD COMPUTING IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Aleksei Buryi, Dr.Sc. (Technology), expert at the Russian Academy of Sciences, Department Director at the Russian Science-cum-Technical Centre for Information on Standardisation, Metrology, and Conformity Assessment, Moscow, Russian Federation.

E-mail: a.s.burij@gostinfo.ru

Keywords: digital transformation, cloud computing, fog computing, single information space, infosphere, Industry 4.0 strategy, cyber-physical systems.

Abstract.

Purpose of the work: improving the scientific and methodological base of information and communication technologies for forming a single cloud computing information space in the concept of modern information systems in the course of digital transformation of the information sphere of the society.

Method used: multifaceted use of system and comparative analysis applying statistical conclusions and techniques for formal logical construction of distributed information systems based on cloud computing.

Results obtained: based on the analysis of factors of cloud computing infrastructure development as well as the role of the Internet of Things technologies under the conditions of digital transformation of information and communication technologies in the socio-economic sphere, a conceptual approach to assessing the structural capabilities of a distributed cloud infrastructure formed in a single information space using the example of organising fog computing is put forward.

The resulting approach can be used for assessing both the existing and prospective digital environment.

References

1. Bezzateev S. V., Elina T. N., Myl'nikov V. A. Modelirovanie protsessov podbora parametrov oblachnykh sistem dlia obespecheniia ikh ustoiчивosti s uchetom nadezhnosti i bezopasnosti. Nauchno-tehnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki, 2018, t. 18, No. 4, pp. 654-662. DOI: 10.17586/2226-1494-2018-18-4-654-662.
2. Bul'ba S. S., Kuchuk G. A., Lisitsa D. A. Sozdanie kompozitnykh prilozhenii na osnove raspredelennykh servisov. Sistemi obrobki informatsii, 2016, No. 1(138), pp. 144-147.
3. Buryi A. S. Otkazoustoiчивye raspredelennye sistemy pererabotki informatsii. M. : Goriachaia liniia -- Telekom, 2016, 128 pp. ISBN: 978-5-9912-0608-2.
4. Buryi A. S. Sovershenstvovanie gosudarstvennykh informatsionnykh sistem kak trend tsifrovogo obshchestva. Pravovaia informatika, 2020, No. 3, pp. 19-28. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-19-28 .
5. Buryi A. S. Tendentsii razvitiia raspredelennykh informatsionnykh sistem na osnove oblachnykh tekhnologii. Transportnoe delo Rossii, 2013, No. 6, pp. 160-162.

6. Buryi A. S., Sakov A. A., Slepnyntseva L. I. Razrabotka i aktualizatsiia normativnykh dokumentov i standartov pri upravlenii oblachnymi servisami. *Transportnoe delo Rossii*, 2015, No. 6, pp. 79-81.
7. Vorob'ev S. P. Matematicheskaya model' optimizatsii setevoy infrastruktury raspredelennoi korporativnoi sistemy na baze oblachnykh, tumannykh i granichnykh tekhnologii. *Modelirovanie, optimizatsiia i informatsionnye tekhnologii*, 2019, t. 7, No. 3, pp. 4. DOI: 10.26102/2310-6018/2019.26.3.003.
8. Gavrilov D. A. Programmno-algoritmicheskii kompleks otsenki effektivnosti avtomatizirovannoi optiko-elektronnoi sistemy. *Pravovaya informatika*, 2020, No. 3, pp. 29-39. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-29-39.
9. Gosudarstvo i pravo v novoi tsifrovoi real'nosti : monografiya. Pod obshch. red. I. A. Umnovoi-Koniukhovoi, D. A. Lovtsova. M. : INION RAN, 2020, 259 pp. ISBN 978-5-248-00959-6.
10. Dmitriy N. A. Tsifrovaya transformatsiia: pravovoe izmerenie. *Pravovedenie*, 2019, t. 63, No. 1, pp. 28-46. DOI: 10.21638/spbu.25.2019.102.
11. Ivanov D. A., Ivanova M. A., Sokolov B. V. Analiz tendentsii izmeneniia printsipov upravleniia predpriiatiami v usloviakh razvitiia tekhnologii Industrii 4.0. *Trudy SPIIRAN*, 2018, No. 5(60), pp. 97-127. DOI: 10.15622/sp.60.4.
12. Kirsanova A. A., Radchenko G. I., Chernykh A. N. Obzor tekhnologii organizatsii tumannykh vychislenii. *Vestnik IuUrGU, seriia: Vychislitel'naya matematika i informatika*, 2020, t. 9, No. 3, pp. 35-63. DOI: 10.14529/cmse200303.
13. Lovtsov D. A. Informatsionnaya teoriya ergasistem. M. : RGUP, 2021, 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
14. Lovtsov D. A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiya. M. : RGUP, 2016, 316 pp.
15. Lovtsov D. A. Arkhitektura bazy dannykh i znaniy podsystemy planirovaniia i koordinatsii informatsionnykh protsessov v ierarkhicheskoi ergasisteme. *Pravovaya informatika*, 2020, No. 4, pp. 4-19. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-04-19.
16. Lovtsov D. A. Teoreticheskie osnovy sistemnoi informatizatsii pravovogo regulirovaniia. *Pravovaya informatika*, 2019, No. 4, pp. 12-28. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-12-28.
17. Lovtsov D. A. Effektivnost' pravovykh ergasistem v infosfere. *Pravovaya informatika*, 2020, No. 1, pp. 4-14. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-04-14.
18. Lovtsov D. A., Bogdanova M. V., Parshintseva L. S. Pakety prikladnykh programm dlia mnogoaspektnogo analiza sudebnoi statisticheskoi informatsii. *Pravovaya informatika*, 2017, No. 1, pp. 28-36. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36.
19. Faizullin R. V., Khering Sh., Vasilenko K. A. Modeli otsenki effektivnosti oblachnykh tekhnologii i tumannykh vychislenii. *Modelirovanie, optimizatsiia i informatsionnye tekhnologii*, 2020, 8(1). DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.025.
20. Arkian H. R., Diyanat A., Pourkhalili A. MIST: Fog-based data analytics scheme with cost-efficient resource provisioning for IoT crowdsensing applications. *Journal of Network and Computer Applications*, 2017, No. 82, pp. 152-165. DOI: 10.1016/j.jnca.01.012.
21. Arsovski S., Arsovski Z., Stefanović M., Tadić D., Aleksić A. Organisational resilience in a cloud-based enterprise in a supply chain: a challenge for innovative SMEs. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2017, vol. 30, No. 4-5, pp. 409-419. DOI: 10.1080/0951192X.2015.1066860.
22. Buryi A. S., Loban A. V., Lovtsov D. A. Compression models for arrays of measurement data in an automatic control systems. *Automation and Remote Control*. 1998, vol. 59, No. 5, Part 1, pp. 613-631.
23. Götz M., Jankowska B. Adoption of Industry 4.0 technologies and company competitiveness: case studies from a post-transition economy. *Foresight and STI Governance*, 2020, vol. 14, No. 4, pp. 61-78. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78.
24. Hosseinian-Far A., Ramachandran M., Slack C. L. Emerging trends in cloud computing, big data, fog computing, IoT and smart living. In: M. Dastbaz, H. Arabnian, B. Akhgar (eds) *Technology for Smart Futures*. Springer, 2017, pp. 29-40. DOI: 10.1007/978-3-319-60137-3_2.
25. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 2015, No. 3, pp. 18-23. DOI: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001.
26. Swain B.R., Sahoo J.J., Prasad A., Selvam D.T. Rise of fluid computing: a collective effort of mist, fog and cloud. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 2019, vol. 7, No. 4, pp. 62-69. DOI: 10.26438/ijcse/v7i4.6269.
27. Xu Z., Zhang Y., Li H., et al. Dynamic resource provisioning for cyber-physical systems in cloud-fog-edge computing. *Journal of Cloud Computing*, 2020, No. 9(32). DOI: 10.1186/s13677-020-00181-y.
28. Zhou Y., Zhang D., Xiong N. Post-cloud computing paradigms: A survey and comparison. *Tsinghua Science and Technology*, 2017. T. 22, No. 6, pp. 714-732. DOI: 10.23919/TST.2017.8195353.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕДЕНИЯ ДОСТОВЕРНОЙ СТАТИСТИКИ В СУДЕБНОЙ СИСТЕМЕ

Андрюшечкина И.Н.*

Ключевые слова: судебная система, судебное делопроизводство, судебная статистика, первичный статистический учет, достоверность статистических данных, автоматизированные информационные системы, ГАС РФ «Правосудие», информация, программные изделия, показатель, контроль, ошибки.

Аннотация.

Цель работы: совершенствование научно-методической базы ведения достоверной судебной статистики с использованием автоматизированных информационных систем и специального программного обеспечения на всех этапах статистической работы.

Методы: системный анализ судебных автоматизированных информационных систем и информационных технологий, концептуально-логическое моделирование предметной области.

Результаты: дан анализ использования информационных технологий на всех этапах статистической работы применительно к ведению достоверной судебной статистики, осуществляемой Судебным департаментом в рамках своих полномочий и судами Российской Федерации; исследованы методы обеспечения корректного первичного учета и достоверности данных судебной статистики в автоматизированных информационных системах для первичного статистического учета в судебном делопроизводстве; рассмотрены задачи ведения судебной статистики, которые решаются с использованием функционала специального программного обеспечения сбора и переработки статистической информации.

DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-15-27

Введение

В общей теории статистики выделяют три основных этапа статистической работы¹:

1. Статистическое наблюдение (учет значений статистических признаков изучаемого массового явления по определенной программе).

2. Сводка и группировка данных первичного учета по определенной программе сводки.

3. Анализ статистических данных.

Все три этапа работы можно выделить в ведении судебной статистики как в конкретном суде, так и в Судебном департаменте (СД) при Верховном Суде Российской Федерации и его территориальных органах — управлениях СД в субъектах РФ, использующих информационные технологии [5, 6, 9—12, 17] на этапах статистической работы, осуществляемой в рамках своих

полномочий, предусмотренных Федеральным Законом от 8 января 1998 г. № 7-ФЗ «О Судебном департаменте при Верховном Суде Российской Федерации» (п. 12 статьи 6, п. 4 ст. 14)² и Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 2113 «Об утверждении Положения о государственной автоматизированной системе правовой статистики».

Первичный статистический учет

На первом этапе статистического наблюдения в судах осуществляется учет сведений по делам и материалам в электронных картотеках судебного делопроизводства автоматизированных информационных систем (АИС).

Первичным статистическим учетом называется регистрация значений характеристик (статистических признаков) единиц статистической отчетности по определенной программе в целях формирования статистической и иной аналитической информации. Пер-

¹ Ловцов Д. А., Богданова М. В., Лобан А. В., Паршинцева Л. С. Статистика (компьютеризированный курс) : учебник для вузов / Под ред. проф. Д. А. Ловцова. М. : РГУП, 2020. 400 с.

² Сайт Судебного департамента при Верховном Суде Российской Федерации, раздел «Судебная статистика». URL: <http://www.cdep.ru/index.php?id=5>.

* **Андрюшечкина Ирина Николаевна**, кандидат юридических наук, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, начальник отдела организационного обеспечения ведения судебной статистики Главного управления организационно-правового обеспечения деятельности судов Судебного департамента при Верховном Суде Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: andr-home2008@yandex.ru

вичный статистический учет в судах осуществляется в рамках судебного делопроизводства в объеме, определенном утвержденными учетно-статистическими карточками и журналами в инструкциях³ по судебному делопроизводству, для ведения которого разрабатывается *специальное программное обеспечение* (СПО) — *автоматизированные системы судебного делопроизводства* (АССД), реализующие *модели судебного делопроизводства*, которые содержат существенные характеристики дел и материалов, рассматриваемых судами в различных судебных инстанциях. АССД поддерживают функции учета дел и материалов, рассматриваемых в порядке уголовного, гражданского и административного судопроизводства, судопроизводства по делам об административных правонарушениях, судопроизводства в арбитражных судах. В производстве по делу или материалу можно зарегистрировать все процессуальные действия (события по делу) и выносимые судебные постановления.

Тот факт, что по состоянию на начало третьего десятилетия XXI в. первичный статистический учет осуществляется в судебном делопроизводстве в СПО, является достижением многолетней работы по переходу от учетных документов на бумажных носителях в судебном делопроизводстве до внедрения в деятельность всех судов АССД и их *ежегодной* модификации в целях соответствия постоянно изменяющемуся законодательству [7, 8].

Вопросы ведения судебной статистики, в том числе формирования *статистических показателей* в отчетности при ведении автоматизированного судебного делопроизводства, непосредственно связаны с моделью судебного делопроизводства, реализованного в СПО. Программой статистического наблюдения являются реквизиты учета (учетные показатели) в судебном делопроизводстве, отражающие специфику видов производства и движение производств по делам и материалам. Кроме обязательных реквизитов для учета дел, предусмотренных в инструкциях по судебному делопроизводству, в судебном делопроизводстве по уголовным делам предусмотрен дополнительно детализированный учет подсудимых и сумм ущерба от преступлений в объеме утверждаемых Судебным депар-

таментом статистической *карточки на подсудимого*⁴ и *карточки сумм ущерба от преступлений*⁵.

В составе регистрируемых сведений по делам и материалам выделяют различные по типу *реквизиты*: с текстовыми значениями, ограниченные формальными требованиями заполнения (например, ФИО или наименование истца); показатели со справочными значениями (например, результаты рассмотрения дела); показатели, содержащие существенные даты процессуального характера, определяющие движение производства по делу или материалу (даты регистрации заявления, вынесения решения по поступившему заявлению, дата принятия к производству, дата рассмотрения и др.).

В судебной статистике (в расчетах статистических показателей) используются учетные реквизиты, содержащие даты процессуальных действий и вынесения судебных постановлений, а также реквизиты, содержащие значения справочников (качественных признаков) или предусматривающие ввод количественных значений (суммы исковых требований, госпошлины; суммы, взысканные судом по удовлетворенным требованиям; суммы различных штрафов, размеры видов наказаний, предусматривающий определенные сроки).

Программы статистического наблюдения содержат большое число статистических признаков и их значений в виде справочников, характеризующих процессуальные особенности видов судебного производства и рассмотрения в судебных инстанциях (первой, апелляционной, кассационной, надзорной). Наличие систематизированной информации по делу, использование *единых* для всех судов централизованно наполняемых *справочников*⁶ [1] позволяет настроить автоматизированный расчет статистических показателей утвержденных форм статистической отчетности в СПО автоматизированного судебного делопроизводства. *Требования* к первичному статистическому учету, технологии обработки статистической отчетности едины для всех судов судебной системы, включая судебные участки мировых судей [13, 14].

Полный и корректный учет всех требуемых сведений в производствах по делам и материалам, содержащих существенные характеристики производства, является основой для дальнейшей работы с *первичной базой данных* и формирования статистической отчетности, анализа статистических показателей, поиска интересующей *судебной информации* [9]. Некорректный выбор категории гражданского или административно-

³ Инструкция по судебному делопроизводству в районном суде, утв. Приказом Судебного департамента от 29 апреля 2003 г. № 36; Инструкция по судебному делопроизводству в Верховных судах республик, краевых и областных судах, судах городов федерального значения, судах автономной области и автономных округов, утв. Приказом Судебного департамента от 12 декабря 2004 г. № 161; Инструкция по ведению судебной статистики, утв. Приказом Судебного департамента от 29 декабря 2007 г. № 169; Инструкция по судебному делопроизводству в кассационных судах общей юрисдикции, утв. Приказом Судебного департамента от 1 октября 2019 г. № 224; Инструкция по судебному делопроизводству в апелляционных судах общей юрисдикции, утв. Приказом Судебного департамента от 1 октября 2019 г. № 225 // СПС «КонсультантПлюс».

⁴ Приказ Судебного департамента от 27 декабря 2019 г. № 303 «Об утверждении статистической карточки на подсудимого». URL: <http://www.cdep.ru/index.php?id=301&item=5160>.

⁵ Предусмотрена Инструкцией по ведению судебной статистики, утв. приказом Судебного департамента от 25 июня 2021 г. № 124.

⁶ Имеются в виду централизованные справочники, которые ведутся в программном издании «Организационное обеспечение» ГАС РФ «Правосудие» (справочники статей УК РФ, КоАП РФ, категорий гражданских и административных дел, производств по материалам и др.), а также локальные справочники судопроизводства в программном обеспечении АССД, например, справочник результатов рассмотрения дел, видов судебных актов и др.

го дела, недоучет дополнительных характеристик преступлений или подсудимого, опечатки в учете количественных значений и иные погрешности в учете влекут формирование *недостоверной* статистической отчетности. Достоверность данных — одно из основных требований, обуславливающих доверие к статистике.

Надо заметить, что первичный статистический учет используется не только для задач ведения судебной статистики и не является самоцелью. Зарегистрированные данные в АССД используются для:

- автоматизированного распределения дел судьям;
- размещения на сайте сведений по делам в соответствии с требованиями Федерального закона № 262-ФЗ от 22 декабря 2008 г. «Об обеспечении доступа к информации о деятельности судов в Российской Федерации» (ст. 14, 15);

- рассылки СМС-сообщений и подготовке повесток;
- контроля сроков рассмотрения и обращения к исполнению судебных решений;

- подготовки по шаблонам процессуальных документов и документов судебного делопроизводства, использующих учетные данные и значения статистических признаков;

- информационно-справочной работы аппарата суда, организации судебного делопроизводства и работы архива, анализа судебной практики (формирования справочной информации о работе судей и по делам по гибким и преднастроенным «жестким» запросам⁷);

- формирования журналов и реестров в соответствии с инструкциями по судебному делопроизводству, направления сведений в другие органы (например, статистической карточки по форме № 6⁸ — в Информационные центры МВД России; статистической карточки по форме № 8-ГП, направляемой в порядке информационного взаимодействия в машиночитаемом формате в ГАС правовой статистики Генеральной прокуратуры РФ⁹);

- формирования запросов для выверки учетных данных в картотеках, запросов, связанных с модификацией данных (например, перевод учета производств в новом году, оперативные запросы для контроля и поиска дел);

- формирования на бумажном носителе журналов и форм, требующихся для ведения делопроизводства и архивного хранения.

Разработка и внедрение АИС судебного делопроизводства позволяет обеспечить *достоверность* и *качество* статистических данных и их *доступность*, снизить *трудозатраты* и повысить скорость их обработки. Однако использование АИС судебного делопроизводства для формирования судебной статистики предъявляет дополнительные требования к их информационному обеспечению, в том числе обеспечению *логики-юридического контроля* корректности содержащихся в АИС данных, использования актуальных юридических справочников. В то же время формирование статистики на основе данных первичного учета в АИС позволяет проверять полноту и корректность внесенных первичных данных по контрольным соотношениям, предусмотренным для форм статистической отчетности для каждого уровня судов на этапе формирования статистической отчетности в суде.

Обеспечение достоверности статистических данных

Достоверность данных обеспечивается комплексом организационно-технологических мер на каждом этапе статистической работы¹⁰.

На **этапе первичного учета** в судебном делопроизводстве обеспечению достоверности учета служит использование в АИС:

- логических моделей* движения производств по делам и материалам для каждого вида судебного производства, обеспечение выбора из справочников значений учетных реквизитов, предусмотренных только для выбранного вида судебного производства, или же категории дел, вида материала;

- централизованных справочников* (нормативной справочной информации), имеющих юридический характер [1, 2] (выбор конкретных редакций составов преступлений и правонарушений из справочников УК РФ и КоАП РФ, категорий гражданских и административных дел, производств по материалам);

- логических проверок* как в процессе ввода информации предупреждающего характера о несоответствии с уже внесенными значениями при регистрации сведений по производству, так и отложенного контроля по совокупности внесенных значений статистических признаков, неполноты учета.

На **этапе формирования** статистической отчетности обеспечению *достоверности* данных служат:

- 1) централизованные настройки алгоритмов расчета статистических показателей в отчетных формах, реализованные в АССД, а также функционал детализации сформированных статистических показателей (функция *drill-down* — возможность «провалиться» в список

⁷ Предусмотрена выгрузка сформированных отчетов в форматы файлов Word и Excel.

⁸ Статистическая карточка по форме № 6 о результатах рассмотрения уголовного дела судом, утв. Приказами от 29 декабря 2005 г. «О едином учете преступлений» № 39 Генпрокуратуры России, № 1070 МВД России, № 1021 МЧС России, № 253 Минюста России, № 780 ФСБ России, № 353 Минэкономразвития России, № 399 ФСКН России // СПС «КонсультантПлюс».

⁹ Временный регламент информационного обмена между органами прокуратуры Российской Федерации и судебными органами Российской Федерации в рамках интеграции ГАС правовой статистики и ГАС РФ «Правосудие», утв. совместным Приказом Генеральной прокуратуры РФ и Судебного департамента от 12 октября 2018 г. № 659/205 // СПС «КонсультантПлюс».

¹⁰ Правовая статистика : учебник и практикум / И. Н. Андрюшечкина, Л. К. Савюк, Ю. А. Бикбулатов и др.; под редакцией Л. К. Савюка. М.: Юрайт, 2016. 409 с.; Андрюшечкина И. Н. Судебная статистика : учебное пособие. М. : РГУП, 2016. 272 с.

Рис. 1. Контрольное соотношение ФЛК движения производств в редакторе ПИ «Судебная статистика»

производств, по которым было сформировано значение выбранного статистического показателя)¹¹;

2) использование контрольных соотношений, сформированных для *формально-логического контроля* (ФЛК) статистических данных в форме отчетности по каждому уровню суда (в автоматизированном судебном делопроизводстве имеется возможность отбора дел, за счет которых нарушены конкретные контрольные соотношения).

Контрольные соотношения для форм статистической отчетности описываются в программном издании (ПИ) «Судебная статистика» для каждого уровня судов. Для каждой формы отчетности имеется набор общих контрольных соотношений, соответствующих структуре показателей в форме отчетности, а также дополнительные контрольные соотношения для соответствующего уровня суда, отражающие процессуальную специфику рассмотрения (как правило, это контроль незаполнения определенных статистических показателей, не относящихся к конкретному уровню суда). Например, в форме № 2 — «Отчет о работе судов общей юрисдикции по рассмотрению гражданских, административных дел по первой инстанции» общими контрольными соотношениями

ФЛК движения производств (рис. 1) по делам, в разделах 1 — «Движение дел», 2 — «Движение и результаты рассмотрения гражданских дел», 3 — «Движение и результаты рассмотрения административных дел»: сумма значений показателей по каждой из строк графы «Остаток неоконченных дел на начало года» и графы «Поступило дел в отчетном периоде (принято к производству)» равно сумме показателей по графам «Всего окончено дел за отчетный период», «Остаток неоконченных дел на конец отчетного периода», «Объединено дел в отчетном периоде». Дополнительными контрольными соотношениями, отражающими процессуальную специфику категорий дел [3, 4], будут соотношения контроля незаполнения результатов рассмотрения по существу требований (вынесения решений, прекращения производства по делу) для категорий гражданских и административных дел, не относящихся к подсудности соответствующего уровня суда.

Так, в форме отчета в разделе по административным делам у мировых судей могут быть заполнены значения показателей в строке по категориям главы 32 КАС РФ «О взыскании денежных сумм в счет уплаты установленных законом обязательных платежей и санкций с физических лиц», и, поскольку такие дела рассматриваются в форме *приказного производства* [16] (в соответствии с главой 11.1 КАС РФ), количество дел по графе «Всего с вынесением решения (судебного приказа)» должно быть в отчетах мировых судей равно

¹¹ Например, для анализа причин длительного нахождения в производстве на основании статистического отчета можно отобрать дела, по которым нарушены процессуальные сроки рассмотрения, или не приостановленные, свыше года находящиеся в производстве.

Статус	Код формулы	Формула	Описание формулы	Значения
6197	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 12-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 12-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 12-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 12	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	6213881=6213588+156+137
6198	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 13-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 13-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 13-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 13	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	25354283=25211939+139979+2365
6199	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 14-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 14-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 14-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 14	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	58304=57908+396+0
6200	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 15-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 15-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 15-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 15	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	1148304=1105128+43160+16
6201	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 16-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 16-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 16-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 16	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	28108=27067+1129+2
6202	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 17-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 17-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 17-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 17	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	26530785=26344134+184268+2363
6203	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 2-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 2-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 2-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 2	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	153039=153927+12+0
6204	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 3-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 3-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 3-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 3	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	8798074=8770546+26642+886
6205	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 4-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 4-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 4-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 4	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	35491=34527+954+10
6206	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 5-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 5-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 5-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 5	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	9541009=9463360+76338+1311
6207	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 6-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 6-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 6-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 6	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	19140369=18996348+139823+2228
6208	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 7-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 7-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 7-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 7	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	3=3+0+0
6209	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 8-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 8-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 8-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 8	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	19140402=18996351+139823+2228
6210	392097	Ф F3w разд 1 сумма стр 1-2 стр 9-Ф F3w разд 1 стр 17 стр 9-Ф F3w разд 1 стр 19 стр 9-Ф F3w разд 1 стр 21 стр 9	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 сумма гр 1-2 должна быть равна сумме гр 17,19,21 разд 1 для всех строк	0=0+0+0
6211	392098	Ф F3w разд 1 стр 17 стр 10-Ф F3w разд 1 стр 13 стр 10-Ф F3w разд 1 стр 13 стр 11-Ф F3w разд 1 стр 15 стр 10-Ф F3w разд 1 стр 16 стр 10	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 гр 17 должна быть равна сумме гр 7,13,15,16 разд 1 для всех строк	575588=523802+41965+4937+5284
6212	392098	Ф F3w разд 1 стр 17 стр 11-Ф F3w разд 1 стр 13 стр 11-Ф F3w разд 1 стр 15 стр 11-Ф F3w разд 1 стр 16 стр 11	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 гр 17 должна быть равна сумме гр 7,13,15,16 разд 1 для всех строк	6213588=6213284+138+45+111
6213	392098	Ф F3w разд 1 стр 17 стр 12-Ф F3w разд 1 стр 13 стр 12-Ф F3w разд 1 стр 15 стр 12-Ф F3w разд 1 стр 16 стр 12	2020 (r.w.s.d.v) в разд 1 гр 17 должна быть равна сумме гр 7,13,15,16 разд 1 для всех строк	0=0+0+0+0

Рис. 2. Лист MS Excel со списком обязательных контрольных соотношений ФЛК в программном шаблоне формы статистической отчетности по гражданским и административным делам мировых судей

по графе «С удовлетворением требования» и по графе «С вынесением судебного приказа». Соответственно, в программном шаблоне по форме № 2 для мировых судей по остальным строкам имеется ФЛК на ненулевые значения и ФЛК на равенство показателей между значениями по графам по каждой из заполняемых строк.

Контрольные соотношения ФЛК выгружаются при генерации программных шаблонов¹², передаются в согласованном машиночитаемом формате XML-файлов для АССД, а также для ПИ «Судебная статистика», установленных в управлениях СД в субъектах РФ, для сбора первичных статистических отчетов районных судов, су-

дебных участков мировых судей, окружных (флотских) военных судов — по гарнизонным военным судам.

При генерации программного шаблона из описаний структуры формы и ФЛК по ней осуществляется выгрузка статистических таблиц по разделам на листы MS Excel и формируются листы обязательных и информационных ФЛК для каждой строки или графы. Контрольное соотношение преобразуется в логическую формулу:

=ЕСЛИ((СУММ('Раздел 1'!C22:D22)=СУММ('Раздел 1'!S22:S22)+СУММ('Раздел 1'!U22:U22)+СУММ('Раздел 1'!W22:W22));»»;»Неверно!»),

то есть если математическое соотношение выполняется («истина»), то информационное сообщение отсутствует, если не выполняется («ложь»), то в ячейке по строке отображается сообщение «Неверно» (пример на рис.2)

Отбор производств по делам или материалам по нарушенным контрольным соотношениям в электронной картотеке позволяет найти по ним причины ошибок, которыми могут быть:

некорректный первичный учет в электронной картотеке (незаполнение требуемых учетных показателей или некорректный выбор значения учетного показателя, на который отсутствуют или вообще невозможны логические проверки в судебном делопроизводстве) — наиболее вероятная ситуация;

ошибка в настройке расчета показателей разработчика;

некорректность содержания самого контрольного соотношения (ошибочное написание ФЛК или редкие ситуации в судебной практике, не учтенные ФЛК).

¹² Программный шаблон формы отчетности представляет собой электронную форму для формирования отчета в формате MS Excel, содержащую реквизиты формы, отчетный период и наименование организации (абонента), представляющей отчет, необходимые для автоматизированной идентификации отчета статистические таблицы разделов формы, формализованное описание соотношения ФЛК (обязательного и информационного), справочники абонентов и отчетных периодов и иную справочную информацию. На титульном листе содержит программные элементы (кнопки), вызывающие программы формирования электронных форм отчетов в формате, необходимом для загрузки в базы данных программных изделий «Судебная статистика» (ПИ ССт) и «СТАКС-центр». Полный объем контролируемых соотношений в форме, в том числе с учетом особенностей заполнения по уровням судов внутри разделов и между разделами формы отчетности, предусматривается в ФЛК в программных шаблонах. Кроме того, могут помещаться дополнительно вспомогательные методические материалы, например, для контроля средней суммы административного штрафа по строкам в отчете формы № 1-АП. В программных шаблонах содержатся только внутриформенные ФЛК, проверка межформенного и межпериодного контроля может осуществляться дополнительно в АССД, а также при обработке поступающей статистической отчетности в ПИ ССт и ПИ «СТАКС-центр» и межформенного контроля в ПИ СДП.

На **этапе сбора** статистической отчетности используются межпериодные ФЛК: проверка нарастающего итога, соответствия остатков дел на конец прошлого года и начало нового отчетного года.

На **этапе анализа** сформированной статистической отчетности применяются формы контроля, использующие сопоставление значений показателей, представленных отчитывающимися единицами (судами непосредственно или управлениями СД). При формировании сводной отчетности проводится «долевой» контроль или «анализ всплесков», фиксирующий существенную долю в значениях по выбранным показателям в отчетности, представленной отдельными отчетными единицами (судами или управлениями СД, представляющими сводную отчетность по районным судам и по судебным участками мировых судей).

Ошибочные данные можно установить на этапе анализа при фиксировании существенного изменения относительных показателей: структуры дел или динамики изучаемого показателя, существенного изменения размера средних величин.

Использование конкретных видов контроля

В настоящее время в судебной системе РФ эксплуатируется несколько специализированных программ автоматизированного судебного делопроизводства:

разработанные в рамках создания и развития ГАС РФ «Правосудие»¹³ программные изделия (ПИ) «Судебное делопроизводство» (СДП) для федеральных судов и «АМИРС» для мировых судей;

СПО — АССД, не входящие в состав программных изделий ГАС РФ «Правосудие»:

в федеральных судах общей юрисдикции (СОЮ) в г. Москве используется комплексная информационная система, включающая АССД (разработка компании «КРОК»), в составе Комплексной информационной системы судов общей юрисдикции (КИС СОЮ), а на судебных участках мировых судей и в ряде субъектов РФ на судебных участках мировых судей — программный комплекс (ПК) этого разработчика — «Мировые судьи»;

в ряде субъектов РФ используется на судебных участках ПК «Мировые судьи» (разработка: «КРОК») и другие автоматизированные системы нецентрализованной разработки;

две программы автоматизированного судебного делопроизводства: ПК САД («Судебно-арбитражное делопроизводство») и АИС «Судопроизводство» используются в федеральных арбитражных судах.

Эксплуатация программ автоматизированного судебного делопроизводства нескольких разработчиков в судебной системе повышает значимость использования *единых программных шаблонов* форм статистической отчетности и контрольных соотношений к ним [13, 14].

В электронных картотеках автоматизированного судебного делопроизводства сведения по делу разделены по смысловым разделам¹⁴ (закладкам или отдельным экранным формам); состав учетных показателей по каждому производству по делу (материалу) в картотеке меняется в зависимости от учтенного вида судебного производства, категории дела или вида материала, вида поступившего заявления и результата рассмотрения. В *модели судебного делопроизводства* заложена логическая последовательность процессуальных событий по делу¹⁵, основанная на процессуальном законодательстве, и связь между регистрируемыми результатами на стадиях судебного производства (или регистрируемыми видами судебных решений — определений или судебных актов по существу дела). В зависимости от выбранных значений процессуальных событий по делу предусматривается выбор значений связанных последующих учетных показателей или не предусматривается их заполнение. Использование в АССД *информационно-логических моделей* с учетом особенностей каждого вида производства и особенностей рассмотрения отдельных категорий дел позволяет на этапе *первичного* учета предусмотреть обязательную последовательную регистрацию необходимых значений статистических признаков и предусмотреть возможные проверки полноты первичного учета. Контроль корректности учета может как обеспечиваться *предупреждающим контролем* при непосредственном выборе значений учетных показателей, так быть и отложенным, т. е. выполняется логическая выверка данных по учетным значениям по всему массиву дел электронной картотеки за заданный период.

Расчет утвержденных форм статистической отчетности (процедуры расчета статистических показателей

¹⁴ Например, для гражданских дел первой инстанции это будут сведения по делу, стороны по делу, их требования, движения дела, документы, обеспечение иска, обжалование решений определений, исполнительные документы.

¹⁵ Например, по гражданскому делу в первой инстанции последовательно взаимосвязанные события и их результаты могут быть следующими: регистрация иска, передача материалов судье, решение вопроса о принятии иска, вынесение определения о подготовке к судебному рассмотрению, вынесение определения о назначении срока проведения предварительного судебного заседания, выходящего за пределы установленных ГПК РФ (в порядке ч. 3 ст. 152), предварительное судебное заседание, судебные заседания. По конкретным событиям предусмотрен обязательный учет результатов, определяющих дальнейшее производство по делу. Варианты результата судебного заседания как продолжающие производство по делу: объявлен перерыв, заседание отложено, производство по делу приостановлено, рассмотрение дела начато сначала (предусмотрен учет оснований, влияющих на расчет процессуальных сроков рассмотрения), так и оканчивающие производство по делу (вынесено решение по делу, производство по делу прекращено, иск оставлен без рассмотрения, дело передано на рассмотрение другого суда).

¹³ Приказ Судебного департамента от 17 марта 2014 г. № 52 «Об утверждении Положения об организации эксплуатации Государственной автоматизированной системы Российской Федерации «Правосудие»; Приказ Судебного департамента от 14 мая 2015 г. № 125 «Об организации эксплуатации, сопровождения и развития Государственной автоматизированной системы Российской Федерации «Правосудие» и автоматизированных систем федеральных арбитражных судов» (в редакции от 24.01.2019) // СПС «КонсультантПлюс».

Модуль расчета статистики (Пользователь: XXXXXXXXXXXX) - [ФН01/Ф1 (2017)[р№1].01.04.2015-16.04.2019]

Соединение Сервис Просмотр Окна Справка

№ Стр.	Кол. №1	Кол. №2	Кол. №3	Кол. №4	Кол. №5	Кол. №6	Кол. №7	Кол. №8	Кол. №9	Кол. №10	Кол. №11	Кол. №12	Кол. №13	Кол. №14	Кол. №15	Кол. №16	Кол. №17	Кол. №18	Кол. №19
19		5	4					4		1	4	4							
20		1								1									
21	3	5	5	2		1		8			5	5			2		1		
22	1	3	3					3		1	3	3			1				
23		3		1				1		2	2				1				
24	120	546	542	9	4	8	6	570	1	96	520	522	1		8	4	6		
25																			
26	10	43	13	26		1		40		13	42	13			26		1		
27											1								
28																			
29	2	4	2					2		4	2	2							
30	3	2	4					4		1	2	5							
31		4	2					2		2	6	2							
32	7	24	19	3	1		1	24		7	23	18			5	1			
33																			
34																			
35	20	54	48	9		2	59			15	53	56			8				
36	328	1261	1058	185	13	23	23	1304	1	285	1414	1098	2		214	13	35		
37	19	44	22	20	1	1	1	45		18	57	26			30	1	5		

ФН01/Ф1 (2017)[р№1].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№2].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№3].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№4].01.04.2015-16.04.2019
 ФН01/Ф1 (2017)[р№5].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№6].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№7].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№8].01.04.2015-16.04.2019
 ФН01/Ф1 (2017)[р№9].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№10].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№11].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№12].01.04.2015-16.04.2019
 ФН01/Ф1 (2017)[р№13].01.04.2015-16.04.2019 ФН01/Ф1 (2017)[р№14].01.04.2015-16.04.2019

Формы отчетности ФЛК Контейнер История отправок форм отчетности

Вид	Статус	Код форму...	Формула	Описание формулы
Не обяз.	8=0	249345	Ф.Ф.1с разд. 11 стр. 5 стл. 1=0	(f,w,s,g,v) разд. 11 на лист ФЛК Информационный внести справку о нахождении де...
Не обяз.	148=0	249345	Ф.Ф.1с разд. 11 стр. 5 стл. 4=0	(f,w,s,g,v) разд. 11 на лист ФЛК Информационный внести справку о нахождении де...
Обяз.	515=0	249235	Ф.Ф.1с разд. 9 стр. 1 стл. 1=0	(a) должно быть равно 0
Обяз.	99=0	249235	Ф.Ф.1с разд. 9 стр. 2 стл. 1=0	(a) должно быть равно 0
Обяз.	245=0	249235	Ф.Ф.1с разд. 9 стр. 3 стл. 1=0	(a) должно быть равно 0
Обяз.	109=0	249235	Ф.Ф.1с разд. 9 стр. 4 стл. 1=0	(a) должно быть равно 0
Обяз.	62=0	249235	Ф.Ф.1с разд. 9 стр. 5 стл. 1=0	(a) должно быть равно 0
Обяз.	120=0	249235	Ф.Ф.1с разд. 9 стр. 6 стл. 1=0	(a) должно быть равно 0
Обяз.	6=0	249235	Ф.Ф.1с разд. 9 стр. 10 стл. 1=0	(a) должно быть равно 0
Не обяз.	60=0	249381	Ф.Ф.1с разд. 1 стр. 39 стл. 1=0	(a) должно быть равно 0
Не обяз.	440=362+86	249358	Ф.Ф.1с разд. 1 стр. 40 сумма стл. 1-2=Ф.Ф.1с...	(f,w,s,g,v) Сумма остатка и поступивших дел д.б. равна сумме окончанных дел и ос...
Не обяз.	913=788+58	249358	Ф.Ф.1с разд. 1 стр. 41 сумма стл. 1-2=Ф.Ф.1с...	(f,w,s,g,v) Сумма остатка и поступивших дел д.б. равна сумме окончанных дел и ос...
Не обяз.	1588=1302+285	249358	Ф.Ф.1с разд. 1 стр. 42 сумма стл. 1-2=Ф.Ф.1с...	(f,w,s,g,v) Сумма остатка и поступивших дел д.б. равна сумме окончанных дел и ос...
Обяз.	1257=1261	249245	Ф.Ф.1с разд. 1 сумма стр. 1-35 стл. 2=Ф.Ф.1с...	(f,w,s,g,v) Сумма по строкам с 1-35 по всем графам должна быть равна строке "Всего"
Обяз.	281=285	249245	Ф.Ф.1с разд. 1 сумма стр. 1-35 стл. 10=Ф.Ф.1с...	(f,w,s,g,v) Сумма по строкам с 1-35 по всем графам должна быть равна строке "Всего"
Обяз.	1289=1414	249245	Ф.Ф.1с разд. 1 сумма стр. 1-35 стл. 11=Ф.Ф.1с...	(f,w,s,g,v) Сумма по строкам с 1-35 по всем графам должна быть равна строке "Всего"
Обяз.	210=214	249245	Ф.Ф.1с разд. 1 сумма стр. 1-35 стл. 15=Ф.Ф.1с...	(f,w,s,g,v) Сумма по строкам с 1-35 по всем графам должна быть равна строке "Всего"

В контейнере 0 записей

СТАКС Извещений: 1

Рис. 3. Экранная форма модуля расчета статистики

по учетным значениям в электронных картотеках) в качестве обновлений загружается в судах в АССД. Пользователь может рассчитать формы статистической отчетности не только за отчетные периоды, предусмотренные для предоставления статистических отчетов, но и за любой временной период — три месяца, месяц, рабочая неделя, а также наложить ограничения (фильтры), например, рассчитать отчет по утвержденной форме по каждому судье, судебному составу, постоянному присутствию, а также с учетом иных выбранных фильтров (ограничений).

Это дает возможность судье или помощнику судьи посмотреть по отчету, как находящиеся в производстве дела отражаются в отчете, и своевременно устранить неточности в учете.

Описания алгоритмов расчета статистических показателей оформляются разработчиками в технической документации для пользователей — «Регламенте расчета форм статистической отчетности по судебной статистике» (содержатся в технической документации к ПИ). Наиболее сложными для расчета являются показатели соблюдения процессуальных сроков, для которых описаны вычисления. Наличие описания процедур расчета позволяет понять, как должен быть зарегистрирован результат по делу, а также выявить неточности в расчете.

Отбор нарушивших контрольные соотношения производств, предусмотренных формой статистической отчетности, осуществляется различными способами в программах автоматизированного судебного делопроизводства, но общим является отображение количества значений (дел, лиц), включенных в каждую из частей и элемент контрольного соотношения, и возможность отображения списка дел, не включенных в одну из его частей, т. е. за счет каких дел нарушены контрольные соотношения.

В модуле расчета статистики ПИ СДП можно отобразить нарушенные соотношения ФЛК по конкретной рассчитанной форме, выделить отдельное нарушенное соотношение ФЛК, в том числе визуально; в статистической таблице будут выделены разным цветом области, относящиеся к двум частям контрольного соотношения. На рис. 3 в модуле расчета статистики ПИ СДП сумма значений по строкам по статьям УК РФ в форме № 1 меньше, чем значение по итоговой строке.

Отображается (см. рис. 3) статус нарушенного соотношения ФЛК — сумма значений правой и левой стороны не соответствует контролю равенства (281 = 285). В закладке «Контейнер» можно отобразить дела, из-за которых нарушено контрольное соотношение ФЛК, т. е. дела, которые были при расчете включены в показатели только одной стороны контрольного соотношения.

Модуль расчета статистики (Пользователь: XXXXXXXXXXXX) - [Ф№1/Ф1 (2017)[р№1].01.04.2015-16.04.2019]

Соединение Сервис Просмотр Окна Справка

№ Стр.	Кол. №1	Кол. №2	Кол. №3	Кол. №4	Кол. №5	Кол. №6	Кол. №7	Кол. №8	Кол. №9	Кол. №10	Кол. №11	Кол. №12	Кол. №13	Кол. №14	Кол. №15	Кол. №16	Кол. №17	Кол. №18	Кол. №19
7	80	317	213	112	6		6	337		60	337	238	1		138	6			
8																			
9	20	43	34	4		6	4	49		14	62	40			5		11		
10	3	11	9	3		1		13		1	14	11			1		1		
11	22	67	64	10	1			75		14	71	72			10	1			
12	11	34	29			3		32		13	56	38					7		
13		5	3					3		2	8	8							
14	3	15	12	4				16		2	15	11			5				
15	2	6	1			2	2	5		3	5	1					7		
16		1	1					1			1	1							
17																			
18																			
19		5	4					4		1	4	4							
20		1								1									
21	3	5	5	2		1		8			5	5			2		1		
22	1	3	3					3		1	3	3			1				
23		3		1				1		2	2				1				
24	120	546	542	9	4	8	6	570	1	96	520	522	1		8	4	6		
25																			
26	10	43	13	26		1		40		13	42	13			26		1		
27											1								
28																			

Ф№1/Ф1 (2017)[р№1].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№2].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№3].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№4].01.04.2015-16.04.2019
 Ф№1/Ф1 (2017)[р№5].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№6].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№7].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№8].01.04.2015-16.04.2019
 Ф№1/Ф1 (2017)[р№9].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№10].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№11].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№12].01.04.2015-16.04.2019
 Ф№1/Ф1 (2017)[р№13].01.04.2015-16.04.2019 Ф№1/Ф1 (2017)[р№14].01.04.2015-16.04.2019

Формы отчетности ФЛК Контейнер История отправки форм отчетности

РК	Сведения о главной таблице	С...	Ко...
239493...	1-1/2018	36	10
239493...	1-1/2019	36	10
239493...	1-2/2019	36	10
239600...	1-3/2019	36	10

В контейнере 4 записей

Рис. 4. Экранная форма модуля расчета статистики после отбора дел в «Контейнере»

После отбора дел в «Контейнере» функционал модуля предусматривает возможность перехода в электронную картотеку дел, по которой рассчитан раздел формы статистической отчетности, где отобранные дела уже будут отфильтрованы (рис. 4).

В модулях расчета статистики хранятся расчеты по структурам утвержденных форм за несколько последних лет (с 2011 г.), и поэтому в текущем году до утверждения новых форм, вводимых с первого полугодия текущего года, статистическая отчетность может быть рассчитана по формам отчетности прошлого года, не дожидаясь обновлений. Формы могут быть рассчитаны за любой интересующий период, а также с наложением дополнительных фильтров, в том числе по каждому судье, по постоянному судебному присутствию, что позволяет использовать формы для анализа судебной практики, для администрирования работы судебных составов и конкретного судьи, а также осуществлять систематический контроль корректности учтенных сведений по делам и материалам. Для проверки статистических отчетов на межформенный контроль в ПИ СДП надо одновременно рассчитать в модуле расчета статистики формы отчетности, по которым должны сравниваться значения статистических показателей.

Для сбора судебной статистики — формирования сводной статистической информации — используются

ПИ «Судебная статистика» и «СТАКС-центр». ПИ «Судебная статистика» используется для сбора регламентной статистической отчетности, где уже описаны структуры утвержденных форм и соотношения ФЛК в них и между формами. Качество данных может обеспечиваться технологическими мерами при формировании и сборе статистической отчетности. В программах сбора статистической отчетности настраиваются несколько видов контроля загружаемых данных принимаемой отчетности, в том числе:

1. **Форматный контроль** — на соответствие загружаемых сведений комплексу ожидаемых форм отчетности в отчетный период согласно соответствующей структуре, на соответствие отчетного периода и кода отчитывающейся организации.

2. **Формальный логический контроль.** По типам контрольных соотношений для статистической отчетности можно выделить *внутриформенные* соотношения ФЛК внутри показателей по разделам одной формы (соотношение групп показателей между собой: равенство или неравенство, больше или равно, меньше или равно, — например, распределение числа кассационных дел, по которым удовлетворены в кассационной инстанции жалобы и представления по результатам рассмотрения и по категориям дел; сравнение соотношений показателей с константой (например, среднее

значение по сумме штрафа, сумме гражданского иска не меньше 500 руб.)).

3. **Внутриформенный контроль** — между разделами формы отчетности, он предусматривает равенство значений совпадающих показателей или детализации в одном разделе показателя, содержащегося в другом разделе (например, в форме № 1 — «Отчет о числе лиц, в отношении которых дела прекращены по иным (не реабилитирующим) основаниям» в разделе 1 по итоговой строке с суммой строк по основаниям прекращения в разделе 2).

4. **Межформенный логический контроль** используется для контроля одинаковых показателей в формах отчетности, рассчитанных из одной базы данных (например, формы отчетности по судимости, каждая из отчетных форм содержит различные показатели; по статистическим признакам подсудимых, а также между обобщенными показателями в одной форме и детализованными сведениями в другой форме).

Например, число гражданских дел о защите потребителей и результаты их рассмотрения в форме № 2 и детализированные данные по этой категории дел в форме № s07, раздел 5, по сферам услуг; между суммами наложенных штрафов по вступившим в законную силу постановлениям по делам об административных правонарушениях в формах № 1-АП и разделе 2 формы № 4, где учитывается дальнейшее движение сумм штрафов на стадии исполнения.

Контроль незаполнения статистических показателей предусмотрен по типам форм для конкретных уровней судов (например, контроль подсудности определенных категорий гражданских и административных дел).

5. **Межпериодный логический контроль** — обеспечивает контроль нарастающего итога по интервальным показателям по данным отчетности в течение года, контроль остатков не рассмотренных дел на конец года и начало отчетного периода на следующий год¹⁶.

6. **Анализ «всплесков» или долевого контроля** — контроль данных представленных отчетов; в основном проводится по показателям сумм, существенно отличающимся от основной массы значений, и влияющим на сводные данные. Контроль может быть проведен только при наличии сводного отчета по отчетам, в него включенным. Такой тип контроля позволяет выявить ошибочно указанные значения денежных сумм, в том числе вместо числа дел при ручной корректировке и заполнении форм отчетности.

Последней модернизацией [15] описания элементов контрольных соотношений в ПИ «Судебная статистика» подсистемы «Судебное делопроизводство и статистика» ГАС РФ «Правосудие» стал элемент описания применения конкретного соотношения ФЛК для группы отчетных единиц (абонентов) или исключения применения для конкретных абонентов. Например, исключение применения соотношения ФЛК для статистических отчетов конкретных судов или отчетов из субъектов РФ — в связи с предусмотренной процессуальным законодательством подсудности определенной категории дел.

Например, исключение в форме № 2 — «Отчет о работе судов общей юрисдикции по рассмотрению гражданских, административных дел по первой инстанции» для отчета Московского городского суда по категории «О защите авторских и (или) смежных прав в информационно-телекоммуникационных сетях, в том числе в сети Интернет (ч. 3 ст. 26 ГПК РФ)», а по категории «О возвращении ребенка или об осуществлении в отношении ребенка прав доступа на основании международного договора Российской Федерации (в соотв. с ч. 2 ст. 244.11 ГПК РФ)» соотношение ФЛК незаполнения исключается только для районных судов нескольких субъектов РФ.

Каждая утвержденная форма отчетности является единой для судов различных уровней, т. е. их отчеты по одной форме имеют одинаковую структуру, соответствующую утвержденному бланку. Однако для каждого уровня судов существуют свой набор *логических условий* на заполнение отчета, отражающую специфику статистических показателей. Одинаковая структура формы для разных уровней судов позволяет создавать суммарные отчеты по ним, например, сделать *сводный отчет* по всем судам первой инстанции, суммировав данные мировых судей, районных судов, судов областного уровня, а также военных судов.

Однако поскольку для разных уровней судов заполнение показателей в форме отчетности может различаться, то для каждого типа формы имеется свое отдельное описание с набором соотношений ФЛК и соответствующий программный шаблон, учитывающий специфику рассматриваемых категорий [3, 4] дел. В шаблонах для удобства заполнения и зрительного восприятия показатели (графоклетки), не подлежащие заполнению, имеют серую заливку, требующие подтверждения — оранжевую, все остальные, подлежащие заполнению, имеют светло-желтую заливку. Рассчитанные формы статистической отчетности за выбранный отчетный период выгружаются в прикрепленные к описанию форм *программные шаблоны*.

Таким образом, независимо от используемого в федеральном суде или на судебном участке мирового судьи СПО автоматизированного судебного делопроизводства предусмотрен *единый автоматизированный технологический процесс*, обеспечивающий централизованную настройку форм отчетности и предусмотренных к ним условий ФЛК, что позволяет избежать индивидуальных ошибок и дополнительных трудоза-

¹⁶ Межпериодный контроль предусматривается в программах сбора статистических отчетов. Условия контроля сравнивают показатели текущего отчетного периода с предыдущим. С отчетом прошлого года сравниваются остатки на конец отчетного периода и на начало текущего года, являющиеся моментными данными. В отчетности в течение года показатели за квартал, полугодие, девять месяцев и год сравниваются с предыдущим ответным периодом — проверяется нарастающий итог по интервальным показателям (данные по ним могут только накапливаться в течение года, т. е. в следующем отчете будут больше или равны предыдущему значению).

трат, связанных с настройкой выходных форм судебной статистики, и реализует *принцип* одноразового ввода данных в АИС.

Программные шаблоны в форме документов MS Excel с использованием программного кода VBA (Visual Basic for Applications)¹⁷ — единый формат представления статистической отчетности СОЮ и арбитражными судами, как использующими АИС судебного делопроизводства, в том числе и нецентрализованной разработки¹⁸, так и в случае подготовки статистических данных вручную. Программные шаблоны — это связующее звено между ПИ «Судебная статистика», АИС судебного делопроизводства (ПИ «Судебное делопроизводство», ПИ АМИРС, а также программные комплексы других разработчиков, используемые на судебных участках мировых судей и разработанные по договорам, заключенным в субъектах РФ) и ПИ «Судимость».

Программный шаблон является файлом-книгой формата MS Excel, состоящей из нескольких листов, соответствующих утвержденному бланку формы отчета, и включает титул формы с реквизитами отчета, листы с разделами формы (статистическими таблицами), лист с обязательными контрольными соотношениями, лист с информационными контрольными соотношениями¹⁹. Последний лист — список судов (судебных участков мировых судей) или территориальных органов СД и список отчетных периодов для выбора на титульном листе реквизитов отчета. В программных шаблонах используются полезные встроенные функции MS Excel²⁰. Листы, кроме ячеек для значений статистических показателей, защищаются паролем от изменений.

Описанные в ПИ «Судебная статистика» контрольные соотношения ФЛК для нескольких строк или граф преобразуются в списки контрольных соотношений, проверяемых с использованием формул MS Excel для каждого статистического показателя. При несоответ-

ствии значений в отчете контрольным соотношениям их статус меняется на запись «Неверно!».

Информационный контроль означает, что соотношение ФЛК, как правило, соблюдается при корректном внесении значений в первичном учете и соответствует судебной практике, его нарушение требует проверки и подтверждения данных ссылкой на судебное постановление. Например, информационный контроль требует нулевого значения в отчете районного суда в показателе «вид наказания: пожизненное лишение свободы», поскольку такие случаи возможны только при назначении наказания по совокупности приговоров в случае присоединения наказания по предыдущему приговору суда областного уровня и, в итоге, такие значения единичны в сводной статистической отчетности в целом по РФ.

В результате заполнения значениями статистических показателей графоклеток шаблона в случае ошибок на листах *обязательного* и *информационного* контроля в столбце «Статус» по строке нарушенного контрольного соотношения в ячейке появляется надпись «Неверно!». Также при наличии контрольных соотношений, имеющих статус «Неверно!», надпись «Ошибки ФЛК» остается на титульном листе под программной кнопкой для сохранения созданного отчета.

Регламентная статистическая отчетность, утвержденная приказами СД, формируется автоматически на основе первичных данных в электронных картотеках в АССД (статистика о работе судов) и на основе баз данных статистических карточек на подсудимого (статистика судимости).

Классификация ошибок

В настоящее время для сбора *регламентной* статистической отчетности в СД, в большинстве управлений СД в субъектах РФ, а также окружных (флотских) военных судах используется ПИ «Судебная статистика», которое представляет функциональные возможности, покрывающие все этапы сбора статистической отчетности: организацию сбора, обработки первичной статистической отчетности, консолидацию статистических данных, хранение первичной и сводной статистической отчетности, а также предоставляет инструментарий для построения аналитических отчетов на основании накопленных данных за несколько лет.

Выявленные *ошибки* на этапе подготовки сводной статистической отчетности можно классифицировать следующим образом:

1. Ошибки, вызванные заполнением форм статистической отчетности вручную, в том числе корректировки рассчитанных автоматически данных в судебном делопроизводстве. В основном обнаруживаются на судебных участках мировых судей при отсутствии технической поддержки и несвоевременного обновления СПО.

Такие ошибки могут существенно исказить общую картину в сводной статистической отчетности — например, проставление вручную в показателях по дополнительным требованиям не количества требова-

¹⁷ Программный код используется для создания макроса, выполняемого при нажатии кнопки «Сохранить» на титульном листе. Для работы макроса требуется понизить уровень безопасности при открытии файла до среднего.

¹⁸ На судебных участках мировых судей субъектов РФ используются, кроме ПИ АМИРС, входящего в состав ГАС «Правосудие» и разработанного по госконтракту Судебного департамента, программы автоматизации судебного делопроизводства, разработанные иными компаниями, в соответствии с контрактами, заключенными уполномоченными органами субъекта РФ.

¹⁹ Созданные в ПИ «Судебная статистика» формулы ФЛК преобразуются в логические формулы MS Excel.

²⁰ Для описания проверки условий ФЛК используется логическая формула ЕСЛИ (при несоответствии условию появляется запись «Неверно!»). При помощи функции СЧЕТЕСЛИ определяется на заданном диапазоне количество пустых ячеек, соответствующих заданному критерию (имеющих запись «Неверно!»). Функция ВПР позволяет найти данные в исходной таблице и вывести их в любой ячейке новой таблицы (по выбранному наименованию отчитывающейся организации проставляется его код и тип). Функция СЕГОДНЯ отображает текущую дату при выгрузке отчета в программный шаблон. В шаблонах также применяется выбор из списка, подсказки, защита ячеек от редактирования, кроме предназначенных для числовых данных и текста.

ний, а суммы исковых требований по ним. Так, в сводном отчете по РФ за 2018 г. по состоянию на 20.02.2019 в итоговой строке по гражданским делам по дополнительным требованиям получилось значение более 15 млн, все по искам о взыскании сумм по договору займа, кредитному договору, и почти 700 тыс. по административным делам о взыскании налогов и сборов и мировых судей, которые рассматривают административные дела этой категории в приказном производстве и содержат одно требование, а по сводной информации получается, что почти каждое пятое дело содержит еще дополнительное требование.

2. Ошибочный учет сумм исковых требований (например, в арбитражном суде ошибочно были учтены суммы не в рублях, а в иностранной валюте — тенге, в связи с чем в отчете арбитражного суда значение показателя было существенно завышено). С использованием функции «Анализа всплесков» можно отобразить те отчетные единицы, представившие отчеты (управления СД или областные или равные им суды, арбитражные суды), за счет которых в долевым процентом соотношении образовались сомнительные сводные данные в целом по Российской Федерации, приняв минимально допустимую долю по отчитывающей единице.

3. Ошибки в выборе категории гражданских и административных дел (например, учет и рассмотрение как дела искового или особого производства дел по искам органов прокуратуры или Роскомнадзора о признании информации, размещенной на сайтах, запрещенной, признание материалов экстремистскими, которые должны рассматриваться в порядке, предусмотренном КАС РФ). Это наиболее сложные ошибки учета, поскольку они не могут быть выявлены с использованием технологических (программных) проверок, их можно определить только при анализе текста судебных решений.

Недоучет дополнительных статистических признаков, используемых для формирования статистической отчетности — например, характеристик преступления: мотивов экстремистской, коррупционной направленности, — приводит к недоучету осужденных лиц в отдельных формах статистической отчетности по судимости (формы № 10.4.1, 10.4.2).

Проверить достоверность редких составов преступлений и правонарушений, отобразить дела по определенной категории дел, в том числе с использованием поиска по тексту судебных решений, можно как по доступной для неограниченного круга лиц на портале ГАС РФ «Правосудие» консолидированной базе данных сведений и судебных актов с сайтов судов (в разделе *Поиск судебных актов*), так и по закрытой ведомственной консолидированной базе данных в ПИ СХСА.ВС, в которой объединены сведения из судебного делопроизводства (ПИ СДП), сведения по статистическим карточкам на подсудимого и недеперсонифицированные судебные акты из банков судебных решений судов.

Редкими и подлежащими проверке, как правило, считаются составы преступлений, где число лиц, по которым вынесены судебные акты по существу предъяв-

ленного обвинения, в целом по России составляет ежегодно менее 10 или немногим более, и есть опасения в некорректном учете.

Так, наиболее часто при выборе составов преступлений в Особенной части УК РФ или правонарушений в КоАП РФ путают статьи с «примамками»²¹ и номера частей статей (например, ст. 127.1 «Торговля людьми», 127.2 «Использование рабского труда» УК РФ вместо ч. 1 или 2 ст. 127 «Незаконное лишение свободы»; редкая ст. 220 — «Незаконное обращение с ядерными материалами или радиоактивными веществами» вместо ст. 228 — «Незаконные приобретение, хранение, перевозка, изготовление, переработка наркотических средств, психотропных веществ или их аналогов, а также незаконные приобретение, хранение, перевозка растений, содержащих наркотические средства или психотропные вещества, либо их частей, содержащих наркотические средства или психотропные вещества»).

Некорректный учет составов приводит к искажению сведений, размещаемых на сайтах судов, и статистических показателей в отчетности по судимости, где статистические показатели отражаются по каждому составу преступления.

Заключение

Таким образом, рассмотрены автоматизированные способы обеспечения *корректности* первичных учетных данных в АИС судебного делопроизводства и *достоверности* данных на последующих этапах формирования статистической отчетности и анализа статистической информации.

Возможность проверки *достоверности* учтенных данных по содержанию решения, размещенного на сайте суда или в консолидированных информационных ресурсах судебной системы (банке судебных решений), обеспечивает дополнительную интеллектуальную проверку в целях исключения «человеческого фактора», не выявленного на предыдущих этапах работы средствами формально-логического и логико-юридического контроля. Так, при поиске с использованием сервиса «Поиск судебных актов»²² на интернет-портале ГАС РФ «Правосудие»²³ карточка поиска для уголовных дел позволяет выбрать из справочника УК РФ нужный состав преступления и осуществить поиск сведений по делам с сайтов судов, а при наличии прикрепленного судебного акта ознакомиться с его содержанием — в данном случае с обвинением в резолютивной части приговора. Выявление ошибочных данных влечет замену отчетов и пересчет сводных отчетов.

²¹ Новые статьи в федеральные законы вносятся со специальной нумерацией в УК РФ в соответствующую главу к ближайшим по содержанию статьям.

²² URL: <https://bsr.sudrf.ru/big5/portal.html>.

²³ URL: <https://sudrf.ru>, URL: <https://techportal.sudrf.ru>.

Литература

1. Андриюшечкина И.Н. Использование нормативно-справочной информации судебного делопроизводства для задач ведения судебной статистики // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 21—40. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-21-40.
2. Андриюшечкина И. Н. Организация ведения судебной статистики судов общей юрисдикции : автореф. дис... канд. юрид. наук: 12.00.11. М. : Рос. акад. адвокатуры, 2007. 32 с.
3. Андриюшечкина И. Н., Ниесов В. А. О создании единой системы классификации гражданских дел и материалов судов общей юрисдикции // Российская юстиция. 2007. № 4. С. 71—73.
4. Андриюшечкина И. Н., Ниесов В. А. Актуальные вопросы создания и организации использования единой системы классификации категорий судебных дел в судах общей юрисдикции // Российское правосудие. 2010. № 2 (46). С. 25—31.
5. Богданова М. В., Паршинцева Л. С. Методика информационно-статистического анализа преступности в Российской Федерации // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 47—59. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-47-59.
6. Борисов Р. С. Эффективный алгоритм управления переработкой судебной статистической информации // Правовая информатика. 2018. № 1. С. 15—22. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-1-15-22.
7. Латышева Н.А. Становление судебного администрирования как результат работы Всероссийских съездов судей // Российский судья. 2020. № 9. С. 53—58.
8. Латышева Н.А. Статистические закономерности в современной судебной статистике // Администратор суда. 2019. № 2. С. 41—44.
9. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
10. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
11. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Паршинцева Л. С. Пакеты прикладных программ для многоаспектного анализа судебной статистической информации // Правовая информатика. 2017. № 1. С. 28—36. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36.
12. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Паршинцева Л. С. Правовая статистика преступности в современных условиях // Правовая информатика. 2017. № 4. С. 40—48. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-4-40-48.
13. Ловцов Д. А., Ниесов В. А. Актуальные проблемы создания и развития единого информационного пространства судебной системы России // Информационное право. 2013. № 5. С. 13—18.
14. Ловцов Д. А., Ниесов В. А. Формирование единого информационного пространства судебной системы России // Российское правосудие. 2008. № 11. С. 78—88.
15. Ловцов Д. А., Черных А. М. Модернизация системы судебной статистики на основе новой геоинформационной технологии // Правовая информатика. 2016. № 1. С. 7—14. DOI: 10.21681/1994-1404-2016-1-7-14.
16. Маркина Е. В. Комплексная автоматизация приказного производства в ГАС РФ «Правосудие» // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 57—68. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-57-68.
17. 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.

Рецензент: **Ловцов Дмитрий Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, Москва, Российская Федерация.

E-mail: dal-1206@mail.ru

AUTOMATION OF MANAGING RELIABLE STATISTICS IN THE JUDICIAL SYSTEM

Irina Andriushechkina, Ph.D. (Law), Associate Professor at the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Head of the Department of Organisational and Methodological Support for Judicial Statistics of the Main Directorate of Organisational Support for the Activities of Courts of the Judicial Department under the Supreme Court of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation.

E-mail: andr-home2008@yandex.ru

Keywords: *judicial system, court records management, judicial statistics, primary statistical accounting, statistical data reliability, automated information systems, State Automated System of the Russian Federation "Pravosudie" ["Justice"], information, software products, indicator, control, errors.*

Abstract.

Purpose of the work: improving the scientific and methodological basis for managing reliable judicial statistics using automated information systems and special software at all stages of statistical work.

Methods used: system analysis of judicial automated information systems and information technologies, conceptual and logical modelling of the subject domain.

Results obtained: an analysis is presented of using information technologies at all stages of statistical work as applied to managing reliable judicial statistics which is carried out by the Judicial Department, within its powers, and the courts of the Russian Federation. Methods for ensuring correct primary accounting and reliability of judicial statistics data in automated information systems for primary statistical accounting in court records management are examined. Tasks of managing judicial statistics solved using the functionality of special software for collecting and processing statistical information are considered.

References

1. Andriushechkina I.N. Ispol'zovanie normativno-spravochnoi informatsii sudebnogo deloproizvodstva dlia zadach vedeniia sudebnoi statistiki. Pravovaia informatika, 2019, No. 3, pp. 21-40. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-21-40 .
2. Andriushechkina I. N. Organizatsiia vedeniia sudebnoi statistiki sudov obshchei iurisdiktsii : avtoref. dis... kand. iurid. nauk: 12.00.11. M. : Ros. akad. advokatury, 2007, 32 pp.
3. Andriushechkina I. N., Niesov V. A. O sozdanii edinoi sistemy klassifikatsii grazhdanskikh del i materialov sudov obshchei iurisdiktsii. Rossiiskaia iustitsiia, 2007, No. 4, pp. 71-73.
4. Andriushechkina I. N., Niesov V. A. Aktual'nye voprosy sozdaniia i organizatsii ispol'zovaniia edinoi sistemy klassifikatsii kategorii sudebnykh del v sudakh obshchei iurisdiktsii. Rossiiskoe pravosudie, 2010, No. 2 (46), pp. 25-31.
5. Bogdanova M. V., Parshintseva L. S. Metodika informatsionno-statisticheskogo analiza prestupnosti v Rossiiskoi Federatsii. Pravovaia informatika, 2018, No. 3, pp. 47-59. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-47-59 .
6. Borisov R. S. Effektivnyi algoritm upravleniia pererabotkoi sudebnoi statisticheskoi informatsii. Pravovaia informatika, 2018, No. 1, pp. 15-22. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-1-15-22 .
7. Latysheva N.A. Stanovlenie sudebnogo administrirovaniia kak rezul'tat raboty Vserossiiskikh s'ezdov sudei. Rossiiskii sud'ia, 2020, No. 9, pp. 53-58.
8. Latysheva N.A. Statisticheskie zakonomernosti v sovremennoi sudebnoi statistike. Administrator suda, 2019, No. 2, pp. 41-44.
9. Lovtsov D. A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : RGUP, 2016, 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
10. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021, 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
11. Lovtsov D. A., Bogdanova M. V., Parshintseva L. S. Pakety prikladnykh programm dlia mnogoaspektного analiza sudebnoi statisticheskoi informatsii. Pravovaia informatika, 2017, No. 1, pp. 28-36. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36 .
12. Lovtsov D. A., Bogdanova M. V., Parshintseva L. S. Pravovaia statistika prestupnosti v sovremennykh usloviakh. Pravovaia informatika, 2017, No. 4, pp. 40-48. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-4-40-48 .
13. Lovtsov D. A., Niesov V. A. Aktual'nye problemy sozdaniia i razvitiia edinogo informatsionnogo prostranstva sudebnoi sistemy Rossii. Informatsionnoe pravo, 2013, No. 5, pp. 13-18.
14. Lovtsov D. A., Niesov V. A. Formirovanie edinogo informatsionnogo prostranstva sudebnoi sistemy Rossii. Rossiiskoe pravosudie, 2008, No. 11, pp. 78-88.
15. Lovtsov D. A., Chernykh A. M. Modernizatsiia sistemy sudebnoi statistiki na osnove novoi geoinformatsionnoi tekhnologii. Pravovaia informatika, 2016, No. 1, pp. 7-14. DOI: 10.21681/1994-1404-2016-1-7-14 .
16. Markina E. V. Kompleksnaia avtomatizatsiia prikaznogo proizvodstva v GAS RF "Pravosudie". Pravovaia informatika, 2019, No. 2, pp. 57-68. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-57-68 .
17. 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 .

ЦИФРОВАЯ ПОЛИЦИЯ КАК ЭРГАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ФУНКЦИОНИРУЮЩАЯ В ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Сухов А.В., Конюшев В.В.*

Ключевые слова: цифровая полиция, эргатическая система, экосистема, информация, информационные технологии, информационное взаимодействие, структура, основные направления, оптимальное управление, показатели, энтропия покрытия, методика.

Аннотация.

Цель работы: определение места цифровой полиции в структуре экосистемы, определение математической модели информационного взаимодействия в эргатической системе «Цифровая полиция».

Метод: концептуально-логическое моделирование информационных процессов с применением аппарата оптимального управления на основе принципа максимума Понтрягина.

Результаты: сформулированы основные понятия и признаки цифровой полиции как эргатической системы; дан обзор основных направлений развития цифровой полиции; определены концептуальные подходы к созданию облика цифровой полиции, соответствующего стратегическим направлениям развития информационного общества и цифровой экономики в Российской Федерации; определена математическая модель информационного взаимодействия в эргатической системе «Цифровая полиция».

DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-28-39

Введение

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации¹ (Стратегия) и Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»² предусматривают интенсивное использование информационных и коммуникационных технологий органами государственной власти Российской Федерации, бизнесом и гражданами. Перспективные задачи реализации Стратегии раскрыты в ряде последующих документов государственного значения, которые направлены на:

создание условий для развития общества знаний в Российской Федерации;

повышение доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий;

повышение степени информированности и цифровой грамотности;

улучшение доступности и качества государственных услуг для граждан;

обеспечение безопасности как внутри страны, так и за ее пределами.

В Стратегии определены основные понятия, связанные с развитием информационного общества в Российской Федерации, в том числе понятие экосистемы цифровой экономики: «экосистема цифровой экономики — партнерство организаций, обеспечивающее постоянное взаимодействие принадлежащих им технологических платформ, прикладных интернет-сервисов, аналитических систем, информационных систем органов государственной власти Российской Федерации, организаций и граждан».

Таким образом, речь идёт не только о необходимости внедрения новых информационных технологий, но и о создании информационной цифровой экосистемы. В связи с тем, что современная вычислительная техника работает преимущественно с цифровыми формами представления информации, формализуемой путём отражения аналоговой информации множества объектов (образов, предметов, сигналов, сообщений и др.) на множестве чисел, представляется правомерным назы-

¹ Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы (утв. Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203).

² Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 4 июня 2019 г. № 7).

* **Сухов Андрей Владимирович**, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник НПО «Специальная техника и связь» МВД России, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: avs57@mail.ru

Конюшев Валерий Вениаминович, старший научный сотрудник НПО «Специальная техника и связь» МВД России, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: klvvvk@mail.ru

вать информационную экосистему числовой или цифровой экосистемой.

Сегодняшние тенденции развития цифровой экономики определяют соответствующие направления изменения всей инфраструктуры экосистемы современного общества, в том числе направления научно-технического прогресса в МВД России. Кроме того, применение цифровых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) открывает новые возможности в области предупреждения преступлений и совершенствования правоохранительной деятельности органов внутренних дел (ОВД).

Основные направления исследований и внедрения цифровых технологий в МВД России

1. Обоснование и развитие концептуального облика цифровой полиции.

Для современной цифровой полиции актуальным становится создание и развитие согласованных и взаимосвязанных информационно-коммуникационных технологий МВД России и цифровой связи, непрерывно действующего и устойчивого *единого цифрового информационного пространства* (ЕЦИП) МВД России. Всё это становится возможным на основе использования и внедрения в деятельность ОВД [7] следующих компонентов:

современных сетей передачи данных, кабельных и радиоканалов;

аппаратного обеспечения (вычислительной техники, средств коммутации, средств защиты информации, специальных устройств) для различных уровней управления;

совокупности ИКТ, обеспечивающих управляемость и информированность сотрудников цифровой полиции и полицейских робототехнических систем (ПРТС);

комплексной оперативной информации, в том числе от источников, работающих в реальном масштабе времени в районе выполнения задач полицией (от сотрудников и от робототехники);

информационно-аналитической системы поддержки принятия решений сотрудниками ОВД Российской Федерации;

инновационных решений в сфере навигационного и геопространственного обеспечения оперативно-служебной деятельности.

2. Формирование понятийного аппарата, разработка тезауруса «цифровой полиции».

В первую очередь вводится понятие «цифровой полицейского», которое означает, что полицейский, информированный и управляемый в реальном масштабе времени, действует в едином цифровом информационном пространстве МВД России. Определено понятие «цифровая полиция» как совокупность подразделений ОВД, состоящих из «цифровых полицейских» и выполняющих свои функциональные задачи с использованием усовершенствованных специальных информа-

ционно-коммуникационных технологий, специальной техники, средств связи и специального вооружения [7].

3. Развитие специальных технических средств (СТС) в обеспечение проектного облика «цифровой полицейского», информируемого и управляемого в ЕЦИП МВД России.

При этом исследуются следующие вопросы:

- применение автоматизированной системы для комплексной обработки (накопления, хранения, визуализации, поиска и др.) больших массивов оперативно-значимой разнородной и неструктурированной информации;
- применение технологий искусственного интеллекта для поддержки принятия решений сотрудниками ОВД при проведении оперативно-служебных мероприятий;
- разработка автоматизированного рабочего места сотрудника, занимающегося аналитической деятельностью;
- использование перспективных цифровых СТС для получения оперативно-значимой информации.

4. Разработка специальной ИКТ «Цифровая полиция».

ИКТ «Цифровая полиция» обеспечивает управление и информирование компонентов полицейской робототехнической системы в едином цифровом информационном пространстве в реальном времени.

Проектирование ИКТ «Цифровая полиция» направлено на объединение различных технических средств и «цифровых полицейских» в единую систему. Кроме того, ИКТ «Цифровая полиция» обеспечивает более эффективное использование информационных ресурсов и формирование ЕЦИП МВД России [7]. Системной основой для построения ИКТ «Цифровая полиция» являются анализ и моделирование процессов деятельности, структурируемой по сценариям и задачам. Тема применения ИКТ в интересах развития цифровой полиции затрагивает все стороны правоохранительной деятельности. Ключевыми вопросами, без решения которых практическое применение цифровых технических средств становится невозможным или существенно ограниченным, являются вопросы широкополосных каналов связи, вычислительной мощности аппаратно-программных средств, подготовки сотрудников цифровой полиции, а также — *нормативного правового обеспечения* [11, 15] применения перспективных технологий, включая технологии искусственного интеллекта.

5. Разработка и формализация сценариев оперативно-служебной деятельности, представленных в виде алгоритмов и описанных на языке, понятном вычислительным средствам.

Предполагается, что конечное множество сценариев может быть описано моделями, адекватными поставленным целям цифровой трансформации, прежде всего, повышению эффективности правоохранительной деятельности [4—8]. Исследуются процессы приема-передачи, аналитической обработки и формиро-

вания информации для поддержки принятия решений сотрудниками цифровой полиции.

6. Создание робототехнической системы специального назначения, функционирующей в ЕЦИП МВД России, определение рациональных вариантов распределения задач между автономными роботами и роботами, управляемыми операторами, полицейскими, оснащенными цифровыми информационно-коммуникационными средствами, обоснование рациональных путей развития робототехнических комплексов специального назначения.

Основными задачами робототехнических систем специального назначения являются:

ведение непрерывного (при помощи автономных роботов, работающих по заданным вариантам патрулирования) наблюдения (в различных аудио-, видео- и др. диапазонах, в максимально сложных условиях окружающей среды) за обстановкой в районе выполнения задач (деятельность и перемещение лиц, транспортных средств и другой техники) и трансляции полученной информации в пункт управления полицией, в том числе в условиях противодействия, силового и огневого воздействия на робототехнические средства;

выполнение различных замеров состояния окружающей среды в соответствии с поставленной задачей;

слежение за назначенным объектом, в том числе его сопровождение на возможных для робота участках, с одновременным и комплексным применением подсистем ПРТС (на земле, в воздухе, во внутренних водах);

обеспечение возможности общения полицейского пункта управления с гражданами (находящимися в транспортных средствах), в том числе в чрезвычайных обстоятельствах;

передача (в цифровом виде) полицейских распоряжений на гражданскую робототехнику, действующую автономно, и контроль выполнения этих распоряжений;

выполнение ряда специальных задач в режиме «роботизированное средство» (управляемое оператором), а также выполнение задач по физическому противодействию (в соответствии с законодательством) действиям преступников.

7. Разработка системы управления полицейскими робототехническими системами, обеспечивающей повышение эффективности оперативно-служебной деятельности ОВД.

Проводится комплекс теоретических и экспериментальных исследований по формированию технических требований к комплексу средств управления ПРТС с использованием ИКТ «Цифровая полиция». Исследуются возможности интеграции полицейских робототехнических комплексов с ресурсами и сервисами единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности (ИСОД)³ МВД России, а также с комплексом

технических средств «цифровых полицейских» в части автоматизированного управления и информационного обмена, обеспечения информационной безопасности [14].

Среди проблем совершенствования системы информационного взаимодействия компонентов цифровой полиции важнейшее место занимают правильный выбор методов исследования и моделирования процессов информационного взаимодействия компонентов ИКТ «Цифровая полиция», а также рациональное применение математического инструментария для перехода от вербального к формализованному описанию оперативно-служебной деятельности цифровой полиции.

Анализ комплекса разнородных и разноплановых задач оперативно-служебной деятельности полиции показал, что, несмотря на общую цель — обеспечение законности, правопорядка, общественной безопасности, — имеются существенные отличия как в специфике проведения оперативно-служебных мероприятий, так и в способах организации информационного взаимодействия. Это обстоятельство обусловило поиск наиболее важных составляющих системы цифровой полиции, развитие которых могло бы обеспечить проявление эмерджентности системы [10, 12].

В качестве таких составляющих выбрана совокупность сценариев, которые на разных уровнях иерархии, в том числе в сетцентрическом варианте, обеспечивают выполнение правоохранительных задач как в частном порядке (локальный ситуационный анализ), так и в глобальном варианте (комплексный ситуационный анализ [11, 12, 16]) и соответствующее оперативное управление полицейскими силами и средствами.

Наиболее близкими методами информационно-математического многоаспектного описания, анализа, представления, синтеза и оптимизации систем, по мнению авторов, являются подходы, предлагаемые информационной теорией эргасистем [9]. Эти методы позволяют исследовать процессы управления сложными системами, подобными системе подразделений ОВД, как с точки зрения иерархии целей, так и процессов переработки информации как средства достижения этих целей.

Рассмотрим признаки цифровой полиции как эргатической системы.

В [10] даётся определение: «*эргатическая система (эргасистема) (ergatic system) — сложная система управления объектами технических, технологических, организационных и экономических комплексов, в которой управляющая система (в частности, АСУ) содержит человека-оператора или группу операторов как главный компонент, характеризующаяся функциональной активностью и функциональным гомеостазисом на множестве функциональных возможностей в условиях динамически изменяющейся внешней среды*». Там же, в [10], уточняется, что «по

³ Презентация на тему: ИСОД — единая система информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД. URL: <https://slide-share.ru/isod-edinaya-sistema-informacionno-analiticheskogo-obespecheniya-deyatelnosti-mvd-271055> (дата обращения: 24.05.2021).

slide-share.ru/isod-edinaya-sistema-informacionno-analiticheskogo-obespecheniya-deyatelnosti-mvd-271055 (дата обращения: 24.05.2021).

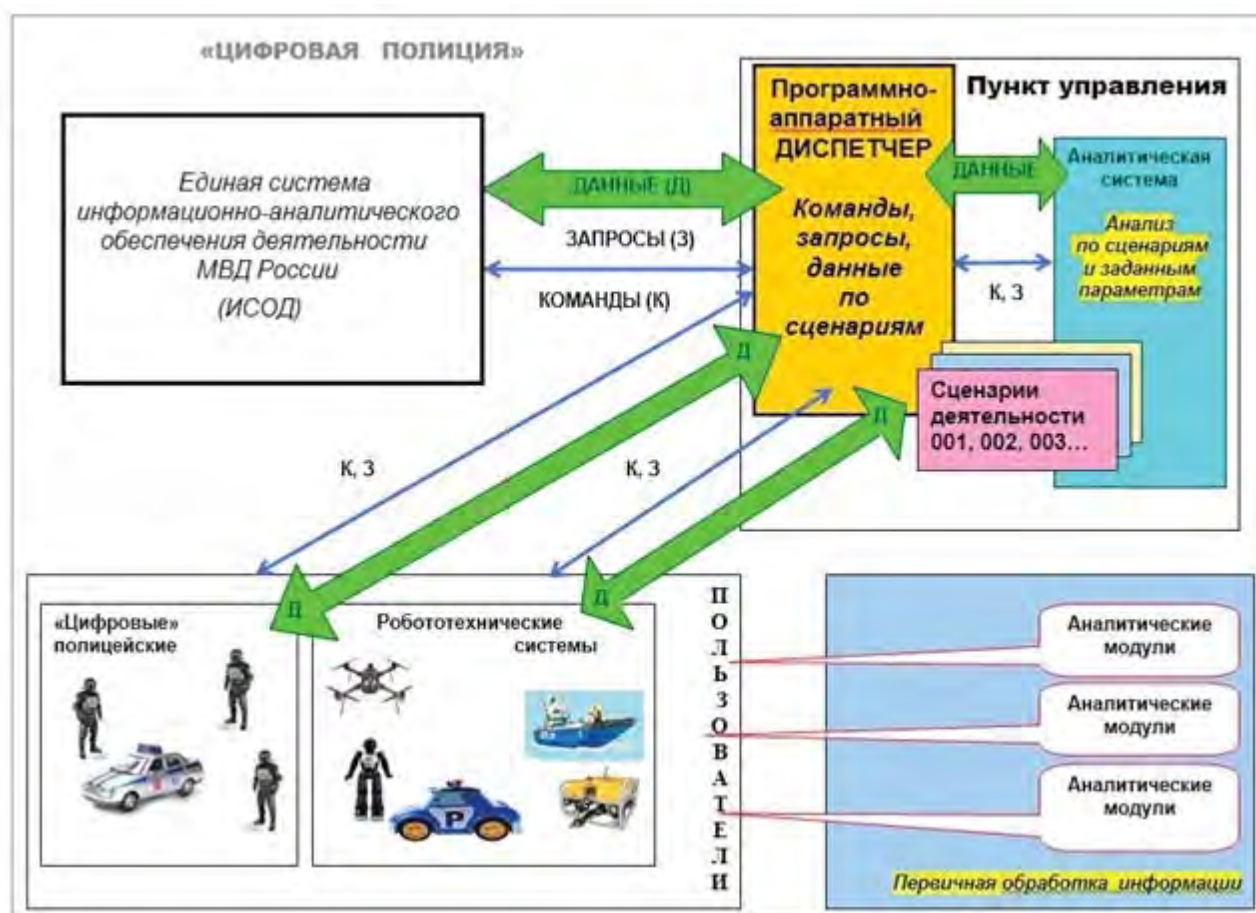


Рис. 1. Схема информационного взаимодействия нижнего уровня цифровой полиции

сути являясь человеко-машинной системой, эргасистема представляет собой более широкое понятие, поскольку включает внутреннюю и часть непосредственно соприкасающейся внешней среды. Различают эргасистемы: локальные (специальные социально-технические системы, предприятия, и др.) и крупномасштабные (корпорации, ведомства, государства, коалиции государств и др.).

Цифровая полиция — это сложная система, состоящая из большого числа разнообразно взаимодействующих друг с другом функционально неоднородных разнокачественных (разнотипных) элементов (см. рис. 1), содержащая функциональную подсистему принятия решения. Цифровая полиция насыщена разнообразной информацией.

Варианты комплектования устройств цифрового полицейского:

а) Сотрудник для работы использует некоторое количество устройств, требующих подключения к ИСОД. При этом используется объединяющее устройство (шлюз безопасного доступа) к ИСОД.

б) Работа малой группы сотрудников, передвигающихся на наземном, водном или воздушном виде транспорта. Применяется единая информационная точка доступа на базе средства передвижения. Передается обобщенная информация от нескольких независимых

источников и информация о состоянии сотрудников. Используется периферийное оборудование.

с) Работа большой группы сотрудников при проведении мероприятий, требующих участия более трех экипажей сотрудников. Используется иерархическая система управления сотрудниками. На первом уровне размещается основной шлюз доступа в ИСОД и аккумулируется вся информация. Второй уровень оборудуется контроллером малой группы сотрудников. Третий уровень оборудуется контроллером личного оборудования сотрудника.

ИСОД МВД России обеспечивает автоматизацию централизованного хранения и обработки данных, поступающих из подразделений органов внутренних дел, организаций и подразделений, созданных для выполнения задач, возложенных на ОВД, а также реализует единый порядок доступа к информационным ресурсам МВД России.

На мощностях облачной инфраструктуры развернуты сервисы для обеспечения оперативно-служебной деятельности подразделений системы МВД России по соответствующим направлениям.

Деятельность структур МВД разнородна, многопланова, а ИСОД объединяет, в свою очередь, разнородные и распределенные технические средства и базы данных. Это объединение осуществлено в настоящее

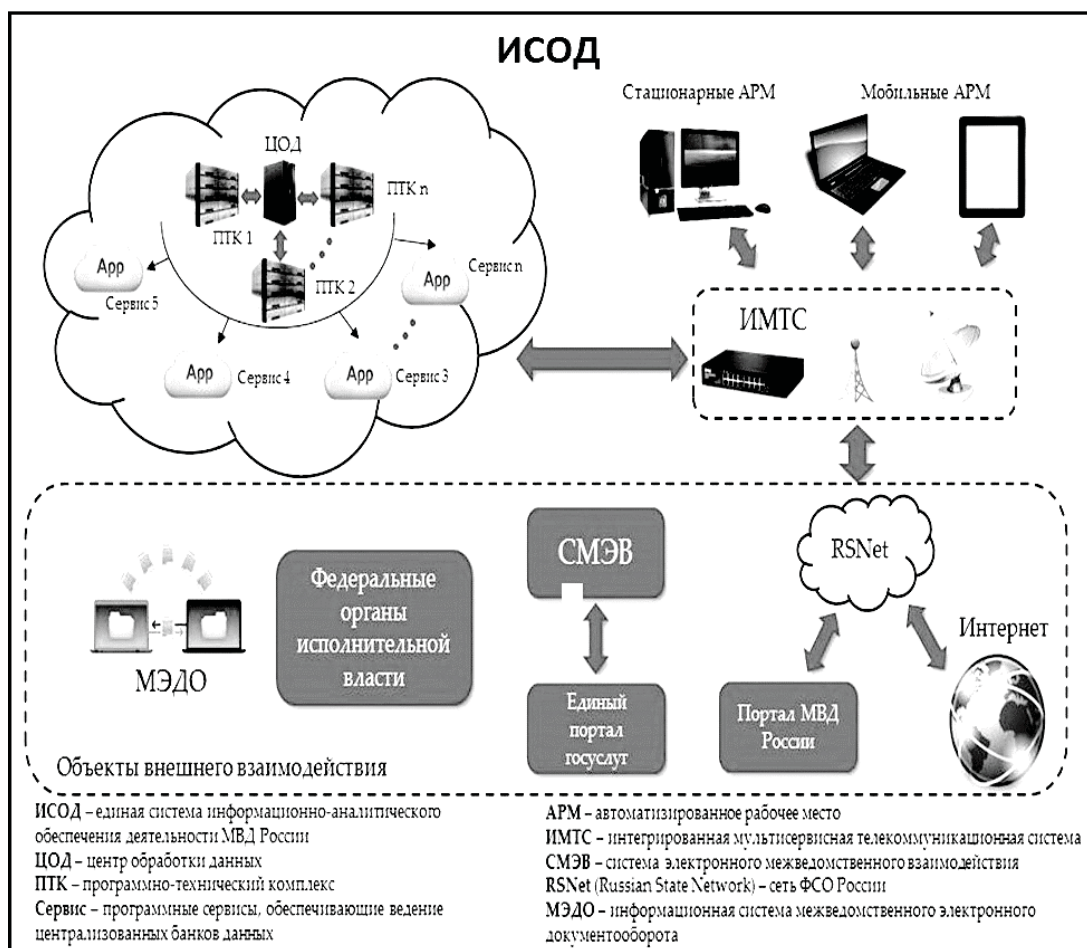


Рис. 2. Структура ИСОД

время на техническом уровне. Логическое объединение предопределено только структурой сервисов и протоколами передачи информации, а объединение на более высоком уровне происходит в ходе применения сервисов пользователями.

Очевидно, что для перехода на уровень автоматизации с применением цифровых информационных технологий необходимо трансформировать в цифровой вид сами процессы деятельности, в которые входят не только процессы приема-передачи данных и команд, но и процессы аналитической обработки, принятия решений в соответствии с конкретными сценариями деятельности [7].

Структура ИСОД представлена на рис. 2⁴.

Информационная система МВД России имеет сложную иерархическую структуру. На рис. 3 представлена общая схема информационного взаимодействия компонентов ИКТ «Цифровая полиция», соответствующая территориальной структуре подразделений ОВД.

Основные типы информации, используемой цифровой полицией

Информацию, циркулирующую и перерабатываемую в эргосистеме «Цифровая полиция», можно подразделить на следующие категории:

Фактографическая — информация, получаемая из различных источников, как в качестве исходных данных для планирования и проведения правоохранительных мероприятий, так и фиксирующая изменения состояния и действия объектов и субъектов.

Комментарийная — информация, характеризующая фактическое состояние или тенденции изменений состояния объектов или субъектов. В общем случае под объектами подразумеваются как единичные объекты, так и комплексы объектов, выполняющие общие функции. При этом они могут располагаться удаленно друг от друга, но взаимодействовать информационно.

Субъекты могут быть представлены отдельными индивидуумами, скоплением неорганизованных граждан и организованными группами, действующими как в реальном физическом пространстве, так и в информационном пространстве виртуальной реальности.

Аналитическая — информация, которая присутствует на всех этапах глобальных и локальных сценариев право-

⁴ Там же: ИСОД — единая система информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России. URL: <https://slide-share.ru/isod-edinaya-sistema-informacionno-analiticheskogo-obespecheniya-deyatelnosti-mvd-271055> (дата обращения: 24.05.2021).

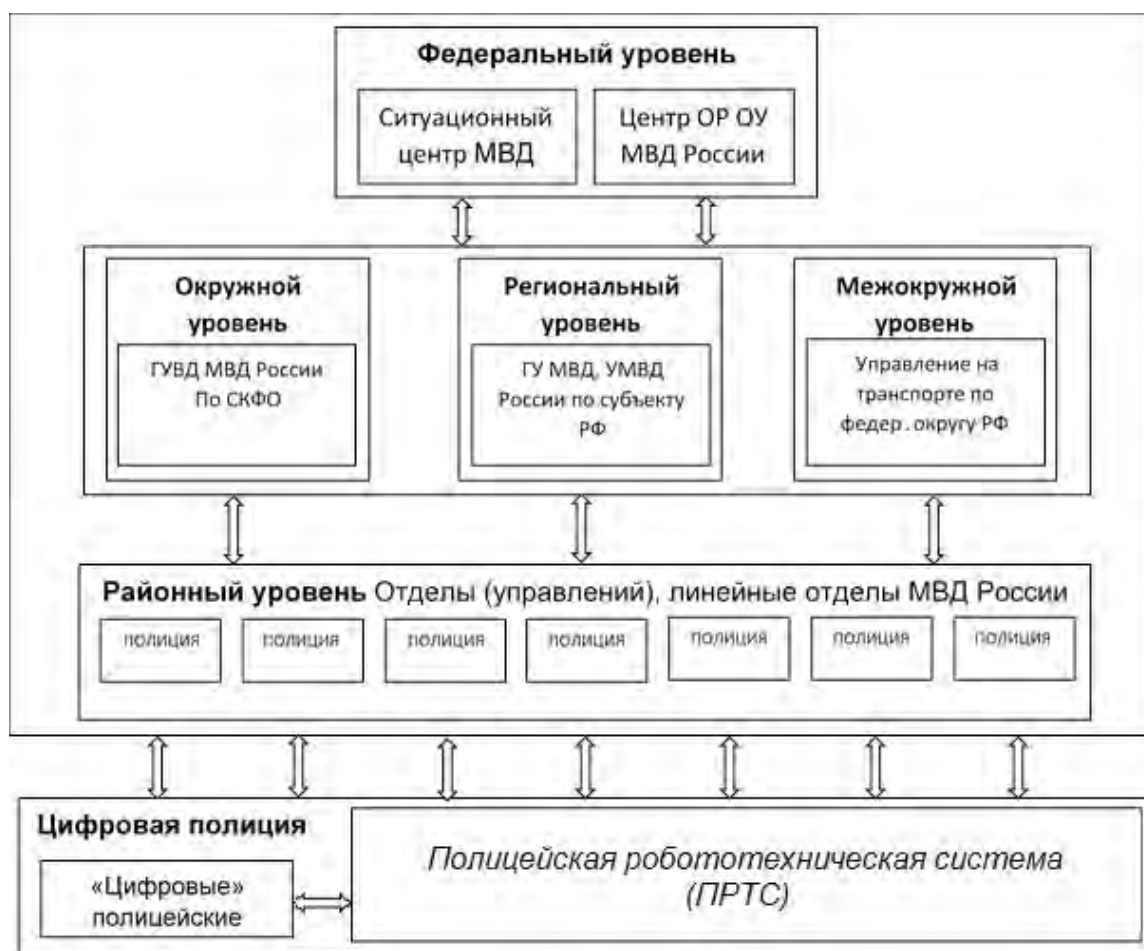


Рис. 3. Общая схема информационного взаимодействия компонентов ИКТ «Цифровая полиция»

охранительной деятельности. Одной из ключевых задач правоохранительной деятельности является *идентификация* субъектов и объектов. Этому вопросу уделяется особое внимание в практике криминалистики [17, 18].

Особенность действий цифровой полиции в области идентификации объектов, субъектов и оценки ситуаций, например, на предмет выявления криминогенного характера поведения субъектов, прогнозирования развития ситуаций и организации соответствующего управления полицейскими силами и средствами, состоит в том, что в процессе оперативно-служебной деятельности должна быть задействована как *статическая информация*, хранящаяся в ведомственных базах данных, так и *динамическая информация*, получаемая при помощи цифровых средств информационного взаимодействия.

Информация ведомственных баз данных — информация, представляющая собой статическую основу для формирования знаний, необходимых для успешного проведения различных мероприятий. Необходимо отметить, что задача создания системы баз знаний, соответствующих различным сценариям (глобальным и локальным) деятельности цифровой полиции, является краеугольным камнем построения системы цифровой полиции в целом. На первый план при этом выступают

проблемы описания и формализации наиболее актуальных процессов деятельности различных подразделений ОВД, в том числе процессов предупреждения и раскрытия преступлений в условиях противодействия киберпреступности.

Создание и развитие полицейских робототехнических систем вносит существенные коррективы в принципы управления деятельностью цифровой полиции. Обобщенная схема информационного взаимодействия цифровой полиции при применении ПРТС представлена на рис. 4.

Необходимо обратить особое внимание на то, что при создании эргатической системы цифровой полиции на всех уровнях информационного взаимодействия должны быть проработаны вопросы, касающиеся учёта *человеческого фактора*. Аналогичные вопросы исследованы в ряде работ⁵ [1, 19, 20], но требуют дополнительного исследования с учетом специфики требований, предъявляемых к сотрудникам цифровой полиции.

⁵ Новиков Г. А. О человеческих качествах и ценностях в области обеспечения безопасности использования атомной энергии и обращения с радиоактивными материалами. URL: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2015/02/06/54719?page=1744>.

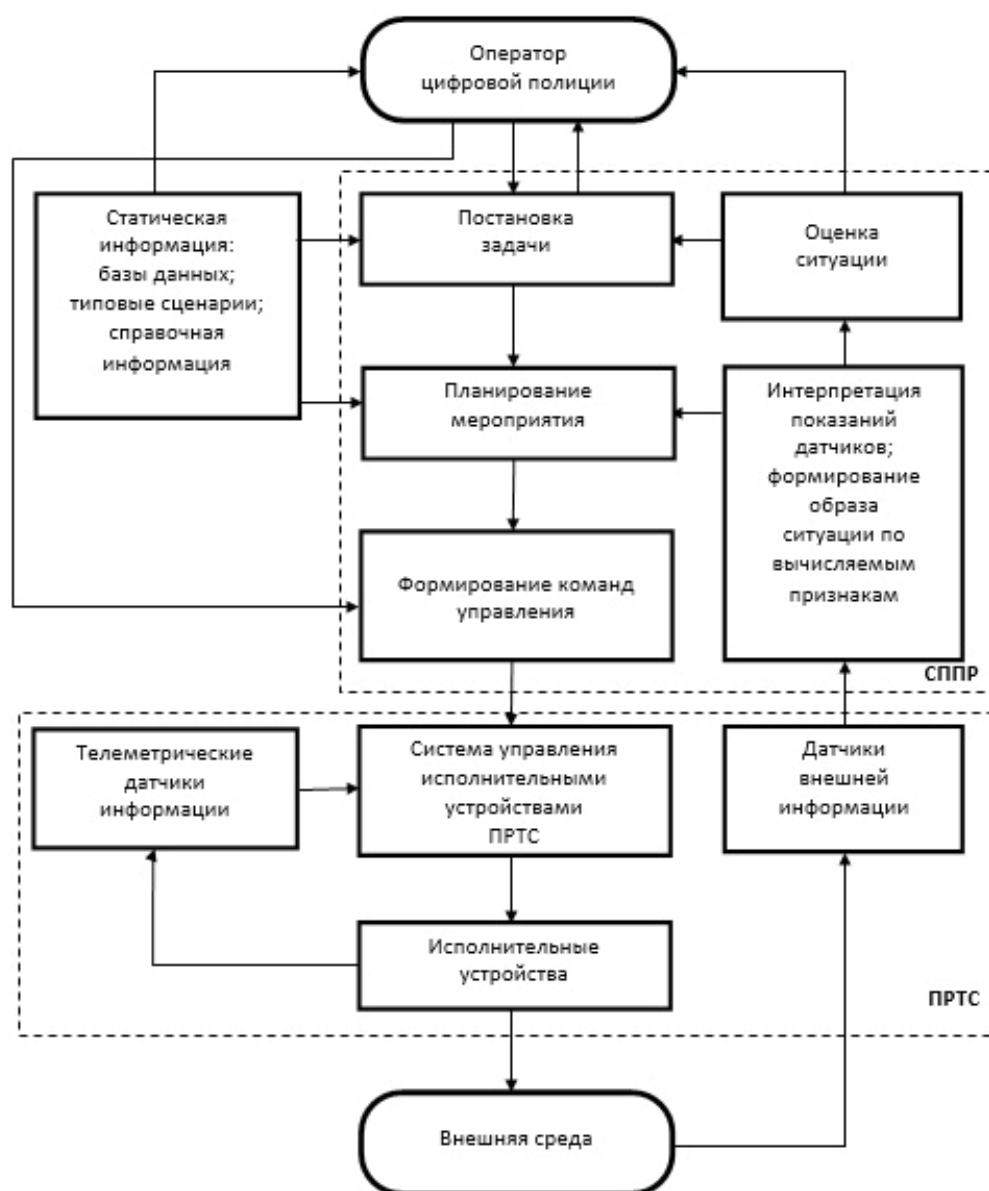


Рис. 4. Обобщенная схема информационного взаимодействия цифровой полиции при применении ПРТС

Математическая модель информационного взаимодействия в ИКТ «Цифровая полиция»

Эргатическая система «Цифровая полиция» решает целевые задачи на основе сбора и обработки информации контролируемых объектов (объектов наблюдения), при этом выполняются функции по обнаружению, распознаванию и идентификации исследуемых объектов. При решении целевых задач эргатическая система «Цифровая полиция» взаимодействует с окружающей средой, другими системами и с информационными системами высших уровней.

Объект может быть представлен вектором состояния X_S , компонентами которого в зависимости от решаемой прикладной задачи могут являться пространственные координаты, идентификационные показатели принадлежности к определенному классу объектов, энергетические (электромагнитные) характеристики и

прочие информационные показатели [13]. Эти характеристики и показатели, как правило, имеют динамический характер поведения.

Динамика вектора состояния объекта описывается дифференциальными уравнениями:

$$\frac{dX}{dt} = f(X(t), t) + n(t), \quad (1)$$

где $f(\cdot)$ — некоторая векторная функция; $n(t)$ — векторная функция шума, характеризующая влияние совокупности случайных факторов окружающей среды.

На рис. 5 представлена схема информационного взаимодействия в эргатической системе «Цифровая полиция». На нижнем уровне осуществляется взаимодействие полицейского робототехнического комплекса (ПРТС) цифровой полиции с объектом наблюдения и проводится первичный сбор информации об объекте наблюдения. При этом требуется получить оценку вектора состояния объекта с требуемой точностью, что можно охарактеризовать как требование добиться

рассогласования истинного значения вектора состояния и его оценки X^* в пределах некоторого допустимого множества $\Delta X_{\text{доп}}$:

$$X - X^* \subseteq \Delta X_{\text{доп}}. \quad (2)$$

Оценить степень рассогласования и оптимизировать поиск оптимальной оценки возможно с применением аппарата оптимальной нелинейной фильтрации в предметной области значений компонентов вектора состояния и аппарата оптимального управления (принцип максимума Понтрягина) с использованием энтропии покрытия, позволяющей математически строго сформулировать задачу оптимального управления. При этом энтропия покрытия определяется следующим образом [21]:

$$H_0 = \log \{ \| (X_0 \setminus X^*) \cup \Delta X_{\text{доп}} \| / \| \Delta X_{\text{доп}} \| \}, \quad (3)$$

где символ «\» означает разность множеств; двойные прямые скобки « $\| \cdot \|$ » означают операцию взятия нормы.

Изменение энтропии покрытия в процессе проведения наблюдения образует информацию об объекте. Поток передаваемой информации представляют собой осведомляющую информацию, потоки управляющих воздействий представляют собой управляющую информацию. Совокупность последовательных действий, направленных на изменение состояния информации об объекте, которая на выходе функциональной подсистемы управления приводится к управляющей информации, представляет собой технологический процесс переработки информации.

В [21] представлены выражения по оптимизации информационных потоков в понтрягинской форме. В общем виде целевой функционал может быть представлен следующим образом:

$$F = H_0(X_0, t_n) - H_0(X_0, t_k) + \int_{t_n}^{t_k} u^t(X_0, t) \quad (4)$$

$$V h_{n/j}(X_0, t) dt \rightarrow \min,$$

где $h_{n/j}$ — вектор производной по времени от условной энтропии покрытия по j -элементам, взаимодействующим с объектом управления; $u^t(X_0, t)$ — вектор управляющих воздействий на информационные потоки (в терминах энтропии покрытия) от m взаимодействующих элементов; V — матрица связей объекта и управляющих элементов, которая настраивается по конкретным связям оцениваемых компонентов вектора состояния с элементами системы; $H(X_0, t_n)$ и $H(X_0, t_k)$ — терминант функционала, образуемый энтропией покрытия объекта в начальный и конечный моменты времени наблюдения соответственно.

Элементы эргатической системы «Цифровая полиция» в информационном пространстве также отображаются своим значением энтропии покрытия, которая рассчитывается по соответствию ресурсов этих элементов их нормативным значениям. Тогда ограничения для элементов эргатической системы «Цифровая полиция» будут иметь вид неравенств с левой частью, подобной выражению (4):

$$F_i = H_{ni}^0(X_i(t_n), t_n) - H_{ni}^0(X_i(t_k), t_k) + \int_{t_n}^{t_k} u_i^t(X(t), t) V_i h_{i/j}^0(X(t), t) dt \leq H_{\max i}^0, \quad (5)$$

где u_i^t — вектор управляющих воздействий для i -го элемента, верхний индекс t означает операцию транспонирования; V_i — матрица коэффициентов для i -го элемента; h_i^0 — производная условной обобщённой энтропии покрытия в отношении элементов i и j по времени [1, 18, 19].

Решение задачи оптимального управления в информационном пространстве по принципу максимума Л. Е. Понтрягина⁶ позволяет получить значения вектора управляющих воздействий в дискретном времени на k -м шаге итерации [3, 21]:

$$\begin{cases} u_0^t(t_k) = H_0^j(X_0, t_k) (\Delta H_{0/jk})^t \\ [V (\Delta H_{0/jk}) (\Delta H_{0/jk})^t]^{-1} \\ u_j^t(t_k) = [H_j(X_j, t_k) + H_{\max j}] \\ (\Delta H_{j/ik})^t [V (\Delta H_{j/ik}) (\Delta H_{j/ik})^t]^{-1} \end{cases} \quad (6)$$

Алгоритмическая методика решения задачи оптимального управления рекуррентным способом заключается в выполнении следующих этапов:

Шаг 1. В области ресурсного обмена строится матрица коэффициентов ресурсного обмена для всех существенных связей j -го элемента системы с остальными и система дифференциальных уравнений ресурсного обмена (1).

Шаг 2. Корректируются связи j -го элемента с объектом. При отсутствии прямых связей создаются эквивалентные с выделением параметров объекта, на которые j -й элемент ПРТК воздействует непосредственно или опосредованно. Этими связями дополняется система дифференциальных уравнений ресурсного обмена.

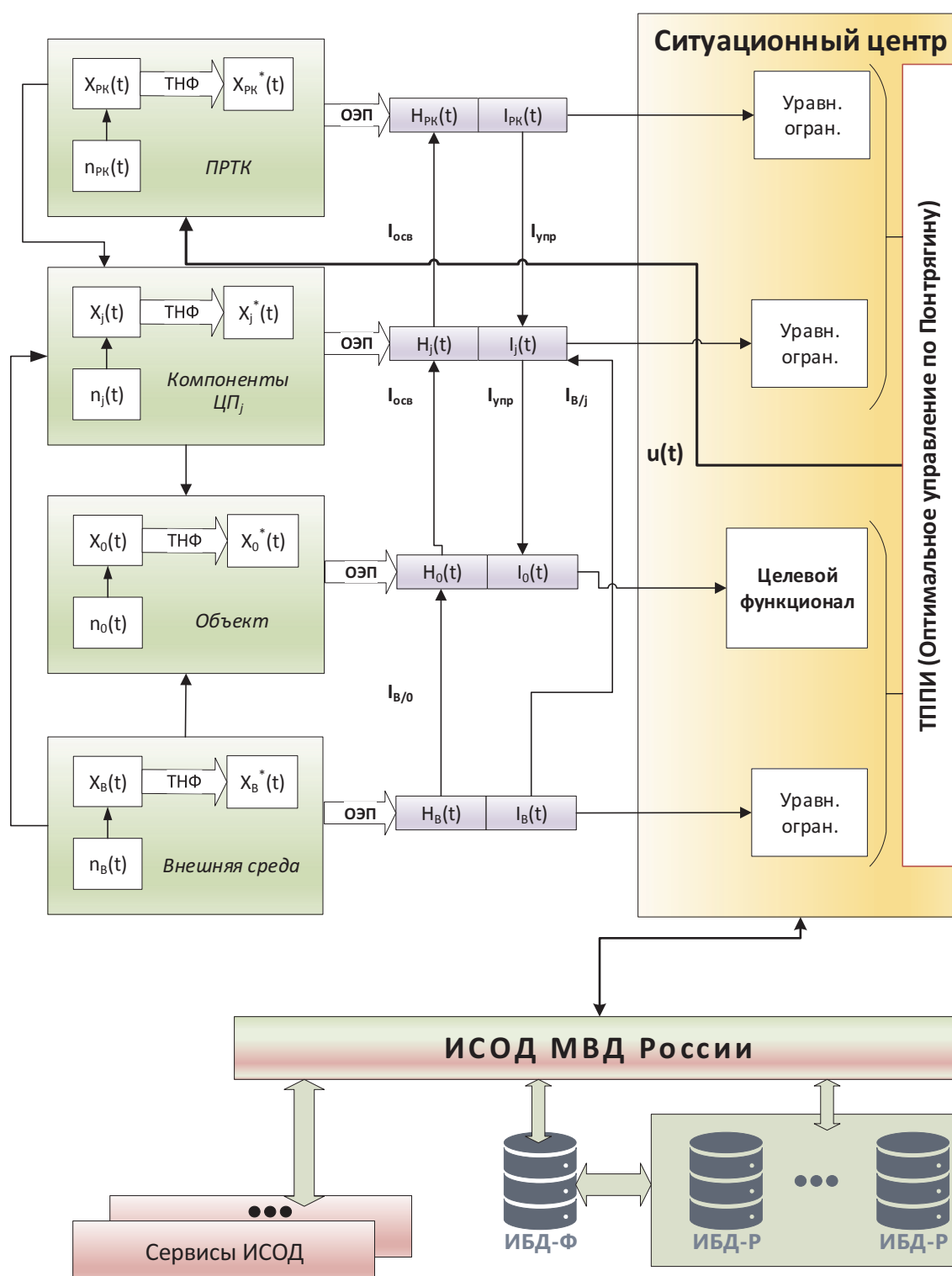
Шаг 3. Система дифференциальных уравнений ресурсного обмена из представления в непрерывном времени преобразуется к представлению в дискретном времени [3, 21].

Шаг 4. Задаётся начальное состояние для ресурсов j -го элемента ПРТК и рассчитывается начальная обобщённая энтропия покрытия и начальная энтропия покрытия объекта.

Шаг 5. Проводится пошаговое моделирование работы в соответствии с приближёнными значениями вектора состояния:

по входным данным корректируются терминальные значения энтропии покрытия для следующего шага работы;

⁶ См.: Галеев Э. М., Тихомиров В. М. Краткий курс теории экстремальных задач. М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1989. 320 с.



Экспликация: ТНФ — процесс получения оценок X^* с применением теории нелинейной фильтрации; ОЭП — формирование обобщённой энтропии покрытия; ТППИ — технологический процесс переработки информации; $I_{осв}$, $I_{упр}$ — потоки осведомляющей и управляющей информации соответственно; H — энтропия покрытия элемента; X — вектор состояния элемента; ИСОД — информационная система обеспечения деятельности; ИБД-Ф — интегрированный банк данных федерального уровня; ИБД-Р — интегрированный банк данных регионального уровня; $u(t)$ — вектор управляющих воздействий.

Рис. 5. Схема информационного взаимодействия в эргатической системе «Цифровая полиция»

проводится расчёт управляющих коэффициентов (6);

осуществляется ресурсный обмен между элементами системы и объектом в соответствии с реальными связями.

Таким образом, если представить эргатическую систему «Цифровая полиция» отображением ее элементов и объекта наблюдения в целевое информационное пространство, появляется возможность оптимальным образом решать функциональные задачи, регулируя циркулирующие информационные потоки между взаимодействующими элементами системы. В этом случае обеспечивается также минимизация расхода ресурсов системы.

Заключение

Таким образом, в статье рассмотрены направления исследований по созданию и развитию цифровой полиции, осуществляемых в МВД России, свидетельствующие о том, что цифровая полиция создаётся как эргатическая система, являющаяся частью цифровой экономики России. Инфраструктура цифровой экономики и инфраструктура цифровой полиции проникают друг в друга и тесно взаимодействуют. Правоохранительный сегмент информационного общества, функционирующий в среде цифровой экономики, влияет на эту среду, обеспечивая общественный порядок и общественную безопасность. Цифровая экосистема, неотъемлемой частью которой является эргатическая система цифровой полиции, обладает сложностью, подобной сложности живой природы. При этом полиция, применяющая цифровые технологии, является одной из наиболее консервативных и закрытых подсистем цифрового информационного общества.

Ограничение открытости цифровой полиции не только позволяет сохранить целостность этой эргатической системы, но и создать нормативно-правовую основу [11] архитектуры цифрового информационного общества. Информационное взаимодействие цифровой полиции с любыми внешними компонентами цифрового информационного общества происходит в условиях выполнения жёстких требований к *информационной безопасности* [14]. Это особенно актуально в обстановке возрастающей преступности в сфере информационных технологий.

Совершенствование системы информационного взаимодействия является необходимым условием развития цифровой полиции. Система информационного взаимодействия цифровой полиции должна строиться на основе применения специальной информационно-коммуникационной технологии «Цифровая полиция». Для решения задачи формализации и исследования процессов оперативно-служебной деятельности необходимо использовать современные методы оптимизации в теории информационно-управляющих систем, методы синтеза многопользовательских информационных систем со сложной информационно-технологической структурой.

Можно сформулировать основные направления дальнейшего развития эргатической системы «Цифровая полиция»:

1. Исследование и формализованное описание типовых процессов оперативно-служебной деятельности подразделений органов внутренних дел Российской Федерации.
2. Создание многоуровневой системы сценариев деятельности цифровой полиции.
3. Разработка комплекса математических моделей управления компонентами цифровой полиции.

Литература

1. Бакаев М. А., Разумникова О. М. Определение сложности задач для зрительно-пространственной памяти и пропускной способности человека-оператора // Управление большими системами. 2017. № 70. С. 25—57.
2. Бурый А. С., Сухов А. В. Оптимальное управление сложным техническим комплексом в информационном пространстве // Автоматика и телемеханика. 2003. № 7. С. 145—162.
3. Зайцев М. А., Сухов А. В. Модельно-алгоритмическое обеспечение информационных систем управления : монография. М. : Изд-во «МУ им. С.Ю. Витте», 2016. 128 с.
4. Карпычев В. Ю., Конюшев В. В., Федоров Р. Ю. Роботизация задач оперативного мониторинга объектов с использованием беспилотных летательных аппаратов // Вестник Воронежского института МВД России. 2020. № 2. С. 34—43.
5. Карпычев В. Ю., Конюшев В. В. Функциональная (процессная) модель автоматизированной разведки с использованием беспилотного летательного аппарата // Вестник Воронежского института МВД России. 2021. № 1. С. 27—35.
6. Карпычев В. Ю., Сухов А. В., Конюшев В. В. Модель информационного взаимодействия компонентов ИКТ «Цифровая полиция» при выполнении специальных мероприятий // Научно-технический портал МВД России. 2020. № 4. С. 26—33.
7. Конуров А. Г., Конюшев В. В., Абрамов М. Л. Создание и развитие концептуального облика цифровой полиции // Профессионал. 2019. № 5 (151). С. 2—5.
8. Конуров А. Г., Конюшев В. В., Антышев А. А., Абрамов М. Л. Цифровая полиция. Концептуальный облик полицейской робототехнической системы // Вестник МВД России. 2020. № 5. С. 74—82.

9. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : Рос. гос. ун-т правосудия, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
10. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. Тезаурус : монография. М. : Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
11. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
12. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть. 1. Теоретические основы. М. : РГУП, 2018. 224 с. ISBN 978-5-93916-701-7.
13. Ловцов Д. А. Информационные показатели эффективности функционирования АСУ сложными динамическими объектами // Автоматика и Телемеханика. 1994. № 12. С. 143—150.
14. 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.
15. Ловцов Д. А. Информационные правоотношения: особенности состава и продуктивная классификация // Информационное право. 2009. № 1. С. 3—6.
16. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Паршинцева Л. С. Пакеты прикладных программ для многоаспектного анализа судебной статистической информации // Правовая информатика. 2017. № 1. С. 28—36. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36.
17. Терзиев-Порошин Н. В. Идентификация в криминалистике // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина. 2016. № 8. С. 157—167.
18. Тюреева Е. А. Рассуждения об идентификации // Вестник Московского университета МВД России. 2013. № 8. С. 158—160.
19. Пантюхин А. И., Кузнецов А. Л., Баранов Ю. Н. Количественная оценка надежности человека в системах «человек — машина» // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2010. № 6(27). С. 139—140.
20. Пятков А. Г., Золотарев В. В. Оценка надежности системы «человек — машина» // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. № 10. С. 354—355.
21. Сухов А. В. Динамика информационных потоков в системе управления сложным техническим комплексом // Теория и системы управления. 2000. № 4. С. 111—120.

Рецензент: **Запольский Сергей Васильевич**, доктор юридических наук, профессор, заслуженный юрист Российской Федерации, Главный научный сотрудник Института государства и права Российской академии наук, Российская Федерация, г. Москва.

E-mail: zpmoscow@mail.ru

DIGITAL POLICE AS AN ERGATIC SYSTEM OPERATING IN THE DIGITAL ECOSYSTEM

Andrei Sukhov, Dr.Sc. (Technology), Professor, Senior Researcher at the NPO (Research and Production Association) "Spetsial'naya tekhnika i svyaz'" (Special Equipment and Communications) of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation.

E-mail: avs57@mail.ru

Valerii Koniushev, Senior Researcher at the NPO (Research and Production Association) "Spetsial'naya tekhnika i svyaz'" (Special Equipment and Communications) of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation.

E-mail: klvvvk@mail.ru

Keywords: digital police, ergatic system, ecosystem, information, information technologies, information interaction, structure, main lines, optimal control, indicators, covering entropy, methodology.

Abstract.

Purpose of the paper: determining the place of digital police in the structure of an ecosystem and setting up a mathematical model of information interaction in the ergatic system "Digital Police".

Method used: logical concept modelling of information processes using the optimal control apparatus based on the Pontryagin maximum principle.

Results obtained: the basic concepts and features of the digital police as an ergatic system are put forward. An overview of

the main lines of development of digital police is given. Conceptual approaches to shaping the digital police in conformance with the strategic lines of development of the information society and digital economy in the Russian Federation are identified. A mathematical model of information interaction in the ergatic system "Digital Police" is set up.

References

1. Bakaev M. A., Razumnikova O. M. Opredelenie slozhnosti zadach dlia zritel'no-prostranstvennoi pamiatii i propusknoi sposobnosti cheloveka-operatora. Upravlenie bol'shimi sistemami, 2017, No. 70, pp. 25-57.
2. Buryi A. S., Sukhov A. V. Optimal'noe upravlenie slozhnym tekhnicheskim kompleksom v informatsionnom prostranstve". Avtomatika i telemekhanika, 2003, No. 7, pp. 145-162.
3. Zaitsev M. A., Sukhov A. V. Model'no-algoritmicheskoe obespechenie informatsionnykh sistem upravleniia : monografiia. M. : Izd-vo "MU im. S.Iu. Vitte", 2016, 128 pp.
4. Karpychev V. Iu., Koniushchev V. V., Fedorov R. Iu. Robotizatsiia zadach operativnogo monitoringa ob"ektov s ispol'zovaniem bespilotnykh letatel'nykh apparatov. Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii, 2020, No. 2, pp. 34-43.
5. Karpychev V. Iu., Koniushchev V. V. Funktsional'naia (protsessnaia) model' avtomatizirovannoi razvedki s ispol'zovaniem bespilotnogo letatel'nogo apparata. Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii, 2021, No. 1, pp. 27-35.
6. Karpychev V. Iu., Sukhov A. V., Koniushchev V. V. Model' informatsionnogo vzaimodeistviia komponentov IKT "Tsifrovaia politsiia" pri vypolnenii spetsial'nykh meropriatii. Nauchno-tekhnicheskii portal MVD Rossii, 2020, No. 4, pp. 26-33.
7. Konurov A. G., Koniushchev V. V., Abramov M. L. Sozdanie i razvitie kontseptual'nogo oblika tsifrovoi politsii. Professional, 2019, No. 5 (151), pp. 2-5.
8. Konurov A. G., Koniushchev V. V., Antyshev A. A., Abramov M. L. Tsifrovaia politsiia. Kontseptual'nyi oblik politseiskoi robototekhnicheskoi sistemy. Vestnik MVD Rossii, 2020, No. 5, pp. 74-82.
9. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : Ros. gos. un-t pr-sudiia, 2021, 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
10. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem. Tezaurus : monografiia. M. : Nauka, 2005, 248 pp. ISBN 5-02-033779-X.
11. Lovtsov D. A. Sistemologiiia pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : RGUP, 2016, 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
12. Lovtsov D. A. Sistemnyi analiz. Chast' 1. Teoreticheskie osnovy. M. : RGUP, 2018, 224 pp. ISBN 978-5-93916-701-7.
13. Lovtsov D. A. Informatsionnye pokazateli effektivnosti funktsionirovaniia ASU slozhnymi dinamicheskimi ob"ektami. Avtomatika i Telemekhanika, 1994, No. 12, pp. 143-150.
14. 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.
15. Lovtsov D. A. Informatsionnye pravootnosheniia: osobennosti sostava i produktivnaia klassifikatsiia. Informatsionnoe pravo, 2009, No. 1, pp. 3-6.
16. Lovtsov D. A., Bogdanova M. V., Parshintseva L. S. Pakety prikladnykh programm dlia mnogoaspektnogo analiza sudebnoi statisticheskoi informatsii. Pravovaia informatika, 2017, No. 1, pp. 28-36. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36.
17. Terziev-Poroshin N. V. Identifikatsiia v kriminalistike. Vestnik Universiteta imeni O. E. Kutafina, 2016, No. 8, pp. 157-167.
18. Tiuriaeva E. A. Rassuzhdeniia ob identifikatsii. Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii, 2013, No. 8, pp. 158-160.
19. Pantiukhin A. I., Kuznetsov A. L., Baranov Iu. N. Kolichestvennaia otsenka nadezhnosti cheloveka v sistemakh "chelovek — mashina". Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2010, No. 6(27), pp. 139-140.
20. Piatkov A. G., Zolotarev V. V. Otsenka nadezhnosti sistemy "chelovek — mashina". Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики, 2014, No. 10, pp. 354-355.
21. Sukhov A. V. Dinamika informatsionnykh potokov v sisteme upravleniia slozhnym tekhnicheskim kompleksom. Teoriia i sistemy upravleniia, 2000, No. 4, pp. 111-120.

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ИХ ГРУППОВОГО ПОЛЁТА

Васильев В.В., Джуган Р.В.*

Ключевые слова: отождествление, беспилотный летательный аппарат, дрон, групповое движение, траектория, контроль, пеленг, расстояние, теодолит, измерение.

Аннотация.

Цель работы: совершенствование автоматизированных оптико-электронных систем контроля группового движения беспилотных летательных аппаратов (дронов) правоохранительных органов.

Метод: системный анализ измерительной обстановки и определения параметров траекторий движения дронов при их групповом полёте и метод наименьших квадратов для определения координат объектов наблюдения.

Результаты: приводится решение задачи отождествления дронов при их групповом полёте; определены условия, при которых обеспечивается однозначное определение параметров траектории движения каждого дрона из группы; в качестве критериев отождествления применяются минимальные суммы расстояний между пеленгами, измеренными теодолитами.

DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-40-47

Введение

Необходимость контроля группового движения беспилотных летательных аппаратов возникает в ряде ситуаций. Так, например, при массированном налёте группы беспилотных летательных аппаратов на охраняемые объекты и организации противодействия им [2, 9]; при испытании группового полёта ракет и снарядов [3, 15]; при мониторинге местности [4] группой беспилотных летательных аппаратов (дронов). Не всегда имеется возможность устанавливать на борту дрона аппаратуру потребителя космической навигационной системы или воспользоваться её данными. Для оценки параметров движения часто используются радиолокационные средства (РЛС) [8]. Однако сама по себе РЛС имеет низкую разрешающую способность, поэтому необходимо использовать комплекс РЛС. В этом случае, если каждый элемент объекта наблюдения не имеет существенных отличительных признаков в отражённых сигналах, то однозначно нельзя отнести измерения, полученные РЛС, к каждому конкретному элементу группы дронов [12].

Некоторые дроны имеют очень малую эффективную отражающую способность [11] и исключают возможность применения РЛС. Высокую точность определения координат и разрешающую способность достигают применением автоматизированных оптико-электронных систем (АОЭС) [7] контроля их группового полёта, включающих оптический комплекс, состоящий из нескольких теодолитов [3] (рис. 1). В оптическом диапазоне имеются большие возможности в идентификации объектов наблюдения. Однако при однотипных дронах идентификационные различия стираются.

Задача отождествления дронов

Для того чтобы определить параметры траектории движения дрона оптическими средствами, необходимо измерить как минимум двумя разнесёнными в пространстве теодолитами угловые координаты: азимут и угол места — пеленгов. По этим данным возможно осуществлять слежение, оценивание параметров траектории и прогнозирование движения дрона. Решение задачи оценивания параметров движения осуществляется с учётом того, что измерения угловых параметров пеленгов сопровождаются неизбежными

* **Васильев Владимир Владимирович**, доктор технических наук, профессор, профессор Военной академии имени Петра Великого, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: vv-vasiliev@yandex.ru

Джуган Руслан Васильевич, соискатель ученой степени, заместитель директора научно-производственного испытательного центра «Арминт», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: post@armint.ru



Рис. 1. Техническая структура мобильной АОЭС мониторинга

погрешностями, зависящими от точности оптических средств и условий их применения. Поэтому приходится говорить не о поиске точек пересечения пеленгов, в которых находятся координаты дрона, а о том положе-

нии, когда между пеленгами достигается минимальное расстояние [3]. Задача существенно усложняется, если одновременно в поле зрения теодолитов находятся несколько дронов (рис. 2).

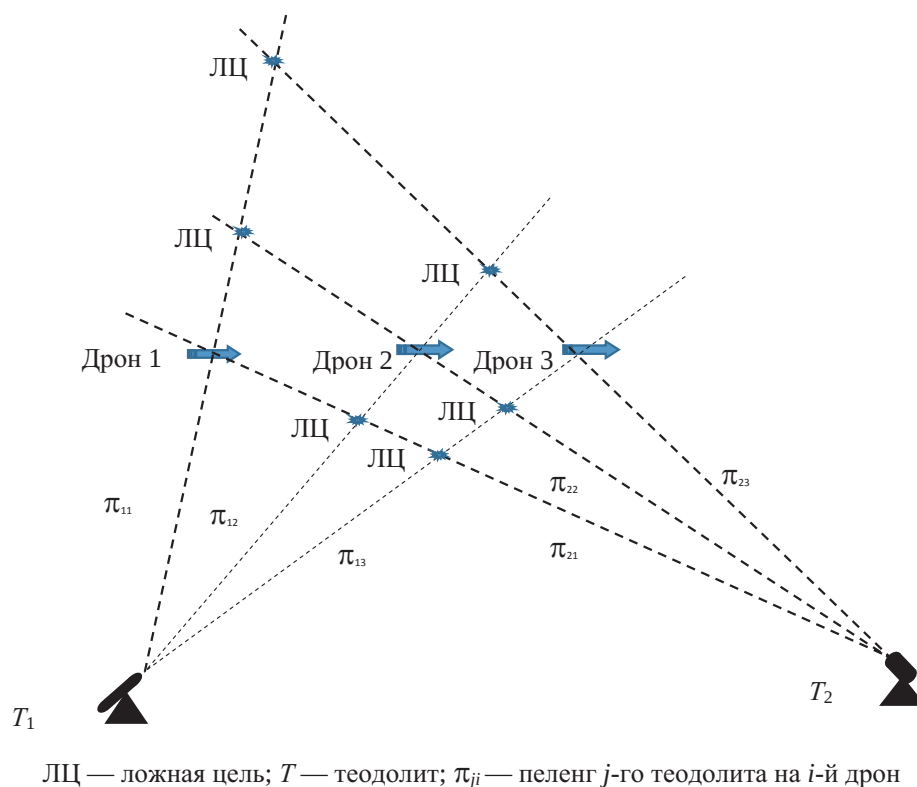


Рис. 2. Схема многократных пересечений пеленгов, приводящих к неоднозначному определению местоположения дронов в группе

Общее число таких пересечений или точек, где пеленги сближаются, равно $S = N^2 C_T^2$, где N — количество дронов, C_T — количество теодолитов, то есть возникает ряд дополнительных пересечений пеленгов, в которых отсутствуют наблюдаемые объекты. Так как однотипные дроны не обладают индивидуальными идентификационными признаками, то невозможно напрямую «привязать» полученные оценки координат к каждому конкретному дрону. В связи с этим могут определяться координаты ложных целей и пропуски истинных. При групповом полёте дронов возникает необходимость в применении таких математических приёмов, которые позволят отнести измерения теодолитов к одним и тем же дронам, т. е. возникает *задача отождествления* пеленгов дронов.

Задача отождествления объектов наблюдения при групповом полёте в реальном масштабе времени нетривиальна. Даже если измерения угловых параметров безошибочны, а несколько объектов наблюдения и теодолит находятся в одной плоскости (дроны летят на одной высоте параллельным курсом), то не имеет однозначного решения, так как число пересечений пеленгов больше, чем число наблюдаемых объектов. Наличие погрешностей измерений угловых координат затрудняет формирование признаков отождествления пеленгов даже при разноразном движении дронов. Анализ показал, что привлечение двух теодолитов не всегда даёт достоверные данные о местоположении дрона. Иногда из-за погрешностей измерения возникают ситуации, когда в ложных точках имеется меньшее расстояние между пеленгами, чем в истинных. Приходится привлекать к оценке три теодолита и более и выбирать те варианты, где одновременно пересекаются или наиболее близки три пеленга и более.

Для поиска пеленгов с минимальным расстоянием можно воспользоваться классическим решением¹. Анализ его показал низкую устойчивость решения при наличии погрешностей измерения. Применялись также косвенные критерии близости пеленгов, например, в [1], которые также не обладают должной устойчивостью.

Можно предложить несколько вариантов решения задачи, основанных на методе наименьших квадратов (МНК). В одном из вариантов решения задачи сначала по методу наименьших квадратов определяются координаты всех точек, в которых расстояния между измеренными тремя и более пеленгами минимально. Таких точек больше, чем число N дронов. Затем в каждой точке вычисляются расстояния между пеленгами и определяются суммы трёх и более расстояний между пеленгами. Из совокупности полученных сумм выбираются N наименьших сумм и вместе с этим N точек с искомыми координатами действительного положения дрона. Этот вариант обладает высокой *надёжностью* решения и *точностью* оценок координат, но требует перебора большого числа возможных решений.

В другом варианте в оценке координат действительных и ложных точек положения дрона могут участвовать два теодолита, а третий может привлекаться для выявления действительных решений. Число решений существенно меньше, что проще реализовать в реальном масштабе времени.

Формализованная постановка и решение задачи первого варианта

Пусть в контролируемом участке пространства оптический комплекс наблюдает N дронов. Оптический комплекс состоит из нескольких (не менее трёх) теодолитов, которые измеряют угловые параметры: азимут α_j и угол места β_j пеленгов i -го дрона:

$$\begin{aligned} \alpha_{ji} &= f_{\alpha ji}(X_i, Y_i, Z_i; X_j, Y_j, Z_j) + n_{\alpha ji}; \\ \beta_{ji} &= f_{\beta ji}(X_i, Y_i, Z_i; X_j, Y_j, Z_j) + n_{\beta ji}; \end{aligned} \quad , \quad (1)$$

$$j = 1, 2, 3; \quad i = 1, 2, 3 \dots N,$$

где X_i, Y_i, Z_i — искомые координаты i -го дрона; X_j, Y_j, Z_j — известные координаты j -го теодолита; α_{ji} и β_{ji} — азимут и угол места i -го дрона соответственно, измеренные j -м теодолитом ($j=1, 2, \dots$); $n_{\alpha ji}$ и $n_{\beta ji}$ — погрешности измерения угловых координат.

Каждая пара измерений $(\alpha_{ji} \text{ и } \beta_{ji})$ представляет собой пеленг π_{ji} .

Требуется все совокупности пеленгов $\Pi_1 = \{\pi_{1i}\}, \Pi_2 = \{\pi_{2i}\}, \Pi_3 = \{\pi_{3i}\}$ распределить по группам измерений, соответствующих одному и тому же дрону, т. е.:

$$\{\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3\} \rightarrow \{(\pi_{11}, \pi_{21}, \pi_{31}), (\pi_{12}, \pi_{22}, \pi_{32}) \dots (\pi_{1N}, \pi_{2N}, \pi_{3N})\},$$

так, чтобы сумма расстояний $\sum r_i$ между пеленгами π_{1i} и π_{2i}, π_{1i} и π_{3i}, π_{2i} и π_{3i} была для N дронов наименьшей, чем для других сочетаний пеленгов. Это позволит однозначно определить искомые координаты каждого дрона.

Между пеленгами, измеренными тремя теодолитами π_{1i}, π_{2k} и π_{3m} , находится по МНК точка в пространстве $g_h = (X_h, Y_h, Z_h), h \in S$, в которой между этими пеленгами имеется минимальное расстояние. Координаты этой точки можно определить *стандартным* методом наименьших квадратов или *модифицированным* применительно к измерениям угловых координат методом [3]. В соответствии с ним вектор оценок координат находится следующим образом:

$$g_h^* = [(\Phi_\Sigma E_\Sigma)^T N^{-1} (\Phi_\Sigma E_\Sigma)]^{-1} \times (\Phi_\Sigma E_\Sigma)^T N^{-1} \Phi_\Sigma g_{0\Sigma}; h \in S \quad (2)$$

Форма записи соответствует типовой записи МНК, за исключением того факта, что в правой части вместо вектора измерений вводится обобщённый вектор заданных координат установки теодолитов

$$g_{0\Sigma}^T = \begin{vmatrix} X_{01} & Y_{01} & Z_{01} & X_{02} & Y_{02} \\ Z_{02} & X_{03} & Y_{03} & Z_{03} \end{vmatrix}. \quad (3)$$

¹ Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1970.

Остальные компоненты:

$$\Phi_{\Sigma} = \begin{bmatrix} \Phi_{\Pi}^1 & 0 & 0 \\ 0 & \Phi_{\Pi}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \Phi_{\Pi}^3 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где Φ_{Σ} — обобщенная составная матрица; Φ_{Π}^i — матрица, проецирующая координаты дрона в систему координат фокальной плоскости объектива (ПЗС-матрицы²) j -го теодолита: $\Phi_{\Pi}^j = P[F_j \cdot \Pi_j]$;

F и Π — матрицы поворота оптической оси объектива относительно топоцентрической системы координат по углу места β и азимуту α соответственно:

$$F = \begin{pmatrix} \cos(\beta) & \sin(\beta) & 0 \\ -\sin(\beta) & \cos(\beta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

$$\Pi = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & 0 & \sin(\alpha) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\alpha) & 0 & \cos(\alpha) \end{pmatrix},$$

$P = \begin{bmatrix} 0 & \mu & 0 \\ 0 & 0 & \mu \end{bmatrix}$ — матрица проекции на плоскость, где $\mu = \frac{f}{Z}$ — масштабный коэффициент; f — фокусное расстояние объектива; Z — проекция объекта наблюдения на оптическую ось объектива (при произведении прямых и обратных матриц результирующее значение масштабного параметра равно единице);

$$E_{\Sigma} = \begin{bmatrix} E \\ \dots \\ E \end{bmatrix}; \quad (6)$$

где E — единичная матрица размера $[3 \times 3]$.

В результате решения получается совокупность точек $\{X_{ij}, Y_{ij}, Z_{ij}\}$, в которых могут находиться как истинные дроны, так и «ложные цели». Для того чтобы определить «правильные» точки, необходимо рассчитать расстояние между пеленгами в этих точках и выбрать те N вариантов, которые имеют наименьшие суммы расстояний.

Расстояние между пеленгами находится следующим образом. Найденная по МНК точка g_h^* проецируется на соответствующие три пеленга $\pi_{1h}(\alpha_{1h}; \beta_{1h})$, $\pi_{2h}(\alpha_{2h}; \beta_{2h})$ и $\pi_{3h}(\alpha_{3h}; \beta_{3h})$. В результате находятся три точки на пеленгах $g_{\pi 1h} = (X_{1h}, Y_{1h}, Z_{1h})$, $g_{\pi 2h} = (X_{2h}, Y_{2h}, Z_{2h})$ и $g_{\pi 3h} = (X_{3h}, Y_{3h}, Z_{3h})$, затем вычисляются расстояния между ними $\rho(\pi_{1h}; \pi_{2h})$, $\rho(\pi_{1h}; \pi_{3h})$ и $\rho(\pi_{3h}; \pi_{2h})$.

Проекция точки g_h^* на пеленг π_{jh} находится с учётом разности $\Delta\alpha_{jh}$ и $\Delta\beta_{jh}$ между измеренными значениями угловых координат пеленга (α_{jh} ; β_{jh}) и расчётными угловыми координатами точки g_h^* .

Для этого находится расстояние точки g_h^* от начала координат j -го теодолита

$$R_{jh} = \sqrt{(g_h - g_{0j})^T (g_h - g_{0j})}, \quad (7)$$

затем находится расстояние проекции этой линии на пеленг:

$$R_{\pi jh} = R_{jh} \cos \Delta\beta_{jh} \cos \Delta\alpha_{jh} \quad (8)$$

и, наконец, определяются координаты точки на пеленге

$$g_{jh} = R_{\pi jh} \begin{bmatrix} \cos \alpha_{jh} \cos \beta_{jh} \\ \sin \beta_{jh} \\ \cos \alpha_{jh} \sin \beta_{jh} \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Используя координаты точек для пересекающихся пеленгов, находится расстояние между пеленгами:

$$\rho(\pi_{1h}; \pi_{2h}) = \sqrt{(g_{1h} - g_{01} - g_{2h} + g_{02})^T} \times \times (g_{1h} - g_{01} - g_{2h} + g_{02}). \quad (10)$$

На основе полученных данных формируются показатели близости трёх пеленгов

$$\Sigma\rho_h = \rho(\pi_{1h}; \pi_{2h}) + \rho(\pi_{1h}; \pi_{3h}) + \rho(\pi_{3h}; \pi_{2h}); \quad h \in S. \quad (11)$$

Значения $\Sigma\rho_h$ ранжируются по величине, из этого ряда выбираются первые N наименьших значений и соответствующие им координаты дрона.

На рис. 3 приводится схема практического применения оптических средств для обнаружения, слежения и оценки координат группового полёта дронов.

Второй вариант решения задачи

При практическом решении задачи возникает потребность в минимизации числа теодолитных постов. Для оценки координат отдельно взятого дрона достаточно всего двух теодолитов. Но, к сожалению, не всегда измерения двух теодолитов позволяют отождествить дрон. Встречаются ситуации, когда использование двух теодолитов даёт ложные результаты. Можно предложить другой вариант решения задачи, организационно отличающийся от предыдущего.

В другом варианте в оценке координат действительных и ложных точек положения дрона участвуют два теодолита, а третий привлекается для выявления действительных решений.

На первом этапе последовательно для каждого наблюдаемого дрона находятся координаты возможного положения дрона в соответствии с (1) с учётом того, что входящие компоненты (2)...(6) описываются применительно к двум первым теодолитам. На первом цикле находятся N точек возможного положения дрона. На втором $N - 1$ и т. д.

На втором этапе по найденным координатам точек возможного местонахождения g_h^* определяются угло-

² ПЗС-матрицы (приборы с зарядовой связью) обеспечивают преобразование оптического изображения в аналоговый электрический сигнал.



Рис. 3. Автоматическое обнаружение, слежение и оценка координат группового полёта дронов на основе отождествления пеленгов

вые координаты α_{3i} , β_{3i} и расстояние R_{3i} этих точек относительно третьего теодолита:

$$\begin{aligned}\alpha_{3i} &= f_{\alpha_{3i}}(X_i, Y_i, Z_i; X_3, Y_3, Z_{i3}), \\ \beta_{3i} &= f_{\beta_{3i}}(X_i, Y_i, Z_i; X_3, Y_3, Z_{i3}), \\ R_{3i} &= \sqrt{(g_{ji}^* - g_3)^T ((g_{ji}^* - g_3))}.\end{aligned}\quad (12)$$

По этим данным находятся разности углов между оценками и измеренными значениями углов $\Delta\alpha_{3i}$ и $\Delta\beta_{3i}$ и невязки

$$\rho_{3i} = \sqrt{(R_{3i} \sin \Delta\alpha_{3i})^2 + (R_{3i} \sin \Delta\beta_{3i})^2} \quad (13)$$

Из совокупности точек местонахождения выбирается та i -я точка, для которой невязка наименьшая.

Выбор того или иного варианта решения задачи зависит от организации вычислительных процедур.

Следует заметить, что возможны различные типы группового полёта дронов: со стационарным положением дрона в группе и с переменным. При жёсткой *стационарной* структуре группы дронов достаточно в первые моменты наблюдения произвести отождествление и использовать сведения о координатах для прогнозирования местоположения дрона в группе. При свободном и *случайном* для наблюдателя перемещении дрона в группе возможны следующие подходы к решению задачи:

— осуществлять вычислительные процедуры отождествления при каждом такте совместной работы цифровых видеокамер теодолитов или каждом общем моменте измерения угловых координат теодолитами;

— наряду с отождествлением осуществлять автосопровождение каждого элемента группы в координатном пространстве.

Возможно решение, при котором организуется автосопровождение в поле цифровых данных об изображении³ [6] каждого элемента группы и отождествление осуществляется по мере необходимости. В любом случае к каждой точке пространства, в которой определены координаты дрона, необходимо присовокуплять идентификационный номер N (кодом), т. е. дрон представлять кортежем (X, Y, Z, N, p) , где X, Y, Z — координаты дрона; p — вероятность события или другое сведение.

Всю совокупность дронов в информационной среде можно представить в виде множества [10]:

$$\{(X_1, Y_1, Z_1, N_1, p_1); (X_2, Y_2, Z_2, N_2, p_2); \dots\} \quad (14)$$

и вычислительные процедуры прогноза движения дронов, их взаимодействия с другими объектами, в том числе и средствами их обезвреживания, осуществлять с учётом *базы данных и знаний* [5], созданной в информационной системе.

Однозначная оценка координат дронов позволяет надёжно привязывать информацию, получаемую от них, к точке визирования, что очень важно в пространственно-разнесённых информационных системах.

³ Цифровая обработка изображений в информационных системах / Грузман И. С., Киричук В. С., Косых В. П. и др. : учеб. пособие. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. 352 с.

Если рассматривать дроны как объекты воздействия средств их поражения, то исключение «ложных целей» существенно повышает эффективность средств поражения. При испытаниях дронов с групповым полётом важно однозначно получать оценки параметров движения каждого из них. Для всех трёх случаев в основу решения задачи отождествления могут быть положены представленные выше модели решения.

Заключение

Таким образом, приведено обоснованное решение задачи определения параметров траекторий движения дронов при их групповом полёте. Определены условия, при которых обеспечивается однозначное определение параметров траектории движения каждого дрона из группы. В качестве кри-

териев отождествления применяются минимальные суммы расстояний между пеленгами, измеренными теодолитами.

Показано, что для оценки траектории движения одного летательного аппарата оптическими средствами достаточно комплекса из двух теодолитов, однако при наблюдении группы дронов появляются ситуации, при которых оцениваются координаты ложных целей. Для обеспечения надёжной оценки координат дронов, совершающих групповой полёт, необходимо применять комплекс, состоящий из трёх и более теодолитов, и использовать математические приёмы, исключающие ложные решения. Представленный математический аппарат позволяет исключать ложные цели и минимизировать количество теодолитов при определении траекторий групповых дронов.

Литература

1. Васильев В. В., Манин А. П., Поликарпов С. Н., Челахов Д. М. Оценивание координат групповой цели с использованием цифровых оптических пассивных локаторов // Тр. XVI Междунар. науч.-техн. конф. «Радиолокация, навигация, связь» (15 апреля 2010 г.) / Воронежский ГУ. Воронеж : ВГУ, 2010. С. 112—114.
2. Годунов А. И., Шишков С. В., Юрков Н. К. Комплекс обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 2 (6). С. 62—70.
3. Информационно-измерительное обеспечение натурных испытаний сложных технических комплексов / Под ред. А. П. Манина, В. В. Васильева. М. : Машиностроение-Полёт, 2016. 440 с.
4. Канушкин С. В. Синергетический подход в управлении группой беспилотных летательных аппаратов интеллектуальной системы охранного мониторинга // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 25—37. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-25-37.
5. Ловцов Д. А. Архитектура базы данных и знаний подсистемы планирования и координации информационных процессов в иерархической эргасистеме // Правовая информатика. 2020. № 4. С. 4—19. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-04-19.
6. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Моделирование оптико-электронных систем дистанционно пилотируемых аппаратов : монография. М. : Технолоджи-3000, 2019. 164 с. ISBN 978-5-94472-036-8.
7. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Эффективная автоматизированная оптико-электронная система аэрокосмического мониторинга // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 29—35. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-29-35.
8. Ловцов Д. А., Черных А. М. Геоинформационные системы. М. : Росс. акад. правосудия, 2012. 188 с. ISBN 978-5-93916-340-8.
9. Макаренко С. И., Тимошенко А. В., Васильченко А. С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. С. 100—146.
10. Потюпкин А. Ю., Чечкин А. В. Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности. М. : ИНФРА-М, 2019. 384 с.
11. Скотченко А. С. Метод расчета радиозаметности дистанционно пилотируемых аппаратов правоохранительных органов // Правовая информатика. 2020. № 4. С. 29—37. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-29-37.
12. Danyk, Y. G., Puleko I. V., Bougaiov V. Unmanned aerial vehicles detection based on analysis of acoustic and radar signals // J. Zhytomyr State Technol. Univ. Ser. 2014.
13. Michel A. H. Counter-drone systems. Center for the Study of the Drone at Bard College, 2018. 23 pp.
14. Sheu B. H., Chiu C. C., Lu W. T., Huang C. I., Chen W. P. Sheu B. H. et al. Development of UAV Tracing and Coordinate Detection Method Using a Dual-Axis Rotary Platform for an Anti-UAV System // Applied Sciences. 2019. Vol. 9. № 13. P. 25—83.
15. Visser De E., Cohen M. S., LeGoullon M., Sert O., Freedy A., Freedy E., Weltman G., Parasuraman R. A. Design Methodology for Controlling, Monitoring, and Allocating Unmanned Vehicles // Third International Conference on Human Centered Processes "HCP-2008" (9-12 June 2008). Delft, Netherlands, 2008. P. 1—5.

Рецензент: **Цимбал Владимир Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры автоматизированных систем управления Филиала Военной академии имени Петра Великого, г. Серпухов, Российская Федерация.

E-mail: tsimbalva@mail.ru

IDENTIFICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE ELECTRONIC OPTICAL SYSTEM FOR MONITORING THEIR GROUP FLIGHT

Vladimir Vasil'ev, Ph.D. (Technology), Professor at the Peter the Great Military Academy, Moscow, Russian Federation.

E-mail: vv-vasiliev@yandex.ru

Ruslan Dzhugan, external Ph.D. student, Deputy Director of the Armint Research and Production Testing Centre, Moscow, Russian Federation.

E-mail: post@armint.ru

Keywords: identification, unmanned aerial vehicle (UAV), drone, group movement, trajectory, control, bearing, distance, theodolite, measurement.

Abstract.

Purpose of the paper: improving automated electronic optical systems for monitoring group flight of unmanned aerial vehicles (UAVs) of law enforcement bodies.

Methods used: system analysis of measuring environment and determining the parameters of the UAVs trajectories during their group flight and the least squares method for determining the coordinates of observed objects.

Results obtained: a solution for the problem of identifying UAVs during their group flight is presented; the conditions ensuring unambiguous determination of the parameters of the movement trajectory for each UAV of the group are identified; the minimum sums of distances between the bearings measured by theodolites are used as identification criteria.

References

1. Vasil'ev V. V., Manin A. P., Polikarpov S. N., Chelakhov D. M. Otsenivanie koordinat gruppovoi tseli s ispol'zovaniem tsifrovyykh opticheskikh passivnykh lokatorov. Tr. XVI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Radiolokatsiya, navigatsiya, svyaz" (15 aprelya 2010 g.), Voronezhskii GU. Voronezh : VGU, 2010, pp. 112-114.
2. Godunov A. I., Shishkov S. V., Iurkov N. K. Kompleks obnaruzheniya i bor'by s malogabaritnymi bespilotnymi letatel'nyimi apparatami. Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem, 2014, No. 2 (6), pp. 62-70.
3. Informatsionno-izmeritel'noe obespechenie naturnykh ispytaniy slozhnykh tekhnicheskikh kompleksov. Pod red. A. P. Manina, V. V. Vasil'eva. M. : Mashinostroyeniye-Polet, 2016, 440 pp.
4. Kanushkin S. V. Sinergeticheskii podkhod v upravlenii gruppoy bespilotnykh letatel'nykh apparatov intellektual'noi sistemy okhrannogo monitoringa. Pravovaya informatika, 2018, No. 3, pp. 25-37. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-25-37.
5. Lovtsov D. A. Arkhitektura bazy dannykh i znaniy podsistemy planirovaniya i koordinatsii informatsionnykh protsessov v ierarhicheskoi ergasisteme. Pravovaya informatika, 2020, No. 4, pp. 4-19. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-04-19.
6. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. Modelirovaniye optiko-elektronnykh sistem distantsionno pilotiruemykh apparatov : monografiya. M. : Tekhnologiya-3000, 2019, 164 pp. ISBN 978-5-94472-036-8.
7. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. Effektivnaya avtomatizirovannaya optiko-elektronnaya sistema aerokosmicheskogo monitoringa. Pravovaya informatika, 2019, No. 2, pp. 29-35. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-29-35.
8. Lovtsov D. A., Chernykh A. M. Geoinformatsionnyye sistemy. M. : Ross. akad. pravosudiya, 2012, 188 pp. ISBN 978-5-93916-340-8.
9. Makarenko S. I., Timoshenko A. V., Vasil'chenko A. S. Analiz sredstv i sposobov protivodeystviya bespilotnym letatel'nyim apparatam. Chast' 1. Bespilotnyi letatel'nyi apparat kak ob'ekt obnaruzheniya i porazheniya. Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti, 2020, pp. 100-146.
10. Potiupkin A. Iu., Chechkin A. V. Iskusstvennyi intellekt na baze informatsionno-sistemnoi izbytochnosti. M. : INFRA-M, 2019, 384 pp.

11. Skotchenko A. S. Metod rascheta radiozametnosti distantsionno pilotiruemykh apparatov pravookhranitel'nykh organov. Pravovaia informatika, 2020, No. 4, pp. 29-37. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-29-37 .
12. Danyk, Y. G., Puleko I. V., Bougaiov V. Unmanned aerial vehicles detection based on analysis of acoustic and radar signals. J. Zhytomyr State Technol. Univ. Ser, 2014.
13. Michel A. H. Counter-drone systems. Center for the Study of the Drone at Bard College, 2018, 23 pp.
14. Sheu B. H., Chiu C. C., Lu W. T., Huang C. I., Chen W. P. Sheu B. H. et al. Development of UAV Tracing and Coordinate Detection Method Using a Dual-Axis Rotary Platform for an Anti-UAV System. Applied Sciences, 2019, vol. 9, No. 13, pp. 25-83.
15. Visser De E., Cohen M. S., LeGoullon M., Sert O., Freedy A., Freedy E., Weltman G., Parasuraman R. A. Design Methodology for Controlling, Monitoring, and Allocating Unmanned Vehicles. Third International Conference on Human Centered Processes "HCP-2008" (9-12 June 2008), Delft, Netherlands, 2008, pp. 1-5.

ДОСТОВЕРНАЯ БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА

Ловцов Д.А., Карпов Д.С., Раковенко А.А.*

Ключевые слова: биометрическая идентификация, технология, методы, алгоритмы, трассировка, рисунок сосудов ладони, достоверность, точность, надежность, информация.

Аннотация.

Цель: совершенствование научно-методической базы теории биометрической идентификации субъектов в автоматизированных системах контроля доступа.

Методы: системного анализа, трассировки, вычислительной математики и компьютерной графики.

Результаты: формализована постановка задачи достоверной биометрической идентификации на основе распознавания сосудистого рисунка ладони субъекта; разработан комплекс алгоритмов выделения рисунка сосудов ладони на основе перспективных методов трассировки, что обеспечивает повышенную точность измерения диаметра сосудов и извлечение информации о каждом сосуде. Приведены результаты натурно-имитационного моделирования.

DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-48-58

Введение

Совершенствование технологий распознавания (идентификации и аутентификации), реализуемых в современных автоматизированных системах контроля доступа (АСКД) и полномочий субъектов (персонала, клиентов, пассажиров, пользователей и др.), связано главным образом с обеспечением их *достоверности* при ограничениях на *оперативность* и *ресурсоёмкость*. Требование к АСКД по достоверности идентификации заключается в том, чтобы система крайне редко отказывала в доступе легитимным субъектам и в то же время практически полностью исключала несанкционированное проникновение.

В этом отношении наиболее эффективны биометрические технологии распознавания, использующие сравнение физиологических или психологических особенностей субъектов с их эталонными биометрическими

характеристиками (отпечатки пальцев, геометрия рук, фонограммы голосов и др.), хранящимися в информационной базе АСКД в электронно-цифровой форме, поскольку, *во-первых*, в отличие от паролей и карточек, биометрическую информацию нельзя забыть или потерять (если только вместе с её носителем), а, *во-вторых*, для предъявления такой информации требуется физическое присутствие её носителя, т. е. самого субъекта [8].

Исторически, в частности, в рамках криминалистики более основательно разработана технология биометрической идентификации (ТБИ) на основе анализа отпечатков пальцев¹. Отпечаток пальца образуют так называемые папиллярные линии на гребешковых выступах кожи, разделённых бороздками. Из этих линий складываются сложные узоры (дуговые, петлевые, за-

¹ ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-2-2005. Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Ч. 2. Данные изображения отпечатка пальца — контрольные точки. М.: Стандарты, 2006. 38 с.

* **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

Карпов Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры АСУ Военной академии ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: kds-zn@mail.ru

Раковенко Андрей Анатольевич, кандидат технических наук, заместитель начальника кафедры АСУ Военной академии ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: gonza028@yandex.ru

витковые), которые обладают свойствами индивидуальности и неповторимости, что позволяет достаточно верно идентифицировать личность. Преимуществами ТБИ по отпечатку пальца являются также оперативность, простота использования и удобство. Однако дактилоскопическая (от греч. *δάκτυλος* — палец) идентификация имеет и свои недостатки. Так, приблизительно у 1—2% людей отпечатки пальцев имеют плохое качество². Люди, занятые физическим трудом, получают во время работы многочисленные мелкие травмы, верхний слой кожи рук может быть поврежден, что создает определённые трудности при сравнении отпечатков. Отпечаток может также деформироваться при большой влажности и под воздействием ряда других внешних факторов. В связи с этим выполнение жестких требований по *оперативности* (производительности) работы алгоритмов, характерных для общегражданских приложений, в настоящее время остается трудно-разрешимой задачей [3,11].

Технология идентификации на основе распознавания сосудистого рисунка ладони

Перспективным направлением обеспечения (повышения) достоверности биометрической идентификации является применение технологии *распознавания рисунка сосудов ладони* (РПСЛ). Технология РПСЛ основана на уникальности рисунка кровеносных сосудов для каждого человека и обладает по сравнению с другими биометрическими технологиями такими преимуществами, как высокая *надежность*, высокая *устойчивость* РПСЛ к внешним условиям среды, низкий *уровень ошибок* 1 и 2 рода, низкая *стоимость* реализации. Средства идентификации на основе РПСЛ ввиду малых размеров датчиков и неприхотливости к условиям окружающей среды могут быть легко интегрированы в современные АСКД для управления физическим доступом и разграничения доступа к ресурсам существующих эргасистем [6, 7].

Технология РПСЛ использует инфракрасные камеры для сканирования рисунка сосудов тыльной стороны ладони. Инфракрасные лучи камеры освещают тыльную сторону ладони, обедненный кислородом гемоглобин в крови сосудов поглощает инфракрасные лучи, что позволяет отображать сосуды ладони на инфракрасном изображении. В процессе обработки инфракрасного изображения сосуда формируется *биометрический идентификатор*. Биометрический идентификатор сравнивается с предварительно зарегистрированными эталонными идентификаторами, хранимыми в *базе данных идентификаторов* (БДИ) с целью подтверждения подлинности субъекта [12, 13].

Основными этапами формирования биометрического идентификатора являются: фильтрация инфракрасного изображения рисунка сосудов ладони; выделение рисунка сосудов ладони и расчет признаков рисунка сосудов; выбор эффективных признаков; фор-

мирование биометрического идентификатора с использованием эффективных признаков.

Сложности выделения рисунка сосудов связаны с тем, что локальный уровень контрастности сосуда может слабо отличаться от фона; ширина сосудов может варьироваться в больших пределах (сосудистая система человека представляет собой древовидную структуру, и чем ближе сосуды к основанию дерева, тем они толще); различные заболевания или повреждения сосудистой системы могут ухудшить точность выделения рисунка сосудов [3].

В современных АСКД на основе РПСЛ для выделения рисунка сосудов применяются методы сегментации сосудов, позволяющие выделить всё дерево сосудов за один этап обработки. Методы сегментации позволяют формировать полное дерево сосудов за счет поточечного анализа яркости изображения каждого выделенного сегмента. Основным *недостатком* алгоритмов на основе методов сегментации является большой объем вычислений и сложные алгоритмы обработки изображения, которые не учитывают возможные зашумления объекта на изображении, так как используются сложные функции высших порядков [4, 8].

Формализация и анализ задачи повышения достоверности идентификации

В основе задачи повышения *достоверности* идентификации субъекта лежит обоснованный выбор из множества возможных вариантов оптимального решения с учетом имеющихся ограничений на *оперативность* и *ресурсоемкость*. В условиях информационного соперничества (воздействия случайных угроз и преднамеренных целенаправленных деструктивных воздействий конкурентов или злоумышленников) необходимо обеспечить требуемую достоверность идентификации субъекта с учетом имеющихся ограничений на оперативность, ресурсоемкость и *вероятность недопуска* легитимного субъекта [9].

Под *достоверностью* идентификации будем понимать свойство подсистемы биометрической идентификации (ПБИ) АСКД, характеризующее степень соответствия (в пределах заданной точности) реальных информационных единиц их истинному значению и заключающееся в способности обеспечить отсутствие ошибок переработки информации, т. е. не допустить снижения ценности информации при принятии управляющих решений и искажений информационных массивов [7].

Математически задачу повышения достоверности биометрической идентификации субъекта на основе распознавания сосудистого рисунка ладони в АСКД можно сформулировать следующим образом:

$$K: \begin{cases} D(W^*) \geq D^0 \\ \tau(W^*) \leq \tau^0, C(W^*) \leq C^0, P_1 < P_1^0; \end{cases} \quad (1)$$

$$D(W) = Z(1 - P_2); \quad (2)$$

$$W^* = W(Q^*, \langle S_1^0, S_2^0 \rangle); \quad (3)$$

$$\underline{Q} = \{T, M, J_1, J_2, J_3, \xi, \langle d, P_r, s, A_0, A_1, \omega_0, \omega_1, i_0, i_1 \rangle\}, \quad (4)$$

² Торвальд Ю. Сто лет криминалистики. М.: Прогресс, 1974. 440 с.

где: D — достоверность идентификации; D^0 — требуемая достоверность идентификации (определяется экспертным путем либо задается Заказчиком); P_1 — вероятность недопуска легитимного субъекта; W — множество допустимых вариантов решения задачи; C — ресурсоемкость; Z — вероятность выявления субъекта, не соответствующего критерию психофизического состояния; P_2 — вероятность доступа злоумышленника; τ — время идентификации субъекта; S_1^0 — вариант технической реализации ПБИ; S_2^0 — биометрическая технология; Q — набор глобальных биометрических признаков сосудистого рисунка ладони, характеризующие сосудистый рисунок $\langle d, P_r, s, A_0, A_1, \omega_0, \omega_1, i_0, i_1 \rangle$; d — средний диаметр сосуда; P_r — прямолинейность сосуда; s — четкообразность сосуда; A_0 — амплитуда колебаний толщины сосуда; A_1 — амплитуда колебаний трассы; ω_0 — частота колебаний частоты сосуда; ω_1 — частота колебаний трассы сосуда; i_0 — извилистость толщины сосуда; i_1 — извилистость трассы сосуда; T — трасса сосуда; M — матрица распределения точек в пространстве признаков; J_1, J_2, J_3 — критерии межклассовой разделимости признаков.

Задача в данной постановке является сложной многокритериальной, многопараметрической, многоэтапной задачей оперативного стохастического программирования [10], и для ее решения в настоящее время отсутствует информационно-математическое обеспечение (ИМО). Она может быть решена с использованием функционально-логической декомпозиции на подзадачи, выполнение которых возможно как последовательно, так и раздельно.

1. Определение трассы сосуда

Определение трассы сосуда — это расчет линий сосудов с высокой точностью и возможностью вычисления информационных признаков сосуда в каждой точке.

Задача определения трассы сосуда:

$$T = (R, a, U) \quad (5)$$

где R — радиус рамки; a — точка сосуда с координатами; U — точки ветвления сосуда.

А). Метод прямого поиска направлений. Определение координат следующей точки трассы, в которую смещается круглая рамка:

$$x_{n+1} = x_n + \Delta \cos \alpha, \quad (6)$$

$$y_{n+1} = y_n + \Delta \sin \alpha, \quad (7)$$

где (x_n, y_n) и (x_{n+1}, y_{n+1}) — координаты текущей и последующих точек трассы сосуда, в которые помещается центр круглой рамки; Δ — шаг трассировки (шаг сканирования круглой рамки вдоль сосуда); α — угол локального направления сосуда.

$$d_i = 2R \sin \frac{\beta}{2} \cdot \sin \frac{\varphi}{2}, \quad (8)$$

где d_i — диаметр сосуда в точке i ; β — среднеарифметическое угловых размеров двух «дуг»; φ — центральный угол, образованный двумя радиусами круглой рамки.

Б). Метод модифицированного локального веерного преобразования. Модифицированное локальное веерное преобразование в точке $a \equiv (x, y) \in R^2$ и $\varphi_k = 2\pi(k-1)/K$; при $k = \overline{1, K}$, при размере сектора $\theta = 0$:

$$F_{a,R}(\varphi_k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^N \hat{f}(a_x + t_n \cos \varphi_k, a_y + t_n \sin \varphi_k), \quad (9)$$

где $\hat{f}(x, y)$ — функция, интерполирующая цифровое изображение $f(m, n)$, например, путем билинейной интерполяции.

Определение диаметра сосуда в точке

$$d_{a,R}(\varphi_k) = \frac{1}{|L_{a,R,k}|} \sum_{i=1}^{|L_{a,R,k}|} f(L_{a,R,k}^{(i)}), \quad (10)$$

где $a \in Z^2$ — точка центрального преобразования; $R \in N$ — радиус области преобразования, $L_{a,R,k}$ — линейно-упорядоченное множество точек дискретного отрезка, проведенного из точки a в k -ю точку дискретной окружности радиуса R .

2. Формирование набора эффективных признаков

Формирование набора эффективных признаков — это получение новых комплексных признаков с лучшими критериями разделимости и меньшей ошибкой классификации.

При анализе геометрических признаков сосудистого рисунка по критерию продуктивности классификации были выбраны методы дискриминантного анализа³, включающие методы интерпретации межгрупповых различий, при использовании которых появляется возможность получить следующую информацию: существование возможности различить классы при использовании некоторого набора признаков; оценка информативности признаков для разделения объектов на классы; параметры оптимального разделения объектов на классы [4, 5].

Дополнительной информацией служит уровень взаимодействия между признаками, который выражается величиной коэффициентов корреляции. Если связь между какими-то признаками является достаточно сильной, то возникает вопрос о целесообразности использования этих признаков. При наличии признаков с сильной статистической связью появляется возможность уменьшить размерность пространства признаков либо путем отказа от одного или нескольких признаков и использования только одного из связанных признаков, либо формированием на их базе некоторого признака, получаемого методом сверки параметров. В первом случае мы уменьшаем количество вычислений, особенно если отказаться от тех признаков, расчет которых требует максимальных затрат, либо оставляем признак с лучшим по каким-либо критериям алгоритмом. Во втором случае появляется возможность получить новый, более эффективный признак

³ Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У., Клекка У. Р. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.

для классификации, используя какой-либо из алгоритмов формирования признаков. Основным предположением дискриминантного анализа является то, что классификация будет осуществляться тем лучше, чем меньше рассеяние точек признакового пространства относительно центроида внутри класса и чем больше расстояние между центроидами классов [6].

Определение матрицы распределения точек в пространстве признаков:

$$M = B + W, \quad (11)$$

где W, B — матрицы внутригруппового и межгруппового рассеивания соответственно.

Критерии, используемые для определения разделимости классов:

$$J_1 = \text{tr} M^{-1} \cdot \text{tr} B; J_2 = \ln |W^{-1} M| = \ln \left\{ \frac{|M|}{|W|} \right\}; J_3 = \frac{\text{tr} B}{\text{tr} M} \quad (12)$$

Для получения новых признаков задается A -матрица преобразования, размера $m \times p$ ($m < p$):

$$y = A \cdot x; \quad (13)$$

где $x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_p]$ — исходный вектор признаков, $y = [y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ y_p]$ — новый вектор признаков.

Для проведения классификации признаков в данной задаче использован метод опорных векторов:

$$\Phi(\lambda) = \sum_{i=1}^p \lambda_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^m \lambda_i y_j x_{ij}; \quad (14)$$

где $\lambda_1, v_1, i = \overline{1, p}$; $\mu_j, \psi_j, j = \overline{1, m}$; — собственные значения и собственные вектора матриц $\text{tr} M_p^{-1} B_p$ и $\text{tr} M_m^{-1} B_m$.

Оптимальным преобразованием A , при котором собственные значения матрицы $M_p^{-1} B_p$ в m -мерном подпространстве будут равны, $\mu_i = \lambda_i, i = \overline{1, m}$; $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \dots > \lambda_p$:

$$A^T = [v_1 v_2 v_3 \dots v_m]. \quad (15)$$

Для определения i элемента вектора y использована дискриминантная функция

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}, i = \overline{1, m}, \quad (16)$$

где β_i — нормированные коэффициенты.

Определение ошибки различимости классов классификации на основе расчета выборочного расстояния Махаланобиса [1]:

$$\xi^2(x_1, x_2) = (n - g)(x_1 - x_2)^T \times W^{-1}(x_1 - x_2) \quad (17)$$

где ξ^2 — ошибка различимости классов признаков.

3. Выявление субъектов, не соответствующих критерию допуска

Имеется в виду допуск к привилегированным информационным массивам в информационной базе эргосистем по психофизическому состоянию.

Если рассмотреть оценку психофизиологического состояния субъекта, то встает вопрос необходимости системного подхода, ведь любое состояние человека

— это реакция не только психики, но и всего организма и личности в целом, с включением в реагирование как физиологических, так и психических уровней регуляции.

В любом психофизиологическом состоянии должны быть обязательно представлены разные уровни, и только по совокупности показателей, отражающих изменения на каждом уровне, можно сделать заключение о состоянии субъекта. Следовательно, психофизиологическое состояние характеризуется совокупностью симптомов, а не отдельным симптомом, даже и очень важным с точки зрения диагностики. Ни поведение, ни различные психофизиологические показатели, взятые в отдельности, не могут достоверно дифференцировать одно состояние от другого. Например, увеличение частоты сердечных сокращений может наблюдаться при различных состояниях (усталости, тревоге, страхе), а укорочение времени простой сенсомоторной реакции может свидетельствовать как об оптимальном состоянии оператора, так и о неоптимальном (состоянии монотонии — сниженной работоспособности) [3].

Наиболее эффективным из методов оценки психофизического состояния является метод с использованием газоразрядного визуализатора на основе эффекта Кирлиан [3, 8]. Вид кирлианограмм меняется при изменении состояния человека. Кирлианограмма пальцев рук человека позволяет оценивать его психофизическое состояние, в частности, физиологической активности организма; по типу свечения проводить классификацию состояния, в соответствии с распределением проекций свечения на акупунктурные каналы оценивать состояние отдельных систем организма и следить за влиянием на организм различных воздействий: аллопатических и гомеопатических препаратов, терапии, видеотренинга и др.

Для решения рассмотренных задач разрабатывается ИМО с использованием известных (модифицированных) математических методов оптимизации с учетом возможностей, предоставляемых техническими средствами и языками программирования [8, 10].

Методы трассировки

В качестве одного из направлений совершенствования АСКД предлагается в процессе РПСЛ разработать и использовать эффективные алгоритмы, реализующие идеи известных методов трассировки, которые позволяют выделять сосуд между двумя его точками и работают на уровне одного сосуда, а не всей сосудистой системы ладони. В процессе трассировки отслеживается центральная линия сосуда с использованием локальной информации, определение точки, в которой распределение интенсивности наилучшим образом соответствует модели профиля сосуда. Трассировка позволяет получить информацию о структуре сосудистого дерева: о бифуркациях и соединениях отдельных ветвей [2, 4].

Применение алгоритмов трассировки позволяет извлечь информацию о каждом сосуде, при этом понизить сложность вычислений и уменьшить время на выделение сосуда путем исключения из процесса обработки тех частей изображения, которые не содержат сосуда. Кроме того, использование методов трассировки позволит повысить *точность* РРСЛ путем более точного вычисления параметров сосудов (диаметр, направление входа, выхода).

Для трассировки сосудов используются, как правило, два метода: *метод прямого поиска направлений* (ППН); *метод локального веерного преобразования* (ЛВП). Данные методы широко применяются в медицине для выявления признаков заболеваний сердечно-сосудистой системы [4, 5].

Изображение рисунка сосудов ладони характеризуется наличием древовидных структур системы кровеносных сосудов, определяемых такими понятиями, как узлы и ветви. *Ветвью* называется элемент древовидной структуры, который характеризуется геометрическим местом срединных точек, распределением диаметра и угла вдоль нее. *Узел* структуры — это точка разветвления или пересечения ветвей. Параметрами трассы являются геометрические характеристики толщины и направления, поскольку на их основе производится формирование параметров сосудов. Данные параметры являются локальными характеристиками, рассчитываемыми непосредственно по изображению древовидной структуры ветви в процессе трассировки. При анализе изображений рисунка сосудов ладони основной является задача выделения центров ветвей и определения направлений в каждой точке ветви [10, 13].

Автоматическая трассировка отдельного элемента структуры производится с учетом найденного направления в текущей точке. Следует заметить, что метод ППН сразу дает два направления возможного обхода ветви, в общем случае не точно противоположных (в случае изгиба), что позволяет находить дальнейшее направление с большей точностью. На каждом шаге трассировки производится оценка локального диаметра ветви. В качестве данного параметра можно принять число ненулевых отсчетов, лежащих на сечении, перпендикулярном к направлению движения трассы. При этом используется локальная пороговая обработка отсчетов изображения, попавших в сканирующее окно.

Недостатком данного подхода является сильная зависимость от дискретизации изображения. Для более точного определения диаметра используется [4] метод косвенного определения локального диаметра, основная идея которого заключается в анализе выборки отсчетов поля изображения, попавших на границу круглого, сканирующего вдоль сосуда, окна радиуса (полярной рамки). При этом диаметр рамки сканирования должен быть больше диаметра сосуда не более чем в 1,5 раза во избежание попадания в рамку соседних сосудов или крупных шумовых фрагментов.

После оценки локальных параметров сосуда (диаметр, направление входа, выхода) исходная точка сме-

щается на некоторый заданный шаг трассировки в направлении, которое выбирается из вычисленных ранее как наиболее близкое к конечной точке ветви. На основе дальнейшего анализа полученной последовательности локальных параметров производится оценка основных параметров сосуда, которые в дальнейшем могут служить базовым набором для распознавания изображений.

Метод дискретного ЛВП позволяет анализировать участки ветвей с определенной степенью кривизны, а также в случае ветвления, пересечения и окончания ветвей.

При РРСЛ целесообразно использование *модифицированного* ЛВП, которое основано на анализе распределения функции яркости по секторам в зависимости от радиуса окружности, размера и угла поворота сектора.

Рассмотрим модифицированное дискретное ЛВП в точке $a = (a_x, a_y) \in R^2$ и $\varphi_k = 2\pi(k-1)/K$ при $1, \bar{K}$, при размере сектора $\theta = 0$:

$$F_{a,R}(\varphi_k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^N \hat{f}(a_x + t_n \cos \varphi_k, a_y + t_n \sin \varphi_k). \quad (18)$$

где $\hat{f}(x, y)$ — функция, интерполирующая цифровое изображение $f(m, n)$, например, путем билинейной интерполяции.

При использовании дискретизации ЛВП неизвестно, на сколько точек разбивать отрезок интегрирования и на сколько точек по углу. Предлагается использовать при дискретизации алгоритм разбиения отрезков и окружности в растр, что позволит устранить указанную неоднозначность. При использовании этого метода отпадает необходимость использовать методы интерполяции, так как используются только целочисленные координаты. Этот метод обладает рядом преимуществ по сравнению с обычной дискретизацией.

Соответствующие алгоритмы трассировки разнообразны и могут использовать самые разнообразные принципы. Объединяет методы стратегия динамического планирования — на каждом *шаге итерации* следующая точка сосуда находится с использованием информации о текущем положении и направлении, при условии, что она не является конечной точкой трассы сосуда. Различие алгоритмов заключается в основном в способе обработки сосудов в местах их пересечений и разветвлений, а также в форме скользящего окна⁴ [4].

Алгоритм трассировки на основе метода прямого поиска направлений

Входными данными для алгоритма являются: $f(m, n)$ — изображение, $a_{0j}(x, y)$, $a_k(x, y)$ — начальная и конечная точка трассы, соответственно; $D_p \geq 1,5D_{\text{сосуда}}$ — диаметр рамки сканирования, который должен быть больше диаметра сосуда во избе-

⁴ ГОСТ Р 52633.0—2006 ЗИ. Техника защиты информации. Требования к средствам высоконадежной биометрической идентификации. М.: Росстандарт, 2006. 25 с.

жание попадания в рамку соседних сосудов или крупных шумовых фрагментов.

Алгоритм трассировки на основе метода прямого поиска направлений (ППН) включает следующие шаги:

Шаг 1. Ввод исходных данных.

Шаг 2. Формирование одномерного массива чисел $E = \{e_n\}$; $n = \overline{1, N}$, пропорциональных яркости точек изображения, которые лежат на окружности круглой рамки.

Шаг 3. Применение к сформированному массиву чисел цифрового сглаживающего фильтра по соседним точкам для уменьшения уровня шума [10, 13].

$$v(i) = \frac{1}{9}(A + B + C), \quad (19)$$

где $A = s_{00}$ — точка центрального отсчета;

$B = s_{01}, s_{03}, s_{05}, s_{07}$; $C = s_{02}, s_{04}, s_{06}, s_{08}$ — соседние точки по горизонтали и вертикали от s_{00} ;

$v(i)$ — отсчет на выходе фильтра, с коэффициентом передачи:

$$K(f_1, f_2) = \frac{1}{9}[1 + 2 \cos(2\pi f_1 T_d) + 2 \cos(2\pi f_2 T_d) + 4 \cos(2\pi f_1 T_d) 2 \cos(2\pi f_2 T_d)] \quad (20)$$

где f_1, f_2 — частоты по горизонтали и вертикали, T_d — один такт сигнала.

Шаг 4. Формирование массива чисел $H = \{h_{n \min}; n = \overline{1, N}\}$, пропорциональных угловым координатам всех локальных минимумов сглаженного массива чисел с помощью определения смены знаков производной.

Шаг 5. Пороговая обработка сглаженного массива чисел с целью получения бинарного массива чисел, состоящего из нулей и единиц, для выделения отсчетов изображения, принадлежащих сосуду, а не фону, окружающему сосуд. Для повышения точности нахождения порога используются отсчеты, принадлежащие не только окружности круглой рамки, но и области описанного вокруг рамки квадрата. Нахождение порога осуществляется автоматически путём анализа гистограммы функции яркости рассматриваемой области изображения [10, 12].

$$r(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{при } S(x, y) > L \\ 0, & \text{при } S(x, y) < L \end{cases} \quad (21)$$

где $r(x, y)$, $S(x, y)$ — уровни яркости изображения, L — пороговый уровень яркости.

Шаг 6. Применение к сформированному массиву чисел цифрового рангового фильтра для усреднения точечных локальных минимумов, связанных с импульсным шумом фона изображения.

$$R_i = \sum_{k=1}^n h(x_i - x_k), \quad (22)$$

где h — функция единичного скачка.

Шаг 7. Формирование упорядоченных по убыванию угловых длин отрезков нулевых значений сглаженного бинарного одномерного массива чисел с отбором четырёх наибольших по длине отрезков нулевых отсчетов (условно «угловых дуг»), выбранных по правилу: если число «угловых дуг» $U < 4$, то все «дуги» сохраняются; если больше четырёх, то вычисляется суммарная угловая длина «дуг» до тех пор, пока она не превысит 80% от угловой длины всех «дуг» или пока $U = 4$.

Шаг 8. Формирование массива локальных минимумов. Сравнение угловых координат локальных минимумов, полученных на Шаге 2 и Шаге 3, с угловыми координатами «дуг» (отрезков нулевых отсчетов массива на Шаге 7: если минимум не принадлежит одной из четырёх «дуг», то он удаляется из массива минимумов, если несколько минимумов принадлежат одной «дуге», то оставляется один из них).

Шаг 9. Определение направления сосуда в данной точке: если число дуг, полученных на Шаге 7, меньше трёх, то направлением сосуда считается угловая величина того минимума массива чисел, который получен на Шаге 4, с учётом Шага 8, и который ближе всего к направлению, полученному на предыдущем шаге сканирования сосуда круглой рамкой; если число «дуг», полученных на Шаге 7, три или четыре, то направлением сосуда считается угловая величина того минимума массива чисел, который получен на Шаге 4, с учётом Шага 8, который ближе к направлению на конечную точку выбранного участка сосуда. Если выбранное направление отклоняется от направления на конечную точку участка сосуда на угол, больший допустимого, то за направление сосуда в данной точке принимается направление на конечную точку.

Шаг 10. Проверка выполнения условия для $U > 2$, при выполнении условия осуществляется переход к Шагу 2, в противном случае — Шагу 11.

Шаг 11. Определение локального диаметра (толщины) сосуда в заданной точке по правилу: если число «дуг», найденных на Шаге 7, равно двум, что соответствует участку трассы без пересечений и без ветвлений, то диаметр сосуда оценивается по формуле:

$$D = 2R \sin \frac{\beta}{2} \cdot \sin \frac{\varphi}{2}, \quad (23)$$

где R — радиус круглой рамки; β — среднеарифметическое угловых размеров двух «дуг», образованных при пересечении сосуда круглой рамкой и определённых на Шаге 7 с учётом Шага 8; φ — центральный угол, образованный двумя радиусами круглой рамки, направленными на центры двух «дуг»; если число «дуг», определённых на Шаге 7, более двух, то диаметр сосуда не вычисляется, а данная точка сосуда относится к списку недоверенных точек и круглая рамка смещается ещё на один шаг.

Шаг 12. Формирование массива множества точек разветвления сосуда $A_0 = \{a_{0i}; i = \overline{1, N}\}$.

Шаг 13. Определение координат следующей точки трассы, в которую смещается круглая рамка:

$$x_{n+1} = x_n + \Delta \cos \alpha, \quad (24)$$

$$y_{n+1} = y_n + \Delta \sin \alpha, \quad (25)$$

где (x_n, y_n) и (x_{n+1}, y_{n+1}) — координаты текущей и последующих точек трассы сосуда, в которые помещается центр круглой рамки; Δ — шаг трассировки (шаг сканирования круглой рамки вдоль сосуда); α — угол локального направления сосуда, найденный на Шаге 9.

Шаг 14. Проверка соответствия координат текущей точки координатам конечной точки трассы

$x_n = x_a, y_n = y_a$. При невыполнении условия осуществляется переход к Шагу 7.

Шаг 15. Сохранение трассы T центрального сосуда и уточнение параметров трассы в БДИ при обработке ветвей древовидной структуры.

Шаг 16. Проверка выполнения условия $j \leq J$, при выполнении условия переход к Шагу 17. В противном случае — Шаг 18.

Шаг 17. Выбор на построенной трассе точки начала новой трассы a_{0j} .

Шаг 18. Окончание построения трассы и сохранение ее в БДИ.

Алгоритм трассировки на основе метода дискретного локально-верного преобразования

Рассмотрим модифицированное дискретное ЛВП [2] в точке $a = (x, y) \in R^2$ и $\varphi_k = 2p(k-1)/K$; при $k = \overline{1, K}$, при размере сектора $\theta = 0$:

$$F_{a,R}(\varphi_k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^N \hat{f}(a_x + t_n \cos \varphi_k, a_y + t_n \sin \varphi_k), \quad (26)$$

где $\hat{f}(x, y)$ — функция, интерполирующая цифровое изображение $f(m, n)$, например, путем билинейной интерполяции.

Введем несколько обозначений: C_R — линейно упорядоченное множество точек дискретной окружности с центром в точке $(0; 0)$ и радиусом $R \in \mathbb{N}$; L_{a_1, a_2} — линейно упорядоченное множество точек дискретного отрезка между точками $a_1, a_2 \in Z^2$, $X^{(i)}$ — i -й по порядку элемент множества; $L_{a,R,k} = L_{a,a+C_R^{(k)}}$ — линейно упорядоченное множество точек дискретного отрезка, проведенного из точки $a \in Z^2$ в k -ю точку дискретной окружности радиуса R . Таким образом, с учетом введенных обозначений определим ЛВП как [4]:

$$D_{a,R}(\varphi_k) = \frac{1}{|L_{a,R,k}|} \sum_{i=1}^{|L_{a,R,k}|} f(L_{a,R,k}^{(i)}), \quad (27)$$

где $a \in Z^2$ — точка центрального преобразования; $R \in \mathbb{N}$ — радиус области преобразования.

Для каждой точки осуществляется дискретное ЛВП. Для каждой такой функции находятся все локальные минимумы. Шумовые искажения изображения приводят к появлению ложных минимумов на развертке ЛВП, поэтому для их удаления дополнительно выполняется фильтрация развертки. Далее, начиная с наибольшего радиуса, отслеживается, что найденный локальный минимум, соответствующий какому-либо направлению, сохраняется при уменьшении радиуса круглой области. Если такое направление существует, то оно заносится в список направлений анализируемой точки.

Входными данными для алгоритма являются: $f(m, n)$ — изображение, a_0 — начальная точка трассировки, R — начальный радиус. Алгоритм трассировки на основе метода ЛВП состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Ввод исходных данных $f(m, n)$, $a_0(x, y)$, R .

Шаг 2. Ввод точки старта для трассировки и направления движения W трассы T .

Шаг 3. Определение множества направлений U в точке a . Для каждой точки вычисляется набор функций по формуле (26). Для каждой такой функции находятся все локальные минимумы. Начиная с наибольшего круга, прослеживается, что найденный локальный минимум, соответствующий какому-либо направлению, сохраняется при уменьшении радиуса круглой области. Если такое направление U_i существует, то оно заносится в список направлений $U = \{u_i, i = \overline{1, I}\}$ анализируемой точки по формуле (26).

Шаг 4. Проверка выполнения условия $|U| = 0$. При выполнении условия осуществляется переход к Шагу 17, иначе — Шаг 5.

Шаг 5. Проверка выполнения условия $0 < |U| < 2$. При выполнении условия выбирается направление «вперед» и осуществляется переход к Шагу 6, в противном случае — Шаг 9.

Шаг 6. Расчет диаметра сосуда в точке a , с учетом формул (26, 27) при наличии локальных минимумов $F_{a,R}(\varphi_k)$ в точках a и a' :

$$d = N \left[(F_{\min \dots a,R}(\varphi_k) + F_{\min \dots a',R}(\varphi_k)) \right]. \quad (28)$$

Шаг 7. Выбор направления k . Выбрать точку $a' = L_{a,R,k}^{(s)}$, где s — размер шага в соответствии с ЛВП (27).

Шаг 8. Добавление в трассу отрезка текущей точки a и точки a' с учетом шага, $T := T \cup L_{a,a'}$; $a := a'$. Осуществить переход к Шагу 2.

Шаг 9. Проверка выполнения условия $|U| > 2$. При выполнении условия осуществляется переход к Шагу 17, иначе — Шаг 10.

Шаг 10. Определение центра развилки a_c .

Для определения центра развилки необходимо знать по одной граничной точке для каждой ветви. Граничная точка — точка, находящаяся в русле на минимальном расстоянии от множества точек развилки (или не превышающем размер шага поиска). Пусть $a_i = (x, y)$ — граничные точки, $q_i = (l_i, m_i)$ — направления (в сторону от развилки). Центр развилки можно определить несколькими способами.

Усреднение точек пересечения прямых, построенных по точкам a_i и направлениям q_i . Точка развилки сосудов (см. рис. 1):

$$x_c = \frac{l_1 l_2 (y_1 - y_2) - m_1 l_2 x_1 + m_2 l_1 x_2}{m_2 l_1 - m_1 l_2}, \quad (29)$$

$$y_c = \frac{m_1 m_2 (x_1 - x_2) - m_1 l_2 y_2 + m_2 l_1 y_1}{m_2 l_1 - m_1 l_2}. \quad (30)$$

Шаг 11. Добавление в трассу отрезка между текущей точкой a и точкой центра развилки a_c , $T := T \cup L_{a,a_c}$.

Шаг 12. Инициализация новой трассы T_{new} .

Шаг 13. Определение для направления i точки входа в ветвь a_{in} .

Шаг 14. Построение кривой T' между a_c и a_{in} , $T' = L_{a_c, a_{in}}$.

Шаг 15. Добавление в трассу кривой $T_{\text{new}} := T_{\text{new}} \cup T'$.

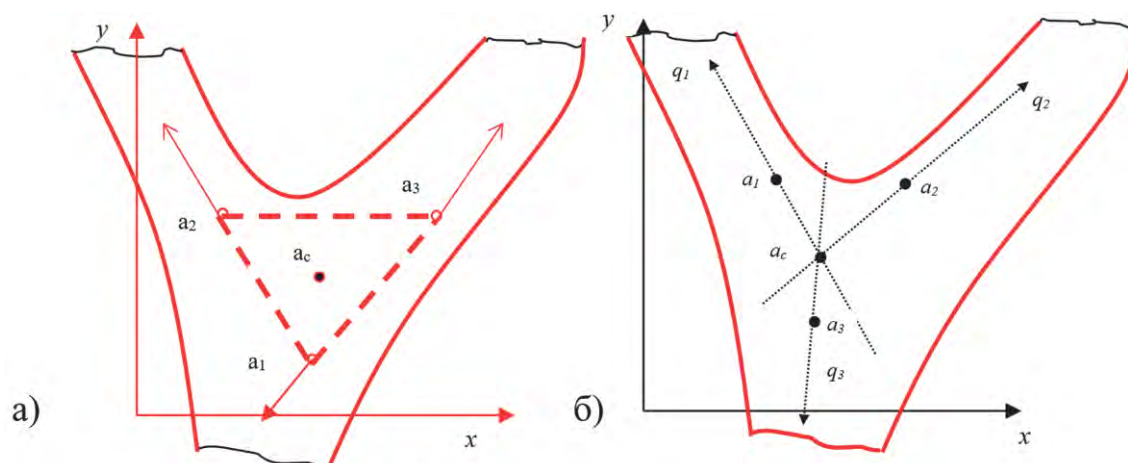


Рис. 1. Определение центра развилки:
а) усреднение граничных точек; б) усреднение точек пересечения кривых.

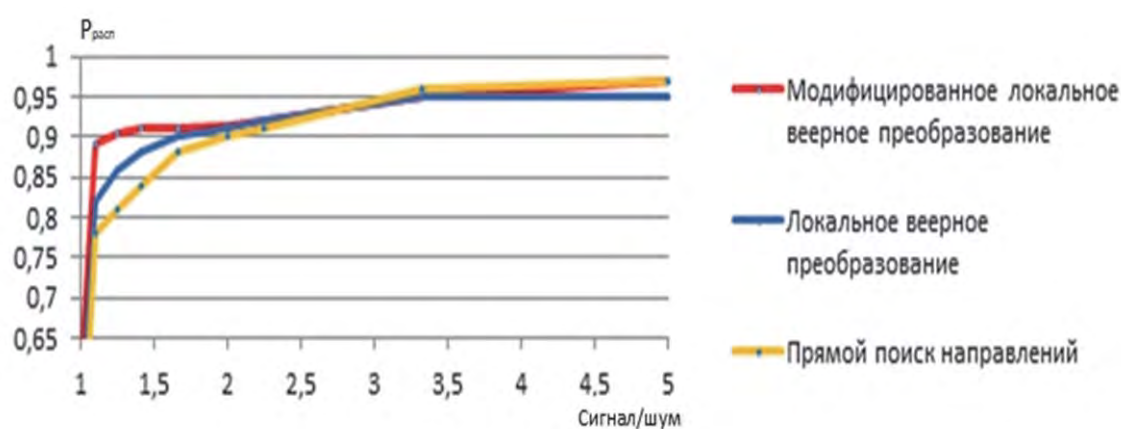


Рис. 2. Экспериментальная оценка эффективности алгоритмов трассировки сосудов для распознавания сосудистого рисунка

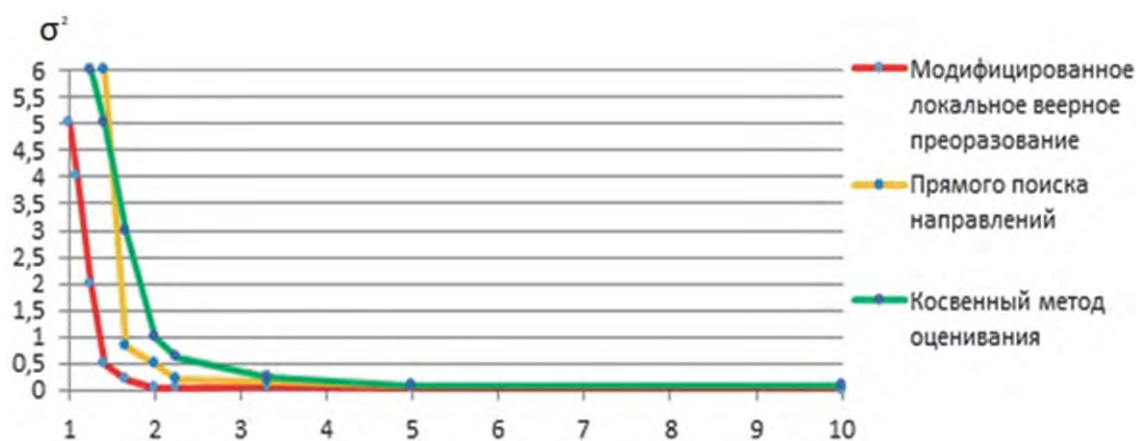


Рис. 3. Среднеквадратическое отклонение трассы сосуда в зависимости от уровня шума

Шаг 16. Переход к следующему направлению $i = i + 1$.

Шаг 17. Проверка выполнения условия достижения последнего направления сосуда: равенства $i = I$, где I — максимально возможное количество направлений.

При выполнении равенства осуществить переход к Шагу 17, в противном случае — Шаг 12.

Шаг 18. Окончание построения трассы и сохранение ее в БДИ.

Выбор конкретного алгоритма построения трассы сосудов и получения глобальных геометрических признаков необходимо осуществлять после оценки уровня шума на изображении, который может усиливаться под влиянием различных факторов, например, при работе системы в условиях агрессивной среды. Алгоритм на основе метода прямого поиска направлений (ППН) имеет слабую помехоустойчивость к аддитивному шуму и сильную зависимость результата от относительного положения объекта относительно рамки. Достоинствами алгоритма на основе ППН являются легкость реализации и малое время формирования трассы сосудов. Алгоритм на основе модифицированного локального вейерного преобразования (МЛВП) имеет более высокую степень помехоустойчивости: его можно использовать при более высоком уровне шума, до 40%, при этом для преодоления зашумленности изображения достаточно уменьшить радиус преобразования. Недостатками алгоритма являются более длительное время формирования трассы сосуда и более сложная реализация по сравнению с алгоритмом на основе ППН.

Результаты натурно-имитационного моделирования основных методов трассировки при различных уровнях шума на ИК изображения представлены на рис. 2, 3.

Заключение

Таким образом, достоверность идентификации в АСКД во многом определяется обоснованным выбором технологии биометрической идентификации. Эффективность использования алгоритмов переработки информации существенно зависит от вида, объема и качества перерабатываемой контрольно-измерительной информации. Варьировать этими показателями можно, изменяя, в частности, технологию биометрической идентификации, способы ее технической реализации, формы, виды и способы формирования исходных данных и др.⁵

⁵ ГОСТ Р 52633.0-2006. ЗИ. Техника защиты информации. Требования к средствам высоконадежной биометрической идентификации. М. : Росстандарт, 2006. 25 с

Литература

1. Амелькин С. А. Обобщенное расстояние Евклида-Махаланобиса и его свойства / С. А. Амелькин, А. В. Захаров, В. М. Хачумов // Информационные технологии и вычислительные системы. 2006. № 4. С. 40—44.
2. Ильясова Н. Ю., Корепанов А. О., Куприянов А. В. и др. Анализ структуры сосудистой системы сердца методом трассировки изображений проекций // Компьютерная оптика. 2002. № 23. С. 53—57.
3. Коротков К. Г., Крыжановский Э. В., Филатов С. И. и др. Метод выявления лиц, склонных к совершению противоправных действий. М. : ГУ НПО «Спец. техника и связь» МВД России, 2005. 32 с.
4. Куприянов А. В. Оценка геометрических параметров изображений древовидных структур. Самара : СГАУ, 2004. 118 с.

Выбор конкретного алгоритма трассировки необходимо осуществлять после оценки уровня шума на изображении, который может усиливаться под влиянием различных факторов, например, при работе АСКД в условиях агрессивной информационной среды. Алгоритм на основе метода ППН имеет слабую помехоустойчивость к аддитивному шуму и сильную зависимость результата от относительного положения объекта относительно рамки, в связи с этим при его использовании необходимо вводить дополнительную фильтрацию. Достоинствами алгоритма являются легкость реализации и малое время формирования центральной линии сосудов. Этот алгоритм можно использовать для трассировки при низком уровне шума на изображении.

Алгоритм на основе дискретного ЛВП имеет более высокую степень помехоустойчивости, его можно использовать при более высоком уровне шума на изображении, при этом для преодоления зашумленности изображения достаточно уменьшить радиус преобразования. Недостатками алгоритма являются более длительное время формирования центральной линии сосуда и более сложная реализация по сравнению с алгоритмом на основе ППН.

Применение рассмотренных алгоритмов трассировки позволяет повысить точность измерения диаметра сосудов и извлечь информацию о каждом сосуде, которая недоступна при использовании методов сегментации. При этом алгоритмы трассировки по сравнению с алгоритмами сегментации характеризуются более простой реализацией, более высокой скоростью работы и достаточно высокой точностью оценивания локальных параметров сосуда.

Натурно-имитационное моделирование разработанных элементов ИМО рассмотренной технологии биометрической идентификации на основе распознавания рисунка сосудов ладони в условиях информационного соперничества показало, что достоверность (D) идентификации повышается в среднем на 17—24% по сравнению с традиционной дактилоскопической технологией при обеспечении требуемых уровней оперативности (τ), ресурсоемкости (C) и надежности, характеризуемой вероятностью (P_1) недопуска работника, допущенного к информационному ресурсу, и вероятностью (P_2) доступа злоумышленника.

5. Куприянов А. В. Определение параметров русла сосудов с использованием трехмерного локального веерного преобразования // Компьютерная оптика. 2004. № 25. С. 154—157.
6. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. Тезаурус : монография. М. : Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
7. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
8. Ловцов Д. А., Князев К. В. Защищённая биометрическая идентификация в системах контроля доступа. I. Математические модели и алгоритмы // Информация и космос. 2013. № 1. С. 100—103.
9. Ловцов Д. А., Князев К. В. Защищённая биометрическая идентификация в системах контроля доступа. II. Качество информационно-математического обеспечения // Информация и космос. 2013. № 2. С. 95—100.
10. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В. А. Сойфера. М. : Физматлит, 2001. 784 с.
11. Татарченко Н. В., Тимошенко С. В. Биометрическая идентификация в интегрированных системах безопасности // Специальная техника. 2002. № 2. С. 45—51.
12. Тихонов И. А. Технология биометрической идентификации по ИК изображениям сосудистого русла кисти руки // Труды 9-й Междунар. науч.-техн. конф. «Физика и электроника в медицине и экологии ФРЭМЭ-2010». Владимир, 2010. С. 124—128.
13. Chen C.H., Rau L.F. and Wang P. Handbook of pattern recognition and computer vision / (eds.). Singapore-New Jersey-London-Hong Kong: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017. 984 p.

Рецензент: **Марков Алексей Сергеевич**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия.

E-mail: a.markov@bmstu.ru

RELIABLE BIOMETRIC IDENTIFICATION IN AUTOMATED ACCESS CONTROL SYSTEMS

Dmitrii Lovtsov, Dr.Sc. (Technology), Professor, Meritorious Scientist of the Russian Federation, Deputy Director for Research of 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, Russian Federation, Moscow.

E-mail: dal-1206@mail.ru

Dmitrii Karpov, Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Automated Control Systems Department of the Peter the Great Military Academy of the Strategic Missile Forces, Moscow, Russian Federation.

E-mail: kds-zn@mail.ru

Andrei Rakovenko, Ph.D. (Technology), Deputy Head of the Automated Control Systems Department of the Peter the Great Military Academy of the Strategic Missile Forces, Moscow, Russian Federation.

E-mail: gonza028@yandex.ru

Keywords: biometric identification, technology, methods, algorithms, tracing, palm vessels pattern, reliability, accuracy, information.

Abstract.

Purpose of the paper: improving the scientific and methodological base of the theory of biometric identification of persons in automated access control systems.

Methods used: system analysis, tracing, computational mathematics and computer graphics.

Results obtained: the problem statement of reliable biometric identification based on the recognition of the vascular pattern of the person's palm is formalised. A complex of algorithms is developed for distinguishing the palm vessels pattern based on advanced tracing methods which ensures improved accuracy of vessel diameter measuring and getting information about each vessel. Results of full-scale simulation modelling are presented.

References

1. Amel'kin S. A. Obobshchennoe rasstoianie Evklida-Makhalanobisa i ego svoistva. S. A. Amel'kin, A. V. Zakharov, V. M. Khachumov. Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy, 2006, No. 4, pp. 40-44.

2. Il'iasova N. Iu., Korepanov A. O., Kupriianov A. V. i dr. Analiz struktury sosudistoi sistemy serdtsa metodom trassirovki izobrazhenii proektsii. *Komp'yuternaia optika*, 2002, No. 23, pp. 53-57.
3. Korotkov K. G., Kryzhanovskii E. V., Filatov S. I. i dr. Metod vyivleniia lits, sklonnykh k soversheniiu protivopravnykh deistvii. M. : GU NPO "Spets. tekhnika i sviaz" MVD Rossii, 2005, 32 pp.
4. Kupriianov A. V. Otsenivanie geometricheskikh parametrov izobrazhenii drevovidnykh struktur. Samara : SGAU, 2004, 118 pp.
5. Kupriianov A. V. Opredelenie parametrov rusla sosudov s ispol'zovaniem trekhmernogo lokal'nogo veernogo preobrazovaniia. *Komp'yuternaia optika*, 2004, No. 25, pp. 154-157.
6. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem. Tezaurus : monografiia. M. : Nauka, 2005, 248 pp. ISBN 5-02-033779-X.
7. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem. M. : RGUP, 2021, 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
8. Lovtsov D. A., Kniazev K. V. Zashchishchennaia biometricheskaia identifikatsiia v sistemakh kontrolya dostupa. I. Matematicheskie modeli i algoritmy. *Informatsiia i kosmos*, 2013, No. 1, pp. 100-103.
9. Lovtsov D. A., Kniazev K. V. Zashchishchennaia biometricheskaia identifikatsiia v sistemakh kontrolya dostupa. II. Kachestvo informatsionno-matematicheskogo obespecheniia. *Informatsiia i kosmos*, 2013, No. 2, pp. 95-100.
10. Metody komp'yuternoii obrabotki izobrazhenii. Pod red. V. A. Soifera. M. : Fizmatlit, 2001, 784 pp.
11. Tatarchenko N. V., Timoshenko S. V. Biometricheskaia identifikatsiia v integrirovannykh sistemakh bezopasnosti. *Spetsial'naia tekhnika*, 2002, No. 2, pp. 45-51.
12. Tikhonov I. A. Tekhnologiia biometricheskoi identifikatsii po IK izobrazheniiam sosudistogo rusla kisti ruki. Trudy 9-i Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Fizika i elektronika v meditsine i ekologii FREME-2010". Vladimir, 2010, pp. 124-128.
13. Chen C.H., Rau L.F. and Wang P. Handbook of pattern recognition and computer vision. (eds.). Singapore-New Jersey-London-Hong Kong: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017, 984 p.

ПРОТОКОЛ ОБРАБОТКИ НАБОРОВ ДАННЫХ ДЛЯ ИХ ПУБЛИКАЦИИ В ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКАХ

Борисов Р.С., Ефименко А.А.*

Ключевые слова: открытые данные, структура набора данных, метаданные, паспорт данных, протокол, публикация наборов данных, конфиденциальность, классификационные признаки.

Аннотация.

Цель работы: совершенствование научно-методической базы регулирования опубликования в открытых источниках наборов данных, потенциально содержащих сведения, составляющие конфиденциальную информацию.

Методы: системно-правовой анализ внешних и атрибутивных свойств и организационных приемов обработки наборов данных, позволяющих обеспечить конфиденциальность информации при публикации в открытых источниках.

Результаты: выделены группы обладателей и потребителей наборов данных, определены их права, основные субъекты, а также накладываемые ими ограничения; сформирован организационно-технический регламент публикации наборов данных, включающий концептуальный вариант подхода к организации информационных процессов при публикации наборов данных; разработан итерационный протокол обработки наборов данных при их публикации, позволяющий выделить основные процедуры обработки, анализа и преобразования наборов данных.

DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-59-70

Введение

В настоящее время одной из важных общественных проблем является соблюдение определенного баланса между масштабами открытого распространения *полезной* информации и вместе с тем определенных ограничений на доступ к информации о деятельности государственных и муниципальных органов власти, предприятий промышленности, транспорта, связи, научных, образовательных, медицинских учреждений, общественных и других организаций. Основной задачей соответствующего *регламента опубликования наборов данных* является недопущение опубликования наборов данных, содержащих привилегированные сведения (включая персональные данные), составляющие *конфиденциальную* информацию и находящиеся в режиме тайны (государственной, личной, семейной, коммерческой, служебной, профессиональной [9, 14]), а также информацию, запрещенную к публикации — информацию, направленную на пропаганду войны, разжигание национальной, расовой или религиозной ненависти и вражды, а также иную информацию, за распространение которой предусмотрена уголовная

или административная ответственность¹; информацию, оскорбляющую человеческое достоинство и общественную нравственность, демонстрирующую явное неуважение к обществу, государству, официальным государственным символам Российской Федерации, Конституции Российской Федерации или органам, осуществляющим государственную власть в Российской Федерации².

Порядок обработки *персональных* данных регулируется Федеральным законом «О персональных данных» от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ и другими нормативными правовыми актами; порядок обработки сведений, составляющих *коммерческую тайну* — Федеральным законом «О коммерческой тайне» от 29 июля 2004 г. № 98-ФЗ; сведений, составляющих *служебную тайну* — Постановлением Правительства РФ от 3 ноября 1994 г. № 1233 (ред. от 06.08.20) «Об утверждении Положения о порядке обращения со служебной информацией ограниченного распространения в федеральных органах исполнительной власти, уполномоченном органе

¹ Пункт 6 ст.10 Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ (ред. от 09.03.21) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

² Там же.

* **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

Ефименко Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: alex192@mail.ru

управления использованием атомной энергии и уполномоченном органе по космической деятельности».

Разнообразие профессиональной деятельности, в процессе которой должностные лица становятся обладателями конфиденциальной информации, влечет за собой многообразие видов информации из разряда *профессиональной тайны*: врачебная, юридическая, нотариальная тайны, тайна переписки и др. [1, 4, 6, 7, 9, 10]. Согласно российскому законодательству, в государственных организациях и коммерческих структурах должна быть разработана и утверждена система защиты государственной тайны и конфиденциальной информации (персональные данные, коммерческая, служебная и профессиональная тайна), в том числе перечни соответствующей информации.

Сложность анализа наборов данных и результатов исследований заключается в том, что при обработке (преобразовании) [12, 16] наборов данных, в паспортах которых указано, что данные не содержат конфиденциальную информацию (персональные данные, коммерческую, профессиональную и служебную тайны), в некоторых случаях выявляется наличие информации, которая является конфиденциальной [5, 8]. Чтобы исключить данную ситуацию, необходимо определить соответствующие преобразования данных (интеграция и агрегирование) и внедрить *регламент* обработки наборов данных, который позволит публиковать обрабатываемые данные в открытом доступе, не нарушая российского законодательства по обработке конфиденциальной информации с соблюдением авторских и смежных прав собственников информации.

Ключевые элементы, определяющие режим доступа к наборам данным

Выявление ключевых элементов наборов данных, содержащих элементы конфиденциальной информации, можно реализовать с помощью *экспертных* методов либо средствами интеллектуальной автоматизированной обработки данных.

В том случае, если структура наборов данных имеет *линейную* (табличную) структуру с ограниченным набором полей, можно ограничиться экспертными методами определения полей (атрибутов) данных, содержащих конфиденциальную информацию. Если наборы данных представлены в виде *неструктурированной* или *слабоструктурированной* информации, например, в виде текстов договоров, контрактов, анкет, заявлений и др., использование экспертных методов для определения возможной их публикации становится очень трудоемким и дорогостоящим процессом, нивелирующим все преимущества от опубликования наборов данных. Для инициации процедур анализа и преобразования таких данных необходимо специальное решение специального *экспертного совета*, подготовленное на основе мотивированного заключения *отдела управления данными*.

В случае использования экспертных методов экспертизе подвергаются *паспорта* наборов данных и все входящие в состав наборов данных — результаты исследований поля (атрибуты). Эксперт оценивает атрибуты и их содержание на наличие сведений конфиденциального характера. В зависимости от специфики наборов данных, в качестве экспертов могут выступать специалисты по отдельным категориям конфиденциальных данных, охватывающих те или иные отрасли права, входящие в классификатор [14], например, специалист по персональным данным или по вопросам коммерческой тайны и др. Для повышения качества распознавания атрибутов при анализе одних и тех же нормативных актов могут привлекаться несколько экспертов с последующей мажоритарной выборкой результатов их работы.

Отдельный элемент, подлежащий анализу экспертами — *паспорт набора данных*. Паспорт включает в себя дополнительную информацию, не входящую непосредственно в сам набор данных. Поля паспорта разработаны таким образом, что при правильном и полном их заполнении часть нагрузки экспертов по выявлению ключевых атрибутов, содержащих конфиденциальные данные, переносится на обладателей этих наборов данных. Кроме того, качественное заполнение паспорта позволит снизить квалификационные требования к компетенциям экспертов отдела управления данными.

Обладатель набора данных обязан самостоятельно заполнять паспорт информацией, которую он посчитает необходимой для правильной интерпретации режима доступа к своему набору данных.

Однако если наборы данных содержат слабоструктурированные данные, их «ручная» обработка становится нецелесообразной. Для обработки такой информации предлагается подход, основанный на применении однослойной *нейросети* [15] для обучения и распознавания классификационных признаков (ссылочных элементов) наличия конфиденциальных данных, основанный на ранжировании уровня конфиденциальности.

Взаимодействие субъектов обработки наборов данных

Одним из основных организационных механизмов, используемых в мировой практике при рассмотрении вопросов о возможности публикации документов государственных органов и организаций в открытом доступе, является создание специальных групп экспертов — *экспертных советов* (рис. 1), которым поручается рассмотрение этих вопросов с учетом существующих реестров и классификаций конфиденциальной информации и других нормативных правовых актов.

Эксперт-аналитик 1 (сектора оценки входящих данных), хорошо знающий классификатор конфиденциальных данных, изучает поступивший набор данных вместе с их паспортом и выявляет те законы и нормативные правовые акты (НПА), которые могут препят-

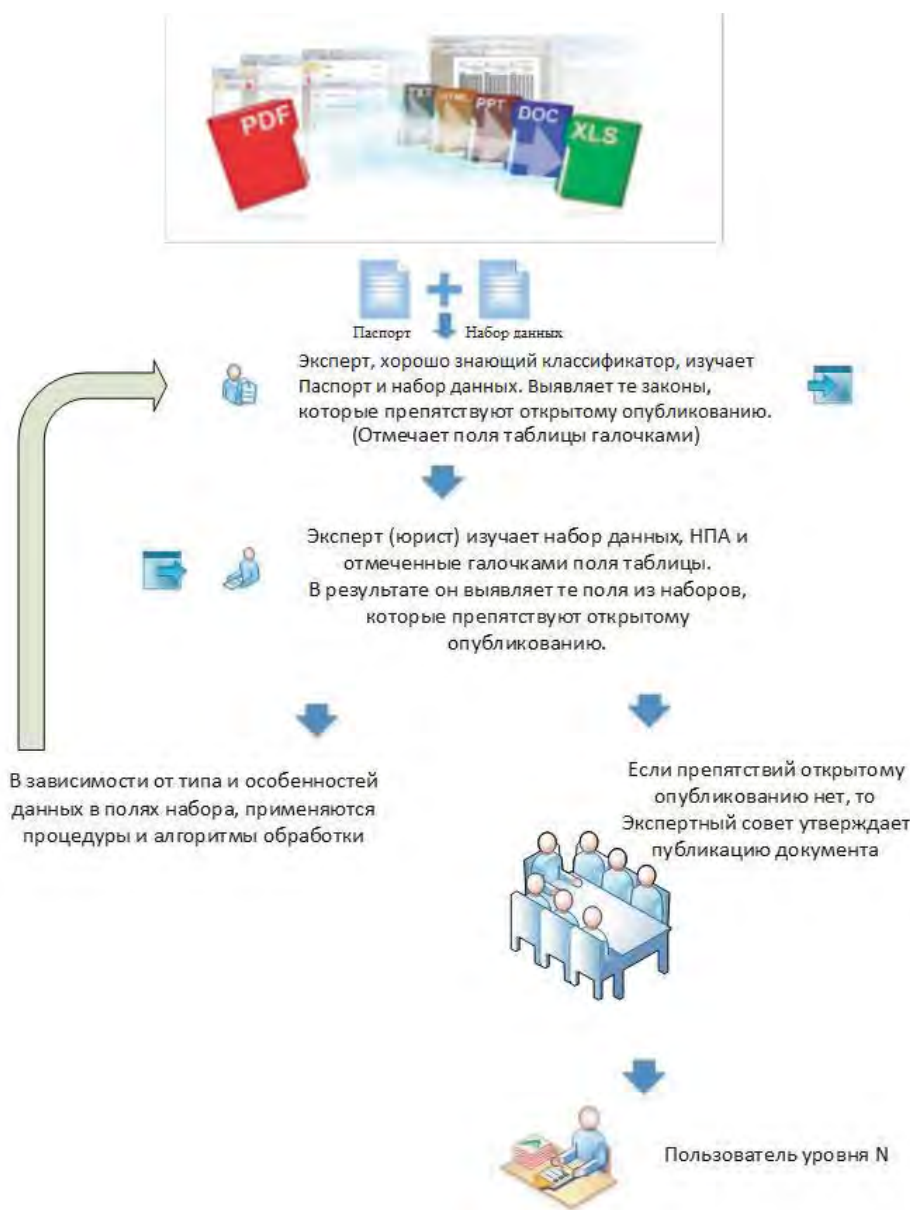


Рис. 1. Схема взаимодействия субъектов обработки наборов данных

ствовать открытому опубликованию (проставляет соответствующие отметки).

Эксперт-аналитик 2 (юрист), обладающий компетенциями по НПА, которые могут препятствовать открытому опубликованию и которые отмечены экспертом 1, выявляет те атрибуты (поля) из наборов, которые препятствуют открытому опубликованию.

В зависимости от типа и особенностей атрибутов данных (полей набора данных) к этим полям применяются процедуры и алгоритмы обработки [6], которые позволяют исключить конфиденциальные сведения, препятствующие открытой публикации поступившего набора данных. Формируется проект экспертного заключения, который передается на рассмотрение и утверждение в экспертный совет.

Экспертный совет рассматривает полученный проект экспертного заключения и дает (или не дает) решение на публикацию в открытом контуре. Данные

публикуются в открытом доступе либо с этими наборами данных производятся другие действия, рекомендованные экспертным советом.

На предварительном этапе должны быть проанализированы все перечни конфиденциальной информации (персональные данные, коммерческая, служебная и профессиональная тайна), которые обладатель передаваемых наборов данных установил в своей организации. В соглашении об информационном взаимодействии с обладателем должны быть предусмотрены условия передачи таких перечней.

Анализ необходимо проводить на предмет выделения передаваемой в наборе данных информации, которая обладает свойством *кумулятивности* [9] — при достижении определенного объема может становиться конфиденциальной, например:

- временные интервалы (за квартал — не является конфиденциальной, за год — является);

- данные по административно-территориальному признаку (по области — не конфиденциальные, по федеральному округу или всей стране — конфиденциальные);
- данные по материнской компании — конфиденциальные, а по дочерним компаниям по отдельности — нет.

В каждом паспорте набора данных, полученного от обладателя набора данных, должны быть предусмотрены поля:

- поле, в котором отмечено, являются ли данные этого набора данных конфиденциальной информацией (персональные данные, коммерческая, служебная и профессиональная тайна — одновременно можно выбрать несколько категорий);
- поле, в котором отмечен признак возможности опубликовать данные и, если определена возможность опубликования, то в каком виде публикуется:

0 — разрешена публикация в передаваемом виде;

1 — разрешена публикация в обезличенном (для персональных данных) или деперсонифицированном (для коммерческой тайны) виде;

2 — разрешена публикация в анонимизированном виде;

3 — запрещена публикация.

В отдельных случаях необходим еще и анализ по перечням конфиденциальной информации и классификационным признакам, определяющим сведения, составляющие государственную тайну. Это необходимо, например, в случаях, когда в наборе данных содержится информация, поступающая от отдельных организаций, которая является открытой информацией, а в совокупности может быть закрытой (например, добыча или покупка редкоземельных элементов отдельной компанией и страной в целом).

При формировании как паспорта наборов данных, так и самих наборов данных следует учитывать *правило*: для каждого набора данных должна быть установлена периодичность обновления с учетом потребностей пользователей наборов данных, например, данных *судебной статистики* [2]. Для каждого набора данных в паспорте набора данных должна быть указана дата его актуальности. Частота обновления набора данных может быть следующей:

Оперативные — данные, поступающие в интерактивном режиме, оперативные данные о деятельности компании, текущая отчетность и др. Например, оперативные данные МЧС России о числе возгораний и природных пожаров в России или оперативные итоги голосования ЦИК России. Для оперативных данных частота обновления может быть установлена следующими значениями: чаще одного раза в день; ежедневно; еженедельно.

Долговременные данные — управленческие регламенты, например, должностные и рабочие инструкции, правила поведения персонала; законы, нормы, нормативы, стандарты, технологические карты производ-

ственных процессов и др. Для долговременных данных частота обновления может быть установлена следующими значениями: ежемесячно; ежеквартально; каждые полгода; ежегодно; по мере изменения данных.

Обладатель набора данных может указать срок хранения наборов данных, но для полноты предоставления услуг пользователям необходимо стремиться обеспечить хранение всех версий наборов данных.

Обладателей наборов данных можно отнести к двум группам: первичные и вторичные.

К *первичной* группе относятся обладатели, предоставляющие наборы данных — результаты исследований:

- федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ) или другие органы — в части информации, предоставляемой:

- а) по запросу согласно ст. 7.1 210-ФЗ³ (в отношении информации о деятельности государственного органа);

- б) в соответствии с законами и (или) иными нормативными правовыми актами, принятыми на основании ст. 4 8-ФЗ⁴ (в отношении информации о деятельности государственного органа);

- в) по соглашениям об информационном взаимодействии, в том числе на основании ч. 4 ст. 10 149-ФЗ⁵ и с учетом предусмотренных в ч. 3 ст. 6 149-ФЗ прав обладателя информации (Российской Федерации), от имени которого выступает ФОИВ;

- г) в соответствии с положениями законодательства, определяющими особенности предоставления доступа к информации, содержащейся в отдельных государственных информационных системах и ресурсах, доступа к иной информации, не относящейся к информации о деятельности государственного органа;

- третьи лица (организации) — в части информации, предоставляемой по лицензионным договорам или по договорам оказания информационных услуг;

- пользователи (физические лица, потребители) — в части научных исследований, в которых используются результаты обработки данных по лицензионным договорам.

К *вторичной* группе относятся обладатели наборов данных, опубликованных в открытом доступе, а также эксперты отдела управления данными, выполняющие обработку исходной информации.

В паспортах, соответствующих наборам данных — результатам исследований, указываются разрешения и ограничения на пользование информацией, включая разрешения на обработку, распространение, опубликование персональной и другой информации.

³ Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ (ред. от 30.12.20) «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».

⁴ Федеральный закон от 9 февраля 2009 г. 8-ФЗ (ред. от 08.12.20) «Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления».

⁵ Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ (ред. от 09.03.21) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

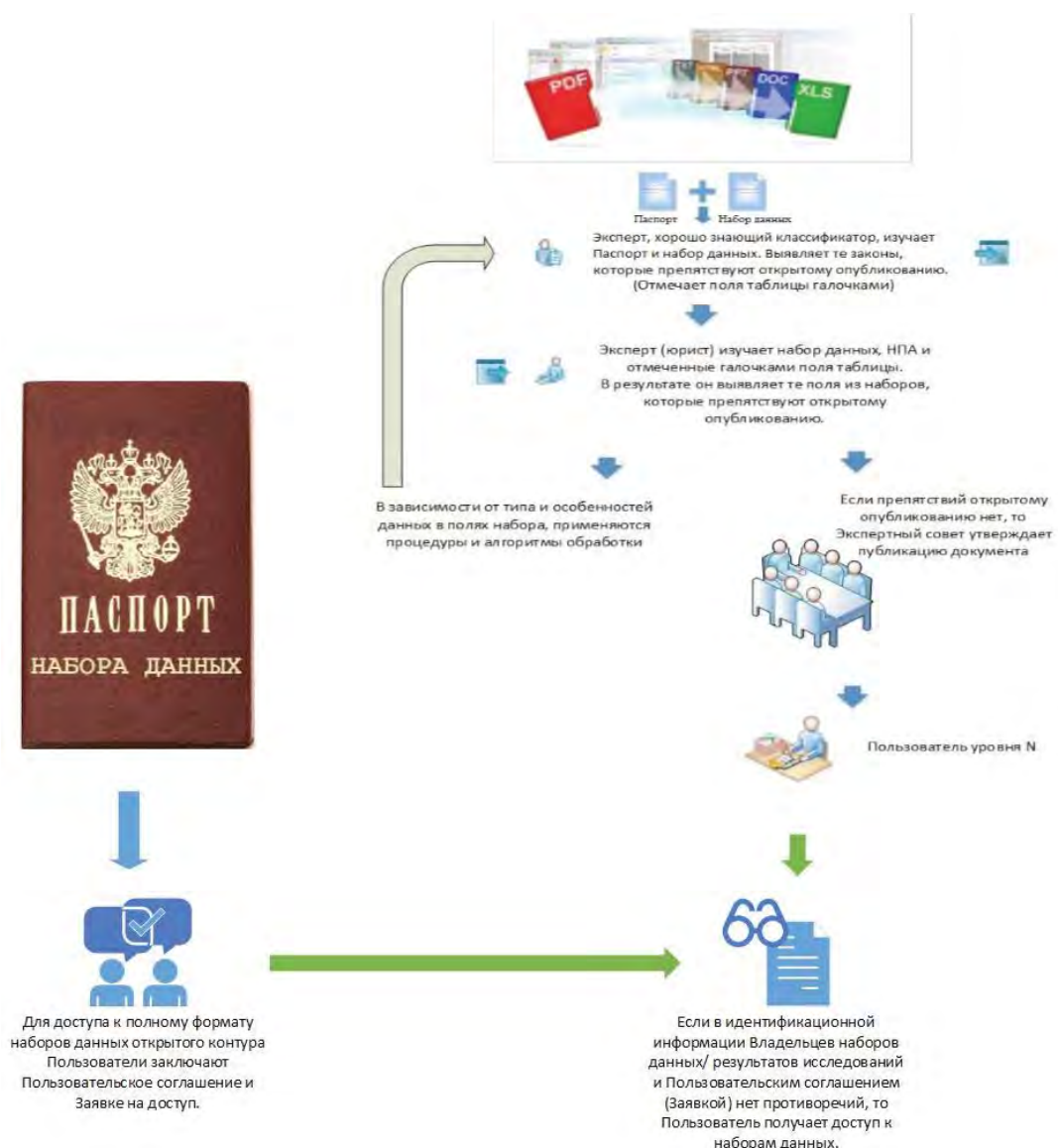


Рис. 2. Общая схема регламента публикации наборов данных

Потребителей наборов данных в зависимости от заключенного пользовательского соглашения можно условно разделить на следующие группы:

- лица, не заключающие пользовательского соглашения и имеющие возможность работы с общедоступной информацией, размещаемой в сети Интернет или получаемой по их запросам;
- лица, заключившие пользовательское соглашение на доступ к наборам данных, размещаемых в регламентируемых папках — указанные наборы данных до их передачи пользователям были подвергнуты преобразованиям, исключающим утечку конфиденциальных данных;
- эксперты, оказывающие услуги в рамках контрольного или экспертно-аналитического мероприятия;
- эксперты (специалисты), оказывающих иные услуги (например, участие в подготовке годовых планов, планов научно-исследовательских работ и др.);
- иные лица, получающие доступ к информации, в том числе рецензенты.

Для отдельных категорий пользователей доступ может быть ограничен.

Протокол публикации наборов данных

Регламент публикации наборов данных (рис. 2) от момента их получения от обладателя до момента их публикации определяет порядок подготовки и публикации общедоступной информации в формате открытых данных в соответствии с принципом открытости. Соответствующий итерационный протокол [7] обработки наборов данных при их публикации (рис. 3), позволяющий выделить основные процедуры обработки, анализа и преобразования наборов данных, а также определить цели, участников и ожидаемые результаты на каждом шаге, состоит в следующем:

Шаг 1. В отдел управления данными поступает паспорт набора данных и непосредственно набор данных. Если в паспорте отмечено, что набор данных не содержит конфиденциальных сведений (составляющих

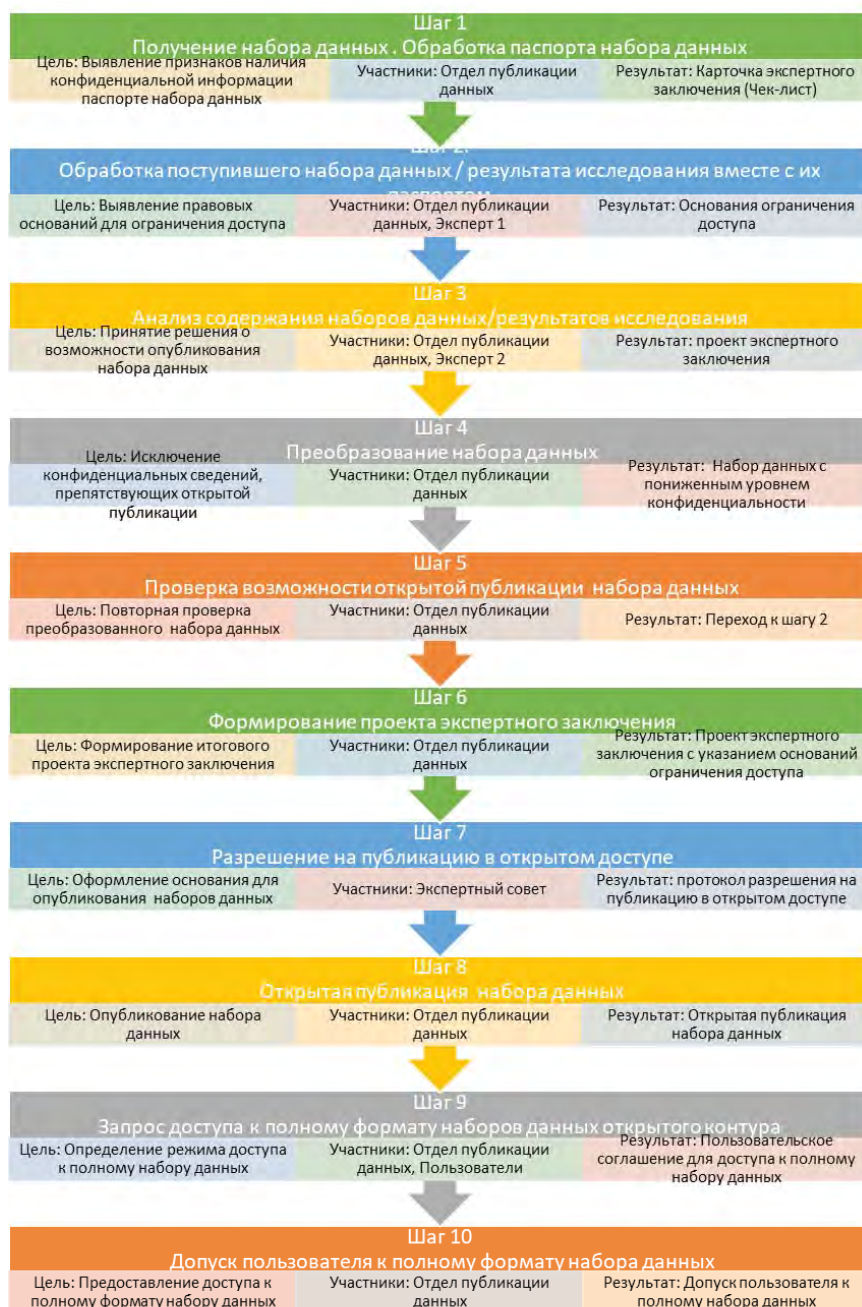


Рис. 3. Протокол обработки наборов данных при их публикации

государственную тайну или других сведений ограниченного распространения), то отдел управления данными принимает набор данных. В противном случае эксперт-аналитик готовит проект экспертного заключения и передает его в экспертный совет для рассмотрения. Экспертный совет в утвержденном протоколе определяет дальнейшие действия, и набор данных — результат исследования поступает в режимное делопроизводство.

В отдел управления данными поступает набор данных от обладателя набора данных, который предварительно заключил соглашение об информационном взаимодействии. Эксперт отдела управления данными (сектор оценки входящих данных) заполняет карточку экспертного заключения по шаблону, представленному на рис. 4.

Шаг 2. На основе разработанного классификатора эксперт-аналитик 1 (отдел управления данными, сектор оценки входящих данных) изучает поступивший набор данных вместе с паспортом (который представляет обладатель набора данных) и выявляет нормативные правовые акты, которые могут препятствовать открытому опубликованию (делает соответствующие отметки). Если таких оснований не выявлено, то переход к **Шагу 6**, иначе — к **Шагу 3**.

Шаг 3. Эксперт-аналитик 2 (юрист, обладающий компетенциями по НПА, которые отмечены на **Шаге 2**) также изучает набор данных по отношению к тем НПА, которые отмечены на предыдущем шаге.

В случае выявления в структуре и элементах наборов данных сведений, составляющих конфиденциаль-

Наименование Обладателя набора данных	
Дата, номер Пользовательского соглашения	
Наименование набора данных	
Формат набора данных	Текстовый, графический, табличный, иной.
Период, за который предоставляется набор данных	
Дата предоставления Паспорта и набора данных	
Способ получения набора данных	
периодичность обновления / срок хранения	
Категория информации в Паспорте (общедоступная информация/сведения ограниченного доступа) предоставленная Обладателем	Общедоступная информация - не содержит государственной, служебной, коммерческой и иной охраняемой законом тайны, а также сведений, отнесенных к информации ограниченного доступа Обладателем набора данных.
Результат обследования набора данных экспертом Отдела управления данными	Совпадают сведения, представленные в наборе данных с Паспортом. Вывод о необходимых действиях.
Необходимые действия эксперта	1) Если ответ эксперта положительный, данная карточка подписывается экспертом и представляется в Экспертный совет, который принимает решение о дальнейших действиях с набором данных. (См. Шаг 8 регламента). 2) Если сведения, представленные в наборе данных, не совпадают с Паспортом или в результате обследования эксперт выявил сведения, (по классификационным признакам) попадающие под ограничения открытого опубликования. Эксперт прописывает конкретные действия по устранению данных ограничений.
Результат действия эксперта (проведенные преобразования)	1) « – » если преобразования не проводились 2) Описываются, какие преобразования были проведены. Эксперт, после вторичной проверки набора данных, делает вывод о возможности публикации в открытом доступе.
Эксперт Отдела управления данными, предоставившей заключение по набору данных (ФИО, сектор, должность)	
Подпись, дата (Эксперта)	

Рис. 4. Карточка-шаблон экспертного заключения набора данных для представления в экспертный совет

ную информацию, принимается решение о запрете публикации или необходимости преобразования наборов данных для исключения из них конфиденциальной информации, а также необходимости маркировки и наложения ограничений для пользователей наборов данных. Все выявленные в ходе проведения проверки

основания для ограничения публикации, в виде кодов разработанного классификатора, включаются в проект экспертного заключения о возможности открытого опубликования.

Шаг 4. В зависимости от типа и особенностей атрибутов данных (полей набора данных) к этим полям при-

меняются процедуры и алгоритмы обработки (преобразования), которые позволяют исключить конфиденциальные сведения, препятствующие открытой публикации поступившего набора данных.

Вид применяемых к набору данных преобразований, понижающих класс конфиденциальности данных, зависит от содержания самих данных и разрешения обладателя набора данных на публикацию в том или ином виде (разрешена публикация, разрешена с той или иной степенью обезличивания или деперсонификации, разрешена публикация только в анонимизированном виде, запрещена публикация).

Для набора данных, содержащих персональные данные, применяются преобразования обезличивания с разной степенью обезличивания или анонимизации. Необходимо заметить, что к методам обезличивания персональных данных не относятся криптографические методы.

Для набора данных, представленных в табличной форме, содержащего, например, статистическую или бухгалтерскую информацию, применяются преобразования деперсонификации, анонимизации или обфускации (от англ. *obfuscate* — запутывать).

Рекомендуется применять инструменты визуализации наборов данных, что не исключает требования публикации машиночитаемых данных. При визуальном представлении наборов данных, содержащих географические координаты в качестве атрибутов объектов набора данных, необходимо обеспечить корректное отображение данных объектов на карте местности в соответствии с координатными данными.

Для визуализации табличных данных необходимо применять инструменты, позволяющие осуществить предварительный просмотр данных в веб-браузере в табличном виде.

Наборы данных, которые нельзя преобразовать (видео-, фото- и аудиоинформация, рисунки в разных форматах представления данных и др.), поступают на анализ экспертам, которые должны определить, можно ли преобразовать данные в машиночитаемые форматы для применения преобразований, понижающих класс конфиденциальности. Например, информацию в наборе данных в форматах *pdf*, *jpeg* и др. необходимо преобразовать в табличный вид с помощью сканирования с распознаванием.

В паспорте набора данных делается отметка о произведенных преобразованиях.

Шаг 5. Открытая публикация возможна только в том случае, если в результате проведения повторной проверки не обнаружено сведений конфиденциального характера. Иначе переход к **Шагу 2**.

Шаг 6. В отделе управления данными формируется проект экспертного заключения, который передается на рассмотрение и утверждение в экспертный совет.

Шаг 7. Экспертный совет рассматривает полученный проект экспертного заключения и, при необходимости, сам набор данных и в утвержденном протоколе дает (или не дает) разрешение на публикацию в открытом доступе.

Шаг 8. Данные представляются в открытом доступе в виде элемента каталога с аннотацией, кратко описывающей набор данных. Иначе с этим набором данных производятся другие действия, рекомендованные экспертным советом.

Шаг 9. Для доступа к набору данных в открытом контуре пользователи заключают пользовательское соглашение, в котором фиксируются возможности, предоставляемые (определяемые) обладателями наборов данных, в частности, устанавливается:

1. *Режим использования наборов данных.*

Определяется, может ли пользователь:

- загружать данные;
- использовать, в том числе цитировать, данные только для научных и образовательных целей;
- использовать, в том числе цитировать, данные с указанием источника;
- предоставлять результаты обработки данных;
- создавать программные или справочно-информационные продукты (кроме научных и образовательных) с использованием полученных данных (*вторичное использование*).

2. *Режим доступа в отношении:*

- наборов данных;
- отдельных (конкретных) наборов данных, определенных к регламентируемому доступу;
- сведений в полях паспорта набора данных.

Кроме того, в заявке на доступ, оформляемой вместе с пользовательским соглашением, определяются области (тематика) и классы наборов данных, к которым пользователь хочет получить доступ.

Шаг 10. Если в идентификационной информации обладателей наборов данных — результатов исследований и пользовательским соглашением (заявкой) нет противоречий, то пользователь допускается к открытому контуру. В противном случае возврат к **Шагу 9**.

Если набор данных получен в результате преобразования одного или нескольких наборов данных, ранее уже рассмотренных отделом управления данными, и в паспортах исходных наборов данных есть отметка, что при достижении определенного объема они могут стать конфиденциальными, то полученный в результате исследования набор данных проверяется по всем перечням конфиденциальной информации организаций, от которых получены исходные наборы данных, а также вышестоящих организаций (материнской компании, соответствующего министерства), а в случае необходимости и по перечням информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну. В паспорте полученного набора данных указывается, из каких наборов данных был получен этот набор данных, и экспертами отдела управления данными определяется, в каком виде можно его публиковать. Полученные наборы данных — результаты исследований подвергаются преобразованиям по анонимизации, деперсонификации, обфускации или обезличиванию, о чем в паспорте делается соответствующая отметка.

Запрос пользователя на предоставление наборов данных

Если пользователю нужны наборы данных, он должен подать запрос для их получения. Запрос будет направлен в отдел управления данными в сектор оценки данных.

Эксперт отдела управления данными заполняет карточку запроса по шаблону, представленному ниже. При заключении пользовательского соглашения пользователю предлагается заполнить запрос (рис. 5). Если пользователь не заполняет *обязательные* поля (отмеченные * — звездочкой), то эксперт связывается с ним для уточнения существа запроса.

Карточка - шаблон Запроса для представления Пользователю набора данных / результатов исследований	
Место работы* Должность *	
Ф.И.О. *	
Адрес электронной почты *	
Дата, номер Пользовательского соглашения / дата обращения	При наличии (или проставляется Экспертом после заключения) / дд.мм.гг.
Вид деятельности (по категории) *	– Государство – Общественные организации – Бизнес – Наука и образование – СМИ – другое:
Какие данные Вы хотели бы получить	
Наименование набора данных	
Формат набора данных	Текстовый, графический, табличный, иной.
Период, за который предоставляется набор данных	
К каким областям относятся данные *	☐ Образование ☐ Электроника ☐ Досуг и отдых ☐ Туризм ☐ Метеоданные ☐ Экономика ☐ Государство ☐ Картография ☐ Здоровье ☐ Транспорт ☐ Безопасность

	☐ Строительство ☐ Торговля ☐ Экология ☐ Спорт ☐ Культура
Сталкивались ли Вы ранее с проблемами доступа к этим данным? *	☐ Да ☒ Нет
Как Вы собираетесь использовать эти данные	☐ в бизнесе ☐ в личных целях ☐ в общественной работе ☐ для исследовательской ☐ другое:
Какую пользу, на ваш взгляд, принесёт публикация запрашиваемых данных *	
Дата предоставления Паспорта и набора данных / результатов исследования	дд.мм.гг.
Способ получения набора данных	
Результат обследования набора данных экспертом Отдела публикации данных и исследований	Совпадают сведения, представленные в наборе данных с Паспортом. Вывод о необходимых действиях.
Подпись, ФИО, дата Эксперта	
Подпись, ФИО, дата Пользователя	

Рис. 5. Карточка-шаблон запроса для предоставления пользователю набора данных

Предоставляемые сведения будут сохранены и использованы для аргументации необходимости опубликования набора данных — результатов исследований.

После публикации материалов пользователь получает соответствующее уведомление на указанный им адрес электронной почты. Этот адрес может быть использован также для связи с целью уточнения деталей запроса.

Карточка-шаблон запроса для представления пользователю набора данных — результатов исследований является обязательным приложением к пользовательскому соглашению.

При передаче наборов данных для публикации с обладателем наборов данных должно быть заключено соглашение об информационном взаимодействии. Эксперт отдела управления данными заполняет карточку экспертного заключения по шаблону, представленному в приложении данного соглашения.

Соглашение об информационном взаимодействии должно включать следующие обязательные пункты:

- описаны возможные форматы наборов данных, которые будут поступать — с предпочтением машиночитаемых форматов;
- обладатель наборов данных передает перечни сведений персональных данных, коммерческой, профессиональной или служебной тайны организации — обладателя набора данных;
- обладатель наборов данных сообщает о пунктах перечня сведений, составляющих государственную тайну, которые определены его организации федеральным регулятором в области защиты государственной тайны;
- в паспорте набора данных должно быть отражено, включает ли передаваемый набор данных сведения, содержащие конфиденциальную информацию (персональные данные, коммерческую, профессиональную или служебную тайну);
- если передаваемый набор данных содержит сведения, содержащие конфиденциальную инфор-

мацию, то должны быть ссылки на пункты соответствующего перечня сведений;

- если передаваемый набор данных содержит сведения, представляющие собой охраняемые *результаты интеллектуальной деятельности* [11, 13] (объекты авторских или смежных прав), должна быть ссылка на лицензионные договоры с правообладателями;
- в паспорте набора данных должно быть отражено, в каком виде разрешается публикация информации: в неизменном виде, в обезличенном (степень обезличивания данных), деперсонифицированном или анонимизированном;
- определен порядок взаимодействия эксперта отдела управления данными в том случае, если передаваемый обладателем набор данных после рассмотрения будет признан экспертом как содержащий сведения, составляющие личную (персональные данные), коммерческую, профессиональную или служебную тайну, например, по перечням вышестоящей организации в корпорации.

В приложении к соглашению об информационном взаимодействии должна быть представлена карточка-шаблон экспертного заключения набора данных для представления в экспертный совет.

Заключение

Таким образом, рассмотренный протокол и организационно-технический регламент обработки наборов данных для их публикации в открытых источниках является исходным для разработки комплекса нор-

мативных документов, регламентирующих процессы и методики определения степени конфиденциальности, разработки регламентов обработки и публикации данных, а также проектов функциональной структуры экспертного совета и отдела управления данными для однозначного определения возможности публикации в открытом доступе.

Определены и описаны группы обладателей и потребителей данных и их права на выполнение различных действий с наборами данных. Для каждой из категорий обладателей и потребителей наборов данных определены основные субъекты, а также накладываемые ими ограничения.

Сформирована организационно-функциональная модель публикации наборов данных, включающая концептуальный вариант подхода к организации информационных процессов экспертного совета, принимающего решения о публикации наборов данных. Определены базовые элементы функциональной структуры отдела управления данными, реализующего организационно-функциональную модель публикации наборов данных.

Протокол и регламент публикации наборов данных рекомендуется использовать в составе методического и в инфраструктуре информационно-программного обеспечения существующих и перспективных информационных платформ организаций, принимающих, обрабатывающих и публикующих наборы данных с целью повышения уровня публичной открытости наборов данных, с одной стороны, и соблюдения обоснованных ограничений на доступ к ним и обеспечения их информационной безопасности, с другой.

Литература

1. Белин А.В., Ващекин А.Н. О проблеме дифференциации коммерческой, служебной и иной охраняемой законом тайны // Российское правосудие. 2019. № 6. С. 32—41.
2. Борисов Р.С. Эффективный алгоритм управления переработкой судебной статистической информации // Правовая информатика. 2018. № 1. С. 15—22. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-1-15-22.
3. Борисов Р.С. Аппаратно-ориентированная модель взаимодействия открытых систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2011. Т. 7. № 1. С. 21—25.
4. Ващекин А.Н., Дзедзинский А.В. Правовое регулирование отношений в цифровом пространстве // Правосудие. 2020. № 2. С. 108—114.
5. Ефименко А.А. Государственный финансовый контроль: принципы и проблемы реализации // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Роль бухгалтерского учета и налогообложения в финансовом развитии бизнеса» (19 октября 2017 г.) / АПНИ. М. : Агентство персп. науч. исслед., 2017. С. 46—49.
6. Ефименко А.А. Интегрированная интеллектуальная технология оптимизации параллельных алгоритмов в высокопроизводительных вычислительных системах // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Современные тенденции в науке, технике, образовании» (31 января 2016 г.). Смоленск : Новаленко, 2016. С. 59—61.
7. Коваленко А.О. Протокол рациональной переработки и правовые режимы судебной информации // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 49—56. DOI 10.21681/1994-1404-2019-2-49-56.
8. 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.
9. Ловцов Д.А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере. М. : РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
10. Ловцов Д.А. Основы технологии эффективного двухуровневого правового регулирования информационных отношений в инфосфере // Правовая информатика. 2018. № 2. С. 4—14. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-4-14.

11. Ловцов Д.А. Эффективные методы защиты результатов интеллектуальной деятельности в инфосфере глобальных телематических сетей // Открытое образование. 2016. № 5. С. 85—88.
12. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
13. Ловцов Д.А., Богданова М.В. Экономико-правовое регулирование оборота результатов интеллектуальной деятельности предприятий промышленности России // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 1. С. 53—56.
14. Ловцов Д.А., Федичев А.В. Архитектура национального классификатора правовых режимов информации ограниченного доступа // Правовая информатика. 2017. № 2. С. 35—54. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-2-35-54.
15. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М. : Финансы и статистика, 2004. 344 с.
16. Федосеев С.В. Применение современных технологий больших данных в правовой сфере // Правовая информатика. 2018. № 4. С. 50—58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-5-58.

Рецензент: **Омельченко Виктор Валентинович**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, государственный советник Российской Федерации 1-го класса, советник секретариата научно-технического совета АО «ВПК «НПО машиностроения», Российская Федерация, г. Москва.
E-mail: omvv@yandex.ru

A DATA SETS PROCESSING PROTOCOL FOR THEIR PUBLICATION IN OPEN SOURCES

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

Aleksei Efimenko, 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: alex192@mail.ru

Keywords: open data, data set structure, metadata, data passport, protocol, data sets publication, confidentiality, classification attributes.

Abstract.

Purpose of the paper: improving the scientific and methodological base for regulating the publication in open sources of data sets possibly containing confidential information.

Methods used: system and legal analysis of external and attributive properties and organisational techniques for processing data sets allowing to ensure the confidentiality of information when published in open sources.

Results obtained: groups of data sets owners and consumers are identified, their rights, main subjects, as well as restrictions imposed by them are determined. An organisational and technical regulation for data sets publication is set up including a conceptual version of the approach to information processes organisation when publishing data sets. An iterative protocol for processing data sets when they are published is developed making it possible to identify the main procedures for data sets processing, analysis and transformation.

References

1. Belin A.V., Vashchekin A.N. O probleme differentsiatsii kommercheskoi, sluzhebnoi i inoi okhraniaemoi zakonom tainy. Rossiiskoe pravosudie, 2019, No. 6, pp. 32-41.
2. Borisov R.S. Effektivnyi algoritm upravleniia pererabotkoi sudebnoi statisticheskoi informatsii. Pravovaia informatika, 2018, No. 1, pp. 15-22. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-1-15-22.
3. Borisov R.S. Apparato-orientirovannaia model' vzaimodeistviia otkrytykh sistem. Elektrotekhnicheskie i informatsionnye komplekсы i sistemy, 2011, t. 7, No. 1, pp. 21-25.
4. Vashchekin A.N., Dziedzinskii A.V. Pravovoe regulirovanie otnoshenii v tsifrovom prostranstve. Pravosudie, 2020, No. 2, pp. 108-114.
5. Efimenko A.A. Gosudarstvennyi finansovyi kontrol': printsipy i problemy realizatsii. Trudy Mezhdunar. nauch.-prak. konf. "Rol' bukhgalterskogo ucheta i nalogoblozheniia v finansovom razvitii biznesa" (19 oktiabria 2017 g.). APNI. M. : Agentstvo persp. nauch. issled., 2017, pp. 46-49.

6. Efimenko A.A. Integrirovannaya intellektual'naya tekhnologiya optimizatsii parallel'nykh algoritmov v vysokoproizvoditel'nykh vychislitel'nykh sistemakh. Trudy Mezhdunar. nauch.-prak. konf. "Sovremennye tendentsii v nauke, tekhnike, obrazovanii" (31 ianvaria 2016 g.). Smolensk : Novalenso, 2016, pp. 59-61.
7. Kovalenko A.O. Protokol ratsional'noi pererabotki i pravovye rezhimy sudebnoi informatsii. Pravovaia informatika, 2019, No. 2, pp. 49-56. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-49-56 .
8. 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 .
9. Lovtsov D.A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere. M. : RGUP, 2016. 316 s. ISBN 978-5-93916-505-1.
10. Lovtsov D.A. Osnovy tekhnologii effektivnogo dvukhurovneвого pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere. Pravovaia informatika, 2018, No. 2, pp. 4-14. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-4-14 .
11. Lovtsov D.A. Effektivnye metody zashchity rezul'tatov intellektual'noi deiatel'nosti v infosfere global'nykh telematicheskikh setei. Otkrytoe obrazovanie, 2016, No. 5, pp. 85-88.
12. Lovtsov D.A. Informatsionnaya teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021. 314 s. ISBN 978-5-93916-887-8.
13. Lovtsov D.A., Bogdanova M.V. Ekonomiko-pravovoe regulirovanie oborota rezul'tatov intellektual'noi deiatel'nosti predpriatii promyshlennosti Rossii. Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO, 2013, No. 1, pp. 53-56.
14. Lovtsov D.A., Fedichev A.V. Arkhitektura natsional'nogo klassifikatora pravovykh rezhimov informatsii ogranichenogo dostupa. Pravovaia informatika, 2017, No. 2, pp. 35-54. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-2-35-54 .
15. Osovskii S. Neironnye seti dlia obrabotki informatsii. M. : Finansy i statistika, 2004. 344 s.
16. Fedoseev S.V. Primenenie sovremennykh tekhnologii bol'shikh dannykh v pravovoi sfere. Pravovaia informatika, 2018, No. 4, pp. 50-58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-5-58 .

АНАЛИЗ МОНОГРАФИИ Д. А. ЛОВЦОВА «ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ЭРГАСИСТЕМ»

Бетанов В.В.*

Ключевые слова: эргатическая система (эргасистема), сложные динамические объекты, информационные теории, информационные технологии, информационные процессы, информационная база, база данных и знаний, методы, модели, алгоритмы, эффективность, качество.

Аннотация.

Цель работы: научная оценка современного состояния развития научно-методической базы и соответствующих видов обеспечения внедрения новых информационных технологий в процессы управления сложными динамическими объектами и их натурной отработкой.

Метод: системный и экспертный анализ монографии как научного труда, направленного на решение актуальной научной проблемы обеспечения информационной эффективности эргасистем.

Результаты: исследованы содержание, структура, предназначение, актуальность, прагматические достоинства, дидактические особенности и апробация монографии. Дана общая оценка монографии как системологического исследования научно-теоретических основ и информационно-математического обеспечения, отношений и структур применяемых и разрабатываемых эргасистем различного назначения.

Показаны роль и место монографии в предметной области информационно-кибернетической системологии, системологии правового регулирования информационных отношений в инфосфере и правовой информатики.

DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-71-78

Современные эргатические системы (эргасистемы) представляют собой целенаправленные человеко-машинные иерархические системы управления сложными динамическими объектами (СДО) технических, технологических, экономических, экологических, организационно-правовых и др. комплексов, в которых в качестве подсистемы (элемента) принятия решения фигурирует человек-оператор (группа операторов) [7].

Создание эффективной эргасистемы связано с определением необходимых предельных возможностей её элементов и функциональных подсистем, данные о возможностях которых можно получить на основе общего подхода и единой теории, охватывающей эргасистему в целом. Такую единую базу и общие законы, отражающие возможности эргасистем, представляется целесообразным разработать на *теоретико-информационной основе*, поскольку понятия, связанные с информацией и её преобразованиями, являются основными в кибернетике. В частности, управление СДО в эргасистеме неразрывно связано с понятиями: информация, цель, качество, сложность, организованность функционирования, упорядоченность, устойчивость и

др., которые, в свою очередь, взаимосвязаны на основе единого общенаучного понятия *энтропии* динамических систем.

В 2021 г. в издательстве «Российский государственный университет правосудия» вышла в свет монография «Информационная теория эргасистем» (ISBN 978-5-93916-887-8) [6], подготовленная доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки Российской Федерации Д. А. Ловцовым, заместителем по научной работе генерального директора Института точной механики и вычислительной техники имени С. А. Лебедева Российской академии наук, заведующим кафедрой информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия (РГУП). Рецензентами выступили автор настоящей статьи и член-корреспондент Российской академии наук Г. Г. Рябов, профессор МГУ им. М. В. Ломоносова.

Основная цель монографии — решение актуальной научной проблемы обеспечения информационной эффективности (*преобразующей способности, добротности, информационного воздействия, производительности, надёжности* и др., а также *оперативности функционирования, устойчивости и живучести* [7]) эргасистем, в частности, иерархических интегриро-

* **Бетанов Владимир Вадимович**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук, заместитель начальника центра АО «Российские космические системы», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: vlavab@mail.ru

ванных автоматизированных управляющих подсистем (АСУ), при одновременном уменьшении трудоёмкости их проектирования и внедрения, а также повышения эффективности разработки, испытаний и эксплуатации СДО. Данную проблему предлагается решать на основе создания и разработки *информационной теории эргасистем* как научно-методической базы и соответствующих видов обеспечения внедрения *новых (нетрадиционных)* информационных технологий (НИТ) в процессы управления СДО и их натурной отработкой.

В качестве основы для построения эффективных эргасистем автором использован проблемно-ориентированный вариант комплексного «ИКС»-подхода¹ («информационно-кибернетически-синергетического») [8, 9], т. е. системного подхода с акцентированием внимания на его *информационном, кибернетическом и синергетическом* аспектах, состоящего в интеграции методологии информационного подхода (при котором объект рассматривается как целенаправленная информационная система), методологии кибернетического подхода (при котором объект рассматривается как система управления на уровне информационных процессов и алгоритмов функционирования информационной базы) с методологией синергетического подхода (при котором объект рассматривается как динамическая самоорганизующаяся система, взаимодействующая со средой) в составе методологии *системного* подхода (при котором объект рассматривается как сложноорганизованная многоуровневая и многоаспектная система), включающего методы структурно-математического, операционного и ситуационного анализа, позволяющие рассматривать математические и логические описания процессов и результатов их выполнения в реальном масштабе времени. Применение данного варианта комплексного «ИКС»-подхода обеспечило возможность многоуровневого продуктивного исследования эргасистем [12, 14].

Содержание монографии определяется результатами многолетних научных исследований² [10—14] автора по проблеме обеспечения высокой информацион-

ной эффективности эргасистем — 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 отработкой. В настоящее время развиваются интегрированные эргасистемы для управления комплексным процессом отработки и применения СДО, включая разработку, испытания, штатную эксплуатацию, модернизацию и снятие с эксплуатации образца СДО. При этом обеспечение целевой эффективности применения эргасистем сдерживается в современных экономических условиях директивными требованиями уменьшения трудоёмкости их создания и совершенствования.

Структура монографии определяется ее целью и представлена четырьмя взаимосвязанными главами, посвященными соответственно системному анализу информационных основ автоматизированного управления сложными *динамическими объектами* (СДО) и их отработкой в эргасистемах (глава 1), разработке методологических вопросов информационной теории эргасистем (глава 2), теоретическим вопросам синтеза и оптимизации информационных процессов в эргасистеме (глава 3), теоретическим вопросам синтеза и оптимизации информационной базы эргасистемы (глава 4). Ссылки на известные научные библиографические источники приведены достаточно полно, уместно и являются отдельным достоинством работы.

Содержание монографии охватывает круг теоретических и прикладных вопросов, связанных с разработкой *информационно-математического обеспечения* (ИМО) синтеза и оптимизации информационных процессов и информационной базы 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.

Фундаментальный характер носят научно-методологические и теоретические положения информационной теории эргасистем, разработанные на базе авторского проблемно-ориентированного варианта *комплексного «информационно-кибернетически-синергетического»* подхода («ИКС»-подхода) с применением научно обоснованной авторской терминологической системы, представленной в опубликованной ранее монографии-тезаурусе [7].

Во *введении* определено место разработанной информационной теории эргасистем в системе информационно-кибернетических наук, представлена её общая структура и обоснована актуальность её разработки как методологической основы реализации процедур

¹ Ловцов Д. А. О концепции комплексного подхода // Философские исследования. 2000. № 4. С. 158—174; Информационные аспекты комплексного подхода к исследованию систем управления // НТИ РАН. Сер. 2. Информ. процессы и системы. 1997. № 5. С. 10—17, 32.

² Ловцов Д. А. Введение в информационную теорию АСУ : монография. М. : ВА им. Петра Великого, 1996. 434 с.; Программно-математическое обеспечение АСУ космическими аппаратами / О. А. Алексеев, В. В. Бетанов, Б. И. Глазов, А. В. Лобан, Д. А. Ловцов; Под общ. ред. Д. А. Ловцова. М. : ВА им. Петра Великого, 1995. 412 с.; Ловцов Д. А. Модели измерения информационного ресурса АСУ // Автоматика и Телемеханика. 1996. № 9. С. 3—17; Информационные показатели эффективности функционирования АСУ сложными динамическими объектами // Автоматика и Телемеханика. 1994. № 12. С. 143—150; Информационные оценки технологической эффективности переработки информации // НТИ РАН. Сер. 2. Информ. процессы и системы. 1997. № 11. С. 22—26; Ситуационное планирование процесса переработки измерительной информации в сети АСУ // Изв. РАН. Теория и системы управления. 1995. № 5. С. 239—247; Ловцов Д. А., Панюков И. И. Информационная технология автоматизированного планирования определения навигационных параметров объектов ракетной техники // Автоматика и телемеханика. 1995. № 12. С. 32—46.

управления в эргасистемах в части выработки управляющих решений. Показано, что информационная теория эргасистем *формально* базируется на математическом аппарате теории систем, общей алгебры, информологии и кибернетики, теории эксплуатации, исследования операций, математического программирования, логико-лингвистического моделирования, структурного программирования (на ЭВМ) и др. При этом *принципиальной* базой является совокупность следующих трёх постулатов:

объективно существует множество видов и форм существования и проявления информации и, возможно, ещё большее число логически выводимых математических, организационно-технических и других форм её представления, являющихся удобными формализованными моделями;

информация всегда выступает как методологическая основа для обобщения³;

в информационных оценках возможен учёт неопределённых, качественных и размытых факторов⁴, характерных для эргасистем.

Кроме того, дается краткая историческая справка об эволюции информационного подхода и развитии математического аппарата информационной теории иерархических систем управления. Отмечено, что интерес к изучению проблемы информационной эффективности систем управления нашел широкое отражение в многочисленных исследованиях российских и зарубежных ученых. Значительный вклад в разработку *информационных основ управления* внесли работы таких отечественных авторов, как академики Н. Н. Моисеев и Б. Н. Петров⁵, профессора Ю. Б. Гермейер, Ю. М. Горский, Г. И. Кавалеров, С. М. Мандельштам, Я. З. Цыпкин, А. В. Шилейко⁶ и др.

В *первой* главе проводится системный анализ современных информационных основ автоматизированного управления сложными динамическими объектами и их отработкой в эргасистемах, включая анализ состояния и функционально-технических требований к крупномасштабным эргасистемам, анализ

методологических концепций основных информационных теорий, анализ информационных процессов в эргасистемах, анализ концептуальной организации информационной базы эргасистемы, на основе которого предлагаются:

определения информации (на основе интегрального атрибутивно-функционального подхода), ее основных свойств, технологических процессов переработки информации (ТППИ), информационных мер и целесообразных областей их применения (распределения) в эргасистеме;

совокупность специально-технических требований к перспективным эргасистемам (их функциям, информационному и программному обеспечению) и соответствующих показателей (критериев);

методологическая диаграмма и специальная методика разработки информационно-математического обеспечения (ИМО) эргасистем.

Во *второй* главе разработаны методологические положения информационной теории эргасистем (ИТЭ), в результате чего предлагаются:

понятийный аппарат ИТЭ, включающий достаточно полную совокупность непротиворечивых терминов и определений методологических понятий и принципов ИТЭ, утверждение-теорема о возрастании информационной энтропии системы;

математические (динамическая и статическая) модели целенаправленных иерархических эргасистем, математические меры количества структурной и содержательной информации эргасистемы (узла), математические модели информационных процессов (обобщенного, ТППИ, процесса семантической интерпретации в эргасистеме) и общесистемного тезауруса;

система информационных показателей эффективности (целевой и технологической) и качества эргасистем с произвольной топологической структурой информационной распределительной сети, утверждения-теоремы о предельных степенях информационно-технологической эффективности, надежности и производительности эргасистемы;

необходимые и достаточные условия наблюдаемости и управляемости обрабатываемых СДО по аппаратуре, утверждения-теоремы о максимальном ранге матрицы-показателя и рациональном соотношении количества осведомляющей и управляющей информации.

В *третьей* главе разработаны теоретические вопросы синтеза и оптимизации (методы, модели, алгоритмы) информационных процессов в эргасистеме, в результате чего предлагаются:

методологические положения предметной области ситуационного планирования (включающего задачи упорядочения, распределения, координации и др.) переработки информации в иерархической эргасистеме;

математическая модель проблемной ситуации принятия решений по планированию переработки информации в иерархической эргасистеме;

комплекс алгоритмов оптимальной координации решений периферийных элементов в иерархической

³ Эшби У. Р. Введение в кибернетику / Предисловие А. Н. Колмогорова. М. : Иностранная литература, 1959. 432 с.

⁴ Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М. : Мир, 1976. 165 с.

⁵ Моисеев Н. Н. Элементы теории оптимальных систем. М. : Наука, 1975. 528 с.; Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М. : Наука, 1982. 250 с.; Петров Б. Н., Уланов Г. М., Ульянов С. В., Хазен Э. М. Информационно-семантические проблемы в процессах управления и организации. М. : Наука, 1977. 452 с.; Петров Б. Н., Уланов Г. М., Гольденблат И. И., Ульянов С. В. Теория моделей в процессах управления. М. : Наука, 1978. 224 с.

⁶ Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. М. : Наука, 1971. 384 с.; Гермейер В. Б. Игры с непротивоположными интересами. М. : Наука, 1976. 328 с.; Горский Ю. М. Информационные аспекты управления и моделирования. М. : Наука, 1978. 224 с.; Горский Ю. М. Системно-информационный анализ процессов управления. М. : Наука, 1988. 328 с.; Кавалеров Г. И., Мандельштам С. М. Введение в информационную теорию измерений. М. Энергия, 1974. 375 с.; Цыпкин Я. З. Основы информационной теории идентификации. М. : Наука, 1995. 336 с.; Шилейко А. В., Кочнев В. Ф., Химушин Ф. Ф. Введение в информационную теорию систем. М. : Радио и связь, 1985. 280 с.

сети эргасистемы, утверждение-теорема о сходимости регулярных алгоритмов;

метод тест-динамической оптимизации ситуационного упорядочения задач переработки информации (ЗПИ) как модифицированный метод последовательного сужения множества целочисленных альтернатив;

метод распределённой многоуровневой телепереработки информации в иерархической эргасистеме как специальный метод целочисленного динамического программирования, объединяющий идеи прямых методов последовательного сужения множества альтернатив и непрямых методов, ориентированных на задачу; утверждение-теорема о существовании и единственности оптимального решения-расписания ТППИ;

метод адаптивного функционального телеконтроля бортовых подсистем СДО как специальный метод булевого стохастического программирования.

В *четвертой* главе разработаны теоретические вопросы синтеза и оптимизации информационной базы эргасистемы, в результате чего предлагаются:

методологические положения предметной области построения специализированной информационной базы эргасистемы (понятийный аппарат, включающий определения информационной базы, знаний, базы данных и знаний (БДЗ) и их производных; принципы НИТ; базисная информационно-функциональная структура, включающая три основные части: информационное поле (базы данных, знаний, моделей), алгоритмическое обеспечение анализа и выработки решения, человеко-машинный интеллектуальный интерфейс; методологические требования к функциональной БДЗ как компоненту проблемно-ориентированной информационной базы АСУ СДО; требования к формализованному представлению знаний о понятиях в тезаурусе функциональной БДЗ и обоснование соответствующего базисного средства — аппарата теории фреймов [7]);

методика диагностического обследования, анализа и разработки БДЗ функциональных подсистем (ФПС) реальных эргасистем;

специализированные БДЗ (основа НИТ) как информационно-математические модели автоматизированных функциональных подсистем координации и планирования ТППИ, функционально-технического диагностирования состояния управляемых (отрабатываемых) СДО и навигационных определений СДО (на примере летательных аппаратов);

метод робастного (стабильного, т. е. не чувствительного к незначительному или частичному искажению КИИ) ситуационного функционального контроля состояния отрабатываемого ЛА как специальный метод стохастического программирования, ориентированный на задачу;

фреймовые логико-лингвистические модели (тезаурусы) информационных процессов (представления знаний о предметной области ФПС) ситуационного планирования и координации ТППИ в сети эргасистемы, ситуационного функционального контроля состояния бортовой аппаратуры СДО, ситуационного плани-

рования натуральных экспериментов с образцами СДО и прогнозирования результатов навигационных определений;

оценки характеристик (оперативности, сходимости, устойчивости, машинной реализуемости и др.) ИМО новой информационной технологии автоматизированного ситуационного планирования ТППИ;

оценки характеристик ИМО новой информационной технологии автоматизированного ситуационного функционального контроля состояния бортовых подсистем СДО;

оценки характеристик ИМО новой информационной технологии автоматизированного ситуационного планирования навигационных определений отрабатываемых СДО в эргасистеме

В целом в монографии *разработан* функционально достаточный терминологический комплекс, включающий непротиворечивые термины и новые определения основных понятий информационной теории эргасистем, и *обоснован* ряд продуктивных предложений по развитию основ ИТЭ, резюмирующих замечаний по характеристике свойств элементов разработанного формально-математического аппарата и продукционных правил выбора рациональных решений; *доказаны* базовые утверждения-теоремы, позволяющие определить основные свойства информационных отношений в эргасистемах и формально-математических отношений, реализованных в рассмотренных методах и алгоритмах.

Представлены элементы (методы, модели, алгоритмы, методики) разработанного информационно-математического обеспечения (включая экспериментальные оценки его характеристик) новых (нетрадиционных) информационных технологий ситуационного планирования и координации технологических процессов переработки контрольно-измерительной информации от СДО, ситуационного функционального контроля состояния управляемых СДО, ситуационного планирования навигационных определений СДО в эргасистеме. Ряд разработанных методов и алгоритмов реализован в изобретениях (устройствах) и полезных моделях (программах для ЭВМ)⁷ [22—25].

Достаточно подробно и наглядно (графически) представлены результаты экспериментального анализа ряда разработанных алгоритмов из состава ИМО, что позволяет оценить как их эффективность (выигрыш), так и качество, а также определить возможности совершенствования и развития. То есть они в целом позволяют осуществить выработку соответствующих обоснованных технических предложений в проекты промышленного создания эффективного штатного

⁷ Ловцов Д. А., Бурый А. С. Телеметрическая система со сжатием информации: Патент № 1425754 СССР // Б.И., 1988. № 35. С. 243; Ловцов Д. А., Бурый А. С., Тютин А. Л. Адаптивная система телеметрического контроля: А. с. № 1541649 СССР // Б.И., 1990. № 5. С. 230; Лобан А. В., Ловцов Д. А. и др. Устройство для сжатия телеметрической информации: А. с. № 276721 СССР, 1987; А. с. № 307162 СССР, 1989; А. с. № 309939 СССР, 1989; А. с. № 317391 СССР, 1989.

ИМО новых информационных технологий и внедрение его в существующие и перспективные интегрированные автоматизированные системы управления силами и средствами различного назначения с целью повышения (обеспечения) их *информационной эффективности*.

Особенность изложения научных и научно-методических материалов заключается в использовании *структурно-формализованного подхода*. Этот подход способствует формированию у читателя более полного научного представления о смешанном («информационно-кибернетически-синергетическом») характере и направлении развития эргасистем, а также позволяет ему оценить современное состояние актуальной проблемы обеспечения информационной эффективности управления сложными динамическими объектами и экспериментальной отработкой их качества. Кроме того, такой подход представляется перспективным при исследовании информационной сущности и информационных свойств управления как функции сложных человеко-машинных систем управления.

В связи с этим, а также учитывая актуальность проблемы обеспечения информационной эффективности эргасистем, можно констатировать, что автору удалось пополнить такое важное направление научных исследований, как обеспечение информационной эффективности сложных систем управления различного назначения на основе разработки информационно-математического аппарата внедрения новых (*нетрадиционных*) информационных технологий решения основных функциональных задач управления (измерения, наблюдения, идентификации, выработки управляющих воздействий, координации, информационного обмена) [7].

Разработанные автором теоретические и теоретико-прикладные положения получили широкое и конструктивное обсуждение в 1999—2020 гг. на межрегиональных постоянно действующих научных семинарах «Информатика, вычислительная техника и управление» Института точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева Российской академии наук, «Системная информатизация управления» Военной академии имени Петра Великого и «Системная информатизация правового регулирования информационных отношений в инфосфере» РГУП, а также на семинарах Межвузовской научной школы проблем *системной информатизации управления сложноорганизованными объектами* [18], что позволило обеспечить их непротиворечивость и функциональную достаточность при решении прикладных задач в сфере национальной безопасности [14], в технологической сфере [1, 2, 4, 12,

15—17,], в сфере правового регулирования и правовой информатики [10], а также при решении задач экспериментальной отработки сложных динамических объектов новой техники [3, 5, 13, 19—21].

Рассматриваемые в монографии теоретические и прикладные материалы достаточно полно и подробно опубликованы автором в научной (включая академическую) и научно-методической литературе у нас в стране и за рубежом, а также неоднократно и успешно апробированы в учебном процессе Московского физико-технического института (государственного университета), Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МЭСИ), Военной академии имени Петра Великого, Российского государственного университета правосудия и получили высокую оценку научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, слушателей, магистрантов и студентов. В связи с этим данный научный труд — монографию Д. А. Ловцова «Информационная теория эргасистем» — можно рекомендовать для изучения и исследования предметной области информационно-кибернетических наук в научно-исследовательских институтах и вузах страны. Монография адресована научным, научно-техническим и научно-педагогическим работникам, специалистам в области информатизации управления.

Автору целесообразно продолжить разработку и развитие своего научного проекта и получение новых интересных обобщений и результатов, направленных, в частности, на формализацию оценок уровней целевой и технологической эффективности переработки многоаспектной информации, а также оценки достоверности работы эргасистем специального назначения, в частности, правовых эргасистем [10], и качества информационно-математического обеспечения правового регулирования информационных отношений в инфосфере общественно-производственной деятельности.

Представляется логичным предположить, что применение на практике формально-логического аппарата информационной теории эргасистем с учетом требований системологии правового регулирования позволит разработать и внедрить специальные *новые информационно-правовые технологии*, базирующиеся на *концепции* информационно-функциональных баз данных и знаний, что обеспечит повышение информационной эффективности систем правового регулирования (правовых эргасистем) как информационно-кибернетических систем с учётом субъективной организующей деятельности людей и объективных синергетических процессов дезорганизации.

Литература

1. Бетанов В. В., Ларин В. К., Тюлин А. Е. Системный подход к решению задач информационного обеспечения управления КА. М. : Радиотехника, 2018. 252 с.

2. Бурый А. С. Отказоустойчивые распределенные системы переработки информации : монография. М. : Гор. линия — Телеком, 2016. 128 с.
3. Бурый А. С., Сухов А. В. Оптимальное управление сложным техническим комплексом в автоматизированном информационном пространстве // Автоматика и телемеханика. 2003. № 8. С. 145—162.
4. Информатизация управления : монография / Под ред. Д. А. Ловцова. М. : ВА им. Петра Великого, 2003. 263 с.
5. Лобан А. В. Информационная технология распределенного диагностирования космических аппаратов : монография. М. : ДПК Пресс, 2015. 144 с.
6. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
7. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем : тезаурус. М. : Наука, 2005. 248 с.
8. Ловцов Д. А. Концепция комплексного «ИКС»-подхода к исследованию сложных правозначимых явлений как систем // Философия права. 2009. № 5. С. 40—45.
9. Ловцов Д. А. Современная концепция комплексного «ИКС»-подхода к анализу и оптимизации правовых эргасистем // Правосудие. 2020. Т. 2. № 1. С. 59—81. DOI: 10.37399/issn2686-9241.2020.1-4.59-81 .
10. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с.
11. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: основные положения // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 4—20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-4-20 .
12. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Моделирование оптико-электронных систем дистанционно пилотируемых аппаратов : монография. М. : Технолож-3000, 2019. 164 с.
13. Ловцов Д. А., Карпов Д. С. Динамическое планирование навигационных определений объектов ракетно-космической техники в АСУ лётными испытаниями // Вестник НПО им. С. А. Лавочкина. 2010. № 1. С. 53—60.
14. Ловцов Д. А., Сергеев Н. А. Управление безопасностью эргасистем : монография / Под ред. Д. А. Ловцова. М. : РАУ — Университет, 2001. 224 с.
15. 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.
16. Омельченко В. В. Общая теория классификации. Часть I. Основы системологии познания действительности / Предисл. Д. А. Ловцова. М. : Книжный мир, 2008. 436 с.
17. Омельченко В. В. Общая теория классификации. Часть II. Теоретико-множественные основания. М. : Либроком, 2010. 296 с.
18. Пинчук А. В. 30 лет Межвузовской научной школе «Системная информатизация управления сложноорганизованными объектами» // Правовая информатика. 2021. № 1. С. 70—79. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-70-79 .
19. Сухов А. В. Динамика информационных потоков в системе управления сложным техническим комплексом // Теория и системы управления. 2000. № 4. С. 111—120.
20. Сухов А. В. Зайцев М. И. Модельно-алгоритмическое обеспечение информационных систем управления. М. : Моск. ун-т им. С. Ю. Витте, 2016. 128 с.
21. Тюлин А. Е., Бетанов В. В. Летные испытания космических объектов. Определение и анализ движения по экспериментальным данным. М. : Радиотехника, 2016. 332 с.
22. Свидетельство № 2013615257 RU. Базовый программный комплекс имитационно-игрового моделирования «БПК MEIS-DM»: Программа для ЭВМ / Ловцов Д. А., Сергеев Н. А., Гаврилов В. Н., Ермолаева А. Б. (RU). № 2013613471/09; Заяв. 26.04.13; Зарег. 03.06.13.
23. Свидетельство № 2019666093 RU. Программа моделирования низкоорбитальной группировки КА «SpaceSystem»: Программа для ЭВМ / Ловцов Д. А., Чернов В. В., Ермолаева А. Б. (RU). № 2019664693; Заяв. 18.11.19; Зарегистр. 04.12.19
24. Свидетельство № 2017611281 RU. Программа моделирования маневра КА «TraSIR»: Программа для ЭВМ / Ловцов Д. А., Шевляков А. С., Ермолаева А. Б., Борисов Р. С. (RU). № 2016663403; Заяв. 07.12.16; Зарегистр. 01.02.17.
25. Свидетельство № 2015661278 RU. Программа моделирования движения техногенных космических объектов «AST-RO»: Программа для ЭВМ / Ловцов Д. А., Андреев Г. И., Ермолаева А. Б. (RU). № 2015617829; Заяв. 25.08.15; Зарегистр. 22.10.15.

ANALYSIS OF THE MONOGRAPH “THE INFORMATION THEORY OF ERGASYSTEMS” BY D. LOVTSOV

Vladimir Betanov, Dr.Sc. (Technology), Professor, corresponding member of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences, Deputy Head of the AO (JSC) “Russian space systems” Centre, Moscow, Russian Federation.

E-mail: vlavab@mail.ru

Keywords: *ergatic system (ergasystem), complex dynamic objects, information theories, information technologies, information processes, information base, data and knowledge base, methods, models, algorithms, efficiency, quality.*

Abstract.

Purpose of the work: a scientific assessment of the current state of development of the scientific and methodological base and corresponding types of ensuring the implementation of new information technologies in the processes of controlling complex dynamic objects and their full-scale development.

Method used: system and expert analysis of the monograph as a scientific work aimed at solving a topical scientific problem of ensuring the information efficiency of ergasystems.

Results obtained: the content, structure, purpose, topicality, pragmatic advantages, didactic features, and approbation of the monograph are examined. An overall evaluation of the monograph as a systemologic research of the scientific and theoretical foundations as well as the information and mathematical support, relations and structures of ergasystems with various intended functions, already applied and in development, is given.

The role and place of the monograph in the subject domain of information and cybernetic systemology, systemology of legal regulation of information relations in the infosphere and legal informatics are shown.

References

1. Betanov V. V., Larin V. K., Tiulin A. E. Sistemnyi podkhod k resheniiu zadach informatsionnogo obespecheniia upravleniia KA. M. : Radiotekhnika, 2018, 252 pp.
2. Buryi A. S. Otkazoustoichivye raspredelennye sistemy pererabotki informatsii : monografiia. M. : Gor. liniia -- Telekom, 2016, 128 pp.
3. Buryi A. S., Sukhov A. V. Optimal'noe upravlenie slozhnym tekhnicheskim kompleksom v avtomatizirovannom informatsionnom prostranstve. Avtomatika i telemekhanika, 2003, No. 8, pp. 145-162.
4. Informatizatsiia upravleniia : monografiia. Pod red. D. A. Lovtsova. M. : VA im. Petra Velikogo, 2003, 263 pp.
5. Loban A. V. Informatsionnaia tekhnologiya raspredelennogo diagnostirovaniia kosmicheskikh apparatov : monografiia. M. : DPK Press, 2015, 144 pp.
6. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem. M. : RGUP, 2021, 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
7. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : teaurus. M. : Nauka, 2005, 248 pp.
8. Lovtsov D. A. Kontseptsii kompleksnogo "IKS"-podkhoda k issledovaniiu slozhnykh pravoznachimykh iavlenii kak sistem. Filosofii prava, 2009, No. 5, pp. 40-45.
9. Lovtsov D. A. Sovremennaiia kontseptsii kompleksnogo "IKS"-podkhoda k analizu i optimizatsii pravovykh ergasistem. Pravosudie, 2020, t. 2, No. 1, pp. 59-81. DOI: 10.37399/issn2686-9241.2020.1-4.59-81 .
10. Lovtsov D. A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : RGUP, 2016, 316 pp.
11. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem: osnovnye polozheniia. Pravovaia informatika, 2019, No. 3, pp. 4-20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-4-20 .
12. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. Modelirovanie optiko-elektronnykh sistem distantsionno pilotiruemykh apparatov : monografiia. M. : Tekhnolodzhi-3000, 2019, 164 pp.
13. Lovtsov D. A., Karpov D. S. Dinamicheskoe planirovanie navigatsionnykh opredelenii ob"ektov raketno-kosmicheskoi tekhniki v ASU letnymi ispytaniiami. Vestnik NPO im. S. A. Lavochkina, 2010, No. 1, pp. 53-60.
14. Lovtsov D. A., Sergeev N. A. Upravlenie bezopasnost'iu ergasistem : monografiia. Pod red. D. A. Lovtsova. M. : RAU -- Universitet, 2001, 224 pp.
15. 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.
16. Omel'chenko V. V. Obshchaia teoriia klassifikatsii. Chast' I. Osnovy sistemologii poznaniia deistvitel'nosti. Predisl. D. A. Lovtsova. M. : Knizhnyi mir, 2008, 436 pp.
17. Omel'chenko V. V. Obshchaia teoriia klassifikatsii. Chast' II. Teoretiko-mnozhestvennye osnovaniia. M. : Librokom, 2010, 296 pp.
18. Pinchuk A. V. 30 let Mezhvuzovskoi nauchnoi shkole "Sistemnaia informatizatsiia upravleniia slozhnoorganizovannymi ob"ektami". Pravovaia informatika, 2021, No. 1, pp. 70-79. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-70-79 .
19. Sukhov A. V. Dinamika informatsionnykh potokov v sisteme upravleniia slozhnym tekhnicheskim kompleksom. Teoriia i sistemy upravleniia, 2000, No. 4, pp. 111-120.
20. Sukhov A. V., Zaitsev M. I. Model'no-algoritmicheskoe obespechenie informatsionnykh sistem upravleniia. M. : Mosk. un-t im. S. lu. Vitte, 2016, 128 pp.
21. Tiulin A. E., Betanov V. V. Letnye ispytaniia kosmicheskikh ob"ektov. Opredelenie i analiz dvizheniia po eksperimental'nym dannym. M. : Radiotekhnika, 2016, 332 pp.

22. Svidetel'stvo No. 2013615257 RU. Bazovyi programmnyi kompleks imitatsionno-igrovogo modelirovaniia "BPK MEIS-DM": Programma dlia EVM. Lovtsov D. A., Sergeev N. A., Gavrilov V. N., Ermolaeva A. B. (RU), No. 2013613471/09; Zaiav. 26.04.13; Zareg. 03.06.13.
23. Svidetel'stvo No. 2019666093 RU. Programma modelirovaniia nizkoorbital'noi gruppirovki KA "SpaceSystem": Programma dlia EVM. Lovtsov D. A., Chernov V. V., Ermolaeva A. B. (RU), No. 2019664693; Zaiav. 18.11.19; Zaregistr. 04.12.19
24. Svidetel'stvo No. 2017611281 RU. Programma modelirovaniia manevra KA "TraSIR": Programma dlia EVM. Lovtsov D. A., Shevliakov A. S., Ermolaeva A. B., Borisov R. S. (RU), No. 2016663403; Zaiav. 07.12.16; Zaregistr. 01.02.17.
25. Svidetel'stvo No. 2015661278 RU. Programma modelirovaniia dvizheniia tekhnogennykh kosmicheskikh ob'ektov "AST-RO": Programma dlia EVM. Lovtsov D. A., Andreev G. I., Ermolaeva A. B. (RU), No. 2015617829; Zaiav. 25.08.15; Zaregistr. 22.10.15.