Правовая информатика

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ
№ 1, 2022 г.
Выходит 4 раза в год

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

Журнал входит в перечень научных изданий ВАК по специальностям:
2.3.1. Системный анализ, управление и обработка Информации (технические, физико-математические науки); 5.1.2., Публично-правовые (государственно-правовые) науки (юридические науки)).

Главный редактор:
доктор технических наук, профессор
Дмитрий Анатольевич Ловцов

Председатель редакционного совета:
доктор юридических наук, профессор
Сергей Васильевич Запольский

Шеф-редактор,
заместитель главного редактора:
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 30.03.2022 г.
Общий тираж 100 экз. Цена свободная.

Адрес редакции:
125437, Москва, Михалковская ул., 65, стр.1
Телефон: +7 (495) 539-25-29
E-mail: inform360@yandex.com
Требования, предъявляемые к рукописям, размещены на сайте
http://uzulo.su/prav-inf

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРАВОВОЙ ИНФОРМАТИКИ

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ В КРУПНОМАСШТАБНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ЭРГАСИСТЕМАХ
Ловцов Д. А. 4

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРАВОВОЙ КИБЕРНЕТИКИ

ЭЛЕМЕНТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА УМНЫХ СИСТЕМ
Чечкин А. В. 15

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРАВОВОЙ ИНФОРМАТИКИ

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ СЕРИЙНОГО ПРЕСТУПЛЕНИЯ
Сухов А. В. , Конюшев В. В. , Калилец А. А. 24

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

НЕТРАДИЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАВИГАЦИОННО-БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ
Тюлин А. Е. , Бетанов В. В. 32

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ СУДЕБНОЙ СИСТЕМЫ
Черных А. М. 44

ДИСКУССИОННАЯ ТРИБУНА

КИБЕРУЧЕНИЯ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ЗАЩИТЫ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
Метельков А. Н. 51

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ ЗА ОКАЗАНИЕМ БЕСПЛАТНОЙ ЮРИДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ
Благовещенский Н. Ю. 61

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ЗАПОЛЬСКИЙ Сергей Васильевич	председатель редакционного совета, доктор юридических наук, профессор, г. Москва
ЕМЕЛИН Николай Михайлович	доктор технических наук, профессор, г. Москва
ИСАКОВ Владимир Борисович	доктор юридических наук, профессор, г. Москва
ЛОВЦОВ Дмитрий Анатольевич	главный редактор, доктор технических наук, профессор, г. Москва
СЕРГИН Михаил Юрьевич	доктор технических наук, профессор, г. Москва
ТЮТЮННИК Вячеслав Михайлович	доктор технических наук, профессор, г. Москва
УВАЙСОВ Сайгид Увайсович	доктор технических наук, профессор, г. Москва

Иностранные члены

КРУГЛИКОВ Сергей Владимирович	доктор технических наук, профессор, г. Минск, Белоруссия
ШАРШУН Виктор Александрович	кандидат юридических наук, г. Минск, Белоруссия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АЛЕКСЕЕВ Владимир Витальевич	доктор технических наук, профессор, г. Тамбов
БЕТАНОВ Владимир Вадимович	доктор технических наук, профессор, г. Москва
БУРЫЙ Алексей Сергеевич	доктор технических наук, г. Москва
ЛОВЦОВ Дмитрий Анатольевич	главный редактор, доктор технических наук, профессор, г. Москва
МАКАРЕНКО Григорий Иванович	шеф-редактор, г. Москва
МАРКОВ Алексей Сергеевич	доктор технических наук, доцент, г. Москва
ОМЕЛЬЧЕНКО Виктор Валентинович	доктор технических наук, профессор, г. Москва
СУХОВ Андрей Владимирович	доктор технических наук, профессор, г. Москва
ФЕДОСЕЕВ Сергей Витальевич	кандидат технических наук, доцент, г. Москва
ЦИМБАЛ Владимир Анатольевич	доктор технических наук, профессор, г. Серпухов, Московская область
АТАГИМОВА Эльмира Исамудиновна	кандидат юридических наук, доцент, г. Москва
ЗАХАРЦЕВ Сергей Иванович	доктор юридических наук, профессор, г. Москва
КАБАНОВ Павел Александрович	доктор юридических наук, профессор, г. Казань
МОИСЕЕВА Татьяна Федоровна	доктор юридических наук, кандидат биологических наук, профессор, г. Москва
ПОЛЯКОВА Татьяна Анатольевна	доктор юридических наук, профессор, г. Москва
ТЕРЕНТЬЕВА Людмила Вячеславовна	кандидат юридических наук, доцент, г. Москва
ЧУБУКОВА Светлана Георгиевна	кандидат юридических наук, доцент, г. Москва

EDITORIAL COUNCIL

Sergei ZAPOL'SKII	Chairman of the Editorial Council, Doctor of Science in Law, Professor, Moscow
Nikolai EMELIN	Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Vladimir ISAKOV	Doctor of Science in Law, Professor, Moscow
Dmitrii LOVTSOV	Editor-in-Chief, Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Mikhail SERGIN	Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Viacheslav TIUTIUNNIK	Doctor of Science in Technology, Professor, Tambov
Saigid UVAISOV	Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow

Foreign members

Sergei KRUGLIKOV	Doctor of Science in Technology, Professor, Minsk, Belarus
Viktor SHARSHUN	Ph.D. in Law, Minsk, Belarus

EDITORIAL BOARD

Vladimir ALEKSEEV	Doctor of Science in Technology, Professor, Tambov
Vladimir BETANOV	Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Aleksei BURYI	Doctor of Science in Technology, Moscow
Dmitrii LOVTSOV	Editor-in-Chief, Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Grigoriy MAKARENKO	Managing Editor, Moscow
Aleksei MARKOV	Doctor of Science in Technology, Associate Professor, Moscow
Viktor OMELCHENKO	Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Andrey SUKHOV	Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Sergei FEDOSEEV	Ph.D. in Technology, Associate Professor, Moscow
Vladimir TSIMBAL	Doctor of Science in Technology, Professor, Serpukhov, Moscow Oblast
El'mira ATAGIMOVA	Ph.D. in Law, Associate Professor, Moscow
Sergey ZAKHARTSEV	Doctor of Science in Law, Professor, Moscow
Pavel KABANOV	Doctor of Science in Law, Professor, Kazan
Tat'iana MOISEEVA	Doctor of Science in Law, Ph.D. in Biology, Professor, Moscow
Tat'iana POLIAKOVA	Doctor of Science in Law, Professor, Moscow
Liudmila TERENT'EVA	Ph.D. in Law, Associate Professor, Moscow
Svetlana CHUBUKOVA	Ph.D. in Law, Associate Professor, Moscow

LEGAL INFORMATICS

RESEARCH PEER-REVIEWED JOURNAL
2022, No. 1
The journal is published quarterly.

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

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

Editor-in-Chief:
Doctor of Science in Technology, Professor
Dmitrii Lovtsov

Chair of the Editorial Council:
Doctor of Science in Law, Professor
Sergei 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 March, 2022.
Number of items printed: 100. Free price.

Postal address:
Mikhalkovskaya str., bld. 65/1,
125 438, Moscow, Russia
Telephone: +7 (495) 539-25-29
E-mail: inform360@yandex.com
Guidelines for preparing manuscripts for publication can be found on the website http://uzulo.su/prav-inf

CONTENTS

THEORETICAL FOUNDATIONS OF LEGAL INFORMATICS

ALGORITHMISATION IN LARGE-SCALE HIERARCHICAL ERGASYSTEMS
Dmitrii Lovtsov 4

THEORETICAL FOUNDATIONS OF LEGAL CYBERNETICS

ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE OF SMART SYSTEMS
Aleksandr Chechkin 15

MATHEMATICAL ASPECTS OF LEGAL INFORMATICS

INFORMATION MODELLING OF SERIAL CRIME IDENTIFICATION
Andrei Sukhov, Valerii Koniushev, Andrei Kalilets 24

INFORMATIONAL AND AUTOMATED SYSTEMS AND NETWORKS

NON-TRADITIONAL ASSESSMENT OF PROBLEMS OF SOLVING TASKS OF NAVIGATION AND BALLISTIC SUPPORT FOR SPACECRAFT CONTROL
Andrei Tiulin, Vladimir Betanov 32

MODELLING AN AUTOMATED SYSTEM FOR TRAINING SPECIALISTS FOR THE COURT SYSTEM
Andrei Chernykh 44

DISCUSSION FORUM

CYBER EXERCISES: FOREIGN EXPERIENCE IN PROTECTING CRITICAL INFRASTRUCTURE
Aleksandr Metel'kov 51

A MODEL FOR ASSESSING THE QUALITY OF AND ENSURING CONTROL OVER PROVIDING FREE LEGAL AID
Nikolai Blagoveshchenskii 61

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

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ В КРУПНОМАСШТАБНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ЭРГАСИСТЕМАХ

Ловцов Д. А.[1]

***Ключевые слова**: алгоритмизация, иерархическая эргасистема, информационно-математическое обеспечение, разработка, функциональная подсистема, методологическая диаграмма, методика, структуры, методы, модели (математические, логико-лингвистические, информационные), алгоритмы, программы.*

Аннотация.

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

Методы: системный анализ и концептуально-логическое моделирование рациональной организации разработки информационно-математического обеспечения (ИМО) крупномасштабной иерархической эргасистемы.

Результаты: определено содержание методологических этапов логической последовательности разработки ИМО (с заданными требованиями) функциональных подсистем крупномасштабных иерархических эргасистем; предложены методологическая диаграмма алгоритмизации и методика, упорядочивающие мероприятия по анализу реальных подсистем и процессов переработки контрольно-измерительной информации; по разработке методов, моделей и алгоритмов оптимизации и реализации их на средствах автоматизированных имитационных моделирующих комплексов.

Полученные результаты являются базовыми для создания соответствующего эффективного информационно-математического обеспечения крупномасштабных эргасистем типа интегрированных АСУ объектами ракетно-космической техники, ГАС «Правосудие», ГАС «Выборы» и др.

DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-04-14

Введение

Разработка информационно-математического обеспечения (ИМО) функциональных подсистем (информационных узлов) эргасистемы [4, 6, 13, 18] представляет собой комплекс мероприятий по анализу реальных подсистем и процессов, происходящих в них и в управляемых (отрабатываемых) сложных динамических объектах (СДО), выработке требований к ИМО, разработке соответствующих методов, моделей и алгоритмов и реализации их на средствах автоматизированных имитационных моделирующих комплексов (АИМК) на базе ЭВМ, включая отладку, испытания и эксплуатацию [5, 15]. Иначе говоря, разработка ИМО представляет собой процесс алгоритмизации в широком смысле.

Логическая последовательность разработки ИМО

В настоящей работе за основу принято представление процесса алгоритмизации в эргасистеме в виде ряда функционально взаимосвязанных методологических этапов, наиболее характерные из которых перечислены в их логической последовательности [5] (рис. 1):

Шаг 1. Анализ и обоснование требований к ИМО, включая:

- анализ и содержательное описание топологической и организационной структуры (формы) *функциональной подсистемы* (ФПС) или информационного узла как материального объекта реальной эргасистемы с оценкой возможности их технической реализации;
- анализ особенностей и содержательное описание процесса функционирования (содержания) ФПС эргасистемы с учётом факторов *неопределённости* и требований к результатам реализации её задач, а также анализ информационных потоков на её входе;
- выработка и обоснование общих организационно-технических требований к ИМО.

Шаг 2. Определение технологии ИМО, включая:

- определение технологической последовательности формальных и неформальных шагов (этапов) процесса функционирования ФПС и декомпозиция его ИМО;

[1] ***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

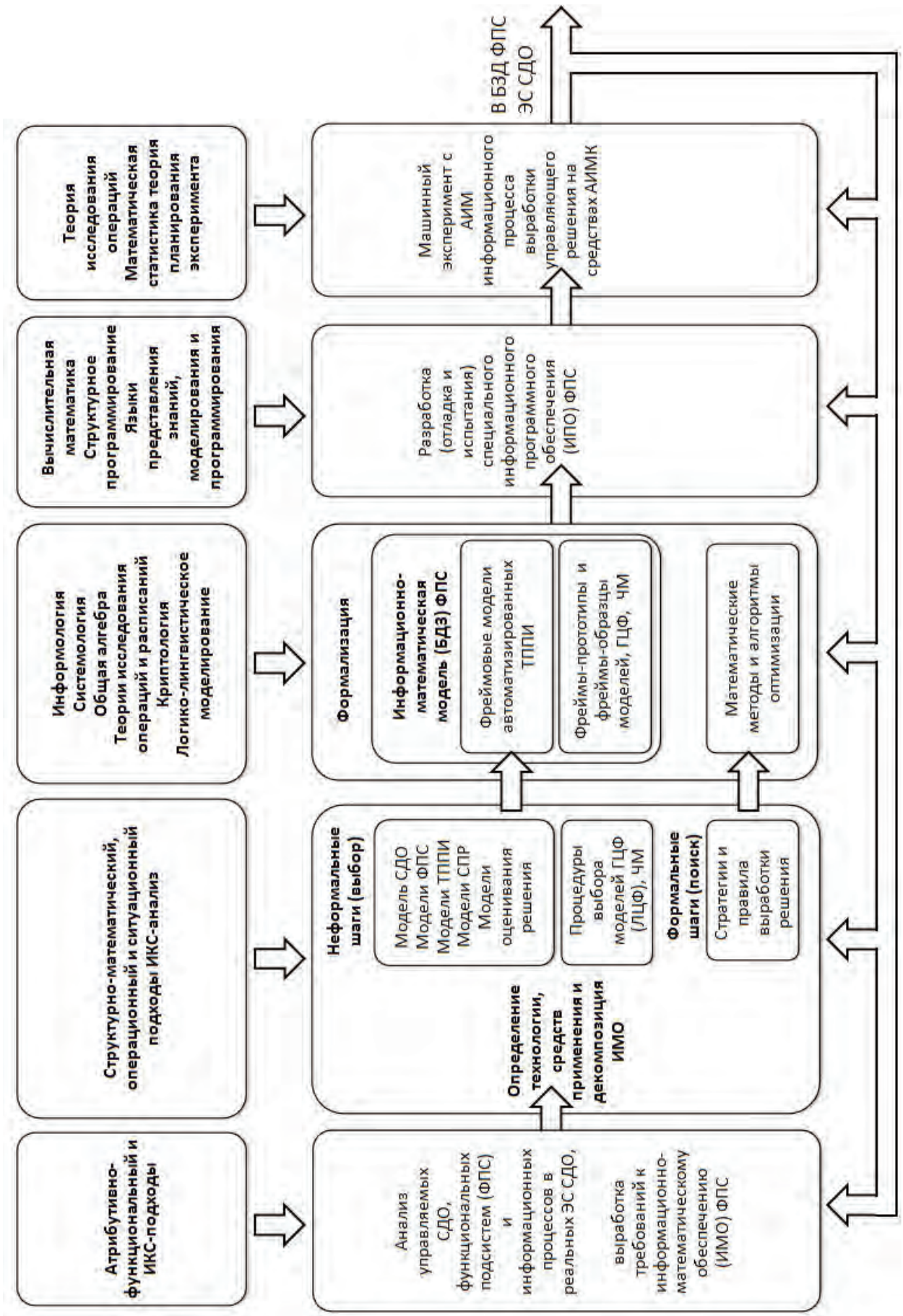

Рис. 1. Методологическая диаграмма алгоритмизации в эргасистеме

- разработка технологического процесса решения задач ФПС, включая выбор моделей *технологических процессов переработки информации* (ТППИ) и ФПС.

Шаг 3. Формализация процесса выработки решений, включая:

- построение специальной математической (алгоритмической) модели проблемной ситуации [8] принятия рациональных организационно-технических решений [7] по управлению процессом функционирования ФПС, в максимально полной степени отражающей полученное на первом этапе содержательное описание;
- выбор семейства показателей (целевых функций) качества оптимизации [10, 18];
- разработка логико-лингвистической (фреймовой или др. [6]) модели диалогового человеко-машинного процесса оперативной постановки задач ФПС, обеспечивающей оперативный выбор главной целевой функции (ГЦФ) и рационального *численного метода* (ЧМ) оптимизации процесса функционирования ФПС;
- разработка алгоритмов (основных типов алгоритмов) оптимизации процесса функционирования ФПС эргасистемы на основе данных моделей, а также имеющихся и модифицированных математических (численных) методов оптимизации, приемлемых по *оперативности* и *точности* решения, с учётом возможностей, предоставляемых техническими средствами и языками программирования, моделирования и представления знаний.

Шаг 4. Программирование на комплексе средств автоматизации (КСА) или ЭВМ, включая:

- выбор виртуальной структуры АИМК на базе ЭВМ[2] [5], его общесистемного и общемашинного программного обеспечения, соответствующих сервисных программ для модели процесса функционирования ФПС;
- разработка элементов (программных комплексов и компонентов) соответствующего специального *информационно-программного обеспечения* (ИПО) ФПС эргасистемы; отладка элементов ИПО (ИМО) на средствах АИМК.

Шаг 5. Имитационное моделирование, включая:

- экспериментальные исследования на *автоматизированной имитационной модели* (АИМ) процесса функционирования ФПС, т. е. испытания ИПО в ходе имитационного эксперимента на средствах АИМК с целью оценки эффективности разработанных методов и алгоритмов;
- сравнительный анализ и выбор рациональных алгоритмов;
- включение программы, реализующей выбранный рациональный алгоритм, в состав программного обеспечения ФПС эргасистемы.

Содержание методологических этапов разработки ИМО

На ***первом*** этапе (см. рис. 1) в результате комплексного «ИКС»-анализа («информационно-кибернетически-синергетического») (рис. 2) [7, 11] определяются специфические особенности организации и функционирования реальных эргасистем, которые затем формализуются в виде информационных и структурно-функциональных *ограничений* задач оптимизации планирования ТППИ в ФПС.

При этом эргасистему как целенаправленную интегрированную большую иерархическую систему невозможно представить одной моделью; необходима целая иерархия моделей[3], различающихся по:

- уровням отображаемых явлений (от уровня отдельных элементов переработки информации до уровня всей системы);
- аспектам исследуемых явлений (*вещественно-энергетический*, информационный, экономический).

Вещественно-энергетический анализ охватывает различные виды вещественных и энергетических связей в эргасистеме (ФПС, узле, КСА, СДО), а также законы и формы преобразования энергии и вещества в процессе её функционирования. Этот аспект непосредственно касается ТППИ в эргасистеме и связанных с ними явлений.

Информационный анализ соответствует рассмотрению эргасистемы с точки зрения ТППИ и функционирования её БДЗ, адекватно отражающих специфические особенности управления [17, 19] и, в частности, функционирования эргасистемы в различных условиях обстановки.

Экономический анализ эргасистем включает вопросы экономической эффективности их функционирования и развития[4] [14].

Для эргасистем свойственны два основных организующих процесса, протекающих одновременно: *развитие* (включая деградацию) и *функционирование*. Под *функционированием* понимается[5] решение в эргасистеме определенного количества взаимосвязанных задач и достижение определённых взаимосвязанных целей. При этом *адаптация* эргасистемы, т. е. изменение её свойств, состава и структуры для оптимизации её функционирования, возможна в относительно короткий срок, но только в пределах заданных количеств элементов $< N >$ и связей $< C >$. Развитие системы идёт в

[2] Автоматизированный имитационно-моделирующий комплекс управления сложными динамическими объектами / Под ред. Д.А. Ловцова. М. : ВА им. Петра Великого, 1994. 188 с.

[3] Успенский В.А. Теорема Гёделя о неполноте. М. : Наука, 1982. 110 с.

[4] Моргенштерн О. О точности экономико-статистических наблюдений. М. : Статистика, 1968. 293 с.

[5] Горский Ю.М. Информационные аспекты управления и моделирования. М. : Наука, 1978. 224 с.; Системно-информационный анализ процессов управления. М. : Наука, 1988. 328 с.

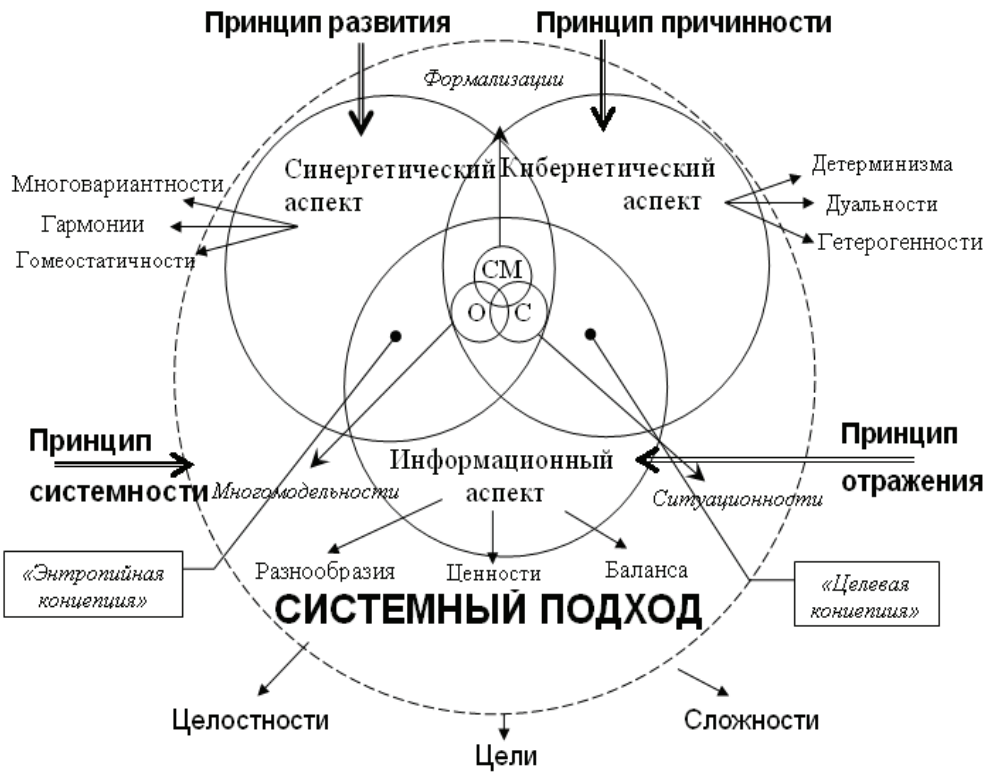

Рис. 2. Концептуальный вариант комплексного «ИКС»-подхода к исследованию эргасистем

значительной степени за счёт численного увеличения N, C (в рамках одной технологии развития до качественного скачка и перехода на новую технологию). И *адаптация* эргасистемы с точки зрения решения задач развития осуществляется на несколько порядков медленнее, чем при функционировании. Кроме того, цели функционирования можно формализовать, а цели развития, как правило, оказываются субъективными и не полностью определёнными.

Если ограничиться задачами функционирования эргасистемы, то в общем случае её можно представлять совокупностью иерархий[6] (рис. 3) [5]:

- ТППИ и целей (Ц) реализации ТППИ;
- процессов снабжения ТППИ энергией (ПСЭ) и веществом (ПСВ), целей функционирования подсистем снабжения энергией и веществом;
- элементов (узлов) управления (ЭУ) ТППИ, снабжением энергией и веществом и их целей;
- управляющих функций внутри элементов управления.

Субъективные иерархии целей функционирования ТППИ, снабжения энергией и веществом определяют основные требования к функционированию эргасистемы и её основных подсистем и порождают иерархии целей ЭУ, которые отражают требования ТППИ или подсистем снабжения на уровне ЭУ. Чем сложнее процесс функционирования ТППИ, тем больше *требований* необходимо отразить на уровень ЭУ, тем выше степень их размытости (субъективности) и тем труднее обеспечить их выполнение.

Для отражения качества работы эргасистемы во всей совокупности отношений между её целями и подцелями и коррекции всех иерархий по уменьшению степени недостижения целей в эргасистеме можно построить сопряженные иерархии качества $(\boldsymbol{K})$, которые будут характеризовать различия между заданными целями и реальным функционированием эргасистемы. Эти иерархии, как правило, существуют в неявном виде у разработчиков и персонала реальных эргасистем. Последнее определяет их ещё более высокую субъективность и необходимость разработки специальной единой *методики* определения степени недостижения целей эргасистемы.

На данном этапе на основе «ИКС»-подхода в составе эргасистемы вычленяется и декомпозируется ФПС (узел, совокупность узлов) эргасистемы (определяется её *информационно-распределительная структура*). В частности, в качестве основных компонентов двухэшелонной (что характерно для практики) архитектуры *автоматизированной подсистемы централизованной координации и планирования* (АПКП) P_5^{ij} ТППИ [8] в эргасистеме (рис. 4) можно выделить такие, как[7]:

топологическая структура, представленная тремя подсетями: связи, осуществляющей передачу контрольно-измерительной информации (КИИ) на базе совокупности сетевых (связных) процессоров, функци-

[6] Там же.

[7] Ловцов Д.А., Семеряко И.И. Имитационное моделирование выработки решений в АСУ. М. : ВА им. Петра Великого, 1989. 235 с.

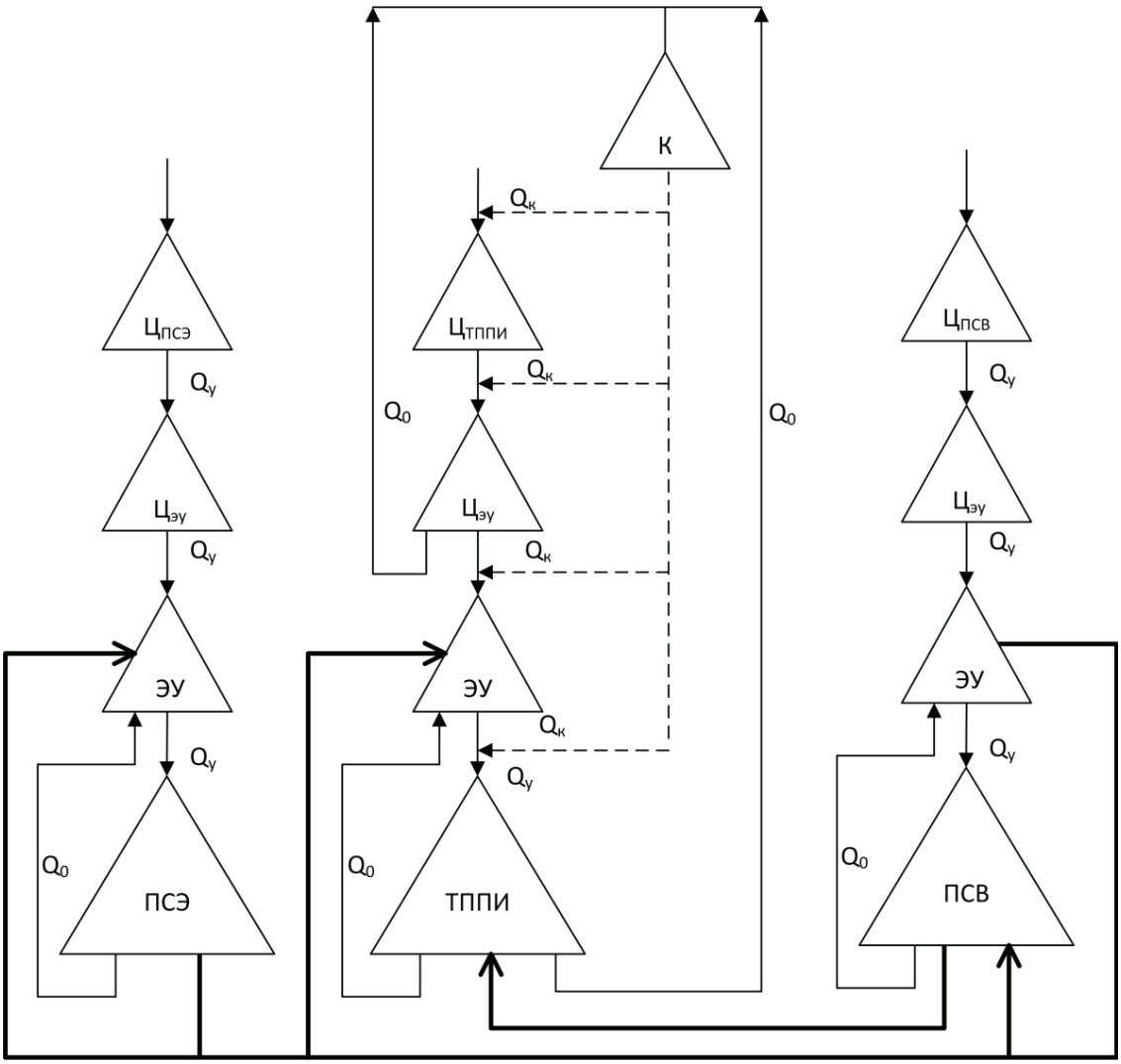

Рис. 3. Совокупность иерархий, определяющих функционирование эргасистемы

онирующих по принципу «запомнить и передать»; сети КСА и людей-операторов на базе совокупности терминальных средств автоматизации;

информационно-математическое (информационно-программное) обеспечение, содержащее математические методы, модели, алгоритмы и программы, предназначенные для выполнения функций *ситуационного планирования и координации* (СПК) ТППИ, включающих оперативную формулировку задач ресурсного распределения, упорядочения задач переработки информации (ЗПИ) во времени, разбиения ЗПИ по эшелонам иерархии, координации решений-расписаний периферийных элементов эргасистемы;

организационная структура, определяющая принадлежность (зависимость, подчиненность) элементов АПКП и влияющая на её топологию и распределение функций организации связи между элементами и коммуникационной частью АПКП.

АПКП содержит (см. рис. 4): подсистемы $P_5^{ij}, i = \overline{1,2};\ j = \overline{1,4}$ централизованной координации и *организационного управления* [17] обоих эшелонов иерархии крупномасштабной эргасистемы; часть подсистемы P_6 информационного обмена, определяемую связями подсистем P_5^{ij} обоих эшелонов с другими подсистемами P_1 — P_4 и между собой; включенное в информационную базу эргасистемы информационно-математическое обеспечение процессов планирования ТППИ [5].

На основе анализа содержательного описания реальных технологических процессов переработки КИИ[8, 9, 10] и требований к результатам их реализации, а также с учётом особенностей и ограничений процессов функционирования ФПС вырабатываются *системные требования* к ИМО функциональных подсистем эргасистемы, к числу которых можно, в частности, отнести:

[8] Князев В.В., Ловцов Д.А. Ситуационное планирование защищённой переработки информации в АСУ испытаниями сложных динамических объектов // Автоматика и телемеханика. 1998. № 9. С. 166—181.

[9] Ловцов Д.А. Ситуационное планирование процесса переработки измерительной информации в сети АСУ // Изв. РАН. Теория и системы управления. 1995. № 5. С. 239—247.

[10] Ловцов Д.А. Планирование и прогнозирование процессов обмена привилегированной информацией в сети АСУ // Зарубежная радиоэлектроника. 1996. № 1. С. 7—63.

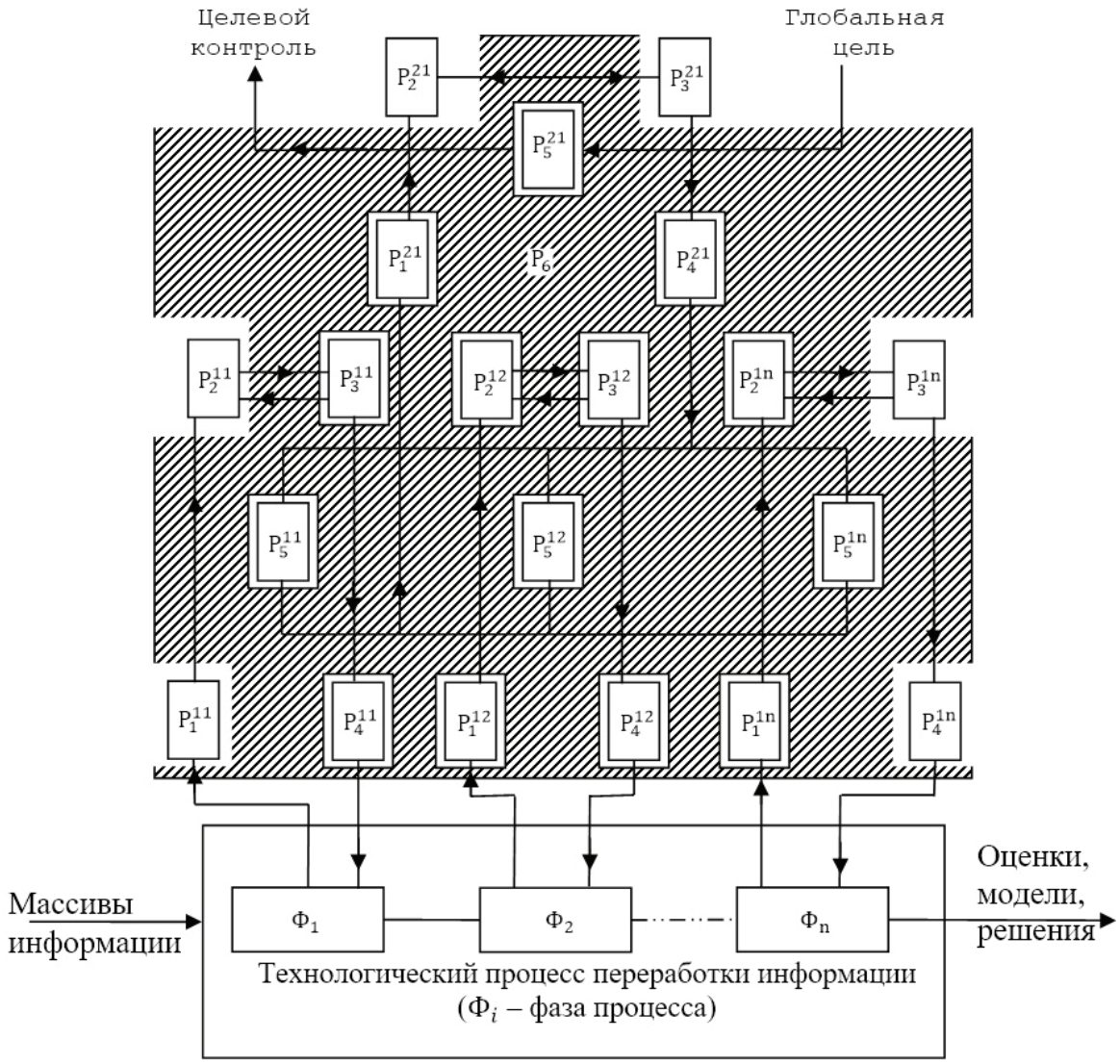

Рис. 4. Функциональная структура двухэшелонной иерархической эргасистемы

- оперативность алгоритмов математической формулировки задач ФПС и конкретных алгоритмов оптимизации их функционирования;
- объединение формальных и неформальных шагов (этапов) процессов выработки рациональных управляющих решений;
- многоуровневость (многоэшелонность) методологических моделей (математических и информационных) и алгоритмов функционирования ФПС эргасистемы;
- эффективное использование имеющихся интеллектуальных (операторских) и машинных ресурсов при решении целевых и функциональных задач эргасистемы;
- инвариантность алгоритмов рационального функционирования подсистем эргасистемы к классу сложного объекта отработки и управления;
- обеспечение постоянного развития и совершенствования ИМО.

Требования к *оперативности* (часто директивные) алгоритмов функционирования подсистем обусловлены стремлением к решению их задач в реальном масштабе времени функционирования эргасистемы с целью обеспечения возможности *своевременного* автоматизированного управления СДО и сокращения времени переработки КИИ.

Объединение формальных и неформальных этапов процессов планирования требуется для обеспечения решения целевых и функциональных задач ФПС на основе *диалоговых человеко-машинных* режимов, позволяющих подключать опыт и знания лица, принимающего решения (ЛПР), в необходимые моменты процесса выработки рационального решения. Выполнение этого требования предполагает чёткое определение входных параметров алгоритмов функционирования, форматов ввода данных, содержания результирующей информации; учёт особенностей терминальных дисплеев в подготовке ситуационных исходных данных и представлении результатов, так как формирование исходных данных и интерпретация результатов выполняются людьми-операторами. Кроме того, выполнение данного требования способ-

но повысить оперативность решения задач ФПС в случае привлечения к процессу принятия решений высококвалифицированных специалистов (экспертов).

Многоуровневость методологических моделей и алгоритмов функционирования ФПС эргасистемы призвана уменьшить влияние факторов неопределённости за счёт разнесения решения задач в пространстве и во времени и обусловлена спецификой организационно-функциональной структуры эргасистемы. Кроме того, выполнение данного требования позволит обеспечить сокращение количества подлежащих распределению ЗПИ (на каждом уровне), что создаст предпосылки для повышения оперативности.

Непосредственное влияние на оперативность *оказывает эффективное использование имеющихся интеллектуальных и машинных ресурсов* (людей-операторов, ЛПР, экспертов; оперативной и внешней памяти, пропускной способности человеко-машинных интерфейсов, общего количества выполняемых команд на одну итерацию и др.) при решении задач ФПС. Выполнение этого требования также необходимо для обеспечения машинной реализуемости алгоритмов решения соответствующих задач.

Последние два требования обусловлены разнообразием одновременно отрабатываемых (управляемых) СДО, расширением их типажа и модификаций[11]; постоянным возрастанием требований к основным организационно-техническим характеристикам эргасистем. Принцип *постоянного развития и совершенствования* предполагает наличие определённой структуры ИМО, позволяющей вносить изменения для устранения обнаруженных при эксплуатации ИМО дефектов, для добавления новых возможностей (модификации) или приспособления ИМО к работе на КСА (ЭВМ) иного типа (конфигурации), чем тот, для которого оно разработано.

Современные средства автоматизации (специальные ЭВМ, кластеры, ПЭВМ и др.), внедряемые в реальные эргасистемы, позволяют реализовать сформулированные *требования* к ИМО [2, 13].

На ***втором*** этапе (см. рис. 1) на основе методов «ИКС»-анализа определяется внутренняя организация процесса функционирования ФПС и его модельно-алгоритмических средств, обеспечивающая реализацию выработанных на первом этапе требований к ИМО, включая требование объединить формальные и неформальные этапы (шаги) решения задач ФПС в единый технологический процесс.

В частности, к числу основных технологических шагов процесса СПК ТППИ следует отнести (подробно рассмотрены в [8, 9]):

- выбор (формирование) модели технологического процесса переработки КИИ, соответствующей классу СДО;
- выбор (формирование) модели АПКП эргасистемы, соответствующей сложившейся ситуации, характеризующей состояние средств автоматизации и ресурсов эргасистемы;
- выбор (формирование) математической модели ситуации принятия рациональных решений-расписаний выполнения ЗПИ W_0^* центральным и $W_x^*, x = \overline{1,n}$ периферийными элементами (ЦЭ, ПЭ) эргасистемы;
- задание локальных $F_x[W_x(W_0),\ \omega_x],\ x = \overline{1,n}$ и построение главной $\min F_0[W_0(W_x),\ \omega_0]$ целевых функций (ЛЦФ, ГЦФ) планирования ТППИ в условиях деструктивных воздействий ω_0, ω_x;
- выбор численного метода (ЧМ) поиска:

$$W_x^* = \operatorname{Arg}\min F_x\,[W_x(W_0), \omega_x], \qquad x = \overline{1,n},$$
$$W_0^* = \operatorname{Arg}\min F_0\,[W_0(W_x), \omega_0]$$

- (можно объединить с предыдущим шагом);
- поиск

$$W_x^*, x = \overline{1,n};\ \ W_0^*;$$

- оценка (проверка) результатов СПК ТППИ.

На ***третьем*** этапе (см. рис. 1) осуществляется переход от содержательного описания задачи к соответствующим *логико-лингвистическому* (фреймовому и др.) и *математическому* представлениям и последующей реализации на средствах АИМК (ЭВМ). На практике данный этап часто осуществляется неудовлетворительно[12] [5], так как используются примитивные идеализированные модели, в недостаточной мере учитывающие реальные ограничения и требования к качеству задач и др. Для устранения этих недостатков применяются методы системного анализа [1, 5, 12] в сочетании с современными численными алгоритмами оптимизации на основе методологии *структурно-математического подхода*[13] [8].

Основным понятием структурно-математического подхода является понятие *рода математической структуры* (РМС), который определяется введением базисных множеств и набора отношений, строящихся на так называемых ступенях шкалы множеств [8] и удовлетворяющих определённым аксиомам. Ступени шкалы множеств образуются из базисных множеств с помощью операций взятия декартовых произведений или булеанов. Путём наделения базисных множеств определёнными конкретными математическими свойствами осуществляется переход к *конкретным математическим структурам* (КМС). Если же базисные множества и отношения получают реальную интерпретацию, позволяющую считать данную КМС отражением реальной эргасистемы (ФПС, КСА) или процессов в последней, то эта КМС представляет собой *структуру математической модели* (СММ) реальной эргасистемы.

Методологическая схема «РМС $\Rightarrow$ КМС $\Rightarrow$ СММ» позволяет выявить связи между конструкциями математики, использующими определённый уровень

[11] Сухорученков Б.И. Математические модели и методы анализа характеристик летательных аппаратов. М. : ВА им. Петра Великого, 1989. 340 с.

[12] Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М. : Наука, 1978. 399 с.

[13] Бурбаки Н. Теория множеств. М. : Мир, 1965. 455 с.

абстракции, и математическими моделями реальных систем[14]. Последние могут носить как *формальный* (числовой), так и (что очень важно для системных приложений) *неформальный* (нечисловой) характер, что позволит обеспечить тесное взаимодействие математики и смежных отраслей, таких как теория систем, кибернетика, теория принятия решений. Системно-кибернетические представления (понятия) при этом оказываются связанными с такими основополагающими математическими понятиями, как *отображение, математическая структура, эквивалентность, упорядочение, связность, композиция* и *декомпозиция, морфизмы* и др. (опираются на концепции современной математики, её определенную архитектуру), обеспечивая необходимый уровень их математизации.

Крупномасштабные эргасистемы являются иерархическими и, следовательно, изучение ТППИ в них с использованием информационно-математических методов неизбежно приводит к исследованию соответствующих *математических структур* принятия (выбора) решений.

Разработка логических средств переработки *качественной* информации (представленной в лингвистической форме), называемых предметными *логико-лингвистическими моделями*[15] (ЛЛМ), осуществляется, в частности, на базе языков представления знаний реляционного и предикатного типов[16], т. е. ЛЛМ строятся на базе реляционного исчисления или исчисления предикатов, соответственно. Причем более гибкими средствами описания реальных динамических квазистохастических процессов (какими являются, в частности, процессы ситуационного планирования и контроля в эргасистеме) оперируют методы одного из видов реляционного исчисления — исчисления высказываний, в то время как модели, представляющие собой системы аксиом (предложений) языка исчисления предикатов, статичны, громоздки, замкнуты и поэтому недостаточны для моделирования указанных процессов, протекающих в реальном времени и открытых для изменений, а работа с ними сопряжена со значительными трудностями.

К основным средствам *исчисления высказываний* (видам реляционных описаний) относятся *фреймовые представления, семантические сети* (частными случаями являются синтагматические цепи и RX-коды), универсальный семантический код. Первые наиболее приемлемы для описания диалоговых процедур ситуационного управления (планирования, контроля и др.), поскольку *фрейм* представляет собой модульную структуру данных со всей совокупностью включенных в неё процедур для распознавания стереотипных ситуаций[17] [5]; язык фреймовых представлений относится к открытой системе, в которую можно добавлять новые компоненты, для соединения фреймов (знаний) используется естественный язык.

Фреймы представляют собой локальные многоуровневые семантические сети (графы, деревья, списки и др.) и являются синтаксически-семантическими единицами (массивами) информации. В общем случае фрейм содержит *декларативные* и *процедурные* элементы, обеспечивающие преобразование информации внутри него и связь его с другими фреймами. Причем как в процедурной, так и в декларативной части (хотя это деление условное, ибо информация может храниться в виде программ [3, 5, 16]) имеются незаполненные участки, пустоты, называемые *слотами* (от англ. *slot* — щель). Слоты могут заполняться в процессе активизации функционирования фрейма в соответствии с определёнными условиями или предписаниями, которыми они сопровождаются. Это придает фрейму свойство адаптивности, настраиваемости как на модульном, «атомарном» уровне (слотов), так и на уровне всей сети фреймов.

Предложение. Любая фреймовая ЛЛМ сложного реального процесса должна строиться в виде достаточной совокупности определённым образом сформированных фрейма-прототипа (настраиваемого) и множества терминальных фреймов данных (готовых), представляющих собой описание (например, на языках KRL, FRL, GUS, 0WL теории искусственного интеллекта [5, 9]) стереотипных ситуаций (случаев).

То есть фрейм-прототип представляет не одну конкретную ситуацию, а стереотипную, т. е. обобщающую наиболее характерные, принадлежащие одному классу. Систему таких фреймов можно использовать при хранении в информационной базе эргасистемы обобщённой информации, характеризующей процесс её функционирования, и при его реализации.

Четвертый этап (см. рис. 1) разработки ИМО заключается в переводе теоретических (математических, информационных, логико-лингвистических и др.) моделей и алгоритмов функционирования ФПС на языки программирования, моделирования и представления знаний [3, 16], доступные средствам автоматизации эргасистем, поскольку конечной целью разработки ИМО является его практическая реализация. Успешное выполнение указанного этапа во многом зависит от знания технологии программирования и наличия структуры программно-технического ресурса АИМК — инструмента испытаний, отладки в диалоговых человеко-машинных режимах и совершенствования моделей, алгоритмов и программ переработки информации и организации этой переработки перед их внедрением в реальные эргасистемы [5, 10].

Современные средства автоматизации предоставляют реальную возможность материализовать

[14] Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М. : Наука, 1978. 399 с.

[15] Бурбаки Н. Теория множеств. М. : Мир, 1965. 455 с.

[16] Там же; Кузин Л.Т. Основы кибернетики: В 2-х т. Т. 1. Математические основы кибернетики. М. : Энергия, 1973. 502 с.; Т. 2. Основы кибернетических моделей. М. : Энергия, 1979. 584 с.; Представление и использование знаний / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. М. : Мир, 1989. 220 с.

[17] Minsky M. Framework for Representing Knowledge // Psychology of Computer Vision / P.H. Winston (ed.). McGraw-Hill, 1975.

фреймовую ЛЛМ в виде программного комплекса. Это определяется, *во-первых*, возможностью обеспечить диалоговый человеко-машинный режим, а *во-вторых*, использованием в КСА языков программирования высокого уровня (объектно-ориентированных), позволяющих упростить обращение к КСА (ЭВМ).

Основным фактором, определяющим эффективность диалога, является язык общения. В [5] проведён анализ возможных языков общения «ЛПР — КСА» и сделан *вывод* о целесообразности применения (на данном этапе развития языковых средств) для диалогового режима алгоритмических языков. При этом для успешной реализации диалоговых решений задач оптимизации процессов функционирования ФПС эргасистем необходимо располагать совершенными устройствами и процедурами ввода-вывода информации, а конструкции используемого языка должны обеспечить описание и программную реализацию фреймовых представлений процессов функционирования подсистем эргасистемы.

На заключительном ***пятом*** этапе (см. рис. 1) производится экспериментальный анализ и оценка эффективности и качества разработанного ИМО (представляется в виде пакетов прикладных и отдельных программ, экспертных систем — ЭС и др.).

Широкое распространение получил один из «чисто машинных» методов экспериментального исследования реальных процессов — метод имитационного моделирования процессов на ЭВМ («машинный эксперимент»), имеющий прямую аналогию с экспериментальным исследованием процессов в реальных условиях («натурный эксперимент») [5]. При моделировании нет необходимости создавать для каждого процесса специальные экспериментальные установки; достаточно разработать *автоматизированную имитационную модель*[18] [5]. Метод имитационного моделирования обеспечивает простоту, оперативность и небольшую стоимость исследований, в том числе и в условиях, недоступных натурному эксперименту [4].

Одним из путей применения методов машинного моделирования к исследованию крупномасштабных эргасистем является создание АИМК на базе ЭВМ. Наличие таких АИМК позволяет преодолеть «барьер сложности» при планировании и реализации в реальном масштабе времени научного эксперимента, имитирующего в совокупности СДО, процессы отработки или управления ими, решаемые функциональные задачи и др., вследствие отсутствия необходимости представления наиболее трудоёмких этапов процесса автоматизированного управления СДО в виде математических, информационных и логико-лингвистических моделей (программ). Таким образом, АИМК должен содержать, кроме ЭВМ, средства автоматизации сбора, переработки и отображения (визуализации, документирования) информации, средства взаимодействия, имитаторы или реальные СДО, а также коллективы людей-операторов, способных управлять перечисленными средствами.

В [5] обоснованы программно-технический ресурс, методы имитации и эффективность использования одного из возможных вариантов АИМК на базе ЭВМ, предназначенного для моделирования задач автоматизированного управления СДО и их испытаниями. Синтез предлагаемой структуры АИМК основывается на концепции, предполагающей переложение на ЭВМ бóльшей части работ, выполняемых как при подготовке к моделированию, так и в процессе исследования на модели объектов большой сложности (СДО, ФПС и др.). Эта концепция оставляет за человеком-оператором лишь неформальную часть действий: постановку задачи, управление средствами АИМК и анализ (интерпретацию) результатов моделирования.

Все остальные работы, связанные с описанием объекта моделирования в требуемой форме (при помощи заранее определённых математических схем), построением моделирующего алгоритма, его программированием, организацией сложного информационно-вычислительного процесса современного КСА (ЭВМ) и др. автоматизируются и выполняются при помощи специальных заблаговременно заготовленных программ, объединенных в единый комплекс (пакет) специального ИПО «автоматизированной имитационной модели»[19] (АИМ) [5, 6, 13].

Определение. Автоматизированная имитационная модель (*computer simulation model*) — это объединение математической и *логико-лингвистической* моделей (материализованных в КСА в виде пакета программ имитации с местной операционной системой и функциональной *базой данных и знаний* [9]), технических средств, не поддающихся машинной имитации, и людей-операторов, управляющих всем процессом моделирования объекта на КСА [5].

Кроме того, наличие АИМ процессов функционирования подсистем в информационной базе (как совокупности взаимосвязанных функциональных БДЗ) реальной эргасистемы позволяет не только испытывать и оценивать эффективность применения разрабатываемого ИМО, но также исследовать условия его применения в конкретных ситуациях с целью выбора рациональных алгоритмов функционирования ФПС.

Теоретической основой экспериментального анализа процессов функционирования подсистем эргасистем и их ИМО на АИМ являются теория исследования операций[20] и математическая статистика (теория планирования эксперимента)[21].

---

[18] Ловцов Д.А., Сергеев Н.А., Гаврилов В.Н., Ермолаева А.Б. Базовый программный комплекс имитационно-игрового моделирования «БПК MEIS-DM» // Свидетельство № 2013615257 РФ. № 2013613471/09; Заяв. 26.04.13; Зарег. 03.06.13.

[19] Ловцов Д.А., Андреев Г.И., Ермолаева А.Б. АИМ «AST-RO»: Программа для ЭВМ // Свидетельство № 2015661278 RU, 2015. № 2015617829; Заяв. 25.08.15; Зарег. 22.10.15.

[20] Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. М. : Наука, 1971. 384 с.

[21] Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М. : Наука, 1980. 564 с.; Справочник по теории вероятностей и математической статистике / В.С. Королюк, Н.И. Портенко, А.В. Скороход, А.Ф. Турбин. М. : Наука, 1985. 640 с.

Процесс разработки ИМО ФПС эргасистемы носит итерационный характер, выражающийся в необходимости доработок первоначального проекта алгоритмической модели процесса функционирования ФПС при программировании, отладке программ и испытаниях. Работы, которые необходимо выполнить на каждом из выделенных этапов, определяют основное содержание специальной методики разработки ИМО процессов функционирования подсистем эргасистемы.

Заключение

Таким образом, на основе анализа реальных процессов и задач переработки контрольно-измерительной информации и особенностей их организации и планирования в крупномасштабной иерархической эргасистеме:

определено содержание методологических этапов логической последовательности [5] разработки ИМО с заданными требованиями,

предложены: соответствующая методологическая диаграмма алгоритмизации (см. рис. 1) и методика, упорядочивающие мероприятия по анализу реальных ФПС эргасистем и процессов, происходящих в них, по разработке методов, моделей и алгоритмов оптимизации и реализации их на средствах АИМК с использованием методов «ИКС»-анализа, информологии, системологии, общей алгебры, теории исследования операций, теории эксплуатации, теории расписаний, математического программирования, теории формальных грамматик, логико-лингвистического моделирования, структурного программирования (на ЭВМ), математической статистики и др.

Рецензент: ***Цимбал Владимир Анатольевич,*** *доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры автоматизированных систем боевого управления Филиала Военной академии им. Петра Великого, г. Серпухов, Российская Федерация.*
E-mail: tsimbalva@mail.ru

Литература

1. Артюхов В.В. Общая теория систем. М. : ИГ "URSS", 2021. 224 с. ISBN 978-5-9710-6078-9.
2. Васильев В.В., Манин А.П., Потюпкин А.Ю. Концептуальные вопросы формирования облика системы испытаний летательных аппаратов // Полет. 2016. № 8-9. С. 55—63.
3. Гринфилд Д., Шорт К., Кук С., Крупи Д. Фабрики разработки программ: потоковая сборка типовых приложений, моделирование, структуры и инструменты. М. : Диалектика, 2006. 592 с. ISBN 978-5-8459-1181-0.
4. Информационно-измерительное обеспечение натурных испытаний сложных технических комплексов / Булычев Ю.Г., Васильев В.В., Манин А.П. и др. М. : Машиностроение-Полет, 2016. 280 с.
5. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
6. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М. : Наука, 2005. 248 с.
7. 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 .
8. Ловцов Д.А. Моделирование организации процессов переработки информации в иерархической эргасистеме // Правовая информатика. 2020. № 3. С. 4—18. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-04-18.
9. 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 .
10. Ловцов Д.А. Эффективность правовых эргасистем в инфосфере // Правовая информатика. 2020. № 1. С. 4—14. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-04-14 .
11. 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 .
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., Васёнов А.В. Информационно-математическое обеспечение имитационного моделирования интегрированных логистических систем // Изв. Ин-та инженерной физики. 2009. № 4. С. 59—65.
14. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. М. : Дело, 2003. 520 с.
15. Олейник И.И., Суворов А.В., Пискунов А.А. Натурная отработка сложных технических комплексов. Технология и алгоритмы. М. : Наука, 1990. 236 с.
16. Соммервил И. Инженерия программного обеспечения. М. : Вильямс, 2002. 642 с. ISBN 5-8459-0330-0.
17. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М. : Физматлит, 2007. 584 с. ISBN 5-89502-766-0.
18. Ногин В.Д. Сужение множества Парето: аксиоматический подход. М. : Физматлит, 2016. 272 с.
19. Нуров К.И. Общая теория управления. Алматы : Аспандау, 2016. 460 с. ISBN 978-601-8021-33-6.

ALGORITHMISATION IN LARGE-SCALE HIERARCHICAL ERGASYSTEMS

Dmitrii Lovtsov[22]

Keywords: *algorithmisation, hierarchical ergasystem, information and mathematical support, development, functional subsystem, methodological diagram, methodology, structures, methods, mathematical models, logical and linguistic models, informational models, algorithms, programs.*

Abstract.

Purpose of the article: improving the research and methodological basics of the legal informatics theory.

Methods used: system analysis and conceptual-cum-logical modelling of rational organisation of developing information and mathematical support (IMS) for a large-scale hierarchical ergasystem.

Results obtained: the content of methodological stages of the logical sequence for developing IMS (with specified requirements) for functional subsystems of large-scale hierarchical ergasystems is determined. A methodological diagram for algorithmisation and a methodology for streamlining activities in analysing real subsystems and processes for control and measurement information processing are put forward, as well as for developing optimisation methods, models and algorithms and implementing them using the tools of automated simulation modelling systems.

The results obtained are fundamental for creating appropriate information and mathematical support for large-scale ergasystems such as integrated automated control systems for rocket and space technology objects, the Government Automated System (GAS) "Pravosudie" ["Justice"], GAS "Vybory" ["Elections"] et al.

References

1. Artiukhov V.V. Obshchaia teoriia sistem. M. : IG "URSS", 2021. 224 pp. ISBN 978-5-9710-6078-9.
2. Vasil'ev V.V., Manin A.P., Potiupkin A.Iu. Kontseptual'nye voprosy formirovaniia oblika sistemy ispytanii letatel'nykh apparatov. Polet, 2016, No. 8-9, pp. 55—63.
3. Grinfild D., Short K., Kuk S., Krupi D. Fabriki razrabotki programm: potokovaia sborka tipovykh prilozhenii, modelirovanie, struktury i instrumenty. M. : Dialektika, 2006. 592 pp. ISBN 978-5-8459-1181-0.
4. Informatsionno-izmeritel'noe obespechenie naturnykh ispytanii slozhnykh tekhnicheskikh kompleksov. Bulychev Iu.G., Vasil'ev V.V., Manin A.P. i dr. M. : Mashinostroenie-Polet, 2016. 280 pp.
5. Lovtsov D.A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021. 314 s. ISBN 978-5-93916-887-8.
6. Lovtsov D.A. Informatsionnaia teoriia ergasistem: Tezaurus. M. : Nauka, 2005. 248 pp.
7. Lovtsov D.A. Teoreticheskie osnovy sistemnoi informatizatsii pravovogo regulirovaniia. Pravovaia informatika, 2019, No. 4, pp. 12—28. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-12-28 .
8. Lovtsov D.A. Modelirovanie organizatsii protsessov pererabotki informatsii v ierarkhicheskoi ergasisteme. Pravovaia informatika, 2020, No. 3, pp. 4—18. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-04-18.
9. Lovtsov D.A. Arkhitektura bazy dannykh i znanii podsistemy planirovaniia i koordinatsii informatsionnykh protsessov v ierarkhicheskoi ergasisteme. Pravovaia informatika, 2020, No. 4, pp. 4—19. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-04-19 .
10. Lovtsov D.A. Effektivnost' pravovykh ergasistem v infosfere. Pravovaia informatika, 2020, No. 1, pp. 4—14. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-04-14 .
11. Lovtsov D.A. Sovremennaia kontseptsiia 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 .
12. Lovtsov D.A. Sistemnyi analiz. Chast' 1. Teoreticheskie osnovy. M. : RGUP, 2018. 224 s. ISBN 978-5-93916-701-7.
13. Lovtsov D.A., Vasenov A.V. Informatsionno-matematicheskoe obespechenie imitatsionnogo modelirovaniia integrirovannykh logisticheskikh sistem. Izv. In-ta inzhenernoi fiziki, 2009, No. 4, pp. 59—65.
14. Lopatnikov L.I. Ekonomiko-matematicheskii slovar': Slovar' sovremennoi ekonomicheskoi nauki. M. : Delo, 2003. 520 pp.
15. Oleinik I.I., Suvorov A.V., Piskunov A.A. Naturnaia otrabotka slozhnykh tekhnicheskikh kompleksov. Tekhnologiia i algoritmy. M. : Nauka, 1990. 236 pp.
16. Sommervil I. Inzheneriia programmnogo obespecheniia. M. : Vil'iams, 2002. 642 pp. ISBN 5-8459-0330-0.
17. Novikov D.A. Teoriia upravleniia organizatsionnymi sistemami. M. : Fizmatlit, 2007. 584 pp. ISBN 5-89502-766-0.
18. Nogin V.D. Suzhenie mnozhestva Pareto: aksiomaticheskii podkhod. M. : Fizmatlit, 2016. 272 pp.
19. Nurov K.I. Obshchaia teoriia upravleniia. Almaty : Aspandau, 2016. 460 pp. ISBN 978-601-8021-33-6.

[22] ***Dmitrii Lovtsov,*** *Dr.Sc. (Technology), Professor, Meritorious Scientist of the Russian Federation, Deputy Director for Research of the Lebedev Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Moscow, Russian Federation.*

E-mail: dal-1206@mail.ru

ЭЛЕМЕНТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА УМНЫХ СИСТЕМ

Чечкин А. В.[1]

Ключевые слова: *группировки умных систем, принцип единоначалия группировки, тезис о необходимом и достаточном условиях наличия искусственного интеллекта умной технической системы, избыточные системы в форме среды радикалов, ультрасистема, нештатные ситуации и задачи, информационно-системная безопасность умных систем.*

Аннотация.

Цель: обосновать центральную роль радикальной (избыточной) модели театра действий умной системы как ядра искусственного интеллекта.

Методы: методы создания ультрасистемы и обеспечения информационно-системной безопасности умных систем для интеллектуального планирования их действий и ситуационного управления их поведением.

Результаты: формулируются основные понятия искусственного интеллекта умных систем; изучаются особенности первой и второй сигнальных систем (первичного и языкового сенсориумов); разрабатывается ультрасистема интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением умной системы в театре ее действий, включая развитие самой системы и разумное преобразование театра ее действий; используются информационная и системная нештатности умной системы как точки роста ее интеллектуального развития на базе машинного обучения.

DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-15-23

1. Введение

Предлагается обсуждать *искусственный интеллект* (ИИ) технических умных систем в единстве с *естественным интеллектом* (ЕИ) человека и обязательно с точки зрения *ноосферы Земли* в смысле академика В.И. Вернадского.

Умные системы (УС) — это высокоорганизованные целенаправленные технические системы различного назначения с элементами ИИ. Среди искусственных технических систем важное значение сегодня приобретают *группировки умных систем*, подчиненные человеку. В первую очередь это группировки разнообразных беспилотников военного и гражданского назначения, умные города и умные светофоры, умные транспортные сети и умные сенсорные сети, умные производства и умные дома. Группировки УС относятся к *многоагентным системам*. Они подобны организационным системам[2] [1, 3, 9, 10].

2. Принцип подчинения человеку, хозяину группировки УС

У всякой технической УС — агента группировки — должен быть единственный лидер с беспрекословным ему подчинением. Без лидера техническая УС не должна функционировать. Лидером всей группировки УС всегда является человек, хозяин группировки.

Цели и задачи, поставленные лидером перед УС, являются целеуказаниями для данной УС в рамках ее театра действий, беспрекословными, непререкаемыми, обязательными к исполнению. Хозяин группировки формулирует, корректирует и контролирует исполнение своих *целевых указаний* для всех подчиненных ему агентов группировки. В частности, хозяин всегда определяет верхнюю стратегическую часть дерева целей УС. При этом далее каждая подчиненная техническая УС в группировке автономно планирует свою тактическую и оперативную части своего дерева целей при реализации целеуказаний от своего лидера в рамках своего театра действий.

3. Тезис о необходимом и достаточном условиях наличия ИИ УС [12]

Необходимым условием ИИ УС является наличие в УС первой сигнальной системы в форме ***первичного сенсориума УС***. Предназначением такой системы явля-

[2] Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные информационные технологии и системы : учеб.-метод. пособие. Пермь : Изд-во Пермского университета, 2007. 271 с.

[1] ***Чечкин Александр Витальевич,*** *доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, профессор Военной академии имени Петра Великого, профессор Финансового университета при правительстве РФ, г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: a.chechkin@mail.ru

ется мониторинг, сбор сенсорных образов УС о себе и о театре своих действий, создание в УС и поддержание избыточного информационно-системного ресурса.

Достаточным условием ИИ УС является наличие в УС второй сигнальной системы в форме ***языкового сенсориума УС***. Без языка нет элементов ИИ УС. Языковая надстройка над первичным сенсориумом УС обеспечивает познание осознанной части первичного сенсориума.

Назначение языкового сенсориума — быть дубликатом выделенной (осознанной) части первичного сенсориума. Выделение осознанной части происходит путем символьной номинации (называния) словами и устойчивыми словосочетаниями языка некоторых образных моделей и инструментов первичного сенсориума. В результате появления в УС языка происходит символьное выделение *осознанной части* первичного сенсориума. Далее языковый сенсориум обеспечивает как бурное *структурирование* и углубляющее развитие самого языка, так и бурное когнитивное изучение осознанной части первичного сенсориума [2, 8, 12]. В результате в УС появляется в форме избыточного информационно-системного языкового ресурса осознанная модель мира УС для интеллектуального планирования и ситуационного управления своим поведением в рамках своего театра действий с целью исполнения указаний лидера УС, а значит, и хозяина всей группировки.

4. Избыточные системы в форме среды радикалов

Для адекватного описания избыточных систем базовым понятием является *радикал* (*корень*) — функциональная система любого назначения, имеющая внешне доступную возможность переключения своего состояния в любое из двух состояний: *пассивное* и *активное* [1, 10]. Активный радикал функционирует, работает по своему назначению. Пассивный радикал не функционирует, не работает по своему назначению, но находится в готовности, в резерве, в ожидании своего активирования. *Избыточная система* — это система с информационно-системным ресурсом, превосходящим тот ресурс, который требуется «*здесь и сейчас*» для любых конкретных ситуаций ее функционирования. Примерами избыточных систем являются *первичный* и *языковый сенсориум УС, сервисные системы, базы данных, инструментальные системы* и многие другие системы. Все избыточные системы должны иметь форму *среды радикалов*, т. е. быть *радикальными системами*. Всякая радикальная система требует *подсистемы управления* своей *активацией*. Главное качество радикальной системы — возможность в любой момент активировать только требуемую часть своих радикалов. Активность радикалов вызывается двумя способами. Первый способ — это наличие реальных объектов в поле действия сенсоров первичного сенсориума УС. Второй способ — это наличие языкового символа (имени) объекта в поле действия сенсоров языкового сенсориума. Второй способ позволяет организовать умозрительный процесс познания объектов без их реального наличия. Все активные в данный момент радикалы УС образуют работающий *системоквант* радикальной системы. Системоквант радикальной системы участвует в выполнении очередного поведенческого (рабочего) акта УС. При этом все остальные радикалы избыточной системы пассивные. Они определяют потенциальные возможности радикальной системы и находятся в ожидании, в запасе, в резерве.

5. Информационно-системная безопасность (ИСБ) УС

Все когнитивные требования к ИИ УС объединим в одном обобщенном глобальном требовании: «Обеспечение *информационно-системной безопасности* УС» [1, 10]. Требование ИСБ УС реализует целевую установку лидера данной УС. Понятие ИСБ УС является глобальным двуединым требованием, которое имеет тесно связанные между собой две стороны безопасности: *информационную* и *системную*. ИСБ УС включает в себя все случаи частных безопасностей УС от экологической, энергетической и т. д. до функциональной безопасности. Сформулируем обе стороны требования ИСБ УС.

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

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

Ядро ИИ УС включает широкую проблемную область УС, включающую, в частности, модель самой УС, модель театра действий УС. Избыточность ядра ИИ УС является необходимым условием обеспечения решения штатной задачи и должна быть достаточным информационным и системным ресурсом для ее успешного и эффективного решения. Модель должна быть надежно защищена от несанкционированного доступа (НСД) и т. п.

При нештатности УС может использовать ресурсы избыточной модели, или воспользоваться запросами к глобальному информационно-системному (виртуальному) пространству за обновлениями, или организовать попытки решения задачи в режиме «проб и ошибок» либо другим каким-либо способом самообучения, развития самой УС, вплоть до преобразования своего театра действий УС с согласия своего хозяина.

Системная сторона ИСБ УС. Каждая задача жизненного цикла УС в процессе своего решения должна сопровождаться постоянным учетом всех последствий решения для самой УС и для театра ее действий путем постоянного сертифицирования избыточной модели, тестирования самой УС, анализа театра действий УС и устране-

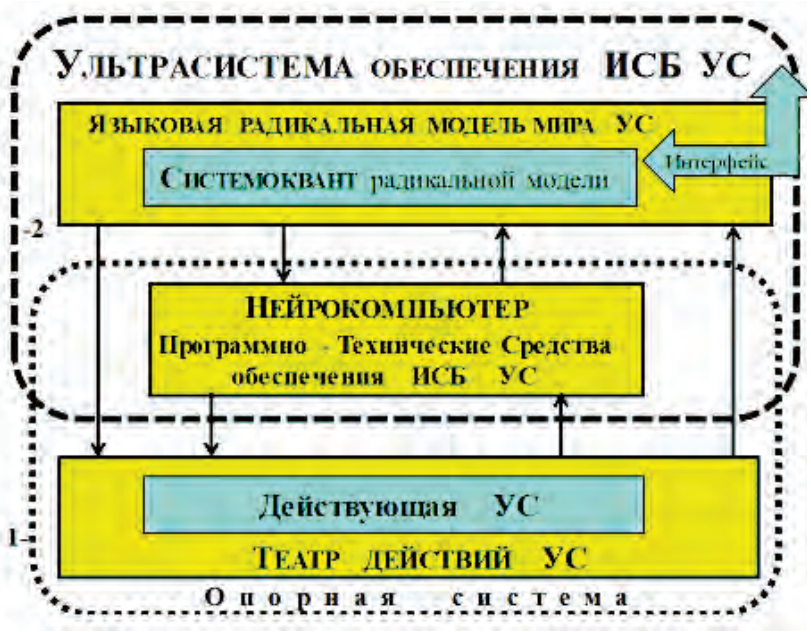

Рис. 1. Ультрасистема обеспечения ИСБ УС

ния конфликтов для сохранения системной целостности, гомеостаза самой УС и театра ее действий в полном соответствии с целевыми указаниями своего лидера.

6. Ультрасистема УС

В каждой технической УС должна быть специфическая информационная подсистема управления, которую называют *ультрасистемой* обеспечения ИСБ УС (*рис.* 1) [1, 10]. Ультрасистема для УС подобна центральной нервной системе ЕИ человека. Она предназначена для реализации рефлексии ИИ УС, сбора, хранения, преобразования и использования информации о самой «Я-УС», а также об объектах и связях своего театра действий.

Ультрасистема УС определяет интеллектуальные свойства УС и является многоуровневой информационной подсистемой УС для интеллектуального планирования и ситуационного управления своим поведением в театре своего действия. Ультрасистема УС на каждом своем иерархическом уровне является радикальной системой и находится в режиме ускоряющегося интеллектуального развития. Рассмотрим этапы интеллектуального развития ультрасистемы УС, этапы появления очередных ее уровней.

Первый этап связан с появлением первой сигнальной системы, с проблемами развития первичного сенсориума УС, с проблемами *технического зрения*, *ориентации в пространстве, акустических и других сенсорных сетей, проблемами сбора и хранения больших массивов метрологических измерений, а также с другими образными моделями и инструментарием*. Первичный сенсориум УС является первым уровнем ультрасистемы УС. Этот уровень является *подсознательным для УС,* еще не осознанным самой УС[3] [4, 11, 13, 14].

Второй этап интеллектуального развития УС связан с появлением второй сигнальной системы УС, языка, с проблемами выделения в первичном сенсориуме главных, доминирующих для УС объектов, отношений и инструментов путем их номинирования, присвоения каждому из них языкового индивидуального символа. На этом этапе в ультрасистеме появляется *языковый сенсориум*, в результате чего в УС появляется выделенная *осознанная* часть первичного сенсориума, номинированная языковыми символами. Языковый сенсориум УС теперь позволяет самой УС умозрительно глубоко изучать и структурировать осознанную часть первичного сенсориума умными технологиями [2, 8, 12].

Третий этап развития УС проявляется в форме языковой координатной семантической опорной сети понятий, классов объектов или инструментов и классов отношений (лексика языка) [1, 10].

Четвертый этап — это *ультрамножественное и ультраоператорное оснащение* координатной сети понятий до формы *распределенной базы данных* (БД) и *распределенной базы знаний* (БЗ) осознанной части первичного сенсориума. На этом этапе решаются проблемы создания *локальных баз данных (ЛБД)* и *структурирования больших данных в распределенную БД УС*, а также проблемы создания *локальных баз знаний (ЛБЗ) на базе технологий машинного обучения, прогнозирования* и *принятия решений* в рамках распределенного информационно-системного ресурса УС в форме среды радикалов-ЛБД и радикалов-ЛБЗ. В результате в ультрасистеме УС формируется и бурно развивается ядро ИИ УС, *языковая единая модель мира УС в форме информационно-системной распределенной БД УС и БЗ УС*. Такое ядро ИИ УС является избыточной моделью осознанной части самой УС и осознанной части театра действий УС [1, 5, 6, 10].

Пятый этап развития УС — это когнитивный иерархический уровень ультрасистемы УС. На этом

[3] Deep learning. T. 1/1. Goodfellow [et al.] / MIT Press Cambridge, 2016.

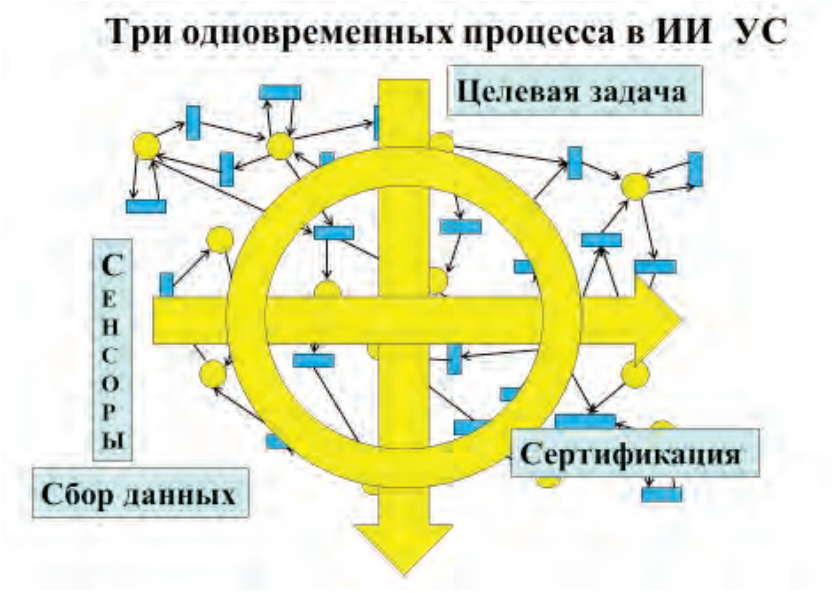

Рис. 2. Активационные процессы в ядре ИИ УС (языковой радикальной единой модели мира УС): целевой, сенсорный и сертификационный

уровне появляются элементы ИИ УС. В ультрасистеме по обеспечению ИСБ УС появляется *языковая, операционная система интеллектуального планирования и ситуационного управления* поведением УС в рамках своего театра действий с условием обязательного и эффективного выполнения своих целевых указаний со стороны лидера УС и в первую очередь хозяина группировки. Ультрасистема УС на когнитивном, верхнем уровне отвечает за *тактическое целеполагание* и *активирование системоквантов* ядра ИИ УС для ситуационного управления поведением УС в рамках своего театра действий [7, 10, 12].

7. Три одновременных процесса в ультрасистеме УС

С учетом имеющегося избыточного информационно-системного ресурса УС в форме ядра ИИ УС языковая операционная система ультрасистемы планирования и управления поведением УС в рамках распределенной радикальной БД и БЗ модели УС осуществляет одновременно три следующих информационных процесса:

1) *текущий* ***целевой*** — решение очередной тактической задачи во исполнение целевого указания своего лидера по принципу «целесообразность поведения УС»;

2) *текущий* ***сенсорный процесс*** — это непрерывный сбор (мониторинг) ситуационной информации по принципу «здесь и сейчас» и коммуникационному принципу «что нового появилось в глобальном виртуальном информационно-системном пространстве»;

3) *текущий* ***сертификационный процесс*** — обеспечение целостности, гомеостаза УС и всего театра действий УС по принципу «закрывание гештальта» (рис. 2) [1, 10]. При проведении текущих сертификационных проверок первостепенное значение имеет главная для ИИ УС и для всей группировки *сверхзадача — определение (фиксация) нештатности ситуаций и задач*.

***Рекомендации*:**

1. При выполнении текущего целевого процесса в УС должны выполняться: постоянный мониторинг на появление в УС и в театре его действий новых конфликтов по принципу «не навреди себе» и эффективная организация устранения этих конфликтов.

2. При проведении текущего сенсорного процесса в УС и в театре ее действий должны вовремя вноситься и учитываться изменения ситуационных изменений в единую модель УС, т. е. в ядро ИИ УС.

3. Особое внимание в группировке УС надо уделять восстановлению целостности или реструктуризации систем различного назначения; требуется следить за состоянием «в норме» всех УС, необходимых для эффективного штатного поведения группировки, или проводить своевременную перегруппировку имеющихся в норме УС.

8. Штатные и нештатные ситуации и задачи группировки УС

В процессе своего функционирования УС постоянно решает свою принципиальную *сверхзадачу* оценивания ситуаций и задач на предмет их *штатности* и *нештатности* для данной УС. В случае штатности ситуаций и задач УС функционирует в *штатном режиме*. Нештатные ситуации и задачи для УС являются *точками роста*, *обновления*, *развития* УС или *преобразования* театра действий УС.

Штатные ситуации и задачи УС — это ситуации и задачи, регламентированные тактико-техническими

требованиями к УС. Штатные ситуации и задачи — типовые и массовые для УС. Они должны быть хорошо изучены, заранее определены и формализованы в языковой единой радикальной модели УС. В ядре ИИ УС для всех штатных задач должны быть заранее разработаны и представлены информационно-системные ресурсы, устойчивые методы, конструктивные алгоритмы и эффективные программно-технические средства (ПТС) их решения на разных этапах жизненного цикла УС. Следует отметить, что именно к *штатным задачам* для УС в первую очередь предъявляются требования *оперативного* их решения с *минимальными ресурсозатратами*. Для штатных задач *фактор времени и фактор малозатратности* самые важные. Штатные ситуации и задачи должны быть заранее формализованы и оптимизированы по сложности, ресурсоемкости, быстродействию. Решение штатных задач должно быть доведено в УС до «автоматизма», до «решения с закрытыми глазами», до навыков. Методы решения штатных задач не должны постоянно требовать модификации и трудоемкой настройки этих методов при применении.

Нештатные ситуации и задачи УС — это ситуации и задачи, не регламентированные для данной УС, не представленные заранее в радикальной единой модели данной УС. Для таких ситуаций и задач в ядре ИИ УС нет готовых описаний, методов, а тем более — готовых алгоритмов и программно-технических средств их решения. В рамках кибернетических (автоматных) систем, которые функционируют по заранее предусмотренным в них алгоритмам, нештатные задачи не относятся к их области определения. Нештатные задачи не могут быть решены автоматами. Однако для умных (интеллектуальных) поведенческих систем, к которым относятся УС с элементами ИИ, со специальной ультрасистемой интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением УС, некоторые нештатные задачи могут быть решены. При этом степень интеллектуальности языковой надстройки ИИ УС определяется именно теми нештатными задачами для данной УС, которые эта ультрасистема сможет преодолеть. В каждом случае нештатности, благодаря избыточности среды радикалов и когнитивности специализированного оснащения, ультрасистема УС предпринимает максимальные усилия для преодоления нештатности. Эти усилия могут быть *обращением* либо *с запросом к другим агентам группировки* или *к хозяину группировки*, либо *с запросом к поисковой системе* виртуального информационного пространства или к системе машинного обучения, либо *с запросом* приступить к режиму самообучения с согласия своего хозяина. В случае успешного преодоления нештатности, ситуацию или задачу переводят в класс штатных ресурсов УС. В этом случае ИИ УС обновляется, обучается, расширяет класс своих штатных ситуаций, задач и средств их решения. В результате функционирования УС в нештатных ситуациях происходит *саморазвитие УС и целенаправленное преобразование театра действий УС с согласия хозяина.*

В случае нештатных ситуаций и задач важно учитывать для УС *фактор риска,* связанный с малой известностью последствий такого решения. Это отличает нештатные ситуации и задачи от штатных, для которых на первом месте для УС выступает *фактор времени* и *ресурсозатратности*. Поэтому при попытках учесть нештатные ситуации или решать нештатные задачи в УС должен быть предусмотрен анализ рисков в рамках ее радикальной модели и учет результатов проведенных попыток. Этим отличается режим *самообучения УС*.

Удобно класс нештатных ситуаций и задач разбить как минимум на следующие два подкласса, а именно *слабо нештатных и сильно нештатных ситуаций и задач*.

К ***слабо нештатным ситуациям и задачам для данной УС*** относятся ситуации и задачи с частными (небольшими) отклонениями от штатных ситуаций и задач для УС. Например, когда появляются нештатные элементы в штатных ситуациях или нештатные ограничения в штатных задачах и др. Слабо нештатные ситуации и задачи требуют модификации известных подходов и методов. Например, к слабо нештатным задачам отнесем штатные задачи с неполной исходной информацией, или штатные задачи с малой устойчивостью решения, или штатные задачи с неприемлемо высокой сложностью имеющихся алгоритмов их решения и многие другие. Все остальные нештатные ситуации и задачи для данной УС отнесем к сильно нештатным ситуациям и задачам этой УС.

Сильно нештатные ситуации или задачи — это новые, во многих отношениях неизвестные для ИИ УС ситуации или задачи. Сильно нештатные задачи требуют разработки принципиально новых подходов, моделей, нового математического аппарата, новых методов и алгоритмов. Обычно они требуют не только нового метода и алгоритма, но и разработки новых программно-технических средств для реализации их решения, их верификации и др.

9. Необходимость нейрокомпьютера для ультрасистемы УС

Обсудим кратко программно-технические средства (ПТС) ультрасистемы ИИ УС. В вычислительной технике различают два принципиально отличных друг от друга типа процессоров: *аналоговые* и *цифровые*. Аналоговый процессор (нейросетевой, квантовый и др.) использует интерференцию физических полей. В УС он часто используется в первичном сенсориуме в следящих системах и ориентирован на максимальное *распараллеливание* вычислительных процессов и тем самым на максимальную *оперативность*. Техническая и программная реализация решения задач при использовании аналоговых процессоров опирается на *базис,* который называют *нейросетевым*. Именно в этом базисе, например, с большой эффективностью и оперативностью можно решать задачи первичного сенсориума УС, *распознавания образов, задачи экспресс-анализа,*

Дуализм Нейро Компьютера	
Параллельная обработка (Нейро - от фактов)	**Последовательная обработка** (Комп - от цели)
1. Образная обработка (аналоговая)	1. Логическая обработка (цифровая)
2. Процессор архитектуры нейросеть	2. Процессор архитектуры Ф. Неймана
3. Ситуационная активация	3. Целенаправленная активация
4. Задачи анализа (прямые)	4. Задачи синтеза (обратные)
5. Сертификация радикалов	5. Снятие конфликтов в модели
6. Штатные задачи, следящие систем.	6. Нештатные задачи, обучающие сист.
7. Рефлексы, физиология	7. Принятие решений, психология
Нейрокомпьютер - распределенная вычислительная среда, использующая два типа обработки информации	

Рис. 3. Аналоговый (нейросетевой) и цифровой (логический) базисы нейрокомпьютера

многие *прямые задачи.* Часто аналоговые процессоры являются базовыми в следящих системах сенсоров, регуляторов, ситуационного управления.

В отличии от аналогового, цифровой процессор сегодня использует *позиционную* систему записи чисел, *последовательный* вычислительный процесс, который опирается на базис, который называют *логическим*. Логический базис цифрового процессора архитектуры Дж. фон Неймана основан на использовании линейной позиционной системы записи чисел и требует реализации (методологии) последовательной обработки информации. Основная операция в цифровом процессоре, *суммирование чисел,* происходит в сумматоре исключительно последовательно с прерыванием и задержкой от меньших разрядов к старшим. В логическом базисе цифрового процессора более эффективно, чем в аналоговом процессоре, решаются задачи языкового сенсориума УС, требующие учета и анализа рисков неблагоприятных последствий. К числу таких задач относятся, например, задачи принятия решений, задачи синтеза, обратные задачи, алгоритмически неразрешимые задачи и др.

Дуализм нейрокомпьютера. Двухкорневой термин *нейрокомпьютер (НК)* своим названием подчеркивает полезный *дуализм* нейрокомпьютерной реализации ультрасистемы УС, в частности, радикальной модели УС в форме среды радикалов (*рис.* 3). В перспективе ПТС ультрасистемы УС должно быть устроено по типу распределенной вычислительной среды, образованной двумя видами процессоров: аналоговыми («нейро-») и цифровыми («-компьютер»). *Нейрокомпьютеры,* основанные на двух типах процессоров, видятся распределенной вычислительной средой с двумя типами процессоров. С одной стороны, такая среда имеет преимущества нейросетевого базиса на аналоговых процессорах, т. е. на нейросетевых или квантовых процессорах, обслуживая первичный сенсориум УС. С другой стороны, нейрокомпьютеры сохраняют возможности логического базиса цифровых процессоров фоннеймановского типа, которые обслуживают языковый сенсориум УС.

Рассмотрим более подробно идею эффективного использования дуализма нейрокомпьютерной реализации решения задач на разных этапах жизненного цикла УС в форме перспективных рекомендаций.

1) *Штатные задачи* следует решать оперативно и малозатратно. В штатных задачах на первый план выступает фактор времени. Поэтому рекомендуется их решать, по возможности максимально используя механизмы распараллеливания, т. е. решать на аналоговых процессорах, в нейросетевом базисе. На языке технической реализации информационных процессов это означает, что при решении штатных задач желательно отдавать приоритеты нейросетевому базису [3, 4, 9, 11, 13, 14]. В физиологии живого это соответствует переводу процессов решения штатных задач в оперативный режим рефлексов, навыков, а в технике — к следящим системам (см. *рис.* 3).

2) *Слабо нештатные задачи* рекомендуется решать в смешанном логическом и нейросетевом базисе,

эффективно сочетая последовательную и параллельную обработку информации на аналоговых и цифровых процессорах. При этом рекомендуется использовать элементы режима поиска в глобальном виртуальном пространстве, или машинного обучения, или в режиме самообучения и преимущественного принципа увеличения доли параллельной обработки [3, 7].

3) *Сильно нештатные задачи,* когда на первом месте выступает фактор риска, рекомендуется решать преимущественно на цифровых процессорах, в логическом базисе, в режиме поиска новой информации и новых системных модулей в глобальном виртуальном пространстве, или машинного обучения, или в режиме самообучения, проб и ошибок [6, 7, 13].

В дальнейшем при успешном решении нештатной задачи предполагается перевести такую задачу в класс штатных и далее организовать максимальное распараллеливание разработанного алгоритма. Нештатные задачи являются точками роста, развития самой УС и преобразования театра действий УС.

***Замечание*:**

В теории алгоритмов имеются задачи алгоритмически разрешимые и неразрешимые. Для алгоритмически разрешимых задач различают три вида алгоритмов по сложности их реализации — алгоритмы *степенной сложности*, алгоритмы *экспоненциальной сложности* и задачи *NP-полной сложности*. Класс задач алгоритмически неразрешимых (у них нет общего алгоритма решения) относится, естественно, к сильно нештатным задачам. Нештатные задачи *NP*-полной сложности относятся, как правило, к классу слабо нештатных задач.

Обратим особое внимание на методологический феномен выделения программно-технических средств технической УС в форме нейрокомпьютера. ПТС УС в форме нейрокомпьютера обладают особой двойственной системной сущностью. Нейрокомпьютер присутствует в *опорной системе* УС, и он же присутствует в *ультрасистеме обеспечения ИСБ* УС (см. *рис*. 2). В этом проявляется свойство рефлексии УС.

Для повышения эффективности УС важно сочетать, координировать преимущества параллельной и последовательной обработки информации, следящих (аналоговых) и логических (цифровых) процессов нейрокомпьютерной парадигмы ПТС опорной системы УС и ультрасистемы УС (см. *рис*. 2).

10. Гибридный интеллект группировки УС

Это *совместный интеллект* ЕИ человека, хозяина группировки, и ИИ каждой УС, технического агента группировки.

ЕИ человека ответствен за системный анализ первичного и языкового сенсориума агентов группировки, преодоление *нештатных ситуаций* и *задач* для отдельных УС группировки и *нештатных конфликтов* в театре действий группировки, *стратегическое планирование* развития группировки и преобразования театра его действий, системный синтез целеуказаний и контроль их исполнения для каждого агента, т. е. для каждой УС группировки, а также за *сертификацию* всех систем информационно-системного ресурса всей группировки.

ИИ каждого агента УС группировки ответствен за сетевой *сбор больших данных* о себе, агенте группировки, и о театре действий группировки, с широким использованием коммуникационных возможностей группировки, а также за постоянную *сертификацию* всех подсистем самой УС.

11. Ноосфера и глобальное виртуальное информационно-системное пространство ЕИ людей и ИИ УС планеты Земля

С появлением множества искусственных технических УС различного назначения и с учетом постоянного их развития возникает возможность и потребность объединить оба вида интеллекта, ИИ всех УС и ЕИ людей, в единое интеллектуальное пространство, в *ноосферу Земли*, по терминологии академика В.И. Вернадского. Главное требование к такому пространству — это организация коммуникационного взаимодействия и информационно-системного обмена между техническими УС различного назначения, техническими УС и людьми, между людьми с требованием соблюдения ко всем участникам этого пространства ИСБ каждого участника и жесткого соблюдения субординаций между всеми УС и людьми. Несмотря на геополитические общеземные проблемы, элементы такого взаимодействия и обмена в настоящее время уже появились и бурно развиваются в форме *Интернета людей, Интернета вещей (IoT)* и языковых средств *компьютерных интерфейсов*. По-видимому, пришло время единого для техники и человека делового языка интеллектуального общения, *универсального языка глобальной сетевой ноосферы Земли*.

Рецензент: ***Емелин Николай Михайлович,*** *доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, главный научный сотрудник Государственного научно-методического центра Минобрнауки РФ, г. Москва, Российская Федерация.*
E-mail: nme47@mail.ru

Литература

1. Васенин В. А., Пирогов М. В., Чечкин А. В. Информационно-системная безопасность критических систем. М. : КУРС, 2018. 352 с.

2. Воронков Г. С., Чечкин А. В. Проблемы моделирования сенсориума и языковой системы естественного интеллекта индивидуума // Интеллектуальные системы. Т. 2. № 1-4, 1997. С. 35—54.
3. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М. : ДМК Пресс, 2004.
4. Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем. Кн. 1. Распознавание образов. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 153 с.
5. Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем. Кн. 2. Базы данных. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 212 с.
6. Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем. Кн. 3. Моделирование логических процессов. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 212 с.
7. Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем. Кн. 4. Теория автоматов. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 302 с.
8. Курцвейл Рэй. Эволюция разума. М. : Э, 2016. 448 с.
9. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения проблемм. М. : Вильямс, 2003.
10. Потюпкин А. Ю., Чечкин А. В. Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности : монография. М. : КУРС, 2019. 382 с.
11. Рухович Д. Д. Проекция изображений в пространство для монокулярной и мультиракурсной трехмерной детекции объектов в уличных сценах // Программная инженерия. 2021. Т. 12. № 7. С. 373—384.
12. Чечкин А. В. Тезис о наличии искусственного интеллекта // Интеллектуальные системы. 2021. Т. 25. № 1. С. 29—49.
13. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.F. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // Advances in neural information processing systems, 2012, V.25, pp. 1097—1105.
14. Yousif K., Bab-Hadiashar A., Hoseinnezhad R. An overview to visial odometry and visual SLAM: Applications to mobile robotics // Intelligent Industrial Systems, 2015, V.1, No. 4, pp. 289—311.

ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE OF SMART SYSTEMS

Aleksandr Chechkin*

Keywords: *smart systems groupings, principle of unity of command in the grouping, thesis about the necessary and sufficient condition for the presence of artificial intelligence in a smart technical system, redundant systems in the form of a radicals environment, ultrasystem, off-nominal situations and tasks, information and system security of smart systems.*

Abstract.

Purpose of the paper: to justify the central role of a radical (redundant) model of the theatre of operations of a smart system as the artificial intelligence core.

Methods used: methods of setting up an ultrasystem and ensuring information and system security of smart systems for intelligent planning of their actions and situational management of their behaviour.

Results obtained: the basic concepts of artificial intelligence of smart systems are formulated. Features of the first and second signal systems (primary and language sensoria) are studied. An ultrasystem for intelligent planning and situational management of the behaviour of a smart system in its theatre of operations is developed including the development of the system itself and a reasonable transformation of its theatre of operations. Information and system off-nominal tasks and situations in a smart system are used as points of growth of its intellectual development based on machine learning.

References

1. Vasenin V. A., Pirogov M. V., Chechkin A. V. Informatsionno-sistemnaia bezopasnost' kriticheskikh sistem. M. : KURS, 2018. 352 pp.
2. Voronkov G. S., Chechkin A. V. Problemy modelirovaniia sensoriuma i iazykovoi sistemy estestvennogo intellekta individuuma. Intellektual'nye sistemy, t. 2, No. 1-4, 1997, pp. 35-54.
3. Dzhons M. T. Programmirovanie iskusstvennogo intellekta v prilozheniiakh. M. : DMK Press, 2004.

* ***Aleksandr Chechkin,*** *Dr.Sc. (Physics & Mathematics), Professor, USSR State Prize Laureate, Meritorious Figure of High School of the Russian Federation, Professor at Peter the Great Military Academy, Professor at the Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation.*

E-mail: a.chechkin@mail.ru

4. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem. Kn. 1. Raspoznavanie obrazov. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 153 pp.
5. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem. Kn. 2. Bazy dannykh. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 212 pp.
6. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem. Kn. 3. Modelirovanie logicheskikh protsessov. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 212 pp.
7. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem. Kn. 4. Teoriia avtomatov. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 302 pp.
8. Kurtsveil Rei. Evoliutsiia razuma. M. : E, 2016. 448 pp.
9. Liuger Dzh. F. Iskusstvennyi intellekt. Strategii i metody resheniia problemm. M. : Vil'iams, 2003.
10. Potiupkin A. Iu., Chechkin A. V. Iskusstvennyi intellekt na baze informatsionno-sistemnoi izbytochnosti : monografiia. M. : KURS, 2019. 382 pp.
11. Rukhovich D. D. Proektsiia izobrazhenii v prostranstvo dlia monokuliarnoi i mul'tirakursnoi trekhmernoi detektsii ob"ektov v ulichnykh stsenakh. Programmnaia inzheneriia, 2021, t. 12, No. 7, pp. 373-384.
12. Chechkin A. V. Tezis o nalichii iskusstvennogo intellekta. Intellektual'nye sistemy, 2021, t. 25, No. 1, pp. 29-49.
13. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.F. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. Advances in neural information processing systems, 2012, V.25, pp. 1097-1105.
14. Yousif K., Bab-Hadiashar A., Hoseinnezhad R. An overview to visial odometry and visual SLAM: Applications to mobile robotics. Intelligent Industrial Systems, 2015, V.1, No. 4, pp. 289-311.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ СЕРИЙНОГО ПРЕСТУПЛЕНИЯ

Сухов А. В.[1] , Конюшев В. В.[2] , Калилец А. А.[3]

***Ключевые слова**: информационный ресурс, серийное преступление, энтропия покрытия, математическая модель, критерии, признаки, классификация, кластеризация, гипотеза, порог, оптимальное решение, версия.*

Аннотация.

Цель работы: определение квалификации преступления как серийного на основании информационного ресурса, сформулированного на энтропии покрытия.

Метод: концептуально-логическое моделирование информационных процессов с применением модифицированного аппарата оптимального управления на основе энтропии покрытия.

Результаты: сформулированы основные понятия и признаки серийного преступления и определена концептуальная основа выявления преступления как серийного, основанная на применении аппарата вычисления энтропии покрытия; впервые разработана математическая модель преступления как серийного и дана математически корректная формулировка преступления; приведены позитивные результаты компьютерного моделирования процесса идентификации серийного преступления.

DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-24-31

Введение

Серийные преступления представляют собой специфический вид преступной деятельности лица (или группы), реализующийся в совершении ряда сходных по некоторым криминалистическим признакам преступлений, которые и служат основанием их объединения в единое уголовное дело. Особенность данного вида преступлений связана с совершением множества однотипных по «почерку» преступлений, совершаемых одним и тем же лицом на протяжении определенного периода[4] [4].

Термин «серийная преступность» вначале использовался для описания серийных убийств. Первые упоминания этого термина в публикациях появились в семидесятых годах прошлого века. Сам термин «серийная преступность» принадлежит крупному эксперту в области расследования тяжких насильственных преступлений Роберту К. Ресслеру, участвовавшему в следствии по делу об известном убийстве, совершенном Д. Берковитцем[5].

Не следует смешивать понятие серийного преступления и другие, на первый взгляд похожие понятия, такие как взаимосвязанные преступления, в которых преступные посягательства имеют разнородный характер, а также многоэпизодные и массовые преступления.

Признаки серийного преступления

Для выявления признаков серийного преступления предлагается использовать *информационную модель* механизма преступной деятельности (модель объекта исследования), основанную на подходе с использованием энтропии покрытия [3, 5, 12].

Структуру деятельностного подхода формируют четыре группы признаков, характеризующих элементы механизма преступления: объект, объективная сторона, субъект и субъективная сторона преступления[6] [9].

[4] Понятие и виды серийной преступности. URL: http://studref.com; Оперативно-розыскная и следственная деятельность по уголовным делам о серийных преступлениях. URL: http://crimlib.info; Антонян Ю. М. и др. Серийные сексуальные убийства. М. : Акад. упр-я МВД России, 1997. URL: http://studbooks.net .

[5] Там же.

[6] Там же.

[1] ***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

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

[3] ***Калилец Андрей Андреевич,** младший научный сотрудник НПО «Специальная техника и связь» МВД России, Российская Федерация, г. Москва, Российская Федерация.*
E-mail: akalilec@mail.ru

Объект преступления — охраняемые уголовным законом общественные отношения, на которые осуществлено преступное посягательство. Объективная сторона преступления — это внешняя характеристика преступления, то, как преступление проявляется в реальной действительности.

Субъект преступления — это физическое лицо, достигшее возраста уголовной ответственности, совершившее общественно опасное деяние, предусмотренное уголовным законом, во вменяемом состоянии. Субъективная сторона преступления — психическая деятельность лица, непосредственно связанная с совершением преступления.

К числу общих *признаков* (безотносительно к виду преступления) относятся признаки, описывающие субъект преступной деятельности:

- мотив как отраженный в психике субъекта предмет преступной деятельности (материальный или идеальный);
- целевая установка, т. е. готовность к достижению планируемого результата, связанного с преобразованием предмета преступной деятельности;
- операциональная установка — стереотип субъекта при выборе способа преступной деятельности;
- коммуникации — устойчивые схемы связей между субъектами преступной деятельности при выполнении ими ролевых функций;
- ролевые функции — устойчивые шаблоны поведения при неизменности статуса субъектов преступной деятельности, их интеллектуальных и коммуникативных способностей (знаний, умений, навыков);
- свойства характера — выражение отношений субъекта преступной деятельности к окружающей среде и самому себе (пессимизм, оптимизм и др.);
- увлечения, пристрастия, хобби;
- ситуация — экономические условия в конкретном регионе, населенном пункте, предприятии (наличие ресурсов, производственных мощностей и пр.);
- конъюнктурные характеристики — спрос, предложение, острота дефицитов;
- особенности технологических процессов;
- специфика документооборота;
- существующие изъяны нормативно-правовой основы;
- уровень развития контрольно-ревизионных служб и гласности;
- кадровая политика и степень криминогенной зараженности коллективов предприятий и учреждений;
- острота противостояния (противоборства) между преступной деятельностью и правоохранительными органами;
- способ преступной деятельности — средства и процедуры преступной деятельности, связанные со знаниями (технологические, финансово-экономические знания, знание иностранных и компьютерных языков и др.) и навыками (умение фальсифицировать документы и ценные бумаги, умение входить в доверие и пр.);
- орудийно-инструментальные — применение аппаратуры связи, множительной техники и др., а также процедуры как комбинации действий, которыми оперировали преступники в тех или иных условиях;
- следы преступной деятельности — три вида «следовых картин»: вещественной (предметной), документальной и идеальной (картина психических отражений).

Выбор классификатора признаков [1, 10] должен осуществляться в соответствии с требованиями существенности и, по возможности, определенности корреляционных зависимостей между признаками. Значимость признака определяется в зависимости от того, может ли тот или иной элемент служить частной версией в деятельности по расследованию соответствующего вида преступлений. Детализация признаков механизма преступной деятельности должна осуществляться от общего к частному, т. е. с верхнего уровня абстракции к более низким уровням. Самый высокий уровень — когда признак становится *версией* (т. е. может объяснять событие). Признаки детализируются до тех пор, пока среди них не обнаружатся типичные. Важным требованием является то, что уровень абстракции (детализации всех признаков всех элементов) должен быть одинаков. Это является критерием, который не позволяет разработчику исследовать видовые преступления на несоответствующем уровне абстракции.

На стадии формирования исследовательской модели определить степень детализации признаков не представляется возможным, поэтому уровень детализации определяется приблизительно.

При кластеризации требуется разработка алгоритма, позволяющего найти правила классификации и количество классов. Основное отличие от *задач классификации* [1, 2, 10] состоит в том, что априорно неизвестны группы (кластеры) и принципы их разделения. Внутри каждой группы должны оказаться «похожие» объекты, а объекты разных групп должны быть как можно более отличны. Перечень групп четко не задан и определяется в процессе работы алгоритма.

После получения и анализа результатов кластеризации возможно выделение предикторных признаков (независимые переменные), которые в дальнейшем могут быть использованы для формирования целевых признаков (зависимые переменные) определения схожести информационных событий (преступлений), а также являться основой для формирования версий в деятельности по расследованию соответствующих видов преступлений.

Признаки серийности различаются для различных категорий преступлений.

При исследовании признаков серийности ведётся наблюдение некоторой предметной области (окружа-

Таблица 1

Сопоставление вербальных признаков числовым значениям при идентификации серийного преступления

Полное соответствие	**x = 100**	Безусловное соответствие всем требованиям к признаку
Сильное соответствие	**x = 65**	Соответствие всем существенным требованиям и ряду несущественных
Соответствие	**x = 35**	Соответствие существенным требованиям, некоторое соответствие по несущественным требованиям
Некоторое соответствие	**x = 15**	Соответствие только по существенным требованиям
Слабое соответствие	**x = 6**	Соответствие по отдельным существенным требованиям
Незначительное соответствие	**x = 2,5**	Соответствие по отдельным требованиям
Невыраженное соответствие (несоответствие)	**x = 1**	Не соответствует требованиям

ющей среды). При этом мы имеем результаты наблюдения $z(t)$, включающие вектор признаков преступления $x(t)$, состав которого определяется мотивом, целевой установкой, операциональной установкой, коммуникациями, ролевыми функциями и др.

Математическая модель серийного преступления

Необходимо отметить, что рассматриваемые признаки имеют по бóльшей части *вербальный* (словесно-описательный), а не числовой характер. Но для математической модели требуется количественное представление указанных параметров. Это представление можно получить, используя таблицу сопоставления вербальных признаков численным значениям в соответствии с их влиянием на целевую функцию рассматриваемой задачи — сопоставления преступления как серийного. Такая таблица по рассматриваемой задаче идентификации преступления как серийного может быть разработана в соответствии с таблицей, приведённой в [6], но с проведением дополнительного выравнивания в логарифмическом масштабе. Скорректированная шкала представлена в *табл.* 1.

При этом необходимо учитывать экспертный характер назначенных оценок, поэтому не следует стремиться к абсолютно точному соответствию признаков численным значениям шкалы; допустимо назначать и другие промежуточные значения, но не допускать больших отклонений от предлагаемых значений.

Предполагая независимость признаков x_i и учитывая их значимость весовыми коэффициентами a_i, уравнение наблюдения признаков можно представить линейной формой с независимыми попарно ортогональными весовыми коэффициентами:

$$z(t) = \sum_{i=1}^{m} a_i(t)x_i + n(t), \qquad (1)$$

где m — количество рассматриваемых признаков; $n(t)$ — шумовой фактор, характеризующий влияние внешней среды и субъективность экспертов на результат наблюдения; a_i — весовой коэффициент i-го признака, который следует выбирать с учётом выполнения требования ортогональности.

Однако при предположении о равной значимости признаков лучше использовать систему ортонормированных функций (когда интеграл от квадрата функции равен единице):

$$\begin{cases} \forall\, i,j \in 1 \dots L, i \neq j: \int_0^T a_i(t)a_j(t)dt = 0, \\ \text{при } i = j: \int_0^T a_i(t)a_i(t)dt = 1\,. \end{cases} \qquad (2)$$

В качестве системы функций, удовлетворяющей (2), удобно использовать тригонометрический или экспоненциальный ряд. В то же время допустимо применение и дискретных систем, например, функций Уолша. В качестве условия нормировки могут также использоваться символы Кронекера:

$$\begin{cases} \forall\, i,j \in 1 \dots L, i \neq j: a_i a_j = \delta_{ij} \\ \text{при } i = j: a_i = \delta_{ii}. \end{cases} \qquad (3)$$

Тригонометрический ряд имеет вид:

$$1,\ \cos \omega t,\ \sin \omega t,\ \cos 2\omega t,\ \sin 2\omega t,\ \dots,\ \cos(m\omega t),\ \sin(m\omega t). \qquad (4)$$

Экспоненциальная форма ряда имеет вид:

$$\dots,\ e^{-2i\omega t},\ e^{-i\omega t},\ 1,\ e^{i\omega t},\ e2i\omega t, \dots \qquad (5)$$

Параметр $\omega = 2\pi/T$.

Для отсутствующих признаков значение $a_i = 0$.

Таким образом, набор признаков в (1) является синдромом серийного преступления:

$$S(x(t), t) = \sum_{i=1}^{m} a_i(t)x_i\,. \qquad (6)$$

В свою очередь, сам ряд признаков серийного преступления $\{a_i(t)x_i\}$ образует спектр преступления по набору признаков.

В соответствии с центральной предельной теоремой теории вероятностей совокупность многочисленных случайных факторов, оказывающих совместное влияние на какой-либо процесс, в пределе стремится к нормальному закону распределения[7]. С учётом гипотезы о независимости признаков и выполнения условия ортонормированности весовых коэффициентов (2) и (3) допустимо предположение о нормальном распределении шумового фактора n(t) со следующими характеристиками:

- математическое ожидание:

$$\mathrm{M}\big(n(t)\big) = 0; \tag{7}$$

- плотность распределения:

$$p(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} e^{-\frac{n^2}{2\sigma_n^2}}; \tag{8}$$

- дисперсия (квадрат среднеквадратического отклонения):

$$\mathrm{M}(n(t_1)\, n(t_2)) = \sigma_n^2 = N\delta(t_2 - t_1), \tag{9}$$

где N — спектральная плотность разброса признаков, которая определяется как второй центральный момент по множеству наблюдений реализаций наблюдений с учётом значений признаков, взятых по шкале из *табл.* 1; $\delta(\cdot)$ — дельта-функция; σ_n^2 — суммарная дисперсия.

С учётом независимости признаков суммарная дисперсия равна сумме дисперсий отдельных признаков[8]. Максимальное значение среднеквадратического отклонения для одного i-го признака не может превысить дисперсию равномерного распределения для усреднённого интервала задания, которая имеет значение:

$$\sigma_{ni} = 4{,}8.$$

Отнесение преступления к разряду серийного не может осуществляться по одному наблюдению, для этого требуется серия наблюдений и вынесение решения о принадлежности преступления к серийному по результатам накопленного опыта. Результаты наблюдений на отрезке времени $[0;\ T]$ должны накапливаться с целью формирования апостериорной плотности вероятности наблюдений с применением детализатора и классификатора признаков и затем использоваться в формирователе отношения правдоподобия[9].

Отношение правдоподобия представляет собой отношение апостериорных плотностей вероятностей для двух гипотез — наличия и отсутствия принадлежности преступления к серийному.

Апостериорная плотность $p(z(t),\ x(t))$ в соответствии с теоремой умножения вероятностей имеет вид[10]:

$$p(z(t),\ x(t)) = k \cdot p_{apr} \cdot p(x(t)), \tag{10}$$

где k — нормирующая константа; $p(z(t),\ x(t))$ — функция правдоподобия, которая с учётом нормального распределения случайных параметров в (1) имеет вид:

$$p\big(z(t), x(t)\big) = \frac{1}{\sqrt{2\pi N}} exp\left\{-\frac{1}{2N}\int_0^T (z(t) - \sum_{i=1}^m a_i(t)x_i)^2\ dt\right\}. \tag{11}$$

Информационный ресурс серийного преступления

Применим подход, минимизирующий средний байесовский риск [8]. В соответствии с известной методикой[11] требуется построить отношение правдоподобия, сводящее к минимуму средний байесовский риск. В этих целях может использоваться аппарат оптимального оценивания, а в качестве критерия оптимальности выступать один из следующих: Неймана-Пирсона, *идеального наблюдателя*, последовательного наблюдателя.

В качестве критерия идентификации преступления как серийного будем использовать критерий идеального наблюдателя, в котором минимизируется общая вероятность ошибки. Тогда функции штрафов при ошибках первого и второго рода будут равны единице, а при отсутствии ошибок — нулю.

С учётом (10) и указанной методики отношение правдоподобия представляет собой отношение функции правдоподобия $p(z(t),\ x(t))$ — при условии выполнения гипотезы принадлежности преступления к серийному — к функции правдоподобия $p(z(t),\ 0)$ — при условии невыполнения гипотезы принадлежности преступления к серийному, что позволяет сформировать решающее правило:

$$\Lambda\big(z(t),\ x(t)\big) = \frac{p\big(z(t),\ x(t)\big)}{p(z(t),0)} \lessgtr \Lambda_{\text{пор}}. \tag{12}$$

Прологарифмируем левую и правую части выражения (12). С учётом определения энтропии покрытия [7, 11] этот логарифм будет представлять собой энтропию покрытия для апостериорного распределения признаков $x(t)$:

$$H^{\text{п}}(x(t), z(t)) = \log\big[\Lambda\big(z(t), x(t)\big)\big] = \log\left[\frac{p\big(z(t),\ x(t)\big)}{p(z(t),0)}\right], \tag{13}$$

где основание логарифма определяет единицы измерения энтропии: натуральный логарифм — *наты*, двоичный — *биты*, десятичный — *диты*.

Главной задачей при формировании отношения правдоподобия является вычисление энтропии покрытия для апостериорного распределения.

На этом основании можно сделать *вывод*, что для принятия оптимального решения о принадлежности преступления к серийному требуется вычислить энтропию покрытия по набору признаков преступления.

Поскольку серийное преступление представляет собой ряд преступлений, каждое из которых рассматривается на интервале Δt, то при переходе к дискретной форме интеграл по времени в представлении

[7] Королюк В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М. : Наука, 1985. 640 с.

[8] Там же.

[9] Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. М. : Радио и связь, 1983. 320 с.

[10] Там же.

[11] Там же.

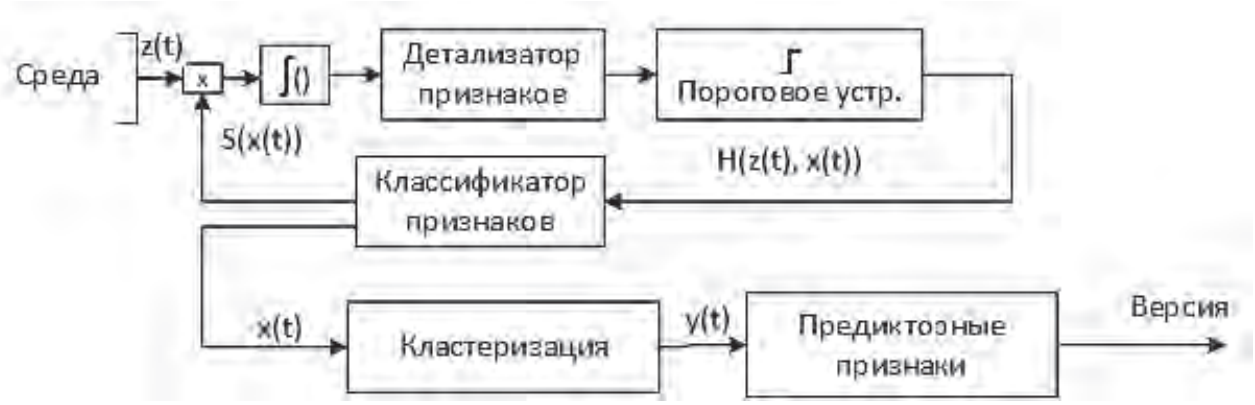

Рис. 1. Схема процесса формирования версии о серийном преступлении

функции правдоподобия (11) переходит в сумму по k-м слагаемым. При этом количество шагов при наблюдении на интервале времени от 0 до T равно:

$$M = T/\Delta t. \quad (14)$$

Учтём постоянность дискретного значения x_{ki} на интервале времени Δt_k, раскроем круглые скобки в (10) и с учётом ортонормированности весовых коэффициентов получим значение для отношения правдоподобия:

$$H^{\text{п}}\big(z(t),x(t)\big) = \sum_{k=1}^{M}\sum_{i=1}^{m} z_k a_{ik} x_{ki} - \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{M}\sum_{i=1}^{m}(a_{ik}x_{ik})^2 \lessgtr \text{NM}\log\frac{p_{apr}(x_k=0)}{p_{apr}(x_k)} = \Lambda_{\text{пор}}. \quad (15)$$

Отношение правдоподобия должно поступать на пороговое устройство, на котором на основании критерия принадлежности набора признаков к серийному преступлению принимается решение о выборе гипотезы:

$$H\big(z(t),x(t)\big) > \Lambda_{\text{пор}}. \quad (16)$$

Далее проводится кластеризация признаков и формируются групповые признаки (кластеры) (*табл.* 2). Затем формируются предикторные признаки и целевые признаки. На основании этого формируется версия — достигается цель расследования. Схема процесса формирования версии показана на *рис.* 1.

Таблица 2

Группы признаков, значимых при выявлении серийности преступлений

1	Квалификация преступления	УК РФ, Статистическая карточка на выявленное преступление (Форма 1), п. 12
2	Место совершения преступления	Статистическая карточка на выявленное преступление (Форма 1), п. 21, п. 12
3	Время совершения	Статистическая карточка на выявленное преступление (Форма 1), п. 12
4	Предмет преступного посягательства	Статистическая карточка на выявленное преступление (Форма 1), п. 23
5	Способ совершения	Статистическая карточка на выявленное преступление (Форма 1), п. 26
6	Использование орудия и средств	Статистическая карточка на выявленное преступление (Форма 1), п. 28
7	Результат осмотра места происшествия	Статистическая карточка на выявленное преступление (Форма 1), п. 29.1
8	Характеристика потерпевших	Статистическая карточка на выявленное преступление (Форма 1), п. 33
9	Характеристика подозреваемых	Реквизитный состав объектов учета основной базы данных сервиса ИБД-Ф 2.0: реестр физических лиц, регистр административных правонарушений, регистр уголовных дел / отказных материалов, реестр задержанных, объект учета ЗАГС
10	Территориальная принадлежность	Реквизитный состав объектов учета основной базы данных сервиса ИБД-Ф 2.0: объект учета «Места совершения преступлений»
11	Дополнительная характеристика преступления	-
12	Решение, принятое по уголовному делу	-

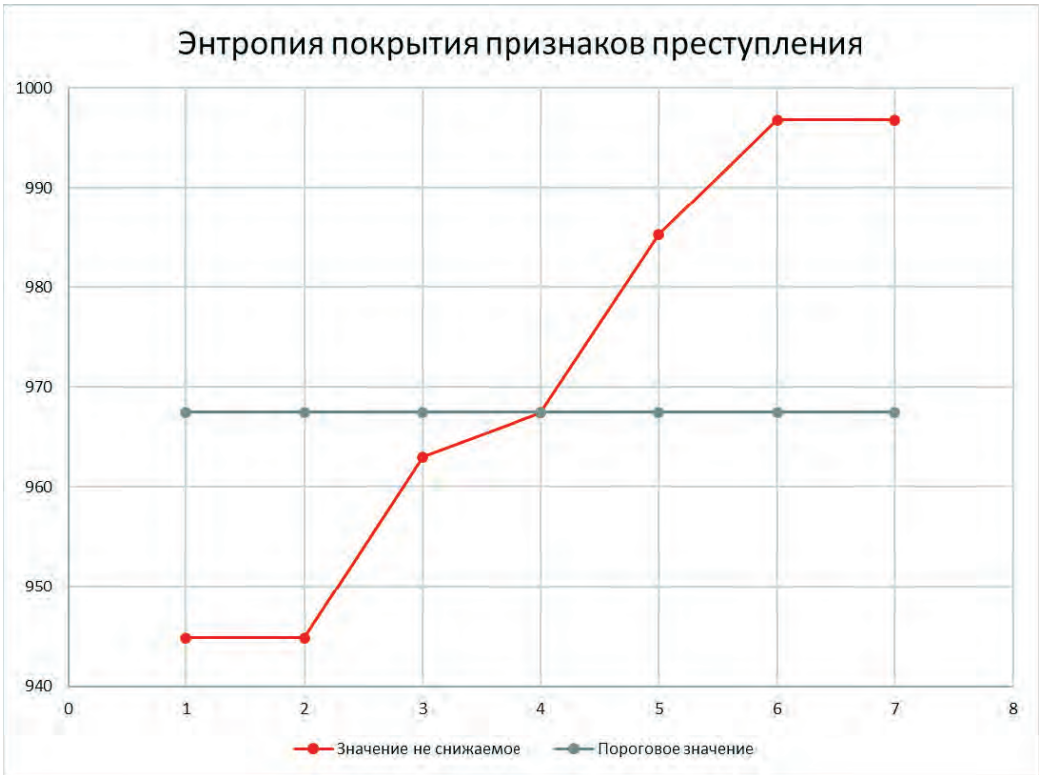

Рис. 2. Эволюция энтропии покрытия для серийного преступления

В случае превышения порогового значения $\Lambda_{\text{пор}}$ делается вывод о серийности преступления и вырабатывается соответствующая версия преступления, в противном случае гипотеза о серийности преступления полагается ложной.

Как указывалось выше, серийное преступление обладает своим специфическим набором признаков — *синдромом* (6). Этот набор признаков будет составлять основу для формирования отношения правдоподобия.

Информационный ресурс серийного преступления будет представлять собой энтропию покрытия для апостериорного распределения (13) по результатам текущих наблюдений на интервале времени от 0 до T.

В случае когда будет наблюдаться последовательность преступлений, относящихся к серийным, информационный ресурс будет возрастать, а когда будут наблюдаться несерийные преступления, уровень информационного ресурса наблюдений не будет превышать уровень порога и его значение будет находиться в районе нулевого уровня.

Выражение (13) получено не на основании энтропии покрытия, а на основании известного подхода по применению критерия идеального наблюдателя. Тем не менее оно полностью совпало с правилом вычисления энтропии покрытия, за исключением некоторой некорректности.

В соответствии с определением энтропии покрытия [7, 11] следует корректно доопределить выражение (13):

$$H^{\text{п}}(x(t),z(t)) = \begin{cases} log\left[\frac{p(z(t),x(t))}{p(z(t),0)}\right], \text{при } p(z(t),x(t)) \geq p(z(t),0) \\ 0, \text{при } p(z(t),x(t)) < p(z(t),0) \end{cases}. \quad (17)$$

Априорные вероятности определяются на основании данных *табл.* 1. Тогда для их задания следует числовое значение вербального признака разделить на максимальное значение, равное $x_{max} = 100$:

$$p_{apr}(x_k = 0) = x^*/100, \quad (18)$$

где x^* — начальное значение предположения о принадлежности преступления к серийному, задаваемое экспертом (следует задавать его в пределах от 1 до 6).

Для задания априорного значения x следует выбрать последнюю строку в *табл.* 1, соответствующую случаю отсутствия измерений, т. е. $x = 1$. И тогда априорная вероятность признака примет значение:

$$p_{apr}(x_k) = 0{,}01. \quad (19)$$

На основании (18) и (19) пороговое значение энтропии покрытия по решению эксперта может принимать значения:

$$H^{\text{п}}_{\text{пор}} = \log\frac{p_{apr}(x_k=0)}{p_{apr}(x_k)} = 0 \ldots 2{,}6 \ \textit{бит}.$$

Пример экспериментального компьютерного анализа предполагаемого серийного преступления в случае его совершения в соответствии с рассматриваемой схемой представлен на *рис.* 2.

Заключение

Таким образом, на основе *информационного подхода* [7—9] к идентификации разработана математическая модель серийного преступления. При этом в качестве основного квалификационного понятия введено понятие *информационного ресурса*, основанного на энтропии покрытия. Заметим, что основные положения получены на основе известного методического подхода с применением критерия идеального наблюдателя, доработанного с трансформацией в информационное пространство и с обоснованием информационного ресурса, содержащего сущностную составляющую по рассмотренным вопросам. В результате не только математически точно и обоснованно осуществляется идентификация серийного преступления, но и даётся количественная характеристика, позволяющая сравнивать и квалифицировать такие преступления.

Предлагаемый разработанный информационный аппарат может поднять на более высокий уровень обоснованность и раскрываемость серийных преступлений. Не представляет больших сложностей и реализация предложенных информационных моделей. Количественный показатель результата позволяет поднять методику оценки и раскрываемости преступлений на качественно новый уровень.

Литература

1. Борисов Р.С., Ефименко А.А. Классификатор правовых актов для установления правового режима публикуемой информации // Правовая информатика. 2021. № 4. С. 31—45. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-4-31-45 .
2. Борисов Р.С., Ефименко А.А. Протокол обработки наборов данных для их публикации в открытых источниках // Правовая информатика. 2021. № 2. С. 59—70. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-59-70 .
3. Бурый А.С., Сухов А.В. Оптимальное управление сложным техническим комплексом в информационном пространстве // Автоматика и телемеханика. 2003. № 7. С. 145—162.
4. Величко П.С., Конюшев В.В., Лёвин А.И., Сухов А.В. Применение технологий анализа больших данных и информационного подхода в целях выявления признаков серийности преступлений // Труды Межд. науч.-прак. конф. «Развитие учения о противодействии расследованию преступлений в условиях цифровой трансформации» (21 мая 2021 г.) / Акад. упр-я МВД России. М. : Акад. упр-я МВД России, 2021. С. 142—145.
5. Зайцев М.А., Сухов А.В. Модельно-алгоритмическое обеспечение информационных систем управления : монография. М. : Изд-во Моск. ун-та им. С.Ю. Витте, 2016. 128 с.
6. Конуров А.Г., Конюшев В.В., Кутепов А.В., Сухов А.В. Методика информационной оценки эффективности выполнения государственного заказа // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 6. С. 335—348.
7. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М. : Наука, 2005. 248. ISBN 5-02-033779-X.
8. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
9. Ловцов Д.А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере. М. : РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
10. 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 .
11. Сухов А.В. Динамика информационных потоков в системе управления сложным техническим комплексом // Теория и системы управления. 2000. № 4. С. 111—120.
12. Сухов А.В., Ловцов Д.А., Зайцев М.А., Глинский И.В. Информационно-математический подход к киберзащите информационных систем с использованием энтропии покрытия // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ, управление». 2016. № 1-2. С. 150—157.

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

INFORMATION MODELLING OF SERIAL CRIME IDENTIFICATION

Andrei Sukhov[12], Valerii Koniushev[13], Andrei Kalilets[14]

Keywords: *information resource, serial crime, coverage entropy, mathematical model, criteria, attributes, classification, clustering, hypothesis, threshold, optimal decision, version.*

Abstract.

Purpose of the work: carrying out a criminal law assessment of an offence as a serial crime based on an information resource formulated using coverage entropy.

Method used: conceptual and logical modelling of information processes using modified optimal control apparatus based on coverage entropy.

Results obtained: a wording for the basic concepts and attributes of a serial crime is given, the conceptual basis for identifying an offence as a serial crime based on using the coverage entropy calculation apparatus is identified. For the first time, a mathematical model of an offence as a serial crime is developed and a mathematically correct formulation of the crime is given. Positive results of computer simulation of the serial crime identification process are given.

References

1. Borisov R.S., Efimenko A.A. Klassifikator pravovykh aktov dlia ustanovleniia pravovogo rezhima publikuemoi informatsii. Pravovaia informatika, 2021, No. 4, pp. 31-45. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-4-31-45 .
2. Borisov R.S., Efimenko A.A. Protokol obrabotki naborov dannykh dlia ikh publikatsii v otkrytykh istochnikakh. Pravovaia informatika, 2021, No. 2, pp. 59-70. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-59-70 .
3. Buryi A.S., Sukhov A.V. Optimal'noe upravlenie slozhnym tekhnicheskim kompleksom v informatsionnom prostranstve. Avtomatika i telemekhanika, 2003, No. 7, pp. 145-162.
4. Velichko P.S., Koniushev V.V., Levin A.I., Sukhov A.V. Primenenie tekhnologii analiza bol'shikh dannykh i informatsionnogo podkhoda v tseliakh vyiavleniia priznakov seriinosti prestuplenii. Trudy Mezhd. nauch.-prak. konf. "Razvitie ucheniia o protivodeistvii rassledovaniiu prestuplenii v usloviiakh tsifrovoi transformatsii" (21 maia 2021 g.) / Akad. upr-ia MVD Rossii. M. : Akad. upr-ia MVD Rossii, 2021, pp. 142-145.
5. Zaitsev M.A., Sukhov A.V. Model'no-algoritmicheskoe obespechenie informatsionnykh sistem upravleniia : monografiia. M. : Izd-vo Mosk. un-ta im. S.Iu. Vitte, 2016. 128 pp.
6. Konurov A.G., Koniushev V.V., Kutepov A.V., Sukhov A.V. Metodika informatsionnoi otsenki effektivnosti vypolneniia gosudarstvennogo zakaza. Informatsionno-ekonomicheskie aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniia, 2020, No. 6, pp. 335-348.
7. Lovtsov D.A. Informatsionnaia teoriia ergasistem: Tezaurus. M. : Nauka, 2005. 248. ISBN 5-02-033779-Kh.
8. Lovtsov D.A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021. 314 s. ISBN 978-5-93916-887-8.
9. Lovtsov D.A. Sistemologiia pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere. M. : RGUP, 2016. 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
10. Lovtsov D.A., Fedichev A.V. Arkhitektura natsional'nogo klassifikatora pravovykh rezhimov informatsii ogranichennogo dostupa. Pravovaia informatika, 2017, No. 2, pp. 35-54. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-2-35-54 .
11. Sukhov A.V. Dinamika informatsionnykh potokov v sisteme upravleniia slozhnym tekhnicheskim kompleksom. Teoriia i sistemy upravleniia, 2000, No. 4, pp. 111-120.
12. Sukhov A.V., Lovtsov D.A., Zaitsev M.A., Glinskii I.V. Informatsionno-matematicheskii podkhod k kiberzashchite informatsionnykh sistem s ispol'zovaniem entropii pokrytiia. Vestnik Rossiiskogo novogo universiteta. Seriia "Slozhnye sistemy: modeli, analiz, upravlenie", 2016, No. 1-2, pp. 150-157.

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

E-mail: avs57@mail.ru

[13] ***Valerii Koniushev,*** *Senior Researcher at the NPO [Research and Production Association] "Spetsial'naia tekhnika i sviaz'" [Special Equipment and Communications] of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation.*

E-mail: klvvvk@mail.ru

[14] ***Andrei Kalilets,*** *Junior Researcher at the NPO [Research and Production Association] "Spetsial'naia tekhnika i sviaz'" [Special Equipment and Communications] of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation.*

E-mail: akalilec@mail.ru

НЕТРАДИЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАВИГАЦИОННО-БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

Тюлин А. Е.[1] , Бетанов В. В.[2]

***Ключевые слова**: космический аппарат, управление, автоматизированная система, навигационно-баллистическое обеспечение, космическая технология, обобщенный тензор, некорректная задача, обобщенно некорректная задача.*

Аннотация.

Цель работы: провести исследование и скорректировать полученные результаты в отдельных элементах технологического цикла навигационно-баллистического обеспечения (НБО) управления космическими аппаратами для последующих этапов расчетов.

Методы: системный анализ НБО управления космическими аппаратами с помощью матричного и тензорного аппарата решения технологических операций НБО.

Результаты: рассмотрено представление проблем и трудностей решения задач технологического цикла НБО в виде матриц и обобщенных тензоров. Их построение позволяет анализировать (а в случае необходимости — корректировать) влияние погрешностей и ошибок решения, в том числе, на ранних стадиях технологических циклов НБО, что способствует достижению результата на последующих и/или более поздних этапах расчетов. Это дает возможность значительно улучшить качество решения целевых задач в подсистемах крупномасштабных наземно-космических систем типа ГАС РФ «Правосудие», «Выборы», «Управление». Указанное обеспечивает моделирование и создание интеллектуальных систем (экспертных и обучающих комплексов, расчетно-логических систем и др.) для автоматизированной реализации технологического цикла НБО. При этом предполагается математическое развитие вопросов представления элементов — «обобщенных тензоров», взаимосвязи их компонент и, в частности, трансформации размерностей в отдельных сечениях пространственных матриц.

DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-32-43

Введение

Стратегической целью Федеральной целевой программы[3] «Комплексного развития космических информационных технологий на 2020—2030 годы» является достижение необходимого уровня обеспечения спутниковыми услугами всех отраслей экономики России, создание условий для цифровизации экономических, производственных, образовательных, научных, административных и культурных процессов развития страны с помощью спутниковых технологий, расширение присутствия отечественных космических продуктов на международных рынках, максимальное использование возможностей существующих и перспективных космических систем и комплексов в интересах национальной, общественной и экономической безопасности страны.

Создание, использование и модернизация космических систем является в настоящее время одним из приоритетов технической политики государства в области высоких технологий. Значительная роль при этом отводится развитию перспективных космических технологий, их общих характеристик и особенностей[4].

[3] Афанасьев И. На новый уровень. Проект «Сфера» переходит к практической реализации // Русский космос. 2021. № 12 (34). С. 36—41.

[4] Государственная программа «Космическая деятельность России», подпрограмма 8 — «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на период 2021—2030 годы» // СПС «Гарант».

[1] ***Тюлин Андрей Евгеньевич,*** *доктор экономических наук, кандидат технических наук, член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук, генеральный директор АО «Российские космические системы», г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: tyulin@spacecorp.ru

[2] ***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: betanov_vv@spacecorp.ru

Космические технологии являются совокупностью различных технологий и процессов, направленной на создание *космических аппаратов* (КА) различного назначения, получения новых знаний о структуре Земли и космоса, а также формирования услуг на базе этих знаний [8, 10, 14, 15, 18, 19]. Примерами перспективных космических технологий в части управления КА служат:

- технологии перераспределения задач между бортовыми и наземными комплексами при управлении КА;
- технологии управления изделиями ракетно-космической техники с использованием спутников-ретрансляторов в режиме реального времени;
- технологии комплексной защиты информации в системах дистанционного зондирования Земли, космической навигации, связи и в командных радиолиниях;
- системы передачи информации в реальном масштабе времени с использованием высокоскоростных приемно-передающих устройств;
- робототехнические средства с элементами искусственного интеллекта в наземных и бортовых космических системах.

Ключевые технологические элементы навигационно-баллистического обеспечения (НБО), реализуемые в практике управления КА, включают:

- адаптацию понятий «технологическая операция» (ТО), «технологический цикл» (ТЦ) и «технологический процесс» (ТП)[5] к информационно-расчетному обеспечению испытаний и эксплуатации КА;
- последовательную структурно-параметрическую оптимизацию моделей в едином ТЦ НБО оперативного управления КА;
- принципы построения *автоматизированной системы* ТЦ НБО (автоматизации, интеллектуализации, гибкости);
- управление знаниями НБО с программой управления знаниями и этапами сохранения критических знаний;
- технологии построения структур базы знаний, данных;
- технологии создания и развития экспертных систем НБО;
- реализацию новых технологий НБО управления КА в объекте общего предназначения — баллистическом центре командно-измерительного комплекса (технологии обработки навигационной информации бортовых автономных систем радионавигации (АСРН) в процессе НБО полетов КА);
- методологии синтеза обобщенной технологической модели НБО;
- технологические модели идентификации некорректных задач определения параметров движения космических объектов;
- технологии решения обобщенных некорректных задач НБО в условиях недостаточного объема измерительных данных [3] и других нестандартных особенностей [7];
- технологии управления и контроля выполнения технологического цикла НБО на основе интеллектуальных систем управления знаниями и др.

В условиях современной космической обстановки эффективность системы оперативного НБО (ОНБО) управления КА определяется рядом весьма жестких требований (в том числе к метрологической подсистеме), основными из которых являются:

- система ОНБО должна обладать свойством универсальности, так как ее функционирование направлено на осуществление комплекса работ по обеспечению управления КА различного целевого назначения ближнего и среднего космоса;
- навигационно-баллистические задачи должны решаться с высокой точностью и оперативностью, а оптимизация получаемых решений должна выполняться достаточно полно;
- результаты решения навигационно-баллистических задач должны обладать практически абсолютной достоверностью;
- все баллистические расчеты, анализ получаемых результатов и выработка рекомендаций относительно принятия решений должны выполняться в сроки, регламентируемые планом управления полетом;
- навигационно-баллистические задачи должны обеспечивать требуемую точность, оперативность и надежность результатов решений как в штатных, так и в нештатных ситуациях, которые могут иметь место в практике ОНБО управления КА.

Указанные *обстоятельства* требуют тщательного анализа возможного успешного решения как отдельных задач, так и общих проблем, возникающих в ходе выполнения технологических циклов НБО. Моделирование данных для подобных исследований возможно осуществить путем априорного матричного и обобщенного тензорного (неклассического математического варианта представления) анализа и разрешения проблем НБО.

Обсуждение задачи

Существует два основных подхода к изложению теории тензоров. При *координатном* подходе под тензором понимается матрица, компоненты которой преобразуются при переходе от одного координатного базиса к другому по определенным формулам. При *прямом* подходе тензор рассматривается как элемент линейного пространства, полученного специальным перемножением векторных пространств. От прямой записи тензора легко перейти к его координатному представлению, введя в пространстве тензоро́в базис. Таким образом, с чисто математической точки зрения оба подхода эквивалентны. Использование прямого

[5] Программно-математическое обеспечение АСУ космическими аппаратами : учебник / Д. А. Ловцов, В. В. Бетанов, А. В. Лобан и др. Под общ. ред. Д. А. Ловцова. М. : ВА им. Петра Великого, 1995. 412 с.

Рис. 1. Матрица проблем решения задач типовой технологической операции (предварительной обработки измерений) управления КА

подхода предоставляет возможность проводить большинство преобразований с помощью тождеств, записанных в инвариантной форме, что позволяет сделать выкладки более компактными.

Авторами предложен вариант представления трудностей и проблем реализации матричного, а в более общем случае — обобщенного тензорного подхода при исследовании проблем реализации технологического цикла ОНБО.

Сущность подобного аппарата в общем случае отличается от классического математического описания тензорного анализа[6] и находится на этапе разработки и становления. При представлении обобщенного тензора (пространственной матрицы исследуемых проблем решения задач НБО) исследуется связь отдельных элементов матриц-сечений представления трудностей элементов решаемой задачи (технологической операции НБО) и пути преодоления трудностей для достижения необходимых результатов решения задач.

Цель задачи построения матриц и обобщенных тензоров проблем решения ТО НБО — скорректировать полученные на отдельных этапах решения и оценить влияние погрешностей и ошибок в элементах технологических циклов НБО на последующие и/или более поздние этапы расчетов.

Это позволяет моделировать и создавать в том числе *интеллектуальные* системы (расчетно-логические системы, ориентированные на вычислительные алгоритмы, экспертные и обучающие комплексы и др.) для анализа и автоматизированной реализации ТЦ НБО. Примерами выполнения подобных задач могут служить, например, взаимосвязи решения некорректных (НкЗ) и обобщенно некорректных (ОНкЗ) задач НБО, параметрическая и структурная идентификация и обобщенная идентификация параметров математической модели движения КА.

Признаки и классификация технологий по отдельным признакам приведены в работе [15].

Проблемные вопросы

Для разработки и реализации новых технологий важен тщательный анализ основных принципов их создания и применения, а именно: *системности* (комплексности), *оптимальности* (чаще рациональности), *устойчивости*, *перспективности* и *оперативности*.

Авторами проведен анализ представления вариантов общей классификации технологий по различным признакам, в том числе по: обеспечению общих и частных показателей качества изделий (технологий), сферам использования, уровням значимости технологий, сферам использования и направлениям предметных областей применения [1, 2, 4—6].

Изображения матриц-сечений обобщенного тензора фрагмента технологического цикла НБО представлены на *рис*. 1 и *рис*. 2. Причем на *рис*. 1 представлена матрица проблем решения задачи типовой предварительной обработки (ПрО) измерений текущих навигационных параметров (ИТНП) в технологическом цикле НБО управления КА, а на *рис*. 2 — фрагмент пространственной матрицы (фрагмент обобщенного тензора) проблем решения задач в элементах технологического цикла НБО (взаимодействие ТО ПрО и ТО определения вектора состояния (краевой задачи)).

Ключевыми причинами возникновения погрешностей (неточностей, ошибок) решения задачи определения вектора состояний (ОВС) КА в конкретной целевой обстановке выступают следующие факторы:

[6] Вильчевская Е. Н. Тензорная алгебра и тензорный анализ : учебное пособие. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 45 с.; Пальмов В. А. Элементы тензорной алгебры и тензорного анализа : учебное пособие. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 109 с.

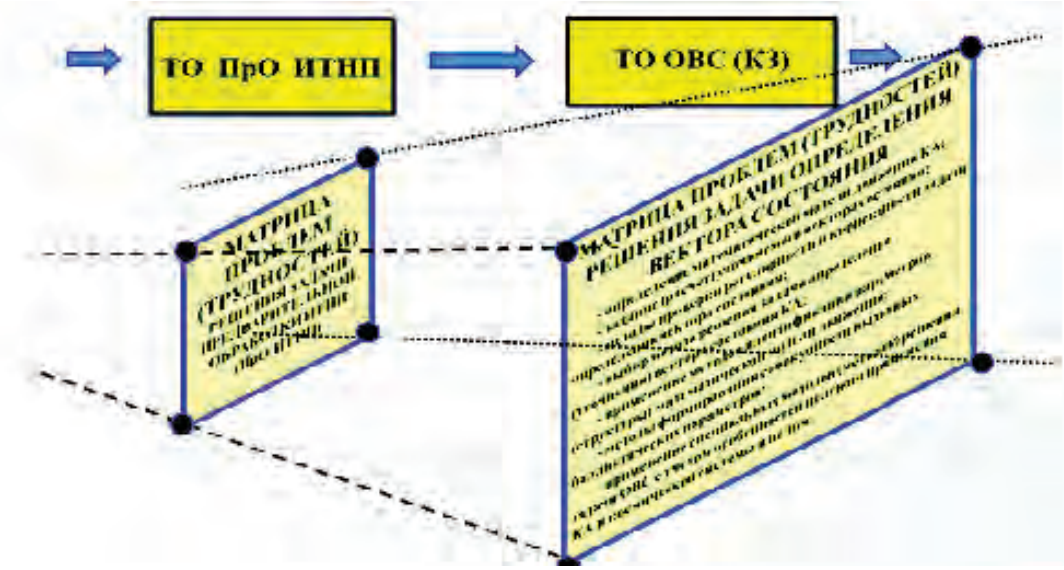

Рис. 2. Пространственная матрица (обобщенный тензор) проблем решения задач в элементах технологического цикла НБО

- выбор метода решения задачи определения (уточнения) вектора состояния КА;
- определение математической модели движения КА;
- задание (расчет) уточняемого вектора состояния;
- методы проверки регулярности и корректности задачи определения вектора состояния;
- применение методов идентификации параметров (структуры) математической модели движения;
- методы формирования совокупности выходных баллистических параметров;
- применение специальных методов (методик) решения задачи ОВС с учетом особенностей целевого применения КА и космической системы в целом и другие.

Условное описание связи между отдельными матрицами проблем и трудностей решения задач предварительной обработки ИТНП и определения вектора состояния КА представлено на *рис*. 3. На этом же рисунке расшифрованы элементы представленных матриц отмеченных технологических операций типового технологического цикла НБО. Подобного рода блоки механизма анализа и изучения проблем решения исследуемых задач, образующие обобщенные тензоры проблем НБО, могут быть построены и для других этапов выполнения технологических циклов НБО управления КА.

В практике управления КА как новой сферы деятельности могут возникнуть нештатные ситуации, которые необходимо максимально парировать для успешного выполнения задач полета. Примерами подобных нештатных ситуаций могут служить следующие [11—13]:

1. Ограниченный объем выборки ИТНП при оперативном определении параметров движения КА, обусловленный срывом штатной схемы реализации циклограммы проведения радиоконтроля орбиты (РКО).

2. Ограниченный объем выборки ИТНП при реализации штатной схемы РКО, обусловленный наличием непригодных для определения параметров движения сеансов ИТНП.

3. Несоответствие расчетного пространственно-временного перемещения центра масс КА реальному. Значение начального вектора состояния не обеспечивает требуемые результаты с использованием штатных процедур определения параметров движения КА по ИТНП.

4. Выполнение необходимых коррекций параметров решения задач НБО (оперативности, надежности и др.), связанных с особенностями их выполнения в сложившейся обстановке функционирования целевых космических систем (внешние факторы).

Особую значимость проблема определения вектора состояния в нештатных технологических циклах НБО приобретает в условиях динамики геополитической обстановки [7] и вследствие влияния экономических факторов на развитие инфраструктуры командно-измерительного комплекса. Решение данной проблемы приобретает важное значение также при обеспечении функционирования космических объектов с использованием подвижных командно-измерительных систем (КИС) [18, 19].

Неполная реализация штатной схемы радиоконтроля орбиты приводит к необходимости определения параметров движения КА по выборкам ИТНП малого объема.

Другой проблемой при оперативном определении вектора состояния КА в условиях выборки ИТНП ограниченного объема является присутствие априорной неопределенности вероятностной структуры исходных данных в процедуре статистической обработки измерений. Использование гипотезы о нормальном законе распределения погрешности ИТНП теоретически обосновывается центральной предельной теоремой. Наличие значительных по величине погрешностей ИТНП приводит к тому, что погрешность определения

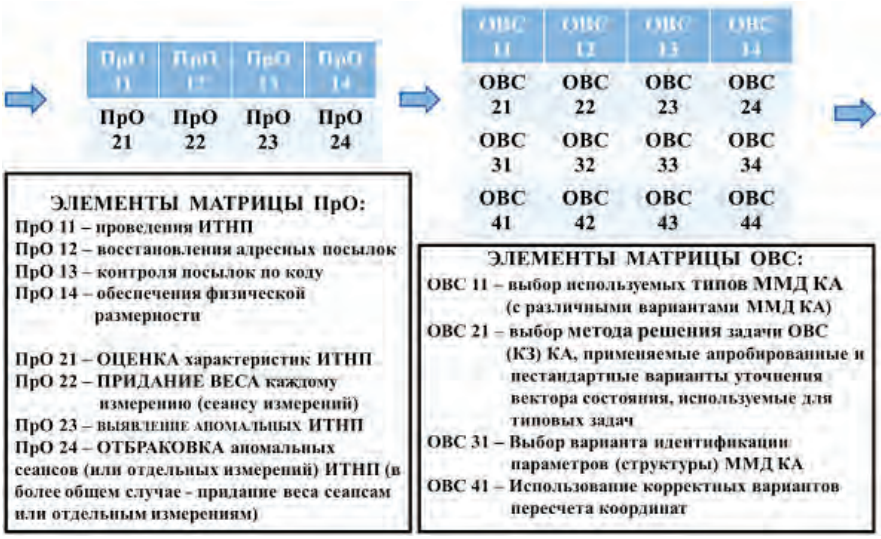

Рис. 3. Условное описание связи между отдельными матрицами проблем решения задач НБО управления КА

вектора состояния КА выходит за допустимые границы. Опасность таких ситуаций заключается в том, что иногда сложно сделать вывод о причинах значительных отклонений уточненных параметров движения от прогнозируемых. Если отклонения не вызваны ошибкой прогнозирования, тогда причиной является влияние погрешности ИТНП [5, 6].

Начальное смещение компонент вектора состояния может привести к значительным погрешностям в прогнозируемых параметрах орбиты. Это может сказаться на качестве выходных данных технологического цикла ОНБО, необходимых для применения КА по целевому назначению. ОНБО предъявляет высокие требования к достоверности ИТНП с точки зрения отсутствия измерений со значительной погрешностью (аномальных ИТНП). В применяемых комплексах программ ОНБО в определенных ситуациях анализ выборки ИТНП, идентификация и исключение аномальных измерений возлагаются на оператора и искусственные интеллектуальные системы. При этом указанные действия производятся, как правило, в интерактивном режиме. Субъективный подход оператора и недостаточно квалифицированное решение об исключении измерений из выборки обработки могут ухудшить точностные характеристики задачи определения вектора состояния. В связи с этим необходимы методики и алгоритмы, позволяющие на основе статистического анализа выборки ИТНП выполнять необходимые технологические процедуры в автоматическом режиме.

Определение параметров движения во внештатных ситуациях, как правило, характеризуется нарушением условий регулярности задачи определения вектора состояния КА по ИТНП [9, 12]. В вычислительном отношении это проявляется в расходимости итерационных процедур в составе алгоритмов определения параметров движения КА, в повышенной чувствительности получаемого решения к погрешностям в исходных данных и, как следствие, в получении значений параметров орбиты со значительными искажениями, а иногда и противоречащих физическому смыслу решаемой задачи.

Согласно закону системности общей теории систем, объединение «задача НБО — инструмент решения (АС НБО)» (ЗИ), как и всякий другой объект, есть объект-система (*рис.* 4). При этом объект-система ЗИ НБО рассматривается как целенаправленная иерархическая большая интегрированная система, представляющая собой совокупность иерархически зависимых сложных подсистем, обладающих определенной степенью организованности и автономности и содержащих людей-операторов и пространственно разнесенные комплексы средств автоматизации выполнения функций управления, объединенных, исходя из действующей иерархии целей, с помощью энергетических, вещественных и информационных связей в единую многоконтурную систему «человек-машина» для повышения эффективности процессов НБО.

Выявление на основе предлагаемого инструментария (матриц и обобщенных тензоров) факта отнесения выполняемой задачи к разряду некорректных или обобщенно некорректных (рис. 5 и 6) позволяет применить один из заранее разработанных способов их решения. Практически отмеченный факт реализации технологических операций ОНБО осуществляется соответствующим модулем принятия решений с использованием интеллектуальных, в том числе экспертных систем.

На этапе отладки подобных ситуаций, как правило, проводится значительная исследовательская работа по возможному решению обобщенных некорректных задач в конкретных условиях применения КА [14].

Общий подход к системному описанию влияния деформирующих решение факторов инструментария и внешней среды в автоматизированной системе НБО может быть описан с применением следующего подхода.

Рис. 4. Объединение «задача НБО — инструмент решения (АС НБО)» (ЗИ) как объект-система

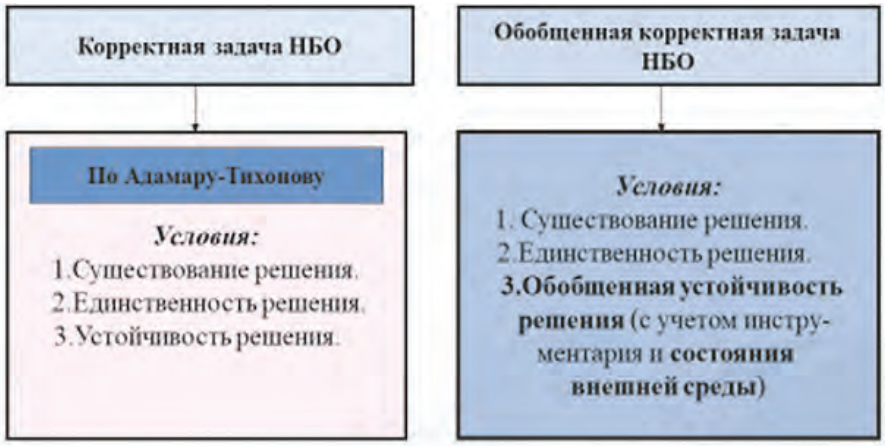

Рис. 5. Условия, обеспечивающие корректность и обобщенную корректность решения задач

Разработанная профессором А.В. Чечкиным общая теория[7] ультра-операторов в значительной мере удовлетворяет требованиям исследования вышеназванных вопросов, так как в ней определяется и изучается новый вид отображений, являющихся обобщением классических понятий. Классические отображения осуществляют соответствия между точками множеств.

При этом подразумевается, что точки известны с абсолютной точностью. Новые отображения, названные *ультра-отображениями*, осуществляют соответствия между сведениями («информациями») о точках множеств. Таким образом, достигается общность и возможность комплексного рассмотрения вопроса при сохранении всех возможностей детализированного описания исследуемого предмета. Основная конструкция теории, названной теорией ультра-систем, позволяет по отдельным сведениям о точке прообраза получать отдельные сведения о точке образа. На множестве ультра-операторов определяются различные операции и изучается их алгебра [17].

Пример. Пусть имеется отображение [9]:

$$A: X \to Z \quad (1)$$

и пусть P_x, P_z — решетки достоверностей для множеств X, Z соответственно. Если любой информации о произвольной точке $x \in X$ поставлена в соответствие единственная информация о точке Ax, $z \in Z$, то говорят, что имеется *ультра-отображение* над A (обозначаемое далее A^), при этом отображение A называют опорным.

Если X, Z — два множества, A: $X \to Z$ — отображение (1) и X^инстр, Z^инстр — ультра-оснащения X, Z, тогда отображение

$$A^\wedge_{\text{инстр}}: X^\wedge_{\text{инстр}} \to Z^\wedge_{\text{инстр}} \quad (2)$$

называют *ультра-оператором* над A, если коммутативна диаграмма, изображенная на рис. 7.

[7] Соболева Т.С., Чечкин А.В. Дискретная математика : учебник / Под ред. А. В. Чечкина. М. : Изд. центр «Академия», 2006. 256 с.

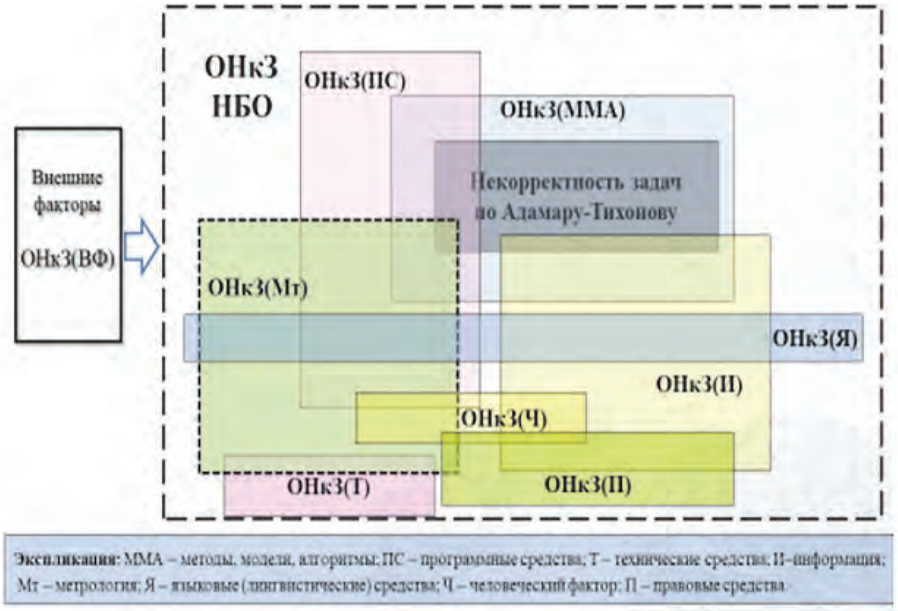

Рис. 6. Соотношение понятий «некорректная» и «обобщенно некорректная» задачи (ОНкЗ)

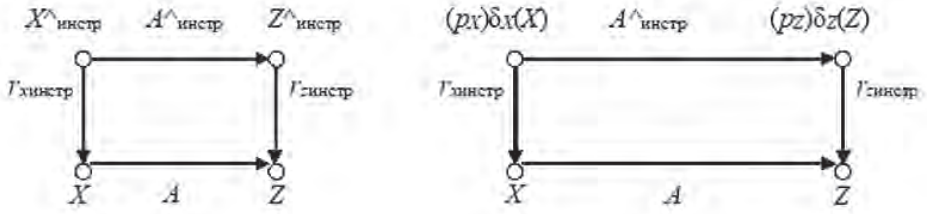

Рис. 7. Коммутативная диаграмма с ультра-оператором, учитывающим влияние инструмента решения задачи

На рис. 7 обозначения $r_{хинстр}$, $r_{зинстр}$ — естественные проекции декартова произведения $P \times L \times X = X^{\wedge}{}_{инстр}$ на последний сомножитель (где L — решетка понятий для X):

$$r_{хинстр}: X^{\wedge}{}_{инстр} \rightarrow X,\ r_{зинстр}: Z^{\wedge}{}_{инстр} \rightarrow Z \qquad (3)$$

Коммутативность диаграммы рис. 7 означает равенство двух композиций [9]: $Ar_{хинстр} = r_{зинстр} A^{\wedge}{}_{инстр}$.

Вводимые отображения обобщенно описывают «влияние» инструментария в объект-системе ЗИ на решение задачи НБО. Вместе с тем объект-система «погружена» в среду, определяющую целевое получение результата задачи в конкретных условиях и ограничениях. В различных обстоятельствах указанные условия, вызванные внешними факторами и свойствами среды, могут изменяться («дышать»). Эти изменения происходят либо «плавно» (равномерно) с необходимыми постепенными деформациями, либо «революционно» со скачкообразными изменениями характеристик среды (параметрических и/или структурных) и требований как к процессу получения результата, так и к самому результату.

Системные свойства среды, оказывающие важное влияние на решение задач, могут оставаться неизменными в процессе выполнения вычислений, а могут существенно изменяться в моменты выполнения технологического цикла НБО. В связи с этим целесообразно расширить описание ультра-оснащений и соответствующих ультра-операторов. При этом диаграмма ультра-оснащений будет выглядеть следующим образом (рис. 8).

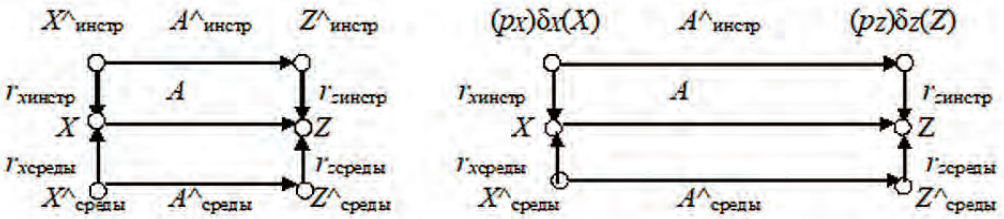

Рис. 8. Коммутативная диаграмма с двумя ультра-операторами, учитывающими влияние инструмента решения и среды (внешних факторов)

На рис. 8 обозначения $r_{x\text{среды}}$, $r_{z\text{среды}}$ — естественные проекции декартова произведения $P \times L \times X = X\wedge_{\text{среды}}$ на последний сомножитель:

$$r_{x\text{среды}}: X\wedge_{\text{среды}} \to X,\ \ r_{z\text{среды}}: Z\wedge_{\text{среды}} \to Z \qquad (4)$$

Описание отображений изменится, если деформации внешней среды потребуют коррекции использования ультра-оснащений опорных множеств. Например, вместо ультра-оснащений $X\wedge_{\text{среды}}$, $Z\wedge_{\text{среды}}$, $Z\wedge_{\text{среды}}$ окажется необходимым использование измененных ультра-оснащений $X{*}\wedge_{\text{среды}}$, $Z{*}\wedge_{\text{среды}}$.

С учетом влияния среды (внешних факторов) ультра-оператор $A\wedge_{\text{инстр}}$ заменяется ультра-оператором $A\wedge_{\text{среды}}$, а с учетом трансформирующихся ультра-оснащений — ультра-оператором $A{*}\wedge_{\text{среды}}$.

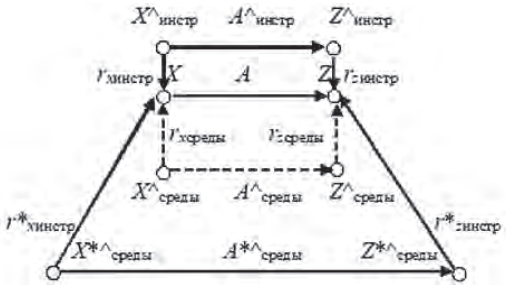

Рис. 9. Коммутативная диаграмма с тремя ультра-операторами, учитывающими влияние инструмента решения и двух факторов среды, действующих порознь и неодновременно

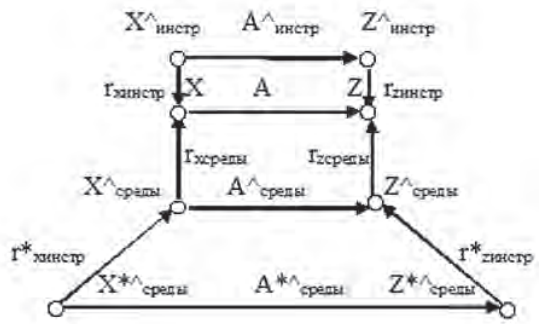

Рис. 10. Коммутативная диаграмма с тремя ультра-операторами, учитывающими влияние инструмента решения и двух факторов среды, действующих одновременно

Коммутативная диаграмма с тремя ультра-операторами, учитывающими влияние инструмента решения и двух факторов среды, действующих порознь и неодновременно, приведена на рис. 9, а коммутативная диаграмма с тремя ультра-операторами, учитывающими влияние инструмента решения и двух факторов среды, действующих одновременно — на рис. 10.

Применение ультра-операторов и ультра-систем позволяет эффективно описать, в числе прочего, обобщенные структурные характеристики измерительных задач, а именно: *обобщенную наблюдаемость, обобщенную управляемость, обобщенную идентифицируемость* и др. на образе объект-системы (а не только в ее математическом проявлении при постановке и решении задачи) [3, 16].

Изменение внешних *условий* (требований) в процессе выполнения технологического цикла НБО, как правило, связано с:

1) переходом на *сокращенные* варианты решения баллистических задач (выполнения технологических операций);
2) улучшением *надежностных* характеристик получения заданных оценок искомых параметров;
3) повышением *точностных* характеристик выходного результата расчетов и др.

Важным примером применения описываемого подхода к решению обобщенных некорректных задач при НБО управления КА служит разработка обобщенной технологической модели оперативного определения параметров движения (ОПД) КА.

Обобщенная технологическая модель решения некорректных задач ОПД космического аппарата по ИТНП — формализованное унифицированное описание структуры, функциональных характеристик, математических моделей и интерфейсов взаимодействия объектов автоматизированной системы реализации технологического цикла ОПД космических аппаратов по ИТНП в целях обеспечения получения выходных данных, удовлетворяющих установленным в эксплуатационно-технических данных требованиям к точности и оперативности получаемых решений.

В основу парадигмы построения модели положен *принцип инвариантности* по отношению к архитектуре автоматизированных систем оперативного навигационно-баллистического обеспечения, который реализуется в виде шаблона архитектурного уровня. Уровень обобщения технологической модели решения некорректных задач ОПД — набор интерфейсов (подсистем), конкретная имплементация которых определяется тезаурусом методов и алгоритмов

Рис. 11. Обобщенная технологическая модель оперативного определения параметров движения КА

ОНБО, реализуемых в конкретной автоматизированной системе.

Декомпозиция обобщенного технологического цикла определения параметров движения по ИТНП позволяет выделить ряд основных подсистем, содержащих набор реализующих их функциональных характеристик. Концептуальный подход к решению вопроса исследований иллюстрируется структурно-функциональной схемой на *рис*. 11.

В рассматриваемом примере анализируется схема решения так называемых обобщенных некорректных задач первого и второго рода с введенными модификациями с учетом представления решения задач в объект-системе «задача НБО — инструмент ее решения (АС НБО)» [13, 14]. Дополнительно в подобной схеме могут быть применены обобщенные структурные свойства измерительных задач, в частности, понятие «обобщенная наблюдаемость». Показано, что результаты определений параметров движения КА на этапе выведения на орбиту демонстрируют возможность обеспечения требуемых точностных характеристик в условиях неполной реализации запланированной схемы контроля орбиты и в условиях штатной схемы контроля орбиты на короткой мерной базе.

Заключение

В работе рассмотрено представление проблем и трудностей решения задач технологического цикла НБО в виде матриц и обобщенных тензоров. Их построение позволяет анализировать (а в случае необходимости корректировать) влияние погрешностей и ошибок решения, в том числе на ранних стадиях технологических циклов НБО, что способствует достижению результата на последующих и/или более поздних этапах расчетов. Это обеспечивает моделирование и создание интеллектуальных систем (экспертных и обучающих комплексов, расчетно-логических систем, использующих вычислительные алгоритмы и др.) для автоматизированной реализации ТЦ НБО. При этом предполагается математическое развитие вопросов представления элементов, названных «обобщенными тензорами», взаимосвязи их компонент и, в частности, трансформации размерностей в отдельных сечениях пространственных матриц.

В работе рассмотрены также преимущества и целесообразность применения и использования введенного нетрадиционного подхода. Матрицы и обобщенный тензор трудностей и проблем решения НБО управления КА:

1) позволяют комплексно (интегрально) рассмотреть взаимосвязь решения отдельных сложных задач управления КА в технологическом цикле НБО друг с другом (в прямой и обратной последовательности);
2) позволяют определить влияние погрешностей и ошибок решения, в том числе на ранних стадиях технологических циклов НБО, корректируя достижение результата на последующих и/или более поздних этапах расчетов;
3) обеспечивают основу моделирования процесса выполнения технологических операций и проведение анализа реальной возможности достижения целей расчетов;
4) способствуют созданию индивидуальных базовых языков функционирования интеллектуальных систем и реализацию в целом расчетно-логических систем, экспертных и обучающих комплексов и др. для автоматизированного контроля ТЦ НБО и анализа результатов расчетов;
5) повышают оперативность и надежность нахождения приемлемого решения в особых условиях (некорректных, обобщенно некорректных и др. задач).

Целесообразность использования представления погрешностей и ошибок решения с применением обобщенных тензоров связана с:

системностью проведения описанного исследования и анализа трудоемких и многоплановых операций повышения надежности НБО;

отсутствием непосредственного направления поиска причин однозначного достижения целей расчетов без применения подобного подхода;

известными практическими преимуществами данного подхода для поиска решений.

Литература

1. Андреев Г.И., Летунов В.В., Андреева Д.В. Эффективная спутниковая телесигнализация в подсистеме безопасности ГАС РФ «Правосудие» // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 23—27. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-23-27 .
2. Дворкин В.В., Карутин С.Н. Высокоточные навигационные определения по сигналам ГНСС // Вестник СибГАУ им. М. Ф. Решетнева. 2013. № 6 (52). С. 70—76.
3. Ловцов Д.А. Определение информационных условий наблюдаемости и управляемости космических аппаратов // Труды Всеросс. конф. с междунар. участием «Современные проблемы теоретической астрономии» в 3-х т. Т. 3 / РАН, Ин-т теор. астрон. СПб. : ИТА РАН, 1994. С. 61—62.
4. Ловцов Д.А., Андреев Г.И. Прецизионное прогнозирование движения техногенных объектов в околоземном космическом пространстве // Информация и космос. 2015. № 2. С. 103—110.
5. 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.

6. Ловцов Д.А., Панюков И.И. Информационная технология автома-тизированного планирования определения навигационных параметров объектов ракетной техники // Автоматика и телемеханика. 1995. № 12. С. 32—46.
7. Ловцов Д.А., Шевляков А.С. Информационно-математическое обеспечение оперативной радиационной защиты космических аппаратов специального назначения // Вестник НПО им. С. А. Лавочкина. 2017. № 4. С. 96—101.
8. 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.
9. Потюпкин А.Ю., Чечкин А.В. Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности : монография. М. : КУРС, 2019. 384 с.
10. Романов А.А., Тюлин А.Е. Шестой технологический уклад в космическом приборостроении // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2017. Т. 4. Вып. 4. С. 64—82.
11. Тюлин А.Е., Бетанов В.В., Яшин В. Г. Орбитальные сегменты космических систем пространственно-временного обеспечения. Часть I. Орбитальное движение, маневры и методы определения параметров орбит КА / Под ред. А.Е. Тюлина. М. : Инновац. машиностроение, 2020. 336 с.
12. Тюлин А.Е., Дворкин В.В., Бетанов В.В. Орбитальные сегменты космических систем пространственно-временного обеспечения. Часть II. Космические системы пространственно-временного обеспечения на орбитах различных классов / Под ред. А.Е. Тюлина. М. : Инновац. машиностроение, 2020. 302 с.
13. Тюлин А.Е., Бетанов В.В., Кобзарь А.А. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Кн. 1. Методы, модели и алгоритмы оценивания параметров движения. М. : Радиотехника, 2018. 479 с.
14. Тюлин А.Е., Бетанов В.В., Юрасов В.С., Стрельников С.В. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Кн. 2. Системный анализ НБО. М. : Радиотехника, 2018. 487 с.
15. Тюлин А.Е., Бетанов В.В. Ключевые навигационно-баллистические технологии, повышающие эффективность управления КА // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2021. Т. 8. Вып. 3. С. 3—10.
16. Тюлин А.Е., Круглов А.В., Бетанов В.В. Уточнение согласующих коэффициентов математической модели движения КА с использованием понятия «обобщенная наблюдаемость» // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2020. Т. 7. Вып. 4. С. 3—13.
17. Чечкин А. В. Математическая информатика : монография. М. : Наука, 1991. 412 с.
18. Tyulin A., Chursin A. Advanced development and sustainability of a company in the conditions of crises and transformation of global economies. Tallinn: EurAsian Scientific Editions Ltd., 2021. 428 pp.
19. Tyulin, A.E., Chursin, A.A., Yudin, A.V. Assessing the Potential for Successful Introduction of a Radically New Product (2021). Russian Engineering Research, 41 (10), pp. 931-933.

Рецензент: ***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

NON-TRADITIONAL ASSESSMENT OF PROBLEMS OF SOLVING TASKS OF NAVIGATION AND BALLISTIC SUPPORT FOR SPACECRAFT CONTROL

Andrei Tiulin[8], Vladimir Betanov[9]

Keywords: *spacecraft, control, automated system, navigation and ballistic support, space technology, generalised tensor, ill-posed problem, generalised ill-posed problem.*

[8] ***Andrei Tiulin,*** *Andrei Tiulin, Dr.Sc. (Economics), Ph.D. (Technology), corresponding member of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences, Director General of AO "Rossiiskie kosmicheskie sistemy" [Russian Space Systems JSC], Moscow, Russian Federation.*
E-mail: tyulin@spacecorp.ru

[9] ***Vladimir Betanov,*** *Dr.Sc. (Technology), Professor, corresponding member of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences, Deputy Head of the AO "Rossiiskie kosmicheskie sistemy" [Russian Space Systems JSC] Centre, Moscow, Russian Federation.*
E-mail: betanov_vv@spacecorp.ru

Abstract.

Purpose of the work: carrying out a study and correcting the obtained results in individual elements of the technological cycle of spacecraft control navigation and ballistic support (NBS) for subsequent stages of calculations.

Methods used: system analysis of spacecraft control NBS using the matrix and tensor apparatus for solving problems of the NBS technological operations.

Results obtained: a presentation of problems and difficulties in solving problems of the NBS technological cycle in the form of matrices and generalised tensors is considered. Their construction allows to analyse (and, if necessary, correct) the influence of inaccuracies and errors in the solution, including at the early stages of the NBS technological cycles, which promotes achieving the result at subsequent and/or later stages of calculations. This makes it possible to significantly improve the quality of solving target problems in subsystems of large-scale ground and space systems such as the government automated systems of the Russian Federation (GAS RF) "Pravosudie" ["Justice"], "Vybory" ["Elections"], "Upravlenie" ["Administration"] which, in turn, provides for modelling and setting up intelligent systems (expert and training complexes, calculation logic systems, etc.) for automated implementation of the NBS technological cycle. This assumes mathematical development of issues of representation of elements, called "generalised tensors", the relationship of their components and, in particular, transformation of dimensions in individual sections of spatial matrices.

References

1. Andreev G.I., Letunov V.V., Andreeva D.V. Effektivnaia sputnikovaia telesignalizatsiia v podsisteme bezopasnosti GAS RF "Pravosudie". Pravovaia informatika, 2018, No. 3, pp. 23–27. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-23-27 .
2. Dvorkin V.V., Karutin S.N. Vysokotochnye navigatsionnye opredeleniia po signalam GNSS. Vestnik SibGAU im. M. F. Reshetneva, 2013, No. 6 (52), pp. 70–76.
3. Lovtsov D.A. Opredelenie informatsionnykh uslovii nabliudaemosti i upravliaemosti kosmicheskikh apparatov. Trudy Vseross. konf. s mezhdunar. uchastiem "Sovremennye problemy teoreticheskoi astronomii" v 3-kh t., t. 3., RAN, In-t teor. astron. SPb. : ITA RAN, 1994, pp. 61–62.
4. Lovtsov D.A., Andreev G.I. Pretsizionnoe prognozirovanie dvizheniia tekhnogennykh ob"ektov v okolozemnom kosmicheskom prostranstve. Informatsiia i kosmos, 2015, No. 2, pp. 103–110.
5. 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.
6. Lovtsov D.A., Paniukov I.I. Informatsionnaia tekhnologiia avtoma-tizirovannogo planirovaniia opredeleniia navigatsionnykh parametrov ob"ektov raketnoi tekhniki. Avtomatika i telemekhanika, 1995, No. 12, pp. 32–46.
7. Lovtsov D.A., Shevliakov A.S. Informatsionno-matematicheskoe obespechenie operativnoi radiatsionnoi zashchity kosmicheskikh apparatov spetsial'nogo naznacheniia. Vestnik NPO im. S. A. Lavochkina, 2017, No. 4, pp. 96–101.
8. Lysenko L.N., Betanov V.V., Zviagin F.V. Teoreticheskie osnovy ballistiko-navigatsionnogo obespecheniia kosmicheskikh poletov : monografiia. M. : MGTU im. N.E. Baumana, 2014. 518 pp.
9. Potiupkin A.Iu., Chechkin A.V. Iskusstvennyi intellekt na baze informatsionno-sistemnoi izbytochnosti : monografiia. M. : KURS, 2019. 384 pp.
10. Romanov A.A., Tiulin A.E. Shestoi tekhnologicheskii uklad v kosmicheskom priborostroenii. Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy, 2017, t. 4, vyp. 4, pp. 64–82.
11. Tiulin A.E., Betanov V.V., Iashin V. G. Orbital'nye segmenty kosmicheskikh sistem prostranstvenno-vremennogo obespecheniia. Chast' I. Orbital'noe dvizhenie, manevry i metody opredeleniia parametrov orbit KA. Pod red. A.E. Tiulina. M. : Innovats. mashinostroenie, 2020. 336 pp.
12. Tiulin A.E., Dvorkin V.V., Betanov V.V. Orbital'nye segmenty kosmicheskikh sistem prostranstvenno-vremennogo obespecheniia. Chast' II. Kosmicheskie sistemy prostranstvenno-vremennogo obespecheniia na orbitakh razlichnykh klassov. Pod red. A.E. Tiulina. M. : Innovats. mashinostroenie, 2020. 302 pp.
13. Tiulin A.E., Betanov V.V., Kobzar' A.A. Navigatsionno-ballisticheskoe obespechenie poleta raketno-kosmicheskikh sredstv. Kn. 1. Metody, modeli i algoritmy otsenivaniia parametrov dvizheniia. M. : Radiotekhnika, 2018. 479 pp.
14. Tiulin A.E., Betanov V.V., Iurasov V.S., Strel'nikov S.V. Navigatsionno-ballisticheskoe obespechenie poleta raketno-kosmicheskikh sredstv. Kn. 2. Sistemnyi analiz NBO. M. : Radiotekhnika, 2018. 487 pp.
15. Tiulin A.E., Betanov V.V. Kliuchevye navigatsionno-ballisticheskie tekhnologii, povyshaiushchie effektivnost' upravleniia KA. Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy, 2021. T. 8, vyp. 3, pp. 3–10.
16. Tiulin A.E., Kruglov A.V., Betanov V.V. Utochnenie soglasuiushchikh koeffitsientov matematicheskoi modeli dvizheniia KA s ispol'zovaniem poniatiia "obobshchennaia nabliudaemost'". Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy, 2020. T. 7, vyp. 4, pp. 3–13.
17. Chechkin A. V. Matematicheskaia informatika : monografiia. M. : Nauka, 1991. 412 pp.
18. Tyulin A., Chursin A. Advanced development and sustainability of a company in the conditions of crises and transformation of global economies. Tallinn: EurAsian Scientific Editions Ltd., 2021. 428 pp.
19. Tyulin, A.E., Chursin, A.A., Yudin, A.V. Assessing the Potential for Successful Introduction of a Radically New Product (2021). Russian Engineering Research, 41 (10), pp. 931-933.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ СУДЕБНОЙ СИСТЕМЫ

Черных А. М.[1]

***Ключевые слова**: информация, информационные ресурсы, информационные системы, автоматизированная система обучения, дистанционное обучение, информационно-функциональная модель, подготовка специалистов судебной системы.*

Аннотация.

Цель работы: разработка многоаспектного модельного описания автоматизированной системы подготовки специалистов для судебной системы.

Метод: системный анализ и моделирование взаимодействия информационных образовательных ресурсов; классификация ресурсов, алгоритмов и информационных массивов автоматизированной системы обучения.

Результаты: математическая и информационно-функциональная модели автоматизированной системы подготовки специалистов для судебной системы, обеспечивающие выявление особенностей взаимодействия используемых информационных образовательных ресурсов с учетом образовательного уровня и специальности (профиля) обучаемого; обоснование комплекса целенаправленной подготовки специалистов с учетом информационного взаимодействия элементов автоматизированной системы обучения; комплекс эффективного взаимодействия алгоритмов управления учебно-методической информацией.

DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-44-50

Введение

В настоящее время в интересах подготовки специалистов для судебной системы в основном используются коммерческие ресурсы (программное обеспечение, информационные платформы и телекоммуникационные системы), в большинстве своем размещенные на информационных платформах за рубежом (в ущерб развитию собственных). На примере доходов компании *Zoom Video*, ресурсы которой широко использовались для дистанционного обучения в период пандемии, можно увидеть, что в октябре — декабре 2020 г. она выручила 882,5 млн долларов, что на 369% больше в сравнении с аналогичным периодом 2019 г. Чистая прибыль увеличилась в 17 раз, а за весь 2020 г. *Zoom Video* зафиксировала продажи, на 326% превосходящие показатель годичной давности[2]. Немалая часть финансовых ресурсов в копилку компании была вложена российской системой образования. При этом данная платформа не является специализированной системой для обучения.

Сегодня как в научном сообществе, так и в публичной информационной сфере постоянно ведутся дискуссии по вопросам цифровизации социальной и экономической жизни российского государства. Процессы цифровизации некоторые авторы относят к современным трендам и сомневаются в необходимости информатизации различных сфер жизнедеятельности государства. Другие, наоборот, предрекают эру искусственного разума, который позволит решать практически любые проблемы существования человеческого сообщества. Но, как показали события последних лет в мире и России, в частности, связанные с вирусной пандемией, цифровизация и информатизация социальных и экономических процессов в стране недостаточна и не позволяет качественно и эффективно решать задачи, стоящие перед государством в сложных, нестандартных условиях. При этом рассматривать процессы цифровизации образования с точки зрения перехода на дистанционное обучение неверно (дистанционное обучение — одна из форм подачи учебного материала).

Современные исследования и разработки на стыке права и компьютерных наук сконцентрированы либо в правоохранительной области, где применяются довольно широко, либо носят универсальный характер. Подготовка специалистов для судебной системы с использованием вычислительной техники и автоматизация процессов обучения в сфере образования по своей сути имеет специфический характер. Связано это с особенностями решения профессиональных задач в правовой сфере.

[2] Прибыль Zoom взлетела на 369%. Интернет. Новости. DailyComm. URL: http://www.DailyComm.ru/m/52211

[1] ***Черных Андрей Михайлович,** кандидат технических наук, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: kafpi@mail.ru

Анализ возможностей создания автоматизированных систем обучения (АСО)

Социально-правовое регулирование переживает новую фазу развития [6]. Произошла трансформация его модели, в частности, цифровизация уже коснулась судебной системы Российской Федерации. Современные процессы цифровизации и информатизации определены нормативными документами российского государства [14]. В них обозначены цели, задачи и меры по реализации внутренней и внешней политики России в сфере применения информационных и коммуникационных технологий, направленные на развитие информационного общества и формирование национальной цифровой экономики. В частности, в Стратегии[3] развития информационного общества в Российской Федерации до 2030 г. органам государственной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления рекомендовано внести изменения в документы стратегического планирования в соответствии с данным правовым актом. Среди приоритетных сценариев развития информационного общества в России особое внимание уделено формированию национальных технологических платформ онлайн-образования, онлайн-медицины, единой инфраструктуры электронного правительства, национальной электронной библиотеки и др. Пути реализации Стратегии определены распоряжением Правительства РФ, в котором утверждено Положение «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»[4]. Реализация данной Программы осуществляется в соответствии с целями, задачами, направлениями, объемами и сроками реализации основных мер государственной политики Российской Федерации по созданию необходимых условий для развития цифровой экономики России, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства, а также практически во всех сферах социально-экономической деятельности. К базовым направлениям Программа относит: нормативное регулирование [6], кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технических заделов, информационную инфраструктуру и информационную безопасность [5—7, 11, 15, 16].

Система профессионального образования работает в интересах подготовки граждан к условиям цифровой экономики и компетентных специалистов для цифровой экономики, она должна обеспечить цифровую экономику компетентными кадрами путем создания в образовательных организациях для каждого обучающегося профиля компетенций и фиксации персональной траектории развития в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС). Для этого образовательные организации используют технологии *электронного* образования[5] [3, 17].

Содержание правового образования и его направленность отражают образовательные стандарты и программы, которые являются составляющим элементом системы профессионального образования. ФГОС определяют обязательный минимум образовательных программ, максимальный объем учебной нагрузки обучающихся, требования к уровню подготовки выпускников и содержат методы объективной оценки уровня образования и квалификации выпускников независимо от форм получения образования [1, 13].

Профессиональные образовательные программы включают государственные *требования* к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников, которые устанавливаются соответствующим ФГОС, и квалификационные требования к профессиональной подготовке выпускников, которые являются дополнением к соответствующим ФГОС, а также учебные планы, программы учебных дисциплин, программы практик и стажировок.

Следующая составляющая системы профессионального образования — сеть учебных заведений, реализующих в соответствии с лицензией профессиональные образовательные программы. В настоящее время подготовку профессиональных кадров в России осуществляют учебные заведения высшего и среднего профессионального образования — университеты, институты, колледжи и др. Статус учебных заведений зависит от характера их деятельности, уровня и разнообразия реализуемых образовательных программ. Обязательным компонентом системы профессионального образования являются органы управления. Общее руководство подготовкой кадров осуществляют Министерство науки и высшего образования и другие федеральные органы управления по соответствующим направлениям деятельности. Непосредственная организация образовательного процесса возложена на органы управления и руководство учебных заведений.

Систему электронного или дистанционного обучения [7] невозможно рассматривать вне рамок единой организации по подготовке профессиональных кадров. Функционирование автоматизированных систем обучения (АСО) представляет собой определенное число взаимосвязанных автоматизированных информационных процессов или технологических процессов переработки учебной, научной и методической информации в совокупности с областью активного функционирования информационных деятелей: преподавателей, обучаемых, обеспечивающего персонала, руководящих и контролирующих органов, а также различных источников и потребителей информации, использующих разнообразные информационные ресурсы и среды. Информацион-

[3] Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы». URL: http://www.pravo.gov.ru

[4] Постановление Правительства РФ от 2 марта 2019 г. № 234 «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» // СПС «Гарант».

[5] Глазов Б.И., Ловцов Д.А. Компьютеризированный учебник — основа новой информационно-педагогической технологии // РАО. Педагогика. 1995. № 6. С. 22—26; Глазов Б.И., Ловцов Д.А. Компьютеризированный учебник в системе военного образования // Военная мысль. 1996. № 3. С. 55—61.

Рис. 1. Обобщенная структура ИОС подготовки специалистов судебной системы

ные деятели и соответствующая информационная среда их функционирования органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную сложную динамическую систему подготовки кадров в условиях развертывания цифровой экономики [15].

Сложившаяся многоуровневая система профессионального образования имеет иерархическую организационно-информационную структуру, координация в которой реализуется по *принципу согласования взаимодействий* элементов управления (органов управления — Минобрнауки, Минпроса, системы среднего (школьного) образования, системы высшего и среднего профессионального образования) в выстраивании образовательного процесса в соответствии с требованиями государственной политики, конечная цель которой — создание организационно-правовых и экономических условий для удовлетворения потребностей экономики России в специалистах при рациональном использовании средств федерального бюджета, выделяемых на их подготовку, повышение качества и эффективности профессионального образования, приведение уровня профессиональной подготовленности кадров в соответствие с нормативными правовыми актами РФ в условиях цифровизации.

Моделирование АСО

На концептуальном уровне информационно-функциональная модель АСО рассматривается в качестве динамической системы преобразования исходных состояний объекта управления в *информационно-образовательной среде* (ИОС) в некоторые новые состояния, определяемые целевым назначением как системы, так и её элементов (подсистем). Целевое назначение (целевая функция) АСО определяется потребностями (образования, профессиональной подготовки, научными или комплексными компетенциями), предъявляемыми к ней на определенном временном интервале. При этом информационно-образовательная среда существования объекта и органа управления на этом временном интервале (T) обучения интерпретируется в виде сменяющих друг друга наборов ситуаций, требующих определенных трансформаций [5].

Совокупность иерархически зависимых сложных подсистем АСО обладает определенной степенью организованности и автономности, содержит людей-операторов и пространственно-разнесенные комплексы средств автоматизации (КСА). Функции управления в АСО осуществляются в единой многоконтурной системе для повышения эффективности процессов подготовки и обучения специалистов. Достижение целей обучения и решение дидактических задач подготовки специалистов обеспечивается ИОС (*рис. 1*) учебного заведения.

Данная среда позволяет обеспечить нерегламентированное время доступа к учебной и научной информации, обеспечивает оперативность получения и реагирования на ее изменения, снижает материальные и организационные затраты на её поиск, обработку и хранение. Лица, принимающие решения по управлению образовательным процессом, имеют возможность заранее представлять на обсуждение тему (вопрос), задавать временные рамки (при необходимости), получать мнения заинтересованных лиц, что значительно повышает качество анализа и результирующее решение в процессе подготовки специалиста [16].

Процесс подготовки специалистов распределён не только по времени, но и в пространстве [10]. На современном этапе АСО подготовки специалистов с высшим образованием представляет собой целенаправленную интегрированную, динамическую, иерархическую систему, в основе которой лежит интегрированная *информационная* система, объединяющая набор функциональных систем. Цели обучения и дидактические задачи подготовки специалистов судебной системы достигаются в результате создания виртуальной обстановки по тематике, форме и методике проводимого занятия. Модель занятий предусматривает двустороннее и многостороннее взаимодействие участников процесса обучения, моделирование различных ситуаций образовательного процесса и оценки результатов деятельности всех участвующих сторон с точки зрения эффективности принимаемых решений. Использование в автоматизированной системе специального информационно-математического обеспечения в виде формализованного представления знаний о процессе образовательной деятельности возможно путем создания информационно-математической модели предметной области, основанной на знаниях о ней и содержащей логико-лингвистическую модель представления знаний [5].

Целевым результатом функционирования АСО является реализация желаемой траектории ее внутреннего движения:

$$F : <Z(t_i), U_b(t_i)> \rightarrow U_b^{o}(t_i+1);$$
$$U_b^{o}(t_i+1) = F(Z(t_i))\ U_b(t_i),$$

где F — формализованное представление знаний о процессах подготовки специалистов в рамках АСО. Практическое применение целенаправленных иерархических интегрированных АСО показывает, что в них совместно (одновременно) используются три основных вида средств и ресурсов:

1) *вещественный* (является базовым и представлен в АСО коммуникационными сетями и комплексом средств автоматизации);
2) *энергетический* (определяет возможную интенсивность процессов функционирования АСО, при его отсутствии процессы детерминируются внешними факторами или вообще прекращаются);
3) *информационный* (одна его часть определяет и обеспечивает структурную устойчивость АСО, другая определяет содержательный характер процессов обучения).

Используя инвариантную концептуально-логическую модель автоматизированных систем управления сложными динамическими объектами, к которым, в частности, относится автоматизированная система подготовки специалистов в области права, функционирование АСО можно представить в виде контура автоматизированного управления образовательным процессом на определенном временном участке.

Объект управления (P) в АСО реализует целевую функцию:

$$Y(t) = F\{X(t)), U(t)\},$$
$$U(t) = U^{H}(t) \cup U^{Q}_b(t) = \Phi\{X(t), Y(t), Y^{H}(t), Q_b(t), P(t)\},$$

где $U(t)$ — управляющее воздействие, вырабатываемое АСО на основе данных о состоянии образовательного процесса, представляющее собой организованную совокупность множества физических процессов, протекающих в различных подсистемах [6, 8] (оперативность использования информационно-образовательного ресурса обеспечивает эффективность процесса обучения на пути движения к заданной цели подготовки специалиста с учетом предъявляемых компетенций H); $U^{H}(t)$, $U^{Q}_b(t)$ — управляющие воздействия, направленные на достижение желаемого выхода $Y^{H}(t)$ и необходимой для этого работоспособности ресурса $Q_b(t)$ обучения, соответственно.

Формализованное представление знаний о процессах функционирования АСО объединяет массивы учебной, учебно-методической, организационной и др. информации об используемых алгоритмах обучения, управления и значениях контрольных показателей эффективности образовательного процесса на интервале T наблюдения функционирования АСО.

Внешнее состояние системы характеризуется состоянием АСО:

$$U_a(t) = X(t) \cup E(t) \cup Y(t).$$

Каждому внешнему состоянию системы соответствует ее внутреннее состояние, описываемое вектором $U_b(t)$.

Полное состояние системы обучения в определенный момент представляет собой объединение ее внешнего и внутреннего состояний:

$$U_c(t_i) = U_a(t_i) \cup U_b(t_i).$$

Переход системы из одного состояния в другое под действием внешних и/или внутренних воздействий характеризует процесс обучения во времени, а упорядоченная пара $<t_i, U_c(t_i)>$, $t_i \in \varepsilon T$, $U_c(t_i) \in U_c$, где U_c — полное множество состояний АСО, называется ситуацией или элементом образовательного процесса.

Разработка информационно-функциональной модели автоматизированной системы обучения подготовки специалистов судебной системы позволяет структурировать процессы обучения, контроля усвоения материала и управления системой для условий использования цифровых технологий в образовательном процессе и повышения эффективности дистанционного обучения (рис. 2).

Структурно данная модель включает диалоговые человеко-машинные процедуры АСО для создания удобного интерфейса работы с системой. В настоящее время технологии взаимодействия человека и компьютера получили широкое развитие (машинное зрение, системы голосового общения и др.). Функциональные компоненты человеко-машинных процедур включают в себя набор определенных компонентов [12]:

- компонент корреляции базы данных и знаний (БДЗ) в соответствии с целями АСО позволяет вносить изменения в структуру БДЗ и производить ее наполнение непротиворечивой информацией;
- компонент заполнения и уточнения ситуационных данных в процессе обучения отслеживает траекторию процесса подготовки специалиста на протяжении всего процесса обучения [4];
- компонент визуализации и интерпретации учебно-методических материалов решает задачу представления информации различного вида (текст, графика, аудио- и видеоданные) с использованием вычислительной техники (видеопроекционное оборудование, экраны и интерактивные системы отображения, системы аудио- и видеоконференций и др.);
- компонент выбора метода оптимизации процесса обучения (оптимизации целевой функции) позволяет корректировать цели обучения в течение всего процесса на основе профессиональных компетенций и требований заказчика для соответствующего уровня образования [2].

Элемент модели в виде блока численного решения задачи управления учебно-методической информацией представляет собой совокупность алгоритмов, обеспечивающих процессы управления, логической обработки, контроля, обеспечения конфиденциальности и др. Данные алгоритмы используются в АСО в зависимости от применяемых образовательных стандартов, требуемого набора компетенций, соответствующего комплек-

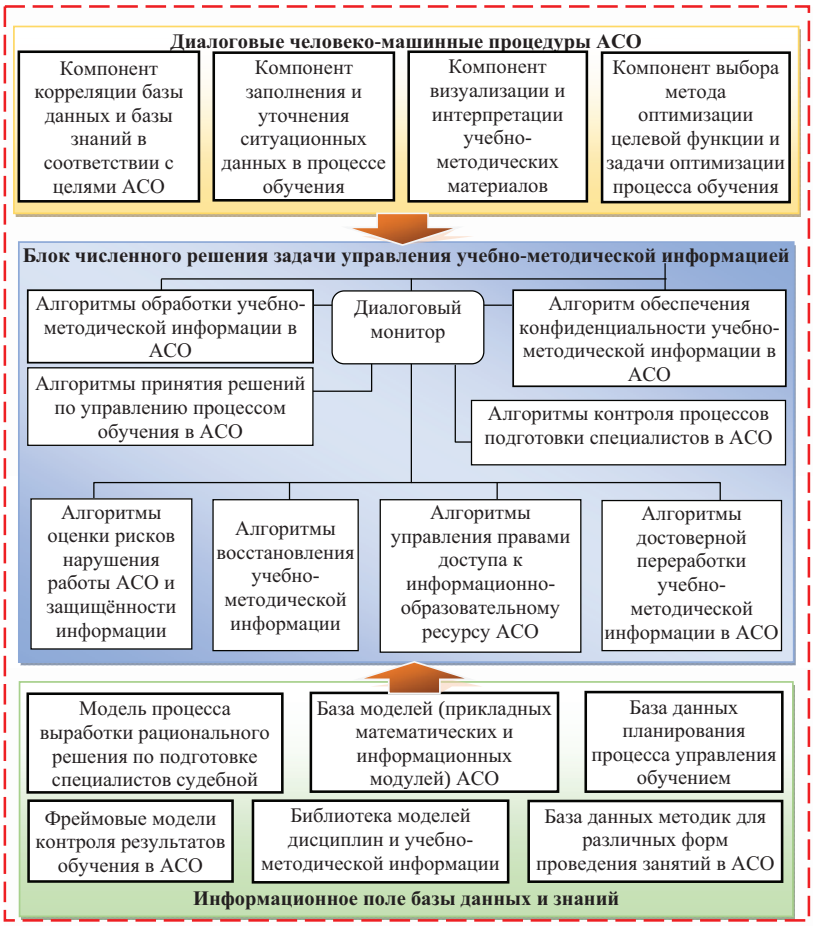

Рис. 2. Информационно-функциональная модель АСО подготовки специалистов для судебной системы

са дисциплин и принятой системе управления и контроля за процессом образования. Учебно-методическая, научная и обеспечивающая информация хранится в БДЗ, формирование подобных информационных ресурсов определяется целями АСО. При этом алгоритмы управления правами доступа позволяют создавать информационные массивы с различной степенью защищенности, открытые данные, данные для служебного пользования, секретные. Алгоритмы оценки рисков нарушения работы АСО и защищённости информации обеспечивают *непрерывность* и *надежность* образовательного процесса на всем его протяжении, что придает ему высокую эффективность.

Актуальность применения алгоритмов восстановления учебно-методической научной и иной информации при их утрате резко возрастает при использовании дистанционных образовательных технологий. Информационно-телекоммуникационная сеть общего пользования широко используется преступностью в корыстных целях. Обеспечить стопроцентную *защищенность* информации от внешних атак и внутренних ошибок пользователей на данном этапе развития цифровых технологий не представляется возможным, что предъявляет повышенные требования к системе обеспечения защищенности информации [11].

Особенного внимания заслуживает содержание информационного поля БДЗ. Данный структурный элемент информационно-функциональной модели автоматизированной системы обучения решает задачи информационного обеспечения. Информационное поле представляет собой совокупность моделей различного типа и содержания, позволяющих решать задачи обучения по дисциплинам различных специальностей и уровней подготовки. Данный элемент по своему содержанию, конструкции моделей и структуре БДЗ отражает специфику подготовки специалистов для судебной системы.

Создание информационно-функциональной модели АСО специалистов судебной системы позволяет систематизировать использование существующих на современном этапе развития информационно-коммуникационных технологий для достижения целей подготовки обучаемых. Разработка структуры АСО на основе информационно-функциональной модели решает задачу эффективного использования информационных технологий на всех этапах подготовки специалистов для судебной системы. Данная модель учитывает временной параметр не только в части конкретного образовательного процесса, но и дает возможность совершенствования АСО за счет использования появившихся новых информационных технологий и разработки более совершенных моделей процессов обучения, контроля и управления.

Заключение

Таким образом, существующие сегодня подходы в создании систем обучения на основе использования совокупности информационных технологий, позволяющих решать определенные задачи обучения, неэффективны. Создание информационных систем на основе *web*-технологий, БДЗ учебной и учебно-методической информации, интерактивных систем с использованием систем видеоконференцсвязи и др. не позволяет решать задачи по целенаправленной и эффективной подготовке специалистов для судебной системы. Отсутствие системного подхода к решению задач создания цифровых систем обучения не позволяет интенсифицировать образовательные процессы с учетом *индивидуальной направленности* [9] и реализации требований установленных компетенций. Разработка информационно-функциональной модели АСО дает возможность моделировать процесс обучения с использованием информационных ресурсов и технологий, а использование информационно-функционального моделирования АСО — автоматизировать процессы подготовки специалистов судебной системы на требуемом уровне на основе существующих вычислительных систем, общего и специального программного обеспечения.

Что касается технологии создания подобных систем видеоконференцсвязи в рамках одного учебного заведения или Минобрнауки в интересах ряда учебных заведений, это не вызовет больших трудностей, а в государственных учреждениях и закрытых учебных заведениях подобные системы российской разработки существуют уже не один год. В России наиболее широко распространены программные продукты для создания обучающего контента, контроля знаний обучаемых и решения организационных задач, но отсутствие системного моделирования процессов подготовки специалистов судебной системы не позволяет эффективно автоматизировать данную сферу.

Литература

1. Ершов В.В., Ловцов Д.А. Концепция непрерывной информационной подготовки юриста // Информационное право. 2007. № 3. С. 29—33.
2. Королёв В.Т., Контарёв Е.А., Черных А.М. Технология ведения баз данных. М. : РГУП, 2015. 108 с.
3. Лобан А.В., Ловцов Д.А. Модель электронного образовательного ресурса нового поколения // Экономика. Статистика. Информатика. Вестник УМО МЭСИ. 2016. № 2. С. 96—101.
4. Ловцов Д.А. Архитектура базы данных и знаний подсистемы планирования и координации информационных процессов в иерархической эргасистеме // Правовая информатика. 2020. № 4. С. 4—20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-04-19 .
5. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
6. Ловцов Д.А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
7. Ловцов Д.А. Условия эффективной организации дистанционного обучения // Организация учебной и воспитательной работы в вузе. Вып. 9. М. : РГУП, 2019. С. 285—295.
8. 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 .
9. Ловцов Д.А., Богорев В.В. Адаптивная система индивидуализации обучения // Педагогика. РАО. 2001. № 6. С. 24—28.
10. Ловцов Д.А., Ниесов В.А. Формирование единого информационного пространства судебной системы России // Российское правосудие. 2008. № 11. С. 78—88.
11. Ловцов Д.А. , Сергеев Н.А. Управление безопасностью эргасистем. М. : РАУ — Университет, 2001. 224 с.
12. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. М. : Высшая школа, 2007. 343 с. ISBN 978-0-6003-860-6.
13. Трофимов Е.В., Мецкер О.Г. Использование компьютерных методов и систем в изучении права, интеллектуальном анализе и моделировании правовой деятельности: систематический обзор // Труды Института системного программирования РАН. Т. 32. М. : ИСП РАН, 2020. С. 147—170. DOI: 10.15514/ISPRAS-2020-32(3)-13 .
14. Хабриева Т.Я. Право в условиях цифровизации. СПб. : СПбГУП, 2019. 36 с. ISBN 978-5-7621-1011-2.
15. Черных А.М. Информационная безопасность в автоматизированных системах обучения // Труды Всеросс. науч.-прак. конф. «Современное непрерывное образование и инновационное развитие» (23 апреля 2013 г.) / РАН. Серпухов : ИИФ, 2013. С. 843—846.
16. Черных А.М. Профессиональная направленность преподавания основ информационной безопасности // Организация учебной и воспитательной работы в ВУЗе. Вып. 3. М. : Росс. акад. пр-судия, 2014. С. 184—195.
17. Черных А.М., Ловцов Д.А., Скотченко А.С. Программа «Автоматизированная система обучения «ПК-ASO» : программа для ЭВМ // Свидетельство № 2021614819 RU. № 2021613627; Заяв. 19.03.21; Зарегистр. 30.03.21.

Рецензент: ***Алексеев Владимир Витальевич,*** *доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН, заведующий кафедрой информационных систем и защиты информации Тамбовского государственного технического университета, г. Тамбов, Российская Федерация.*
E-mail: vvalex1961@mail.ru

MODELLING AN AUTOMATED SYSTEM FOR TRAINING SPECIALISTS FOR THE COURT SYSTEM

***Andrei Chernykh*[6]**

Keywords: *information, information resources, information systems, automated training system, distance learning, information and functional model, training specialists for the court system.*

Abstract.

Purpose of the work: developing a multi-aspect model description of an automated system for training specialists for the court system.

Method used: system analysis and modelling of interaction of information educational resources, classification of resources, algorithms and information collections in an automated learning system.

Results obtained: mathematical and information & functional models of an automated system for training specialists for the court system, providing for identifying features of interaction of used information educational resources, considering the educational level and specialty (profile) of the student, a justification for a system of targeted training of specialists, considering the information interaction of elements of an automated training system, and a complex for an efficient interaction of algorithms for managing educational and methodological information are developed.

References

1. Ershov V.V., Lovtsov D.A. Kontseptsiia nepreryvnoi informatsionnoi podgotovki iurista. Informatsionnoe pravo, 2007, No. 3, pp. 29–33.
2. Korolev V.T., Kontarev E.A., Chernykh A.M. Tekhnologiia vedeniia baz dannykh. M. : RGUP, 2015. 108 pp.
3. Loban A.V., Lovtsov D.A. Model' elektronnogo obrazovatel'nogo resursa novogo pokoleniia. Ekonomika. Statistika. Informatika. Vestnik UMO MESI, 2016, No. 2, pp. 96–101.
4. Lovtsov D.A. Arkhitektura bazy dannykh i znanii podsistemy planirovaniia i koordinatsii informatsionnykh protsessov v ierarkhicheskoi ergasisteme. Pravovaia informatika, 2020, No. 4, pp. 4–20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-04-19 .
5. Lovtsov D.A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021. 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
6. Lovtsov D.A. Sistemologiia pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : RGUP, 2016. 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
7. Lovtsov D.A. Usloviia effektivnoi organizatsii distantsionnogo obucheniia. Organizatsiia uchebnoi i vospitatel'noi raboty v vuze. Vyp. 9. M. : RGUP, 2019, pp. 285–295.
8. Lovtsov D.A. Teoreticheskie osnovy sistemnoi informatizatsii pravovogo regulirovaniia. Pravovaia informatika, 2019, No. 4, pp. 12–28. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-12-28 .
9. Lovtsov D.A., Bogorev V.V. Adaptivnaia sistema individualizatsii obucheniia. Pedagogika. RAO, 2001, No. 6, pp. 24–28.
10. Lovtsov D.A., Niesov V.A. Formirovanie edinogo informatsionnogo prostranstva sudebnoi sistemy Rossii. Rossiiskoe pravosudie, 2008, No. 11, pp. 78–88.
11. Lovtsov D.A. , Sergeev N.A. Upravlenie bezopasnost'iu ergasistem. M. : RAU – Universitet, 2001. 224 pp.
12. Sovetov B.Ia., Iakovlev S.A. Modelirovanie sistem. M. : Vysshaia shkola, 2007. 343 c. ISBN 978-0-6003-860-6.
13. Trofimov E.V., Metsker O.G. Ispol'zovanie komp'iuternykh metodov i sistem v izuchenii prava, intellektual'nom analize i modelirovanii pravovoi deiatel'nosti: sistematicheskii obzor. Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniia RAN. T. 32. M. : ISP RAN, 2020, pp. 147–170. DOI: 10.15514/ISPRAS-2020-32(3)-13 .
14. Khabrieva T.Ia. Pravo v usloviiakh tsifrovizatsii. SPb. : SPbGUP, 2019. 36 pp. ISBN 978-5-7621-1011-2.
15. Chernykh A.M. Informatsionnaia bezopasnost' v avtomatizirovannykh sistemakh obucheniia. Trudy Vseross. nauch.-prak. konf. "Sovremennoe nepreryvnoe obrazovanie i innovatsionnoe razvitie" (23 aprelia 2013 g.). RAN. Serpukhov : IIF, 2013, pp. 843–846.
16. Chernykh A.M. Professional'naia napravlennost' prepodavaniia osnov informatsionnoi bezopasnosti. Organizatsiia uchebnoi i vospitatel'noi raboty v VUZe. Vyp. 3. M. : Ross. akad. pravosudiia, 2014, pp. 184–195.
17. 17. Chernykh A.M., Lovtsov D.A., Skotchenko A.S. Programma "Avtomatizirovannaia sistema obucheniia "PK-ASO" : programma dlia EVM. Svidetel'stvo No. 2021614819 RU, No. 2021613627; Zaiav. 19.03.21; Zaregistr. 30.03.21.

[6] ***Andrei Chernykh,*** *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: kafpi@mail.ru

КИБЕРУЧЕНИЯ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ЗАЩИТЫ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Метельков А. Н.[1]

Ключевые слова: *киберинциденты, киберугрозы, кибербезопасность, моделирование, защита информации, информационно-коммуникационные технологии, координация.*

Аннотация.

Цель работы: на базе анализа материалов о киберучениях, проводимых в США и других странах, выделить пути совершенствования методов и средств обеспечения информационной безопасности.

Метод исследования: комплексный теоретико-сравнительный анализ и обобщение опыта проведения в США и других странах исследовательских учений в киберпространстве, проводимых для обеспечения корпоративной безопасности. Применение при планировании киберучений моделирования сценариев учебной обстановки как эффективного метода комплексного исследования системы реагирования на кибератаки и защиты государственных и частных ресурсов, систем и сетей в условиях сложности и многоплановости кибератак, описание воздействия которых на сложную взаимозависимую инфраструктуру ряда секторов деятельности современного человека с использованием математических моделей весьма сложно. Исследование зарубежных подходов показывает актуальность экспериментальных методов имитационного моделирования кибератак на чувствительную информационную инфраструктуры различных отраслей экономики и государственного управления.

Результаты: раскрыто понятие кибербезопасности и выделены особенности организационно-технических методов и средств ее обеспечения в США и других странах. Проанализирован зарубежный опыт моделирования кибератак в ходе крупномасштабных киберучений, который возможно использовать при отработке сценариев кибератак в отечественных технологиях киберполигонов по подготовке специалистов в условиях бурного развивающихся технологий и возрастающих рисков кибербезопасности. На основе обобщения опыта предложены имитационная модель учебного сценария реализации киберугроз и общая модель организационной структуры киберучений.

DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-51-60

Введение

Уязвимость критической инфраструктуры (КИ) для внешних и внутренних кибератак возрастает по мере усиления ее зависимости от информационных технологий (ИТ). 14 января 2022 г. на официальном сайте ФСБ России в Интернете была размещена информация о пресечении организованной преступной деятельности 14 членов сообщества «REvil» в ходе реализации сведений компетентных органов США о причастности его лидера к посягательствам на информацию иностранных высокотехнологичных компаний путем шифрования информации и вымогательства денег за ее расшифрование с использованием вредоносных программ. В числе таких атак могут быть и кибертеррористические, создающие угрозы экономике страны, общественным работам, системам связи, компьютерным сетям и другой критически важной инфраструктуре. В обстановке пандемии COVID-2019 кибератаки, нарушающие телекоммуникационные возможности, могут серьезно повлиять на работу службы скорой медицинской помощи и пожарных частей, привести к задержке реагирования на чрезвычайную ситуацию, создать реальную угрозу жизни и здоровья сотням людей. В этих условиях для объектов сферы здравоохранения и фармацевтической промышленности актуальной задачей является способность выполнения целевой функции [1]. Поэтому данную ситуацию также можно рассматривать как актуальную проблему защиты от посягательств на основные конституционные ценности и жизненно важные интересы человека, общества и государства.

В ряде государств после возникновения пандемии коронавируса усилились опасения по поводу кибербезопасности, что побудило государственные и частные организации перенести часть своей деятельности в Интернет. В связи с этим возникли новые реальные и

[1] ***Метельков Александр Николаевич,*** *кандидат юридических наук, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация.*

E-mail: metelkov5178@mail.ru

потенциальные угрозы, расширился спектр кибератак [2, 3, 4] на критически важную и общественно значимую инфраструктуру, что требует обеспечения устойчивости функционирования государственных и частных корпоративных систем и сетей. Обеспечению их устойчивости способствует осуществление моделирования сценариев киберучений — комплекса взаимосвязанных и взаимозависимых действий и операций их участников в киберпространстве.

Технологии киберполигонов [5, 6] позволяют обучать персонал [7] противодействовать этим угрозам. В России такие технологии с конца 2019 г. стали системно разрабатываться и с 2020—2021 гг. внедряться в образовательный процесс. В учебных заведениях путем применения новых технологий принимаются меры по сокращению разрыва между распространением дистанционных методов обучения с использованием территориально-распределенных информационных систем (ИС) и недостаточным уровнем их защиты. В 2021 г. с использованием технологий киберполигона в Санкт-Петербургском университете Государственной пожарной службы (ГПС) МЧС России совместно с компанией «ИнфоТеКС» проведены занятия с применением ролевого обучения (с выделением групп мониторинга и реагирования), направленные на выработку мер борьбы с кибератаками на систему управления в чрезвычайных ситуациях. В США обучающие платформы Cyber-Ranges (CR) предоставляют возможности по нейтрализации кибератак [8, 9].

Глобализация приводит к усилению взаимосвязанности государственных и частных структур. Повышенная связанность информационных и киберфизических систем создает дополнительные риски в сфере обеспечения информационной безопасности, поэтому управление системным риском требует сотрудничества и обмена информацией, побуждает к поиску новых методов и средств мониторинга, обнаружения и нейтрализации киберугроз, минимизации их последствий. Системные риски отличаются взаимосвязанностью, распространяются в коррелирующих системах, преодолевая границы ситуационной осведомленности или оперативного контроля. Риски особенно опасны в электроэнергетике, атомной промышленности, финансах, госуправлении и др. Системный риск начинается с распределенного уязвимого состояния, которое изменяется по мере усложнения социальных и технологических систем. Источником риска может быть зависимость взаимосвязанных систем от информационных и коммуникационных технологий, поддерживающих расширяющийся спектр приложений. Системный риск может использоваться злоумышленником для дестабилизации или разрушения критических функций. Отдельные инициирующие инциденты накапливаются и приводят к нежелательным эффектам, которые усиливаются с нарастающим ущербом. В результате возникают каскадные эффекты, способные затронуть как отдельные корпоративные информационные системы (ИС), так и цифровую инфраструктуру одного или нескольких секторов экономики. Нападения происходят из различных источников и включают атаки типа «отказ в обслуживании», распространение вредоносных вирусов, которые заражают сеть компании и используют бреши в безопасности для доступа к конфиденциальной информации, а также поддельные электронные письма с запросом конфиденциальных данных от ничего не подозревающего сотрудника, фишинг. Определение мотивированного нарушителя кибербезопасности и вектора атаки при моделировании угрозы во время учений стимулирует активную работу обучаемых [10, 11]. Моделирование фишинговой атаки включает обнаружение и блокирование системой обнаружения вторжений и противодействия компьютерным атакам, антивирусным программным обеспечением (ПО) — содержащих вредоносный код электронных сообщений, прочтения их пользователями компьютеров, а также блокирования «передачи сообщений на серверы злоумышленников» [12]. Векторы атаки выстраиваются с применением средств компьютерной автоматизации. Для этого могут разрабатываться полные графовые модели деструктивных кибервоздействий на сетевую инфраструктуру сложных объектов критического назначения [13, с. 18]. Несмотря на множество методов моделирования угроз безопасности информации (УБИ) и признанных реестров или баз данных уязвимостей ПО [14, с. 53], различных систем классификации и оценки критичности уязвимостей, нередко авторами при разработке методики выявления взаимосвязей между обнаруженными уязвимостями ИС и УБИ в качестве основного источника сведений об угрозах и уязвимостях используется только Банк данных УБИ ФСТЭК России [16, с. 271]. При таком подходе к оценке неактуальности «угрозы несанкционированного восстановления удалённой защищаемой информации» для ИС со стороны допущенных к информации пользователей обосновывается предположение о нецелесообразности действий по восстановлению и так известной нарушителю информации [17, с. 29] и остается без внимания возможность активизации таким способом заранее внедренного вредоносного программного кода.

Российские подходы к определению вероятных объектов кибератак и оценке способов реализации УБИ отражены в Методике ФСТЭК России [18]. Исследование зарубежных и российских подходов к моделированию УБИ в числе проблем в подготовке решений позволяет выделить несовершенство экспертных методов, а также большой объем сложно структурируемых данных для моделирования. Преодолеть эти трудности помогают экспериментальные методы, основанные преимущественно на моделировании (CyberVAN) и эмуляции (Testbed, INSALATA, SoftGrid и LARIAT), а также на методах наложения и демонстрации сценариев. В ходе учений нередко имитируется многосвязная сеть (центры управления, центры обработки данных) и атаки на системы информационных и операционных технологий через Интернет (SQL-инъекции, отключение Apache, уничтожение системы NMS, перехват дампа

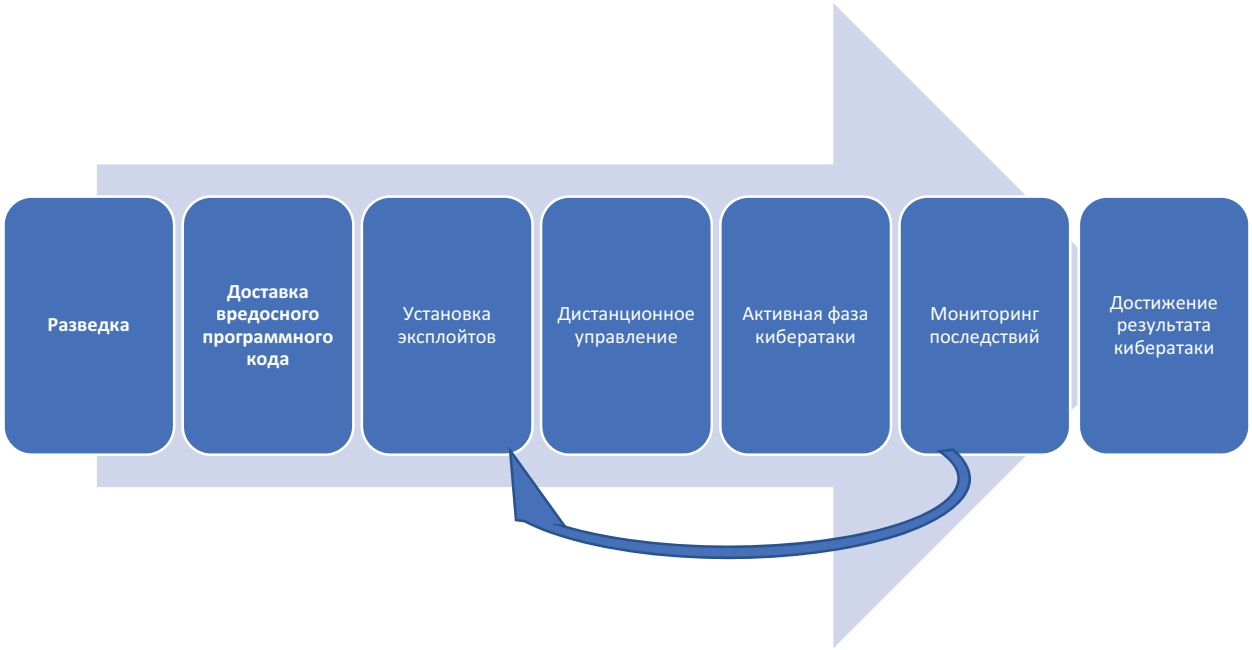

Рис.1. Общая схема осуществления кибератаки

базы данных через протокол передачи файлов, программы-вымогатели, DDoS, SCADA и др.).

Бурное внедрение информационных технологий (ИТ) во многие сферы человеческой деятельности актуализирует изучение, обобщение и анализ зарубежного опыта для его учета в совершенствовании отечественных систем реагирования на киберинциденты.

Моделирование учебной обстановки методом имитации кибератак

С каждым годом многошаговые скоординированные распределенные кибератаки со сложной организацией, реализацией и множеством целей изменяются, проводятся все чаще и изощреннее. На этапе вторжения кибератаки обычно обнаруживают с использованием сигнатурных, поведенческих, комбинированных и иных методов [15]. В современном ландшафте киберугроз на первый план выдвигается создание интеллектуальных средств защиты, позволяющих обнаруживать целевые атаки на начальных этапах их реализации [15, с. 2].

Отличительной чертой КИ является ее функционирование посредством взаимодействия с мировым киберпространством, что формирует дополнительные уязвимости для возможной их эксплуатации при оказании деструктивных воздействий на государственные и муниципальные системы, объекты экономики без непосредственного проникновения на территорию государства и объявления санкций. В киберпространстве возможно дистанционное управление и перевод в режим функционирования в интересах нарушителя вплоть до сбоев в работе автоматизированных ИС и отключения объектов КИ. Особенно опасно переключение объекта в критический режим функционирования, приводящий к его разрушению [12, 4—6].

При проведении учений в киберпространстве моделирование кибератак является важным этапом их подготовки. Моделирование основано на формализации логической цепочки: взаимодействия множеств выявленных уязвимостей ПО, релевантных угроз, вероятных сценариев реализации угроз, возможных киберфизических последствий количественной оценки рисков нарушения кибербезопасности [20]. Общая схема кибератаки представлена на рис. 1.

В общем случае при формализации киберучений вычисляется функция F, то есть выявляется связь между показателями эффективности V защиты критической информационной инфраструктуры, исходными данными D на момент кибератаки и переменными X при известных значениях факторов W, характеризующих риски информационной безопасности:

$$V = F\,(D, X, W) \qquad (1)$$

Множество X характеризует ряд известных и неизвестных кибератак и состоит из n элементов $X = \{x_1, x_2, x_3, \ldots x_n\}$, где каждый из элементов x_i $(i=1\ldots n)$ определяется конкретным видом атаки, инициируемой руководством киберучений согласно плану имитации кибератак в определенный момент времени t_j последовательно, одновременно или последовательно-параллельно. В учебных технических задачах для обеспечения безопасности реальных процессов вводится ряд ограничений, что облегчает процесс формализации.

С применением технологий киберполигона одним из экспериментальных методов с помощью имитации реальных инцидентов безопасности и динамики угроз является создание реалистичных сценариев кибератак на целевые системы в среде моделирования, облегчая обучение ИТ-специалистов в выборе наиболее подходящих ответов. Сценарии представляют собой в основном смоделированные или эмулированные сети, тра-

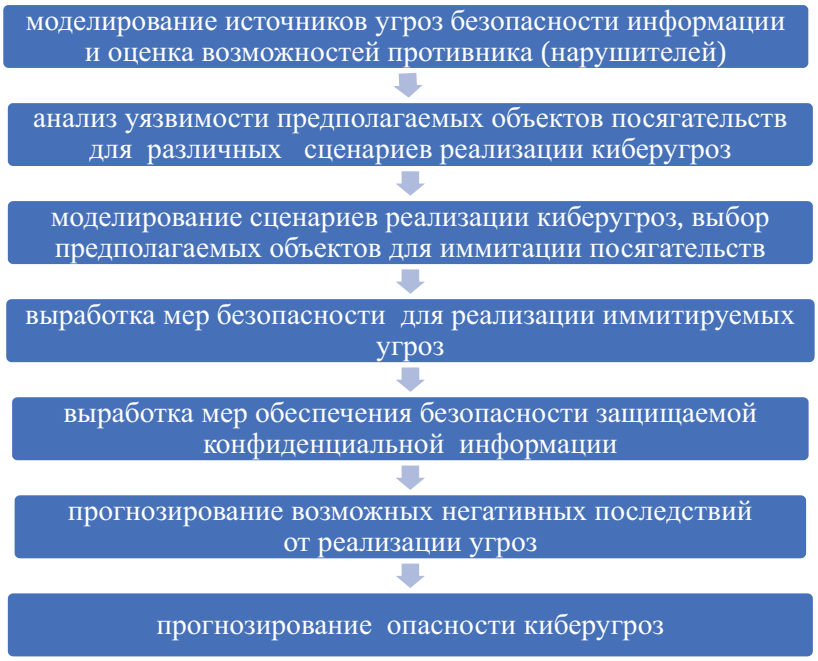

Рис. 2. Имитационная модель учебного сценария реализации киберугроз

фик в которых наполняется потенциальными угрозами в компьютерных сетях различного типа (PAN, LAN, MAN, WAN). Программное и аппаратное решение реализуется с использованием виртуальных машин, контейнеров или песочниц (Sandbox). Метод имитационного моделирования кибератак можно определить в качестве методологического средства, способствующего познанию результатов реализации УБИ на информационную инфраструктуру целостной системы или отдельные ее элементы через воздействие на информацию, ИТ и технические средства.

Целями моделирования на учениях является поиск оптимальных решений по системному реагированию на запланированные по времени, как правило, внешние воздействия кибератак, а также оценка эффективности принятых решений по нейтрализации киберугроз и изучение чувствительности сложной взаимозависимой информационной инфраструктуры к влиянию различных УБИ. В процессе моделирования УБИ выявляются условия и факторы, подрывающие безопасность обрабатываемой информации, приводящие к нарушению функционирования систем и сетей.

Имитационное моделирование направлено на получение новых знаний об информационной безопасности в заранее определенных условиях при наличии исходной информации об объектах деструктивного воздействия на элементы исследуемой информационной инфраструктуры в создаваемой учебной обстановке. Модель может включать систематизированный перечень УБИ, исходящих из источников, имеющих антропогенный, техногенный или стихийный характер и воздействующих на характерные уязвимости ИС. Процесс моделирования подразумевает выработку вводных для обучаемых, которые после обнаружения признаков инцидента принимают решения по нейтрализации угроз и адаптации систем безопасности к изменившейся обстановке.

Ввиду сложности территориально-распределенной инфраструктуры, особенностей ИТ обработки данных, использования незащищенных каналов связи потенциально увеличивается количество УБИ, что требует для их моделирования использования автоматизированных методик определения актуальных из них [14, с. 53]. Процесс моделирования УБИ предлагаем представить в виде модели сценария инициирования киберугроз (рис. 2).

Сигналы об угрозах, отдаваемые руководством киберучения, дают представление о возникающих проблемах в ландшафте угроз, инициируют необходимость углубленного исследования новых вредоносных программ и их вариантов, эксплойтов нулевого дня, целевых систем и критических уязвимостей. Для противодействия атакам и защиты информационных активов организациям необходимо своевременно обнаруживать и корректировать в реальном масштабе времени состояние безопасности в отношении обнаруженных атак на их расширяющейся поверхности. Среди тактик и приемов в действиях нарушителей зарубежными специалистами выделяются:

- целевой фишинг для получения первоначального доступа к компьютерной сети организации-цели до перехода к сети операционных технологий (ОТ);
- развертывание серийных программ-вымогателей для шифрования данных для воздействия в сетях ИТ и ОТ;
- подключение к программируемым логическим контроллерам (ПЛК) с доступом в Интернет, не требующим аутентификации для начального доступа;
- эксплуатация часто используемых портов и стандартных протоколов уровня приложений для свя-

зи с контроллерами и загрузки измененной логики управления;
– использование ПО для проектирования и загрузки программ;
– изменение логики управления и параметров на ПЛК.

Выработка рекомендаций помогает организациям понять жизненный цикл УБИ, выбрать технологии и методы защиты данных.

Возможности обучения в реальных сетях ограничены, что связано с потенциальным деструктивным влиянием тренингов на операционную деятельность предприятий и организаций, затратами людских, финансовых и иных ресурсов. Поэтому для создания реалистичной учебной среды используют методы моделирования сценариев кибератак при состязательной атаке и активной защите. Физические, эмулированные и смоделированные модели позволяют углубить понимание и изучить социально-технические системы кибербезопасности. Имитационные модели предоставляют средства для изучения сложных взаимодействий и изменений внутри системы в течение определенного времени, включая влияние социальных субъектов на функционирование аппаратно-программных и программных средств.

Анализ зарубежного опыта проведения киберучений

В последние годы киберакторы продемонстрировали готовность к злонамеренной киберативности против КИ путем использования доступных в Интернете ресурсов ОТ.

Кибербезопасность как постоянно расширяющаяся и обостряющаяся проблема охватывает сочетание физических, программных и человеческих систем. Для выработки учебной платформы в мире организуется ряд мероприятий. Тренинги играют ключевую роль в формировании и проверке организационной и технической готовности для отражения реальных кибератак. При поддержке Центра кибербезопасности Всемирного экономического форума и Интерпола компанией BI.ZONE (Sber Ecosystem) и ПАО «Сбербанк» ежегодно проводится онлайн-мероприятие Cyber Polygon, объединяющее международные компании для обучения необходимым компетенциям, обмена опытом. С 2010 г. в Европе каждые два года проводятся киберучения Cyber Europe (CE), организуемые Агентством Европейского союза по кибербезопасности (ENISA). Пандемия COVID-19 высветила необходимость повышения безопасности в киберпространстве в связи с увеличением в Интернете личных и профессиональных контактов. Киберпреступники воспользовались этой ситуацией, нацелившись на систему здравоохранения, предприятия электронной коммерции и электронных платежей. Не случайно в сценарий CE 2022 включены технические инциденты, которые могут быть исследованы с помощью криминалистического анализа и анализа вредоносных программ. Для проверки планов антикризисного управления здравоохранением и обеспечения непрерывности бизнеса по сценарию учений отдельные инциденты перерастут в серьезный кризис на местном, национальном и европейском уровнях.

Комплексному обучению кибербезопасности технических специалистов в США способствует программа Cybersecurity Defense Initiative (CDI), бесплатно проводятся курсы для ее освоения. Курсы «Комплексная защита кибербезопасности» (CCD) и «Специалист оперативного реагирования по кибербезопасности» (CFR) сертифицированы Министерством внутренней безопасности США (DHS). Секретная служба США (USSS) с участием правоохранительных органов и партнеров из частного сектора проводит учения по реагированию на инциденты кибербезопасности и отработку стратегий смягчения их последствий методом виртуального моделирования атак с использованием программ-вымогателей и криптовалюты. На семинарах FEMA Region III по кибербезопасности осуществляется презентация плана реагирования на инциденты, проводятся штабные тренировки. Для сотрудников федерального правительства и других органов власти, государственных подрядчиков доступна сформированная на бесплатной онлайн-платформе виртуальная учебная среда кибербезопасности FedVTE, управляемая DHS. Среда, доступ в которую осуществляется по запросу, содержит модули мониторинга инцидентов, управления рисками и анализа вредоносных программ. Федеральные департаменты используют системы обнаружения вторжений Einstein и US-Cert. Для защиты от атак вредоносного ПО при подключении к федеральным системам DHS принимает меры по сокращению числа точек доступа в Интернет.

Модель актуальных киберугроз может разрабатываться для отдельных систем, сетей и информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, на которой они функционируют. Угрозы, связанные интерфейсами взаимодействия с системами и сетями, инициируются при отработке учебных эпизодов доведением вводных. Процесс моделирования УБИ включает определение возможных негативных последствий от их реализации, условий реализации и источников угроз, оценку возможностей злоумышленников, сценариев реализации угроз и опасности кибератак. Цели и сценарии осуществления угроз, прогнозируемые последствия от их реализации уточняются экспертным методом.

Критически важные системы связи и энергоснабжения считаются настолько значимыми для США, что их выведение из строя или разрушение может оказать пагубное воздействие на различные виды безопасности: национальную [21], экономическую, общественную. Официальные лица признают устранение последствий преднамеренных кибератак на критически важные инфраструктуры дорогостоящим для страны [20, 22]. Поэтому для решения системных проблем необходимы определение приоритетов, разработка общей терминологии, организация реагирования на инциденты.

Имитационные киберучения

Суть киберучений заключается в проверке реагирования на моделируемые угрозы. Для анализа применения метода моделирования при проведении масштабных киберучений целесообразно рассмотреть и обобщить опыт США. В ходе стратегических учений в создаваемой обстановке с соблюдением мер безопасности разработчиками предлагались сценарии кибератак, максимально приближенные к реальным и потенциальным рискам. На основе итогов учений DHS разрабатываются национальные киберучения и программа поддержки планов реагирования на киберугрозы.

Одним из основных инструментов проверки эффективности обеспечения кибербезопасности в США служат масштабные учения под названием Cyber Storm (CS), проводимые каждые два года [23]. Учения являются частью программы Агентства DHS по кибербезопасности и безопасности инфраструктуры (CISA), направленной на изучение процессов комплексного реагирования государственных, частных и международных партнеров на масштабные кибератаки, а также на оценку и повышение уровня подготовки к нейтрализации киберугроз, совершенствование процедур и обмена информацией, координацию и принятие решений [24]. Новые знания способствуют совершенствованию способов реагирования на инциденты согласно Национальному плану реагирования на киберинциденты (NCIRP).

Впервые национальные киберучения CS I были проведены 6—10 февраля 2006 г. CS II проведены в 2008 г., CSIII — в 2010 г., CS IV — в 2012 г., CS V — в 2016 г., CS VI — в 2018 г. и CS 2020 — в 2020 г. Если в CS I по приглашению CISA было привлечено более 100 государственных и частных агентств, ассоциаций и корпораций, всего 500 человек из пяти стран, то к 2020 г. это число выросло в 20 раз: свыше 2000 участников из 12 стран и свыше 210 партнерских организаций. Учения CS I координировались в рамках национальной программы учений DHS по проверке реакции на кибератаки. В автономной сети без воздействия на реальные ИС моделировалась обстановка в виде крупномасштабного киберинцидента, затронувшего критически важную инфраструктуру энергетики, ИТ, телекоммуникаций и транспорта. В 2008 г. в ходе CS II использовались возможности индивидуального реагирования. Межсекторные атаки создавали условия для скоординированного ответа, побуждали участников к сотрудничеству. Участники получили целостное представление о взаимосвязанном характере киберреагирования, а также о зависимости между киберактивностью, физической инфраструктурой и экономическими последствиями. На учениях CS III моделировалось реагирование на национальном уровне с испытанием координационного центра CISA Central. В число участников вошли 1725 пользователей системы CS III, включая 60 частных компаний, представлявших критические секторы инфраструктуры (ИТ, связь, электроэнергетика, химическая промышленность, транспорт), и координационных органов — центров обмена и анализа информации (ISAC). Учения с элементами реальной киберугрозы позволили проверить версию NCIRP и работу CISA Central. Условный противник действовал как слабо организованная зонтичная организация, объединенная для проведения целевых атак в результате компрометации системы доменных имен (DNS) и цепочки доверенных лиц в Интернете. Целью противника была попытка поставить под сомнение способность участников работать в доверенной среде, выполнять транзакции и поддерживать критически важные функции. Учения CS VI предоставили площадку для моделирования реагирования на крупномасштабную скоординированную кибератаку на критически важную инфраструктуру путем повышения готовности и возможностей реагирования за счет применения политик, процессов и процедур. На учениях CS VI в течение недели был смоделирован киберкризис национального и международного значения для проверки реагирования на инциденты, затрагивающие нетрадиционные ИТ-устройства, с привлечением новых участников из критически важных отраслей промышленности, включая автомобильную. Учебные задачи были сфокусированы на оценке и улучшении возможностей реагирования на эскалацию киберинцидентов, развитие государственно-частного партнерства в 16 секторах критической инфраструктуры. Участники наблюдали за потенциальным воздействием атаки и отрабатывали скоординированный ответ. Учения подтвердили важность расширения экосистемы и реагирования на киберинциденты, охватывающие все типы потенциально уязвимых в киберпространстве систем, технологий и IoT устройств (системы отопления, вентиляции и кондиционирования). CS V в марте 2016 г. обеспечили возможности усовершенствования механизмов координации для отраслевых ISAC и организаций по обмену и анализу информации (ISAO), завершили серию киберучений DHS на национальном уровне. Учения объединили более 1000 участников, включая секторы розничной торговли и здравоохранения. Основной сценарий был сосредоточен на трех базовых критически важных для архитектуры Интернета службах, обеспечивающих доступ к веб-страницам только легальным пользователям. Замыслом учений предполагалось, что две группы обозначения противника на уровне государств будут работать через аффилированных лиц и обмениваться инструментами, способными эксплуатировать уязвимости DNS, CA и BGP для атак на выбранные цели. Спектр атак включал перехват трафика (MITM), имитацию веб-сайтов, расширенные фишинговые кампании и множественное заражение вредоносными программами и программами-вымогателями. Один из сценариев был связан с потерей сертификата аутентификации. По замыслу учения хакерам удалось скопировать сертификаты центра сертификации и с использованием их копий выдать себя за законных участников сети, в которой они не были зарегистрированы. Другие сценарии включали взлом системы доменных имен.

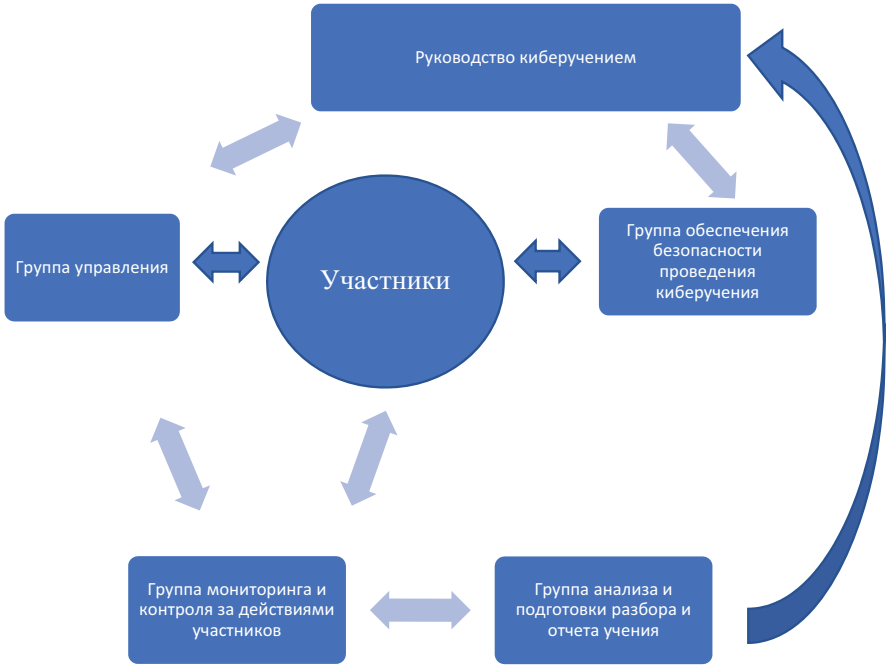

Рис.3. Модель организационной структуры киберучений

10—14 августа 2020 г. учения CS 2020 подтвердили, что усилия государства и частных субъектов по развитию рабочих отношений, формализации процедуры обмена информацией на основе единого понятийного аппарата, а также по созданию структур управления и контроля до инцидента способствуют повышению качества информационного взаимодействия непосредственно во время реагирования на киберинциденты, наращиванию коллективной способности отражения кибератак. В конечном итоге скорость и эффективность обмена информацией при реагировании на инциденты влияет на способность респондентов минимизировать последствия и своевременно отреагировать на событие.

В результате исследования зарубежного опыта, проведенного анализа научных публикаций и опубликованных DHS отчетов по киберучениям в условиях нарастания опасности кибератак разработана модель организации киберучений (см. рис. 3).

Автором на основе исследования зарубежного опыта проведения киберучений по противодействию киберугрозам в отношении защищаемых информационных ресурсов в условиях усложнения взаимосвязей и взаимозависимости ИС обоснована актуальность решения научной задачи оценки рисков нарушения и сделаны следующие выводы.

Выводы

1. Проведение учений является современной организационно-технологической исследовательской платформой для анализа угроз, информирования участников и заинтересованных лиц и организаций о новых угрозах и их последствиях, тенденциях в развитии с целью принятия упреждающих мер путем совершенствования мер защиты, методов и средств обнаружения и предотвращения кибератак.

2. Учения предоставляют возможность объективного исследования в контролируемой среде прогнозируемых масштабных воздействий на взаимосвязанную и взаимозависимую распределенную информационную и киберфизическую инфраструктуру государства и общества, корпоративных структур и других организаций, а также проверить и оценить их подготовленность к системному реагированию.

3. При обеспечении информационной безопасности в будущем необходимо сосредоточиться на учете корреляции множественных киберинцидентов и коммуникаций, координации и сотрудничестве в реагировании заинтересованных государственных и частных организаций.

4. Анализ угроз и обмена информацией дает возможность специалистам безопасности идентифицировать начальные проблемы, позволяющие организациям инициировать анализ события и обнаружение вредоносных сертификатов и кода вымогателя, защитить свои сети.

5. Разработка и внедрение общей терминологии способствует улучшению координации в сфере обеспечения информационной безопасности, повышению эффективности информационного обмена.

Заключение

Расширение сферы и изощренности кибератак на нетрадиционные ИТ-устройства, операционные ИТ и процессы изменяет характер реагирования на киберинциденты и требует специализированного планирования, поддерживающего наиболее полное представление об

угрозах. Киберучения как высшая форма подготовки специалистов в области информационной безопасности позволяют объективно оценить возможности страны, отдельных отраслей экономики и управления, организаций и участников по реагированию на инциденты с целью дальнейшего развития и адаптации информационной среды к меняющимся рискам и киберугрозам.

Проведенный анализ отчетных материалов об учениях в США показывает, что в случае нейтрализации интегрированных и/или каскадных атак, минимизации и ликвидации их последствий необходимо повышать качество, скорость и координацию реагирования путем совершенствования процессов, инструментов и обучения специалистов. При этом особое внимание надо уделять анализу результатов воздействия сценариев кибератак для определения приоритетов физической, экономической и других видов национальной безопасности.

Для понимания алгоритмов кибератак и обучения специалистов получает широкое распространение имитационное моделирование при реализации разных сценариев угроз. С этой целью на национальном и институциональном уровнях целесообразно создание специализированных учебных платформ, формирование организационной, кадровой, учебно-методической и технологической составляющих для проведения тренингов и учений по кибербезопасности.

Литература

1. Lallie H.S., Shepherd L.A., Nurse J.R.C., Erola A., Epiphaniou G., Maple C., Bellekens X. (2021). Cyber security in the age of COVID-19: a timeline and analysis of cyber-crime and cyber-attacks during the pandemic. Computers and Security, 105, [102248]. URL: http://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102248
2. Leblanc S.P., Partington A., Chapman I.M., Bernier M. An overview of cyber attack and computer network operations simulation. SpringSim (MMS), 2011, pp. 92–100.
3. Brown B., Cutts A., McGrath D., Nicol D.M., Smith T.P., Tofel B. Simulation of cyber-attacks with applications in homeland defense training. Sensors, and command, control, communications, and intelligence (c3i) technologies for homeland defense and law enforcement II. International Society for Optics and Photonics, 2003, Vol. 5071, pp. 63–71.
4. Kuhl M.E., Sudit M., Kistner J., Costantini K. Cyber-attack modeling and simulation for network security analysis. 2007 Winter Simulation Conference. IEEE, 2007, pp. 1180–1188.
5. Yamin M.M., Katt B., Gkioulos V. Cyber Ranges and Security Testbeds: Scenarios, Functions, Tools and Architecture. Computers & Security 2019, p. 101636.
6. Radziwill N.M. Virginia cyber range. Software Quality Professional 2017, 19, 46.
7. Aliyu A, Maglaras L, He Y, Yevseyeva I, Boiten E, Cook A, Janicke H. A Holistic Cybersecurity Maturity Assessment Framework for Higher Education Institutions in the United Kingdom. Applied Sciences. 2020; 10(10): 3660. URL: http://doi.org/10.3390/app10103660
8. Singh R, Kumar H, Singla R.K. et al. Internet attacks and intrusion detection system: a review of the literature. Online Inform Rev 2017; 41:171–84.
9. Bures M., Klima M., Rechtberger V., Bellekens X., Tachtatzis C., Atkinson R., Ahmed B.S. Interoperability and Integration Testing Methods for IoT Systems: A Systematic Mapping Study. Software Engineering and Formal Methods; de Boer, F.; Cerone, A., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2020; pp. 93–112.
10. Jason Kick. Cyber Exercise Playbook November 2014. URL: http://www.mitre.org/s/pr_14-3929-cyber-execise-playbook.pdf (дата обращения: 18.01.2022).
11. Gore R, Padilla J, Diallo S. Markov chain modeling of cyber threats. J Def Model Simul 2017; 14:233–44.
12. Добрышин М.М., Закалкин П.В. Модель компьютерной атаки типа «phishing» на локальную компьютерную сеть // Вопросы кибербезопасности. 2020. № 2. С. 17—25.
13. Лаврова Д.С., Зегжда Д.П., Зайцева Е.А. Моделирование сетевой инфраструктуры сложных объектов для решения задачи противодействия кибератакам // Вопросы кибербезопасности. 2019. № 2. С.13—20.
14. Миняев А.А. Моделирование угроз безопасности информации в территориально-распределенных информационных системах // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2021. Т. 13. № 2. С. 52—65.
15. Japertas S, Baksys T. Method of early staged cyber-attacks detection in IT and telecommunication networks. Elektronika Ir Elektrotechnika, 2018; 24:68–77.
16. Селифанов В.В., Юракова Я.В., Карманов И.Н. Методика автоматизированного выявления взаимосвязей уязвимостей и угроз безопасности информации в информационных системах // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018. № 7. С. 271—276.
17. Воронин В.В., Сухоруков Я.П. Аспекты разработки Частной модели угроз безопасности информации в типовых информационных системах // Вестник ПГУ им. Шолом-Алейхема. 2020. № 1. С. 24—33.
18. Методический документ «Методика оценки угроз безопасности информации», утв. ФСТЭК России 5.02.2021. URL: http://fstec.ru
19. Васильев В.И., Кириллова А.Д., Вульфин А.М. Когнитивное моделирование вектора кибератак на основе меташаблонов CAPEC // Вопросы кибербезопасности. 2021. № 2. С. 2—16.
20. Васильев В.И., Вульфин А.М., Кучкарова Н.В. Автоматизация анализа уязвимостей программного обеспечения на основе технологии Text Mining // Вопросы кибербезопасности. 2020. № 4. С. 22—31.

21. Kavak H., Padilla J.J., Vernon-Bido D., Diallo S.Y., Gore R.J., Shetty S. Simulation for Cybersecurity: State of the Art and Future Directions. Journal of Cybersecurity, Volume 7, Issue 1, 2021. DOI: 10.1093/cybsec/tyab005
22. Thakur K, Ali ML, Jiang N et al. Impact of cyber-attacks on critical infrastructure. In: 2016 IEEE 2nd International Conference on Big Data Security on Cloud (BigDataSecurity), IEEE International Conference on High Performance and Smart Computing (HPSC), and IEEE International Conference on Intelligent Data and Security (IDS), 2016. New York, NY, USA.
23. CISA, Cyber Storm VI: National Cyber Exercise, D.o.H. Security, Editor, 2020. URL: http://www.cisa.gov/cyber-storm-vi
24. National cyber exercise: Cyber Storm VIII (CS VIII) States Working Group Overview Brief. Cyber Storm VIII July 2021. URL: http://www.tn.gov/content/dam/tn/cybersecurity/CS%20VIII%20States%20Brief.pdf (дата обращения: 18.01.2022).
25. Dorofeev, A.V., Markov, A.S. Conducting Cyber Exercises Based on the Information Security Threat Model // CEUR Workshop Proceedings, 2021, vol. 3057, pp. 1–10.
26. Дорофеев А.В., Марков А.С. Методические основы киберучений и CTF-соревнований // Защита информации. Инсайд. 2022. № 2 (104). С. 40—50.
27. Литвиненко А.В. Использование программных средств обеспечение безопасности Linux-сервера в рамках соревнований CTF // Вопросы кибербезопасности. 2013. № 3 (3). С. 33—35.
28. Петренко А.А., Петренко С.А. Киберучения: методические рекомендации ENISA // Вопросы кибербезопасности. 2015. № 3 (11). С. 2—14.

Рецензент: **Марков Алексей Сергеевич,** *доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры ИУ-7 МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Российская Федерация.*
E-mail: a.markov@bmstu.ru

CYBER EXERCISES: FOREIGN EXPERIENCE IN PROTECTING CRITICAL INFRASTRUCTURE

***Aleksandr Metel'kov*[2]**

Keywords: *cyber incidents, cyber threats, cyber security, modelling, information protection, information and communication technologies, coordination.*

Abstract.

Purpose of the work: identifying ways to improve the methods and means for ensuring information security based on the analysis of materials on cyber exercises carried out in the USA and other countries.

Method of study: multi-faceted theoretical and comparative analysis as well as generalisation of the experience obtained from research exercises carried out in the USA and other countries in cyberspace with a view to ensure corporate security. Using, in planning cyber exercises, simulations of training environment scenarios as an efficient method for a multi-faceted study of the system for response to cyber attacks and protection of public and private resources, systems and networks under the conditions of complexity and diversity of cyber attacks whose impact on the complex interdependent infrastructure of a number of sectors of modern human activity is quite difficult to describe using mathematical models. Studying foreign approaches shows the topicality of experimental methods for imitation simulation of cyber attacks on sensitive information infrastructure in various sectors of the economy and public administration.

Results obtained: the concept of cyber security is expounded and features of organisational and technical methods and means for ensuring it in the USA and other countries are highlighted. Foreign experience of simulating cyber attacks during large-scale cyber exercises is analysed, and it can be used in drills of cyber attack scenarios in domestic technologies of cyber training grounds for training specialists under the conditions of fast developing technologies and increasing cyber security risks. An imitation simulation model for a training scenario of realisation of cyber threats and a general model for cyber exercises organisational structure are proposed based on the generalisation of the experience.

References

1. Lallie H.S., Shepherd L.A., Nurse J.R.C., Erola A., Epiphaniou G., Maple C., Bellekens X. (2021). Cyber security in the age of COVID-19: a timeline and analysis of cyber-crime and cyber-attacks during the pandemic. Computers and Security, 105, [102248]. URL: http://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102248

[2] ***Aleksandr Metel'kov,*** *Ph.D. (Law), Associate Professor at the Department of Applied Mathematics and Information Technology of the Saint Petersburg University of the Russian State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Saint Petersburg, Russian Federation.*
E-mail: metelkov5178@mail.ru

2. Leblanc S.P., Partington A., Chapman I.M., Bernier M. An overview of cyber attack and computer network operations simulation. SpringSim (MMS), 2011, pp. 92–100.
3. Brown B., Cutts A., McGrath D., Nicol D.M., Smith T.P., Tofel B. Simulation of cyber-attacks with applications in homeland defense training. Sensors, and command, control, communications, and intelligence (c3i) technologies for homeland defense and law enforcement II. International Society for Optics and Photonics, 2003, Vol. 5071, pp. 63–71.
4. Kuhl M.E., Sudit M., Kistner J., Costantini K. Cyber-attack modeling and simulation for network security analysis. 2007 Winter Simulation Conference. IEEE, 2007, pp. 1180–1188.
5. Yamin M.M., Katt B., Gkioulos V. Cyber Ranges and Security Testbeds: Scenarios, Functions, Tools and Architecture. Computers & Security 2019, p. 101636.
6. Radziwill N.M. Virginia cyber range. Software Quality Professional 2017, 19, 46.
7. Aliyu A, Maglaras L, He Y, Yevseyeva I, Boiten E, Cook A, Janicke H. A Holistic Cybersecurity Maturity Assessment Framework for Higher Education Institutions in the United Kingdom. Applied Sciences. 2020; 10(10): 3660. URL: http://doi.org/10.3390/app10103660
8. Singh R, Kumar H, Singla R.K. et al. Internet attacks and intrusion detection system: a review of the literature. Online Inform Rev 2017; 41:171–84.
9. Bures M., Klima M., Rechtberger V., Bellekens X., Tachtatzis C., Atkinson R., Ahmed B.S. Interoperability and Integration Testing Methods for IoT Systems: A Systematic Mapping Study. Software Engineering and Formal Methods; de Boer, F.; Cerone, A., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2020; pp. 93–112.
10. Jason Kick. Cyber Exercise Playbook November 2014. URL: http://www.mitre.org/s/pr_14-3929-cyber-execise-playbook.pdf (data obrashcheniia: 18.01.2022).
11. Gore R, Padilla J, Diallo S. Markov chain modeling of cyber threats. J Def Model Simul 2017; 14:233–44.
12. Dobryshin M.M., Zakalkin P.V. Model' komp'iuternoi ataki tipa "phishing" na lokal'nuiu komp'iuternuiu set'. Voprosy kiberbezopasnosti, 2020, No. 2. C. 17–25.
13. Lavrova D.S., Zegzhda D.P., Zaitseva E.A. Modelirovanie setevoi infrastruktury slozhnykh ob"ektov dlia resheniia zadachi protivodeistviia kiberatakam. Voprosy kiberbezopasnosti, 2019, No. 2. S.13–20.
14. Miniaev A.A. Modelirovanie ugroz bezopasnosti informatsii v territorial'no-raspredelennykh informatsionnykh sistemakh. Naukoemkie tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniiakh Zemli, 2021, t. 13, No. 2, pp. 52–65.
15. Japertas S, Baksys T. Method of early staged cyber-attacks detection in IT and telecommunication networks. Elektronika Ir Elektrotechnika, 2018; 24:68–77.
16. Selifanov V.V., Iurakova Ia.V., Karmanov I.N. Metodika avtomatizirovannogo vyiavleniia vzaimosviazei uiazvimostei i ugroz bezopasnosti informatsii v informatsionnykh sistemakh. Interekspo Geo-Sibir', 2018, No. 7, pp. 271–276.
17. Voronin V.V., Sukhorukov Ia.P. Aspekty razrabotki Chastnoi modeli ugroz bezopasnosti informatsii v tipovykh informatsionnykh sistemakh. Vestnik PGU im. Sholom-Aleikhema, 2020, No. 1, pp. 24–33.
18. Metodicheskii dokument "Metodika otsenki ugroz bezopasnosti informatsii", utv. FSTEK Rossii 5.02.2021. URL: http://fstec.ru
19. Vasil'ev V.I., Kirillova A.D., Vul'fin A.M. Kognitivnoe modelirovanie vektora kiberatak na osnove metashablonov CAPEC. Voprosy kiberbezopasnosti, 2021, No. 2, pp. 2–16.
20. Vasil'ev V.I., Vul'fin A.M., Kuchkarova N.V. Avtomatizatsiia analiza uiazvimostei programmnogo obespecheniia na osnove tekhnologii Text Mining. Voprosy kiberbezopasnosti, 2020, No. 4, pp. 22–31.
21. Kavak H., Padilla J.J., Vernon-Bido D., Diallo S.Y., Gore R.J., Shetty S. Simulation for Cybersecurity: State of the Art and Future Directions. Journal of Cybersecurity, Volume 7, Issue 1, 2021. DOI: 10.1093/cybsec/tyab005
22. Thakur K, Ali ML, Jiang N et al. Impact of cyber-attacks on critical infrastructure. In: 2016 IEEE 2nd International Conference on Big Data Security on Cloud (BigDataSecurity), IEEE International Conference on High Performance and Smart Computing (HPSC), and IEEE International Conference on Intelligent Data and Security (IDS), 2016. New York, NY, USA.
23. CISA, Cyber Storm VI: National Cyber Exercise, D.o.H. Security, Editor, 2020. URL: http://www.cisa.gov/cyber-storm-vi
24. National cyber exercise: Cyber Storm VIII (CS VIII) States Working Group Overview Brief. Cyber Storm VIII July 2021. URL: http://www.tn.gov/content/dam/tn/cybersecurity/CS%20VIII%20States%20Brief.pdf (data obrashcheniia: 18.01.2022).
25. Dorofeev, A.V., Markov, A.S. Conducting Cyber Exercises Based on the Information Security Threat Model. CEUR Workshop Proceedings, 2021, vol. 3057, pp. 1–10.
26. Dorofeev A.V., Markov A.S. Metodicheskie osnovy kiberuchenii i CTF-sorevnovanii. Zashchita informatsii. Insaid, 2022, No. 2 (104), pp. 40–50.
27. Litvinenko A.V. Ispol'zovanie programmnykh sredstv obespechenie bezopasnosti Linux-servera v ramkakh sorevnovanii CTF. Voprosy kiberbezopasnosti, 2013, No. 3 (3), pp. 33–35.
28. Petrenko A.A., Petrenko S.A. Kiberucheniia: metodicheskie rekomendatsii ENISA. Voprosy kiberbezopasnosti, 2015, No. 3 (11), pp. 2–14.

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ ЗА ОКАЗАНИЕМ БЕСПЛАТНОЙ ЮРИДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ[1]

Благовещенский Н. Ю.[2]

Ключевые слова: *конституционные гарантии, качество бесплатной юридической помощи, квалифицированная юридическая помощь, цифровая трансформация, системный подход, правовое просвещение, государственная информационная система правовой помощи.*

Аннотация.

Цель работы: разработка модели оценки качества бесплатной юридической помощи.

Метод исследования: системный анализ, компаративный анализ, логико-лингвистическое моделирование технологического процесса переработки информации в эргасистеме.

Результат: проанализированы проблемы, связанные с формированием оценки качества оказываемой гражданам бесплатной юридической помощи и обеспечением контроля за деятельностью лиц, оказывающих бесплатную юридическую помощь. Показано, что проблемы носят комплексный многоуровневый характер, для их решения предложена модель оценки качества и обеспечения контроля за оказанием бесплатной юридической помощи. Модель оценки качества бесплатной юридической помощи представляется как комплекс индивидуальных и системных показателей, характеризующих государственную и негосударственную системы бесплатной юридической помощи как правовой инструмент, обеспечивающий гарантию реализации конституционных прав граждан на получение указанной помощи. В качестве основных компонентов обеспечения контроля за оказанием бесплатной юридической помощи рассматриваются измерение и мониторинг показателей качества оказываемой юридической помощи и управление претензиями (жалобами) получателей помощи.

DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-61-75

Одним из ключевых признаков эффективного развития социально-ориентированного демократического правового государства в современных условиях является высокий уровень обеспечения и защиты прав граждан, выраженный в комплексе законодательно установленных требований к органам государственной власти и иным участникам правового процесса. Такому уровню соответствует установленное пунктом 1 статьи 48 Конституции Российской Федерации[3] право граждан на получение квалифицированной юридической помощи, в установленных законом случаях такая помощь предоставляется бесплатно.

Основные гарантии реализации права граждан на бесплатную юридическую помощь, организационно-правовые основы формирования государственной и негосударственной систем бесплатной юридической помощи и деятельности по правовому информированию и правовому просвещению населения устанавливаются Федеральным законом № 324-ФЗ «О бесплатной юридической помощи в Российской Федерации» (далее — Федеральный закон № 324-ФЗ)[4], а также нормами других федеральных законов.

Этим федеральным законом устанавливаются полномочия федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в области обеспечения граждан бесплатной юридической помощью; критически важно, чтобы такая помощь была квалифицированной.

[3] Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами Российской Федерации о поправках к Конституции Российской Федерации от 30 декабря 2008 года № 6 ФКЗ, от 30 декабря 2008 года № 7 ФКЗ, от 5 февраля 2014 года № 2 ФКЗ, от 21 июля 2014 года № 11 ФКЗ, от 14 марта 2020 года № 1 ФКЗ). URL: http://www.pravo.gov.ru (дата обращения: 26.01.2022).

[4] Федеральный закон «О бесплатной юридической помощи в Российской Федерации» от 21.11.2011 № 324-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации, 28 ноября 2011 г., № 48, ст. 6725.

[1] Статья подготовлена на основе результатов НИР: «Разработка методического руководства по оказанию бесплатной юридической помощи и правовому просвещению населения», проводимой в целях реализации мероприятий государственной программы Российской Федерации «Юстиция».

[2] ***Благовещенский Николай Юрьевич,*** *ведущий аналитик отдела научно-исследовательской и образовательной деятельности ФБУ НЦПИ при Минюсте России, г. Москва, Российская Федерация.*

E-mail: nblscli@mail.ru

Социально-правовое содержание квалифицированной юридической помощи определяет её ключевую роль как одного из основных конституционных институтов. В работе Э.И. Атагимовой [1] отмечено, что «право на получение квалифицированной юридической помощи, в том числе предоставляемой бесплатно, определяет возможности индивида по реализации и защите всех остальных гарантированных на конституционном уровне прав и свобод и тем самым определяет уровень защищенности индивида».

Бесплатную квалифицированную юридическую помощь в работе Э.И. Атагимовой и О.С. Рыбаковой [2, с. 10] было предложено определить как «гарантированное на конституционном уровне и обеспеченное мерами правового воздействия юридическое содействие».

В то же время обеспечение качества оказываемой квалифицированной юридической помощи является одним из основных условий ее реализации как конституционно-правовой гарантии. Подобная точка зрения неоднократно высказывалась и обосновывалась различными исследователями, например, в работах Ф.М. Рудинского[5] и Е.Е. Никитиной[6].

Указанное обстоятельство фактически означает, что оценка качества бесплатной юридической помощи должна формироваться как комплекс индивидуальных и системных показателей, характеризующих систему бесплатной юридической помощи (государственную и негосударственную) как правовой инструмент, обеспечивающий гарантию реализации конституционных прав граждан на получение указанной помощи. Необходимость такого подхода была сформулирована автором в работе [3].

Собственно, именно пониманием уникальной особенности бесплатной юридической помощи не как услуги, а как конституционно-правовой гарантии объясняется сложность определения понятия качества бесплатной юридической помощи и критериев оказания качества помощи.

Вместе с тем одна из главных проблем оценки состоит в том, что среди потенциальных показателей качества правовой помощи оказываются плохо формализуемые характеристики, например, такие, как компетентность при осуществлении правового информирования или удовлетворенность получателя результатом полученной помощи. Кроме того, измерение отдельных характеристик возможно только путем выставления оценки клиентом или экспертом, которая является субъективной.

По мнению Н.В. Поляковой [4], ключевым расхождением представления о качестве при оказании правовой помощи между клиентом и юристом является «противоречие между гарантированным получением любого желаемого клиентом результата при его минимальном участии и обоснованностью заявленной юристом правовой позиции (устно или письменно) нормами действующего законодательства и правоприменительной практикой, если таковая сложилась».

При оценке качества предоставляемой бесплатной юридической помощи получатель ставит во главу гарантированное получение желаемого результата, причём даже самые обоснованные, законные и доходчивые объяснения могут не удовлетворить простого получателя бесплатной юридической помощи в случае факта получения результата, отличного от желаемого.

В то же время качественное предоставление помощи с точки зрения юриста — это процесс, в котором выполнены все рекомендации, действия и требования действующего законодательства по предоставлению юридической помощи [4]. По сути, честный и добросовестный адвокат или юрист может только гарантировать использование всех законных средств для защиты интересов получателя помощи. Однако гарантировать безусловное достижение желаемого для получателя результата он никогда не станет.

Распространенный подход ряда исследователей при разрешении вопроса о соблюдении баланса и объективности оказываемой бесплатной юридической помощи с учетом интересов государства, профессионального сообщества юристов и получающих помощь граждан в формировании критериев качества состоит в предложении собственного набора критериев, обязательных для оценки качества.

В частности, в работе Резник Е.С. [5, с. 51] к обязательным критериям качества юридической помощи относятся: соответствие помощи законодательству, соблюдение правил оказания помощи и профессиональной этики, характер взаимодействия между поставщиком и получателем помощи, правовое информирование обратившегося за помощью лица, а также результативность помощи, удовлетворённость получателя и полнота действий поставщика помощи.

В работе Малютиной О.А. [6, с. 22—26] качество бесплатной юридической помощи предложено оценивать по квалификации субъекта ее оказания, характеристике оказанной юридической помощи, а также по механизмам текущего и последующего контроля качества оказания помощи. В работах Н.В. Поляковой [4, 7] были предложены критерии оценки качества, включающие профессиональные, процедурные и представляющие точку зрения клиента. Идея о перспективности подхода по внедрению критериев качества на основе государственных стандартов высказывалась Гавриловым С.Н. в работе [8], в том числе касающихся оказания социально-бытовых услуг населению[7]. Интересное сравнение порядка оказания правовой помощи с военным делом,

[5] Рудинский Ф.М. Гарантии конституционной свободы совести // Советское государство и право. 1983. № 7. С. 40—47.

[6] Постников А.Е., Мазаев В.Д., Никитина Е.Е. Конституционное право России : учебник. М. : Проспект, 2008. 498 с.

[7] ГОСТ Р 53061-2019 «Социальное обслуживание населения. Контроль качества социальных услуг детям». Утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.09.2019 № 644-ст, также см. выше ГОСТ Р 52142-2013.

этапами технического проектирования, медицинскими методиками и расследованием преступлений было проведено В.А. Климушкиным[8]. Подробный обзор подходов к определению критериев оценки качества правовой помощи содержится в работе М.Ю. Сергина [9].

Отметим, что проблематике качества в научной литературе уделяется большое внимание как в части предоставления услуг, так и на производстве, в том числе в части внедрения управления качеством в интересах достижения успеха организации в той или иной сфере (см., например, краткий обзор и методические подходы к оценке качества услуг в работе Н.В. Фадеевой[9]).

Следует отметить, что в приведенных примерах главная проблема определения соотношения между результатом оказания помощи и удовлетворенностью получателя помощи все же остается открытой. В то же время формулировки ключевых терминов ГОСТ ISO 9000-2011 и других стандартов указывают на возможность разрешения этой проблемы.

Определяя результативность как степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов, стандарт отмечает, что планируемый результат оказания бесплатной юридической помощи может отличаться от результата, удовлетворяющего потребителя (получателя помощи). Более того, результат бесплатной юридической помощи всегда ограничен рамками действующего законодательства.

В то же время удовлетворенность трактуется как восприятие потребителями (получателями помощи) степени выполнения их требований. Понятно, что эти требования в идеальной ситуации также должны находиться в рамках действующего законодательства. Исходя из принципа добросовестности получателя помощи, можно предположить, что его восприятие степени выполнения персональных требований будет существенно зависеть от информированности об ожидаемых результатах помощи и уровня правовой грамотности. Естественно, что в этом случае у поставщика правовой помощи в такой ситуации возникают обязанности по правовому информированию получателя помощи об ожидаемых результатах, а для государства — обязанности по правовому информированию и правовому просвещению, которые находят свое отражение в статье 28 Федерального закона № 324-ФЗ.

С этим утверждением согласуются положения государственного стандарта ГОСТ Р 52142-2013 «Социальное обслуживание населения. Качество социальных услуг», где в разделе 4.7 «Качество социально-правовых услуг» в п. 4.7.1 указывается на требование «обеспечить клиентам полное представление об установленных законодательством правах на обслуживание и о путях их защиты от возможных нарушений»[10].

Наконец, определяя качество как степень соответствия требованиям, ГОСТ ISO 9000-2011 указывает, что требование допустимо рассматривать как документально изложенный критерий, который должен быть выполнен, если требуется соответствие документу, и по которому не разрешены отклонения. Представляется, что в число документально изложенных критериев, выполнения которых может требовать получатель помощи, допустимо включить документированный ожидаемый результат оказания помощи и требования по оказанию помощи, установленные нормативными правовыми актами и иными регламентирующими документами.

Рассмотрение системы бесплатной юридической помощи как института, обеспечивающего реализацию конституционного права граждан на получение квалифицированной юридической помощи, создает необходимость задания требований по качеству и к самой системе в целом. Именно системность помощи, направленная на реализацию конституционного права граждан, создает специфику правовой помощи, отличающей ее от «сферы услуг».

Таким образом, к понятию качества бесплатной юридической помощи можно предъявить следующие требования:

- понятие качества должно применяться не только к самой помощи, но и к системе бесплатной юридической помощи (государственной и негосударственной) в целом;
- требования к оказанию правовой помощи и оценке ее качества подлежат правовому регулированию в нормативных правовых актах и регламентирующих документах;
- необходимым условием обеспечения качества при оказании помощи является правовое информирование получателя, а для системы бесплатной юридической помощи — организация правового информирования и правовое просвещение;
- удовлетворенность получателя должна формироваться на основе восприятия результата оказания помощи при условии, что он соответствует согласованному с получателем ожидаемому результату, который является объективным и соответствующим действующему законодательству.

Отметим, что условие согласованности позволяет при оценке качества исключить случаи, в которых неудовлетворенность получателя помощи вызвана субъективными причинами, например, личными завышенными ожиданиями от результата помощи, не соответствующими нормам действующего законодательства.

Поэтому под качеством бесплатной юридической помощи предлагается рассматривать совокупность ха-

[8] Климушкин В. А. К проблеме определения качества оказания юридической помощи // Ученые труды Российской академии адвокатуры и нотариата. 2012. № 3. С. 25—33.

[9] Фадеева Н.В. Методология оценки качества услуг // Вестник ТГТУ. 2012. Т. 18. № 2. С. 484—492.

[10] См. п. 4.7.1 ГОСТ Р 52142-2013 «Социальное обслуживание населения. Качество социальных услуг». Утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.10.2013 № 1179-ст. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200107236

рактеристик, присущих процессу оказания помощи и отражающих способность обеспечить результативность и удовлетворить потребность получателя бесплатной юридической помощи в соответствии с требованиями, установленными действующим законодательством.

Одновременно под качеством государственной и/или негосударственной системы бесплатной юридической помощи предлагается рассматривать совокупность характеристик, присущих системе и отражающих ее способность обеспечить реализацию конституционного права граждан на получение правовой помощи в Российской Федерации в соответствии с требованиями, установленными действующим законодательством.

Решения по правовому регулированию качества и контроля за оказываемой правовой помощью на уровне федерального законодательства были предложены в работе О.С. Рыбаковой и Э.И. Атагимовой [2] и дополнены автором в работе [3] по тематике правового просвещения.

Совокупность характеристик, присущих процессу оказания помощи, должна быть отражена в стандарте оказания бесплатной юридической помощи, разрабатываемом уполномоченным федеральным органом исполнительной власти. При этом контроль за соответствием исполнения требований данного стандарта участниками системы бесплатной юридической помощи осуществляется на основе оценки качества оказания бесплатной юридической помощи, которая определяется как оценка степени соответствия требованиям и подсчитывается в рамках плановой деятельности по мониторингу оказания бесплатной юридической помощи или рассмотрения жалоб получателей помощи.

Отметим, что рассмотрение государственного контроля за оказанием бесплатной юридической помощи в качестве одного из базовых требований не представляется избыточным. Так, например, в работе П.А. Щелкина [10] был проведён сравнительный анализ подходов к организации контроля за оказанием правовой помощи в России, США и Германии; по его результатам было отмечено, что «существующая в настоящее время в Российской Федерации правовая система не позволяет обеспечить должный контроль за качеством оказываемых юридических услуг и, как следствие, препятствует в должной степени реализации конституционного права граждан и иных лиц, находящихся на территории Российской Федерации, на получение качественной юридической помощи».

Наконец, одной из важных проблем при организации оценки качества, мониторинга и контроля оказания бесплатной юридической помощи является эффективное распределение ресурсов на осуществление этой деятельности.

Понятно, что любые прямые или косвенные оценки деятельности уже содержат в себе ограничения возможности изучения фактического качества деятельности и связаны с риском того, что даже при выполнении всех показателей фактическое качество оказания помощи может отличаться от его оценки и быть невысоким.

В то же время изучение материалов дела по каждому из случаев оказания помощи может оказаться затратным и, как следствие, трудновыполнимым, требующим большого числа привлекаемых экспертов. Подход к разрешению подобной проблемы может быть основан на следующих принципах:

- модель оценки качества должна быть оптимальной, то есть компактной и в то же время достаточно подробной, чтобы отражать все важные аспекты оказания помощи;
- для осуществления контроля и в рамках мониторинга должны быть организованы два процесса — оценка и анализ показателей качества оказания помощи и выборочное изучение материалов дел по конкретным случаям оказания бесплатной юридической помощи;
- необходимо широкое внедрение информационных технологий как для документирования материалов дел по всем случаям, так и для оценки и анализа собранной информации.

Можно ожидать, что внедрение информационных технологий будет эффективно реализовано на основе предложенной Минюстом России цифровой платформы с технологичными сервисами для непосредственного оказания правовой помощи [11—13].

Значение внедрения цифровой платформы в сфере цифровой помощи для оценки качества оказываемой помощи и обеспечения контроля за деятельностью лиц, оказывающих помощь, чрезвычайно велико. Можно утверждать, что она позволит реализовать возможности по документированию процесса оказания бесплатной юридической помощи, измерению показателей качества и мониторингу оказания помощи на основе специализированной цифровой платформы. При этом само использование цифровой платформы для оказания бесплатной юридической помощи должно рассматриваться как обстоятельство, способствующее достижению требуемого качества оказания помощи, и учитываться в соответствующих оценках и рейтингах поставщиков помощи, учреждений, органов государственной власти и субъектов Российской Федерации.

Основой для формирования модели оценки качества правовой помощи должны являться требования, установленные нормативными правовыми актами федерального или регионального уровня или локальными правовыми актами организации, оказывающей бесплатную правовую помощь. На основании требований формируется представление об идеальном (эталонном) оказании помощи и идеальном функционировании системы бесплатной юридической помощи.

Отметим, что в настоящей статье представлена расширенная по сравнению с Методическими рекомендациями [14] версия индивидуальных показателей, используемых для формирования оценки уровня оказания бесплатной юридической помощи специалистом.

Порядок формирования оценки качества включает следующие этапы:

– выделение независимых компонентов процесса оказания помощи;
– установление требований по оказанию помощи, связанных с выделенными компонентами процесса;
– формирование по каждому из требований показателей, характеризующих вероятность события оказания помощи с идеальным качеством по отдельным компонентам;
– определение интегрированного показателя, характеризующего вероятность события, отражающего оказание помощи с идеальным качеством, предусматривающее выполнение всех требований по всем компонентам и формируемого с учетом логики взаимодействия событий при оказании помощи по отдельным компонентам;
– оценивание ожидаемых средних значений показателей при переходе от отдельных случаев оказания помощи к их обобщению на уровне организации, региональном и федеральном уровне;
– получение интегрированного показателя оценки качества, рассматриваемого как рейтинговая оценка состояния системы бесплатной юридической помощи, а его показателей по отдельным компонентам — как индикаторы состояния системы. Кроме того, для диагностики состояния системы оказания бесплатной юридической помощи значимой информацией являются распределения интегрированного и компонентных показателей по субъектам Российской Федерации и внутри субъекта — по организациям (государственные юридические бюро, адвокаты, юридические клиники).

Соотношение между установленными требованиями по качеству оказания бесплатной юридической помощи и показателей состоит в том, что показатели отражают степень выполнения соответствующих требований. Потребность достижения максимального значения показателя может рассматриваться в виде стимула для повышения качества работы как для отдельных специалистов, так и для организации.

С учетом характера индивидуального и системного характера требований по качеству оказания бесплатной юридической помощи в модели оценки качества применяются индивидуальные и системные показатели. Эти показатели должны играть роль характеристик, указывающих на проблемные аспекты качества.

Индивидуальные показатели характеризуют качество оказания помощи отдельным специалистом и зависят от его индивидуальных характеристик и вовлеченности в систему оказания правовой помощи. Например, уровень квалификации специалиста характеризуется наличием высшего образования — это индивидуальный показатель, который зависит непосредственно от специалиста. В то же время участник системы правовой помощи может оказывать помощь как очно, так и с использованием цифровых сервисов. Возможность оказания помощи с использованием сервисов ему предоставляет организация — участник системы правовой помощи, но решение об использовании цифровых сервисов может принимать сам специалист. Поэтому, в частности, представляется допустимым в качестве индивидуальной характеристики качества использовать степень использования специалистом возможностей, предоставляемых организацией, если информационная система оказания правовой помощи внедрена в деятельность организации.

Системные показатели характеризуют деятельность по оказанию бесплатной юридической помощи организацией, уполномоченным органом государственной власти, субъектом Российской Федерации, а также обобщаются для оценки состояния бесплатной юридической помощи по России в целом. Системные показатели могут формироваться как средние значения индивидуальных показателей качества.

В целом модель оценки качества оказываемой правовой помощи включает:
– индивидуальные показатели качества;
– комплекс системных показателей для организации, оказывающей бесплатную юридическую помощь;
– комплекс показателей качества и интегрированные оценки качества на региональном и федеральном уровнях.

В предлагаемой модели используется гибкий экспертно-статистический подход, заключающийся в следующем.

Показатели в основном определяются как индикаторы событий, происходящих в процессе оказания помощи и принимающих значение 1, если событие наступило, или 0 в противоположном случае, а также как ожидаемые значения таких индикаторов, как частота наступления события или среднее арифметическое по группе индикаторов отдельных событий. Если одно отдельно взятое событие связано с выполнением одного из требований, установленных нормативными правовыми актами или стандартом оказания помощи, то показатель можно рассматривать как долю выполненных требований среди всех, относящихся к данному показателю. Такой подход позволяет при необходимости совершенствовать модель оценки, заменяя показатели, принимающие всего два значения, на более гибкую оценку в пределах от 0 до 1.

В случае сложных событий, наступление которых трудно оценить объективно, например, таких, как соблюдение методического порядка (стандарта) оказания помощи, индикатор данного события по умолчанию может быть установлен равным 1. В то же время, если в процессе проверки деятельности по оказанию помощи или при рассмотрении жалоб будут выявлены отклонения от стандарта, то значение индикатора может быть экспертно заменено на понижающий коэффициент в пределах от 0 до 1. Такая экспертная корректировка по отдельным случаям позволит отразить изменения в оценке качества при их обобщении на временной период применительно к отдельному специалисту, организации, региону и в целом по Российской Федерации. Наконец, при вводе в действие стандарта оказания по-

мощи такой индикатор оценки соблюдения методического порядка может быть заменен на среднее значение по индикаторам отдельных событий, отражающих детальные требования соблюдения такого порядка.

Комплекс индивидуальных показателей формируется в предположении, что в идеальном случае специалист должен обладать высокой квалификацией, быть вовлеченным в процесс оказания помощи организацией и использовать все предоставляемые ею возможности, оказывать помощь на высоком уровне и не допускать ситуаций, приводящих к обоснованным жалобам получателей бесплатной юридической помощи. Кроме того, предполагается, что организацией выполнены мероприятия по обеспечению доступности бесплатной юридической помощи в пределах ее компетенции, проведены все запланированные мероприятия и специалистам предоставлены возможности для оказания помощи гражданам на базе организации.

Таким образом, в модели оценки качества оказание помощи i-м специалистом характеризуется следующими основными показателями:

Q_i — оценка уровня квалификации специалиста, зависящая от уровня образования, ученой степени, кураторства, прохождения курсов повышения квалификации и практического опыта — стажа работы по юридической специальности;

H_i — средний уровень оказания бесплатной юридической помощи специалистом, который оценивается как среднее значение уровня оказания помощи по отдельным случаям с учетом их сложности и удовлетворенности получателя помощи с учетом согласованности планируемого результата;

W_i — коэффициент безупречной работы, определяемый с учетом наличия/отсутствия обоснованных жалоб и/или мер, принятых по результатам рассмотрения жалоб;

E_i — интегрированная оценка качества оказания помощи специалистом по совокупности приведенных выше основных показателей.

Для учета практики и специфики отдельных случаев оказания помощи целесообразно ввести уровень сложности задач в зависимости от характера оказываемой бесплатной юридической помощи. В первом приближении предлагается уровень сложности сопоставить с видами бесплатной юридической помощи, предусмотренными Федеральным законом № 324-ФЗ:

- простой — правовое консультирование в устной и письменной форме;
- средний — составление заявлений, жалоб, ходатайств и других документов правового характера;
- сложный — представление интересов гражданина в судах, государственных и муниципальных органах, организациях в случаях и в порядке, которые установлены федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации.

Каждому из уровней сложности задач помощи присваивается балльная оценка, например: простые — 1 балл, средние — 3 балла, сложные — 7 баллов. Предлагаемая оценка может быть пересмотрена в рамках апробации методических рекомендаций и детализирована, например, в зависимости от категорий получателей помощи и других факторов.

Для каждого i-го специалиста подсчитывается показатель — количество баллов сложности за оцениваемый период $S_i(t)$, который определяется как сумма баллов сложности по всем случаям оказания помощи. Таким образом, если признать все случаи одинаково сложными и оценить каждый в 1 балл, то $S_i(t)$ — количество случаев оказания помощи специалистом.

Оценку уровня квалификации специалиста Q_i предлагается измерять как показатель, меняющийся от 0 до 100 баллов и формируемый как сумма баллов, начисляемых за счет следующих характеристик:

- наличие неполного (незаконченного) высшего образования при отсутствии высшего образования — 35 баллов;
- наличие куратора при отсутствии высшего образования — 25 баллов;
- наличие при отсутствии высшего образования не менее 3-х положительных текстовых отзывов от получателей бесплатной юридической помощи — 10 баллов;
- высшее образование — 70 баллов;
- дополнительные характеристики (кураторство или ученая степень, прохождение курса повышения квалификации в течение установленного нормативными документами периода, наличие практического опыта — стажа работы) — от 0 до 30 баллов.

Таким образом, для получения 70 квалификационных баллов специалисту достаточно иметь высшее образование либо в соответствии с требованиями законодательства заручиться куратором и добиться практических результатов, состоящих в наличии положительных текстовых отзывов получателей помощи.

Начисление баллов за дополнительные характеристики осуществляется следующим образом.

Для учета практического опыта — стажа работы по юридической специальности $S_i(experience)$ предлагается начислять 5 баллов за 2 года стажа, далее добавлять по два балла за каждый год до 7 лет стажа; таким образом, за стаж начисляется от 5 до 15 баллов. При учете стажа работы по юридической специальности можно ориентироваться на требования п. 4 ст. 9 Федерального закона от 31.05.2002 № 63-ФЗ «Об адвокатской деятельности и адвокатуре в Российской Федерации», а также на стаж работы в государственном юридическом бюро.

Повышение квалификации также оценивается в 15 баллов, ученая степень и кураторство — в 10 баллов. Если сумма вкладов по дополнительным характеристикам превышает 30 баллов, то фиксируется уровень в 30 баллов.

В итоге оценка уровня квалификации специалиста Q_i подсчитывается по формуле:

$$Q_i = 35 \times I_i\{\text{незаконченное высшее образование/без высшего образования}\} + \\ + 25 \times I_i\{\text{наличие куратора/без высшего образования}\} + \\ + 10 \times I_i\{\text{наличие отзывов/без высшего образования}\} + \\ + 70 \times I_i\{\text{высшее образование}\} + \\ + \min(30, (S_i(experience) + 15 \times I_i\{\text{КПК}\} + \\ + 10 \times I_i\{\text{кураторство}\} + 10 \times I_i\{\text{ученая степень}\})),$$

где I_i {«…»} — индикатор события {«…»}, принимающий значение 1, если это событие происходит, и 0 — если не происходит.

Следует отметить, что параметры уровня практического опыта, сложности задач и вкладов различных характеристик в оценку уровня квалификации могут быть уточнены в рамках апробации, в частности, при внедрении в государственную информационную систему правовой помощи. При необходимости они также могут быть пересмотрены по мере осуществления мониторинга бесплатной юридической помощи.

Средний уровень оказания бесплатной юридической помощи специалистом H_i рассчитывается на основе следующих показателей для j-го случая оказания помощи:

P_{ij} — степень соблюдения методического порядка (стандарта) оказания помощи;

R_{ij} — степень соответствия результата оказания помощи планируемому результату;

U_{ij} — оценка «объективной удовлетворенности» получателя помощи;

S_{ij} — сложность j-го случая оказания помощи i-м специалистом;

N_i — количество случаев оказания помощи специалистом.

Уровень оказания помощи H_i оценивается как среднее значение произведения показателей $P_{ij} \times R_{ij} \times U_{ij}$ с весом, пропорциональным S_{ij}, и рассчитывается по формуле:

$$H_i = [(P_{i1} \times R_{i1} \times U_{i1} \times S_{i1}) + \ldots + (P_{i1} \times R_{i1} \times U_{i1} \times S_{iNi})] / (S_{i1} + \ldots + S_{iNi}).$$

Степень соблюдения методического порядка (стандарта) оказания помощи P_{ij} по умолчанию устанавливается равной 1.

Данный показатель используется для контроля посредством оценки качества за соответствием исполнения стандарта участниками государственной системы бесплатной юридической помощи (стандарт разрабатывается федеральным органом исполнительной власти).

Представляется целесообразным включить в разрабатываемый стандарт такие требования оказания помощи, как:

- информирование о планируемом результате оказания помощи;
- предложение предварительно согласовать планируемый результат;
- соблюдение сроков оказания помощи (допускается оказание помощи за пределами процессуальных сроков при условии документирования обоснования необходимости таких действий);
- соблюдение норм действующего законодательства и норм профессиональной этики;
- обеспечение правовой корректности советов, документов и производимых юридических действий, применение наиболее результативных правовых средств защиты интересов граждан.

В этом случае степень соблюдения методического порядка (стандарта) оказания помощи P_{ij} может рассчитываться по формуле:

$$P_{ij} = 0{,}2 \times (I_{ij}\{\text{получатель помощи проинформирован о планируемом результате}\} + \\ + I_{ij}\{\text{получателю помощи предложено согласовать результат}\} + \\ + I_{ij}\{\text{соблюдены сроки оказания помощи}\} + \\ + I_{ij}\{\text{соблюдены нормы действующего законодательства и нормы профессиональной этики}\} + \\ + I_{ij}\{\text{обеспечена правовая корректность советов, документов и производимых юридических действий, применены наиболее результативные правовые средства защиты интересов граждан}\}). \quad (*)$$

Отметим, что в формуле (*) расчета показателя степени соблюдения методического порядка P_{ij} наступление отдельных событий также невозможно оценить строго объективно.

Установление факта того, что были соблюдены нормы действующего законодательства и нормы профессиональной этики, обеспечена правовая корректность советов, документов и производимых юридических действий, применены наиболее результативные правовые средства защиты интересов граждан, требует экспертной оценки, причем в отдельных случаях — комиссионной экспертной оценки. Поэтому для формирования оценки наступления вышеуказанных событий, характеризующих уровень оказания помощи, предлагается реализовывать примененный выше подход, а именно:

– по умолчанию считать каждое событие выполненным (индикатор события равен 1);
– в рамках проверки в ходе мониторинга и при рассмотрении жалоб дать возможность проверяющим экспертам корректировать оценку наступления конкретных событий.

По результатам проверки может быть пересмотрен и установлен в пределах от 0 до 1 показатель P_{ij}.

Кроме того, представляется целесообразным в рамках апробации предлагаемой методики оценки сформировать базу примеров хороших и плохих практик реализации данных событий. Такая база может быть использована экспертами при мониторинге и рассмотрении жалоб, а возможно, и для создания сервисов поддержки и оценки оказания правовой помощи с применением технологий искусственного интеллекта.

Степень соответствия результата оказания помощи планируемому результату R_{ij} по умолчанию устанавливается равной 1. В то же время по результатам экспертной проверки в рамках мониторинга или рассмотрения жалоб получателей помощи в случае выявления нарушений (например, ошибочного оформления документов) она может быть скорректирована (уменьшена в пределах от 0 до 1).

Оценка «объективной удовлетворенности» получателя помощи U_{ij} определяется по формуле:

$$U_{ij} = (Y_{ij} / Y_{max}) \times I_{ij} \{\text{результат оказания помощи согласован с получателем и выставлена оценка}\} + (1 - I_{ij} \{\text{результат оказания помощи согласован с получателем и выставлена оценка}\}),$$

где Y_{ij} — оценка удовлетворенности, выставленная получателем помощи;
Y_{max} — максимально возможная оценка (предлагается измерять в баллах от 1 до 5).

Предполагается, что если результат был согласован, а получателем помощи была выставлена оценка удовлетворенности Y_{ij}, то оценка «объективной удовлетворенности» пропорциональна оценке получателя помощи, в противном случае по умолчанию она равна 1.

Коэффициент безупречной работы W_i рассчитывается по формуле:

$$W_i = (1 - G_i) \times M_i,$$

где G_i — доля обоснованных жалоб среди всех случаев оказания помощи специалистом,
а M_i — понижающий коэффициент, установленный в качестве меры реагирования по результатам рассмотрения обоснованной жалобы.

Понижающий коэффициент M_i может устанавливаться по результатам процесса рассмотрения жалобы. Предлагается рассмотреть следующие значения коэффициента M_i в зависимости от уровня нарушений:

0,95 — незначительное нарушение (допущены нарушения профессиональной этики, не приведшие к ошибкам документов и негативным последствиям для получателя помощи);

0,85 — серьезное нарушение (допущены ошибки при составлении документов, не приведшие к существенным негативным последствиям для получателя помощи);

0,7 — грубое нарушение (результатом нарушения стали существенные негативные правовые последствия для получателя помощи).

Интегрированная оценка качества оказания помощи специалистом E_i рассчитывается по формуле:

$$E_i = Q_i \times H_i \times W_i.$$

Данная оценка отражает степень соответствия идеальному оказанию помощи безупречно работающим специалистом высокой квалификации, соблюдающим методический порядок оказания помощи и использующим возможности, предоставляемые организацией.

Системные показатели качества помощи для организации — участника системы правовой помощи (государственное юридическое бюро, коллегия адвокатов, юридическая клиника, негосударственный центр) формируются на основе индивидуальных показателей качества, а также на основе оценки мероприятий, реализуемых непосредственно организацией.

Специфика данных показателей в том, что у организации появляются обязательства перед учредителем или заказчиком — уполномоченным органом. Поэтому на уровне организации должна быть сделана оценка потребностей и достаточности возможностей, оценена готовность организации для решения задач, поставленных учредителем или заказчиком.

Кроме того, в интересах обеспечения качества оказания бесплатной юридической помощи уже на уровне организации должны осуществляться мониторинг процесса оказания помощи, оценка и анализ качества оказываемой помощи. Должны быть приняты документы, регламентирующие порядок оказания помощи и определены структурные подразделения или специалисты, занимающиеся сбором информации об оценке качества правовой помощи, а также разбором жалоб в соответствии с утвержденным регламентом.

Интегрированная оценка качества оказания помощи для организации строится на предположении, что в идеальном случае специалисты — сотрудники организации будут оказывать помощь с наилучшим качеством и при этом организацией будут в полном объеме выполнены мероприятия по организации оказания бесплатной юридической помощи.

Комплекс показателей качества оказания бесплатной юридической помощи для организации включает:

– обобщенные индивидуальные показатели качества, представляющие собой средние значения индивидуальных показателей качества специалистов, подсчитанные для организации;
– системные показатели качества для организации, зависящие как от самой организации, так и от действий специалистов организации.

В обобщенные индивидуальные показатели качества входят:

$Qorg_k$ — средняя оценка уровня квалификации специалистов k-й организации;

$Horg_k$ — средний уровень оказания бесплатной юридической помощи k-й организацией;

$Worg_k$ — средний коэффициент безупречной работы, определяемый с учетом наличия/отсутствия обоснованных жалоб и/или мер, принятых по результатам рассмотрения жалоб;

$Eorg_k$ — средняя интегрированная оценка качества оказания помощи специалистами k-й организации.

Данные показатели рассчитываются как средневзвешенные значения введенных выше показателей, с учетом объема и сложности работ, выполняемых отдельно каждым специалистом:

$$\begin{aligned} Qorg_k &= (Q_{1k} \times S_{1k}(t) + \ldots + Q_{Mk} \times S_{Mk}(t)) / (S_{1k}(t) + \ldots + S_{Mk}(t)), \\ Horg_k &= (H_{1k} \times S_{1k}(t) + \ldots + H_{Mk} \times S_{Mk}(t)) / (S_{1k}(t) + \ldots + S_{Mk}(t)), \\ Worg_k &= (W_{1k} \times S_{1k}(t) + \ldots + W_{Mk} \times S_{Mk}(t)) / (S_{1k}(t) + \ldots + S_{Mk}(t)), \\ Eorg_k &= (E_{1k} \times S_{1k}(t) + \ldots + E_{Mk} \times S_{Mk}(t)) / (S_{1k}(t) + \ldots + S_{Mk}(t)). \end{aligned} \quad (\dagger)$$

К системным показателям качества, зависящим от самой организации, относятся:

$Dorg_k$ — оценка доступности правовой помощи на уровне организации;

$Oorg_k$ — оценка степени выполнения организационных и иных мероприятий;

$Esorg_k$ — интегрированная оценка качества системы бесплатной юридической помощи.

Введение подобных оценок предполагает, что на федеральном уровне или на уровне региональных нормативных правовых актов (законов или актов уполномоченного органа субъекта Российской Федерации) для организации в регионе установлены требования, влияющие на качество функционирования системы бесплатной юридической помощи.

Данные требования касаются обеспечения доступности бесплатной юридической помощи и выполнения организационных мероприятий, осуществляемых в интересах выполнения требований действующего законодательства и реализации конституционного права граждан на получение бесплатной юридической помощи. К таким требованиям, в частности, относится планируемое обеспечение функционирования государственными юридическими бюро единой горячей телефонной линии или осуществление взаимодействия между государственными юридическими бюро и другими участниками системы бесплатной юридической помощи на принципах социального партнерства.

Обеспечение доступности правовой помощи следует рассматривать как один из ключевых процессов качественного оказания бесплатной юридической помощи. Такой вывод подтверждается, в частности, результатами опроса уполномоченных органов государственной власти субъектов Российской Федерации, проводившегося в 2020 году ФБУ НЦПИ при Минюсте России в ходе выполнения НИР.

Следует отметить, что доступность и качество государственных и муниципальных услуг являются важнейшими критериями оценки эффективности их предоставления органами государственного и муниципального управления в рамках административной реформы и предметом теоретических исследований [15, с. 53].

Ряд исследователей рассматривает понятие доступности услуг в узком понимании, считая, что доступность услуги наряду с комфортностью ее получения является лишь одним из параметров ее качества[11]. Другие исследователи полагают, что доступность является самостоятельным признаком услуги, определяя доступность услуг как возможность гражданами беспрепятственно получить ту или иную услугу и предлагая применять критерии оценки доступности получения услуг и критерии оценки качества конечного результата услуги[12].

Представляется, что обе точки зрения имеют право на существование и зависят от того, выделяется ли в отдельную стадию обеспечение возможности получения услуги или рассматривается совместно с процессом оказания услуги. Для системы оказания бесплатной юридической помощи процесс обеспечения доступности должен рассматриваться как независимый компонент, отделенный от процесса непосредственного оказания помощи.

Общий подход к построению оценок $Dorg_k$ и $Oorg_k$ состоит в том, что они формируются как средние значения по индикаторам отдельных событий, означающих выполнение требований, связанных с обеспечением доступности или выполнением организационных мероприятий. Показатель $Esorg_k$ должен учитывать системные оценки доступности и выполнения организационных мероприятий, а также уровень оказания помощи специалистами организации.

---

[11] Мирзоян Н.С. Качество жизни и доступность государственных (муниципальных) услуг // Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки. 2010. № 2-1. С. 168—172.

[12] Мониторинг государственных и муниципальных услуг в регионе как стратегический инструмент повышения качества регионального управления: опыт, проблемы, рекомендации. Учебное пособие / С.И. Неделько, А.В. Осташков, С.В. Матюкин, В.Н. Ретинская, И.А. Мурзина, И.Г. Кревский, А.В. Луканин, О.С. Кошевой. Под общ. ред. В.В. Маркина, А.В. Осташкова. М. : Эксклибрис Пресс, 2008. 21 с.

Оценка доступности правовой помощи на уровне организации $\boldsymbol{Dorg_k}$ должна учитывать события, состоящие в выполнении требований:

– доступности помощи в электронном виде;
– обеспечения транспортной и территориальной доступности (расположение используемых организацией помещений, предназначенных для предоставления помощи, в зоне доступности основных транспортных магистралей, доступность в населенных пунктах региона, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к организации нормативными правовыми актами субъекта Российской Федерации);
– доступности помощи по месту ее предоставления (комфортность, оборудование мест предоставления помощи приспособлениями для лиц с ограниченными возможностями здоровья);
– временнóй доступности предоставления помощи (обеспечение гарантированного времени, затраченного на все этапы получения помощи);
– информационной доступности (наличие полной и понятной информации о порядке и сроках оказания помощи организацией в информационно-телекоммуникационных сетях общего пользования, в том числе в сети Интернет, средствах массовой информации, наличие горячей линии для получателей правовой помощи).

Доступность бесплатной юридической помощи в электронном виде считается обеспеченной при условии выполнения следующих основных требований:

– возможность подачи обращения за помощью в электронном виде через информационную систему;
– подтверждение права на бесплатную юридическую помощь в режиме одного окна за счет взаимодействия с государственными информационными ресурсами;
– получение консультации в дистанционном режиме.

Обеспечение доступности бесплатной юридической помощи в электронном виде непосредственно связано с внедрением в деятельность организации информационной системы, автоматизирующей процесс оказания помощи, а также с наличием в нормативных правовых актах и документах, касающихся организации, вышеуказанных требований. Следует отметить, что информационная система, используемая организацией, не обязательно является федеральной государственной информационной системой. По мере внедрения Федеральной государственной информационной системы «Правовая помощь» состав требований по доступности бесплатной юридической помощи в электронном виде может быть уточнен и детализирован с учетом вида организации, оказывающей бесплатную юридическую помощь (государственные юридические бюро, адвокаты, юридические клиники и негосударственные центры).

Оценка доступности правовой помощи на уровне *k*-ой организации $\boldsymbol{Dorg_k}$ рассчитывается по формуле:

$$\boldsymbol{Dorg_k} = 0{,}2\times (\mathrm{I}_k\{\text{обеспечена доступность в электронном виде}\} + \mathrm{I}_k\{\text{обеспечена транспортная, территориальная доступность}\} + \mathrm{I}_k\{\text{обеспечена доступность помощи по месту ее предоставления}\} + \mathrm{I}_k\{\text{соблюдены условия временнóй доступности предоставления помощи, время ожидания предоставления помощи не превышает уровня, установленного стандартом}\} + \mathrm{I}_k\{\text{обеспечена информационная доступность}\}).$$

где I_k {«…»} — индикатор события {«…»}, принимающий значение 1, если это событие происходит, и 0 — если не происходит.

Оценка степени выполнения организационных и иных мероприятий $\boldsymbol{Oorg_k}$ также рассматривается как отношение количества выполненных требований и требований, установленных на федеральном уровне или субъектом Российской Федерации в части организационных и иных мероприятий. Предполагается, что выполнение мероприятий должно быть запланировано в текущей деятельности организации.

Данная оценка может определяться требованиями в части:

– обеспечения достаточности трудовых ресурсов, необходимых для решения задач оказания бесплатной юридической помощи, поставленных перед организацией;
– разработки и актуализации документов, регламентирующих порядок оказания помощи организацией;
– организации взаимодействия в целях эффективного распределения задач по оказанию помощи, например, посредством заключения соглашения о взаимодействии на принципах социального партнерства между государственными юридическими бюро и негосударственными центрами бесплатной юридической помощи и/или образовательными организациями высшего образования, если такие полномочия предоставлены им уполномоченным органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
– проведения мероприятий по правовому информированию и правовому просвещению (подготовка раздела на сайте, издание брошюры и т. д.);
– создания структурных подразделений или рабочих групп, в чьи обязанности входит мониторинг, анализ и оценка качества и рассмотрение жалоб по вопросам бесплатной юридической помощи.

С учетом приведенных выше требований оценка степени выполнения организационных и иных мероприятий $\boldsymbol{Oorg_k}$ рассчитывается по формуле:

$$Oorg_k = 0{,}2 \times (I_k\{\text{обеспечена достаточность трудовых ресурсов}\} + I_k\{\text{разработаны/актуализированы документы, регламентирующие оказание помощи на уровне организации}\} + I_k\{\text{организовано взаимодействие в целях эффективного распределения задач по оказанию помощи}\} + I_k\{\text{проведены мероприятия по правовому просвещению}\} + I_k\{\text{организовано проведение мониторинга, анализа и оценки качества и рассмотрение жалоб по вопросам бесплатной юридической помощи}\}),$$

где $I_k\{«\ldots»\}$ — индикатор события {«…»}, принимающий значение 1, если это событие происходит, и 0 — если не происходит.

Интегрированная оценка качества системы бесплатной юридической помощи на уровне организации $Esorg_k$ рассчитывается по формуле:

$$Esorg_k = Eorg_k \times Dorg_k \times Oorg_k,$$

где $Eorgk$ — средняя интегрированная оценка качества оказания помощи специалистами k-й организации (см. (†)).

Достижение максимального значения оценки $Esorg_k$ будет означать одновременное выполнение трех независимых условий — бесплатная юридическая помощь оказывается специалистами организации с наилучшим качеством ($Eorg_k$), выполнены все требования в части обеспечения доступности бесплатной юридической помощи ($Dorg_k$) и проведения организационных и иных мероприятий ($Oorg_k$).

Комплексная оценка качества правовой помощи на региональном и федеральном уровнях строится на основе приведённых выше индивидуальных и системных показателей. При расчете средних значений на региональном и федеральном уровнях для показателей, на которые влияет состав сотрудников организации, таких, как уровень квалификации, каждой организации придается вес, пропорциональный количеству сотрудников, а при расчете таких показателей, как средний уровень оказания помощи, вес должен быть пропорционален количеству случаев оказанной помощи с учетом ее сложности.

Также как и введенные показатели, ключевыми обобщенными характеристиками качества системы бесплатной юридической помощи на региональном и федеральном уровнях являются:

- доля граждан, проинформированных о возможности получения бесплатной юридической помощи, к их числу, имеющих право на ее получение в регионе;
- доля граждан, получивших помощь в электронном виде, среди всех случаев оказания помощи;
- доля случаев обоснованных жалоб среди всех случаев оказания помощи;
- доля случаев, в которых получателем помощи была дана оценка удовлетворенности полученной помощью;
- среднее значение удовлетворенности получателей помощи при условии согласования результата оказания помощи.

Отметим, что для обеспечения качества правовой помощи важной составляющей остаётся экспертная работа по установлению фактов того, что при оказании помощи были соблюдены нормы действующего законодательства и нормы профессиональной этики, обеспечена правовая корректность советов, документов и производимых юридических действий, применены наиболее результативные правовые средства защиты интересов граждан.

Модель контроля за оказанием бесплатной юридической помощи включает следующие основные компоненты:

- сбор и анализ информации об оказании бесплатной юридической помощи;
- выявление проблем и факторов обеспечения требуемого качества оказания бесплатной юридической помощи;
- формирование интегрированных оценок состояния системы бесплатной юридической помощи;
- анализ и принятие мер по жалобам получателей помощи.

Основными требованиями к сбору информации являются полнота и достоверность собираемых сведений, а также, с учетом принципа цифровой трансформации, использование цифровой платформы сбора и хранения данных об оказании бесплатной юридической помощи.

Крайне актуальной является задача формирования по результатам анализа или рассмотрения жалоб базы знаний примеров хороших и плохих практик различных случаев оказания помощи, с учетом того, что для оценки соблюдения норм действующего законодательства и профессиональной этики требуется экспертная оценка, причем в отдельных случаях — комиссионная экспертная оценка. Такая база может быть использована экспертами при мониторинге и рассмотрении жалоб, а также для создания сервисов поддержки и оценки оказания правовой помощи с применением технологий искусственного интеллекта.

При проведении анализа необходимо одновременно осуществлять детальную проверку документированных сведений по выборке случаев оказания помощи. Выборка должна формироваться случайным образом и обладать репрезентативностью.

Проверку по жалобам, которые можно рассматривать как сбои системы и резко выделяющиеся значения показателей удовлетворенности получателей помощи, следует осуществлять в полном объеме по всем документированным сведениям.

Проверке также подлежит полнота и результативность мероприятий, осуществляемых в интересах

обеспечения качества процесса оказания бесплатной юридической помощи, таких как мероприятия по правовому информированию и правовому просвещению, обеспечению доступности бесплатной юридической помощи, а также повышению квалификации специалистов, оказывающих бесплатную юридическую помощь.

Кроме того, периодически должна анализироваться сама система управления и контроля качества правовой помощи, чтобы убедиться, что она удовлетворяет установленным требованиям и эффективна. Результаты подобных анализов используются для подтверждения достижения требуемого качества и эффективности функционирования системы, принятия мер по совершенствованию оказания бесплатной юридической помощи.

Основной частью работы с интегрированными оценками (рейтингами) является упорядочение оцениваемых объектов и их классификация, направленная на выявление «передовых» и «отстающих» объектов. Классификация может проводиться посредством установления пороговых значений или выделения классов на основе экспертной или автоматической классификации.

Для классификации по уровням пороговых значений можно рекомендовать выделить два пороговых уровня, по которым оцениваемые объекты будут разбиваться на три основные группы, условно характеризуемые как «лидеры», «стабильные» и «проблемные». Пороговые уровни целесообразно сформировать в рамках апробации модели.

Деятельность выявленных по результатам классификации «лидеров» может рекомендоваться для изучения в качестве лучших практик по оказанию бесплатной юридической помощи.

Деятельность «проблемных» субъектов требует детального изучения с целью установления причин подобной классификации и выработки мер по устранению проблем.

Работа по жалобам должна осуществляться, как правило, на уровне организации, непосредственно оказывающей бесплатную правовую помощь. Результаты работы с жалобами должны фиксироваться в информационной системе.

Должен быть разработан и утвержден порядок рассмотрения жалоб, включающий:

- общие положения;
- основания, условия и ограничения для открытия производства по рассмотрению жалоб;
- порядок принятия решения о возбуждении производства по рассмотрению жалобы или отказа в ее рассмотрении;
- стадии производства по рассмотрению жалобы;
- требования к порядку рассмотрения жалоб (сроки рассмотрения, условия недопустимости разглашения ставших известными в ходе разбирательства сведений и их охрана, порядок рассмотрения документов, права участников при рассмотрении жалобы, возможности прекращения рассмотрения, структура заключения по результатам рассмотрения жалобы, порядок оформления и направления заключения по результатам рассмотрения);
- порядок и сроки принятия решения на основании заключения, его обжалования, отмены или изменения, в том числе при наличии новых и (или) вновь открывшихся обстоятельств;
- перечень мер, принимаемых в результате рассмотрения жалобы;
- прочие положения, касающиеся срока действия принятых мер, порядка хранения и опубликования информации материалов о рассмотрении жалобы.

При подготовке регламента рекомендуется ориентироваться на кодекс профессиональной этики адвокатов.

Для рассмотрения жалобы должна быть сформирована комиссия.

Содержательно стадии рассмотрения жалоб должны включать:

- рассмотрение вопроса об обоснованности жалобы и принятие решения о ее рассмотрении по существу;
- рассмотрение жалобы по существу вопроса;
- принятие решения по результатам рассмотрения по существу вопроса.

При подготовке регламента рекомендуется ориентироваться на требования трудового законодательства в части дисциплинарного производства, а также на кодекс профессиональной этики адвокатов[13].

Для нарушений, выявленных в результате рассмотрения жалоб, рекомендуется ввести градацию со следующим примерным содержанием:

- незначительное нарушение (допущены нарушения профессиональной этики, не приведшие к ошибкам документов и негативным последствиям для получателя помощи);
- серьезное нарушение (допущены ошибки при составлении документов, не приведшие к существенным негативным последствиям для получателя помощи);
- грубое нарушение (результатом нарушения стали существенные негативные правовые последствия для получателя помощи).

Мерами по результатам рассмотрения жалоб могут быть:

- установление понижающего коэффициента качества по случаю оказания помощи или индивидуального понижающего коэффициента;
- инициирование дисциплинарного производства по результатам рассмотрения обоснованной жалобы получателя помощи;

[13] Кодекс профессиональной этики адвоката принят I Всероссийским съездом адвокатов 31 января 2003 г., последние изменения внесены X Всероссийским съездом адвокатов 15 апреля 2021 г. URL: http://fparf.ru/documents/fpa-rf/documents-of-the-congress/the-code-of-professional-ethics-of-lawyer (дата обращения: 28.10.2021).

– инициирование представления или обращения для рассмотрения жалобы органами профессионального сообщества адвокатов, нотариусов;
– решение о прекращении рассмотрения жалобы.

Решение о прекращении рассмотрения жалобы может быть принято на основании:

– отсутствия в действиях (бездействии) нарушения норм законодательства лицом, на которое подана жалоба, или установленного надлежащего исполнения им обязанностей;
– истечения сроков применения мер или малозначительности совершенного нарушения;
– обнаружившегося отсутствия допустимого повода для возбуждения дисциплинарного производства, состоявшегося ранее заключения по производству с теми же участниками, по тому же предмету и основанию.

По результатам рассмотрения жалобы могут быть предложены меры по улучшению организации работы по оказанию бесплатной юридической помощи и повышению качества данной деятельности.

Анализ жалоб должен осуществляться также в рамках мониторинга оказания бесплатной юридической помощи.

Целями проведения анализа должны быть: оценка значимости частоты появления жалоб, выявление существенных факторов, приводящих к появлению жалоб, определение мер по устранению выявленных факторов и улучшению качества оказания бесплатной юридической помощи.

Предложенные модели представляют комплексный подход к формализации процессов оценки правовой помощи, имеющих высокую степень неосязаемости и обладающих предполагаемыми и доверительными характеристиками, а также к организации обеспечения контроля за оказанием бесплатной юридической помощи. Предложенные параметры и формулы измерения качества бесплатной юридической помощи, реализованные в алгоритмах будущей цифровой платформы, в сочетании с мероприятиями по организации контроля будут способствовать автоматизации учета качественных характеристик правовой помощи и эффективной реализации прав граждан на получение бесплатной юридической помощи. Отметим, что предложенный в статье подход по оценке качества и организации контроля является достаточно общим и может быть распространён на иные сходные направления правовой деятельности.

Литература

1. Атагимова Э.И. Оказание квалифицированной бесплатной юридической помощи как гарантия реализации конституционных прав граждан // Мониторинг правоприменения. 2020. № 3 (36). С. 38—43. DOI: 10.21681/2226-0692-2020-3-38-43
2. Атагимова Э.И., Рыбакова О.С. К вопросу о повышении эффективности правового регулирования отношений в сфере оказания бесплатной юридической помощи в Российской Федерации // Мониторинг правоприменения. 2020. № 4 (37). С. 6—21. DOI: 10.21681/2226-0692-2020-4-6-21
3. Благовещенский Н.Ю. Об установлении единых требований к качеству оказываемой гражданам бесплатной юридической помощи и обеспечении контроля за их соблюдением // Мониторинг правоприменения. 2021. № 3 (40). С. 52—57. DOI: 10.21681/2226-0692-2021-3-52-57
4. Полякова Н.В. Качество юридических услуг (проблемы оценки). URL: http://www.bizkonsalt.ru/sanyu/pritsch/katschyu.htm (дата обращения: 09.03.2022).
5. Резник Е.С. Бесплатная юридическая помощь: актуальные вопросы доступности и качества // Право и политика. 2018. № 9. С. 43—58.
6. Малютина О.А. К вопросу о качестве оказания бесплатной юридической помощи // Адвокатская практика. 2018. № 5. С. 24—26.
7. Полякова Н.В., Поляков В.В., Баранова Ю.О. Критерии качества юридических услуг, предоставляемых гражданам // Известия Байкальского государственного университета. 2017. Т. 27. № 4. С. 468—477.
8. Гаврилов С.Н. О качестве юридической помощи в адвокатуре // Юристъ-Правоведъ. 2007. № 6. С. 17—21.
9. Сергин М.Ю. Преодоление проблем неопределенности критериев и применение цифровых технологий для оценки качества бесплатной юридической помощи. // Мониторинг правоприменения. 2021. № 2 (39). С. 54— 58. DOI: 10.21681/2226-0692-2021-2-54-58
10. Щелкин П.А. Контроль за качеством юридических услуг как реализация конституционного права граждан РФ на получение квалифицированной юридической помощи // Юридическая наука. 2019. № 10. С. 28—33.
11. Гущина Е.А. Цифровая модель организации бесплатной юридической помощи и правового просвещения граждан Российской Федерации // Человек, общество, право в условиях цифровой реальности: сборник статей. М. : ООО «Издательство «КноРус», 2020. С. 80—86.
12. Сергин М.Ю. Автоматизация процессов бесплатной юридической помощи и правового просвещения населения как тренд социальной цифровизации: сборник статей // Человек, общество, право в условиях цифровой реальности. М. : ООО «Издательство «КноРус», 2020. С. 87—92.
13. Сергин М.Ю. О создании и путях развития цифровых платформ, позволяющих реализовывать оптимальные решения в сфере правового просвещения // Правовая информатизация и трансформация права в условиях цифровой реальности: сборник статей / Международная научно-практическая онлайн-конференция, при-

урученная к юбилеям создания ФБУ НЦПИ при Минюсте России и ВГУЮ (РПА Минюста России) (25 июня 2020 года). М. : ФБУ НЦПИ при Минюсте России, 2020. С. 155—158.
14. Методические рекомендации по оценке качества оказываемой гражданам бесплатной юридической помощи и определению порядка осуществления контроля за деятельностью лиц, оказывающих бесплатную юридическую помощь / авторы: Благовещенский Н.Ю., Сергин М.Ю. М. : ФБУ НЦПИ при Минюсте России, 2021. 60 с.
15. Кузнецова П.Ю. Совершенствование методологии оценки качества и доступности предоставления государственных и муниципальных услуг // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2019. № 3. С. 53—58.

Рецензент: ***Сергин Михаил Юрьевич,*** *доктор технических наук, профессор, начальник отдела ФБУ НЦПИ при Минюсте России, г. Москва, Российская Федерация.*
E-mail: srg_m@bk.ru

A MODEL FOR ASSESSING THE QUALITY OF AND ENSURING CONTROL OVER PROVIDING FREE LEGAL AID

Nikolai Blagoveshchenskii[14]

Keywords: *constitutional guarantees, free legal aid quality, high-quality legal aid, digital transformation, system approach, legal awareness raising, governmental legal aid information system.*

Abstract.
Purpose of the paper: developing a model for assessing the quality of free legal aid.
Method used: system analysis, comparative analysis, logical and linguistic modelling of the technological process of processing information in an ergasystem.
Results obtained: problems related to forming an assessment of the quality of free legal aid provided to citizens and ensuring control over the activities of persons providing free legal aid are analysed. It is shown that the problems are of multi-level and multi-faceted nature, and a model for assessing the quality of and ensuring control over providing free legal aid with a view to solve these problems is put forward. The model for assessing the quality of free legal aid is presented as a system of individual and system indicators describing the government as well as non-government free legal aid system as a legal tool that provides for a guarantee of realisation of citizens' constitutional rights to get free legal aid. Measuring and monitoring quality indicators for the provided legal aid and managing claims (complaints) filed by the recipients of legal aid are viewed as the main components of ensuring control over providing free legal aid.

References

1. Atagimova E.I. Okazanie kvalifitsirovannoi besplatnoi iuridicheskoi pomoshchi kak garantiia realizatsii konstitutsionnykh prav grazhdan. Monitoring pravoprimeneniia, 2020, No. 3 (36), pp. 38–43. DOI: 10.21681/2226-0692-2020-3-38-43
2. Atagimova E.I., Rybakova O.S. K voprosu o povyshenii effektivnosti pravovogo regulirovaniia otnoshenii v sfere okazaniia besplatnoi iuridicheskoi pomoshchi v Rossiiskoi Federatsii. Monitoring pravoprimeneniia, 2020, No. 4 (37), pp. 6–21. DOI: 10.21681/2226-0692-2020-4-6-21
3. Blagoveshchenskii N.Iu. Ob ustanovlenii edinykh trebovanii k kachestvu okazyvaemoi grazhdanam besplatnoi iuridicheskoi pomoshchi i obespechenii kontrolia za ikh sobliudeniem. Monitoring pravoprimeneniia, 2021, No. 3 (40), pp. 52–57. DOI: 10.21681/2226-0692-2021-3-52-57
4. Poliakova N.V. Kachestvo iuridicheskikh uslug (problemy otsenki). URL: http://www.bizkonsalt.ru/sanyu/pritsch/katschyu.htm (data obrashcheniia: 09.03.2022).
5. Reznik E.S. Besplatnaia iuridicheskaia pomoshch': aktual'nye voprosy dostupnosti i kachestva. Pravo i politika, 2018, No. 9, pp. 43–58.
6. Maliutina O.A. K voprosu o kachestve okazaniia besplatnoi iuridicheskoi pomoshchi. Advokatskaia praktika, 2018, No. 5, pp. 24–26.

[14] ***Nikolai Blagoveshchenskii,*** *Leading Analyst of the Department of Research and Education Activities of the Scientific Centre for Legal Information under the Ministry of Justice of Russia, Moscow, Russian Federation.*
E-mail: nblscli@mail.ru

7. Poliakova N.V., Poliakov V.V., Baranova Iu.O. Kriterii kachestva iuridicheskikh uslug, predostavliaemykh grazhdanam. Izvestiia Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2017, t. 27, No. 4, pp. 468–477.
8. Gavrilov S.N. O kachestve iuridicheskoi pomoshchi v advokature. Iurist"-Pravoved", 2007, No. 6, pp. 17–21.
9. Sergin M.Iu. Preodolenie problem neopredelennosti kriteriev i primenenie tsifrovykh tekhnologii dlia otsenki kachestva besplatnoi iuridicheskoi pomoshchi. Monitoring pravoprimeneniia, 2021, No. 2 (39), pp. 54–58. DOI: 10.21681/2226-0692-2021-2-54-58
10. Shchelkin P.A. Kontrol' za kachestvom iuridicheskikh uslug kak realizatsiia konstitutsionnogo prava grazhdan RF na poluchenie kvalifitsirovannoi iuridicheskoi pomoshchi. Iuridicheskaia nauka, 2019, No. 10, pp. 28–33.
11. Gushchina E.A. Tsifrovaia model' organizatsii besplatnoi iuridicheskoi pomoshchi i pravovogo prosveshcheniia grazhdan Rossiiskoi Federatsii. Chelovek, obshchestvo, pravo v usloviiakh tsifrovoi real'nosti : sbornik statei. M. : OOO "Izdatel'stvo "KnoRus", 2020, pp. 80–86.
12. Sergin M.Iu. Avtomatizatsiia protsessov besplatnoi iuridicheskoi pomoshchi i pravovogo prosveshcheniia naseleniia kak trend sotsial'noi tsifrovizatsii: sbornik statei. Chelovek, obshchestvo, pravo v usloviiakh tsifrovoi real'nosti. M. : OOO "Izdatel'stvo "KnoRus", 2020, pp. 87–92.
13. Sergin M.Iu. O sozdanii i putiakh razvitiia tsifrovykh platform, pozvoliaiushchikh realizovyvat' optimal'nye resheniia v sfere pravovogo prosveshcheniia. Pravovaia informatizatsiia i transformatsiia prava v usloviiakh tsifrovoi real'nosti: sbornik statei. Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia onlain-konferentsiia, priurochennaia k iubileiam sozdaniia FBU NTsPI pri Miniuste Rossii i VGUIu (RPA Miniusta Rossii) (25 iiunia 2020 goda). M. : FBU NTsPI pri Miniuste Rossii, 2020, pp. 155–158.
14. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke kachestva okazyvaemoi grazhdanam besplatnoi iuridicheskoi pomoshchi i opredeleniiu poriadka osushchestvleniia kontrolia za deiatel'nost'iu lits, okazyvaiushchikh besplatnuiu iuridicheskuiu pomoshch'. Avtory: Blagoveshchenskii N.Iu., Sergin M.Iu. M. : FBU NTsPI pri Miniuste Rossii, 2021. 60 pp.
15. Kuznetsova P.Iu. Sovershenstvovanie metodologii otsenki kachestva i dostupnosti predostavleniia gosudarstvennykh i munitsipal'nykh uslug. Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski, 2019, No. 3, pp. 53–58.

Над номером работали:

Начальник РИО	*Ю.В. Матвиенко*
Шеф-редактор	*Г.И. Макаренко*
Редактор-переводчик	*Т.В. Галатонов*
Дизайн обложки	*И.Г. Колмыкова*
Верстка	*Н.Г. Шабанова*