

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

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

**Главный редактор:**

доктор технических наук, профессор  
**Дмитрий Анатольевич Ловцов**

**Председатель редакционного совета:**

доктор юридических наук, профессор  
**Сергей Васильевич Запольский**

**Шеф-редактор,**

заместитель главного редактора:  
**Григорий Иванович Макаренко**

**Учредитель и издатель:**

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

Отпечатано в РИО НЦПИ при Минюсте России.

Печать цветная цифровая.

Подписано в печать 30.06.2020 г.

Общий тираж 100 экз. Цена свободная.

Адрес редакции:

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

Телефон: +7 (495) 539-25-29

E-mail: inform360@yandex.com

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ**

ГАРАНТИРОВАННОЕ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННОЕ  
И НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ  
ИНФОРМАЦИИ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

*Тюлин А.Е., Бетанов В.В. .... 4*

НАУЧНЫЕ КОММУНИКАЦИИ КАК РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ

*Бурый А.С., Балванович А.В. .... 17*

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРАВОВОЙ СФЕРЕ**

АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ  
ОХРАННОГО МОНИТОРИНГА

*Канушкин С.В. .... 28*

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ  
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ОХРАННОГО  
МОНИТОРИНГА

*Зайцев А.В., Канушкин С.В. .... 41*

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

ПРАВОВОЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ  
ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ

*Алексеев В.В., Емельянов Е.В., Кастерин Д.А., Стрельцов А.А. .... 54*

### **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКОЙ  
И МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМ КЛАССИФИКАЦИИ НАУЧНЫХ  
НАПРАВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ)

*Омельченко В.В. .... 62*

### **Трибуна молодых ученых**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ В МЕДИЦИНЕ: ПРАВОВЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ  
АСПЕКТЫ

*Скворцова М.А., Вишневецкая Ю.А., Писарев А.В. .... 71*

### **ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРАВО**

РАЗВИТИЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ РЕГИСТРОВ  
И ФЕДЕРАЛЬНЫХ РЕЕСТРОВ

*Благовеценский Н.Ю. .... 82*

### **К 45-ЛЕТИЮ ФБУ НЦПИ МИНЮСТА РОССИИ. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ**

ИСТОРИЯ ПРАВОВОЙ ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
МИНЮСТА РОССИИ

*Морозов А.В. .... 92*

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

### *Иностранные члены*

КРУГЛИКОВ Сергей Владимирович  
ШАРШУН Виктор Александрович

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

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

---

## EDITORIAL COUNCIL

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

### *Foreign members*

Sergei KRUGLIKOV  
Viktor SHARSHUN

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

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

## EDITORIAL BOARD

Vladimir ALEKSEEV  
Vladimir BETANOV  
Aleksei BURYI  
Dmitrii LOVTSOV  
Grigory MAKARENKO  
Aleksei MARKOV  
Viktor OMELCHENKO  
Andrey SUKHOV  
Sergei FEDOSEEV  
Vladimir TSIMBAL  
Tat'iana AVER'IANOVA  
El'mira ATAGIMOVA  
Pavel KABANOV  
Tat'iana MOISEEVA  
Tat'iana POLIAKOVA  
Liudmila TEREENT'EVA  
Svetlana CHUBUKOVA

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

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

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

**Editor-in-Chief:**

Doctor of Science in Technology, Professor  
**Dmitrii Lovtsov**

**Chair of the Editorial Council:**

Doctor of Science in Law, Professor  
**Sergei Zapolski**

**Managing Editor,**

Deputy Editor-in-Chief:  
**Grigory Makarenko**

**Founder and publisher:**

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

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

Printed in digital colour. Approved for print on the 30<sup>th</sup> of June, 2020.

Number of items printed: 100. Free price.

Postal address:

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

Telephone: +7 (495) 539-23-14

E-mail: [inform360@yandex.com](mailto:inform360@yandex.com)

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

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

## CONTENTS

### **INFORMATION AND AUTOMATED SYSTEMS AND NETWORKS**

#### **GUARANTEED COORDINATE-TIME AND NAVIGATION SUPPORT FOR CONSUMERS OF SATELLITE SYSTEM INFORMATION**

*Andrey Tyulin, Vladimir Betanov* .....4

#### **SCIENTIFIC COMMUNICATIONS AS DISTRIBUTED INFORMATION STRUCTURES**

*Aleksei Buryi, Aleksandr Balvanovich* .....17

### **INFORMATION AND ELECTRONIC TECHNOLOGIES IN THE LEGAL SPHERE**

#### **ALGORITHMS OF ADAPTIVE CONTROL OF ROBOTIC SECURITY MONITORING SYSTEMS**

*Kanushkin Sergey* .....28

#### **NONLINEAR DYNAMICS OF OBJECTS CONTROL SYSTEMS FOR SECURITY MONITORING ROBOTIC SYSTEMS**

*Alexander Zaitsev, Sergey Kanushkin* .....41

### **INFORMATION AND COMPUTER SECURITY**

#### **A LEGAL APPROACH TO BUILDING AN INFORMATION PROTECTION SYSTEM IN AN ORGANISATION**

*Vladimir Alekseev, Evgenii Emel'ianov, Aleksei Strel'tsov* .....54

### **INFORMATION SUPPORT FOR LEGAL REGULATION**

#### **A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RUSSIAN AND INTERNATIONAL RESEARCH AREAS (SPECIALTIES) CLASSIFICATION SYSTEMS**

*Viktor Omel'chenko* .....62

### **YOUNG RESEARCHERS FORUM**

#### **DESIGNING MEDICAL EXPERT INFORMATION SYSTEMS: LEGAL AND FUNCTIONAL ASPECTS**

*Maria Skvortsova, Julia Vishnevskaya, Alexandr Pisarev* .....71

### **INFORMATION TECHNOLOGY LAW**

#### **THE DEVELOPMENT OF FEDERAL REGISTERS**

*Nikolai Blagoveshchenskii* .....82

### **FOR THE 45<sup>th</sup> ANNIVERSARY OF THE SCIENTIFIC CENTRE FOR LEGAL INFORMATION UNDER THE MINISTRY OF JUSTICE OF RUSSIA. HISTORY OF DEVELOPMENT**

#### **HISTORY OF LEGAL COMPUTERISATION OF THE MINISTRY OF JUSTICE OF RUSSIA**

*Andrei Morozov* .....92

# ГАРАНТИРОВАННОЕ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННОЕ И НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Тюлин А.Е., Бетанов В.В.\*

**Ключевые слова:** глобальные навигационные спутниковые системы, координатно-временное обеспечение, навигационное обеспечение, навигационное обслуживание, доступность навигационной услуги, непрерывность, целостность, объект-система «задача – инструмент решения», точность, оперативность, потребители.

## Аннотация.

**Цель работы:** совершенствование научно-методической базы теории гарантированного координатно-временного и навигационного обеспечения.

**Методы:** системный анализ координатно-временного и навигационного обеспечения с помощью глобальных навигационных спутниковых систем.

**Результаты:** показано, что полученные на основе системного анализа заключения и классификации позволяют структурировать меры достижения изучаемой цели и выделить ключевые элементы инструментария, реализующего решения; предложенный подход вносит существенную новизну в традиционную схему переработки поступающей информации в навигационной аппаратуре потребителя, что дает возможность значительно улучшить качество решения целевых задач в подсистемах крупномасштабных информационно-аналитических систем типа ГАС РФ «Правосудие», «Выборы», «Управление»; особая роль при этом принадлежит идее введения в рассмотрение объект-системы «задача – инструмент решения», позволяющей учесть погрешности всех элементов инструментария навигации; в качестве такого инструментария выступает автоматизированная система координатно-временного и навигационного обеспечения.

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-04-16

## Введение

Преимущества радионавигации по сигналам спутников в сравнении с традиционными методами, использующими в качестве ориентиров небесные светила или радиомаяки наземного базирования, включают: глобальность обслуживания, независимость навигационного обеспечения от времени года, суток и метеоусловий; высокую точность определения потребителем своего положения в пространстве.

В частности, с помощью отечественной Глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС) вычисляется местоположение защищаемых лиц и объектов при активации использующих ими персональных мобильных устройств тревожной сигнализации («тре-

керов») в случае возникновения угрозы безопасности, и происходит формирование маячковой информации, которая передается правоохранительным органам средствами спутниковой связи [1]. Актуальным также является непрерывное навигационное обеспечение широко используемых дистанционно пилотируемых и беспилотных аппаратов правоохранительных и иных органов [5], космических систем ретрансляции телеметрической информации [10, 12], современных технологий территориально распределенной переработки измерительной информации от космических аппаратов (КА) различного назначения [10] и др.

Вообще говоря, ГЛОНАСС обеспечивает навигационную независимость Российской Федерации. Комплексное совершенствование ГЛОНАСС потенциально позволяет выполнить требования потребителей цифровой экономики страны. Развитие ГЛОНАСС

\* **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: [contact@spacecorp.ru](mailto:contact@spacecorp.ru)

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

E-mail: [vlavab@mail.ru](mailto:vlavab@mail.ru)



Рис. 1. Состав Глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС) Российской Федерации

программно-целевым методом<sup>1</sup> обеспечивает сохранение лидирующей позиции Российской Федерации в сфере навигационной деятельности [17, 19].

### Архитектура существующей и перспективной ГЛОНАСС

По составу ГЛОНАСС включает космический комплекс, средства фундаментального обеспечения ГЛОНАСС, комплекс функциональных дополнений, систему апостериорного высокоточного определения эфемерид и временных поправок – эфемеридно-временной информации, а также комплекс аппаратуры потребителей навигационной и временной информации (рис. 1.)

Особо следует отметить важность *комплекса функциональных дополнений* ГЛОНАСС, основанного на принципах дифференциальной навигации. Под функциональным дополнением *глобальных навигационных спутниковых систем* (ГНСС) обычно понимается комплекс технических и программных средств, предназначенных для обеспечения потребителя ГНСС дополнительной информацией, позволяющей повысить *точность и достоверность* определения его пространственных координат [1], составляющих вектора скорости движения [2, 8] и поправки показаний часов [19] и гарантирующей целостность ГНСС.

<sup>1</sup> См.: Позняков В. В. Управление проектами: сущность, актуальность и особенности применения в России // Мир управления проектами / Под ред. Х Решке, Х. Шеллле. – М.: «Аланс», 1994. – 252 – 270; Ловцов Д. А., Богданова М. В. Проблема управления инвестициями оборонных проектов России // Обозреватель-Observer. – 2000. – № 8. – С. 53 – 57.

Российское функциональное дополнение глобальных навигационных спутниковых систем – система дифференциальной коррекции и мониторинга навигационных полей (СДКМ) [4].

В основе дифференциальной навигации (коррекции) лежит свойство пространственно-временной коррелированности погрешностей измерений радионавигационных параметров сигналов навигационных КА, проведенных в различных точках пространства в близкие моменты времени.

Суть дифференциальной коррекции заключается в измерении и компенсации коррелированных постоянных и медленно меняющихся во времени и пространстве составляющих погрешностей измерений навигационных параметров, т.е. измерений псевдо-задержки дальномерного кода, псевдо-доплеровской частоты и псевдо-фазы принимаемых сигналов навигационных КА. Основная идея методов дифференциальной коррекции и относительных измерений заключается в совместной логической обработке результатов измерений, полученных, по меньшей мере, в двух разнесенных точках рабочей зоны ГНСС.

Принцип повышения точности определения координат – учет корреляции во времени и пространстве составляющих погрешности измерений, выполненных в разных точках пространства в разных образцах навигационной аппаратуры потребителя (НАП). При дифференциальной (разностной) обработке коррелированные составляющие компенсируются (при сильной корреляции – практически полностью, при слабой – частично). Одновременно возрастает дисперсия некоррелированной (шумовой) составляющей погреш-

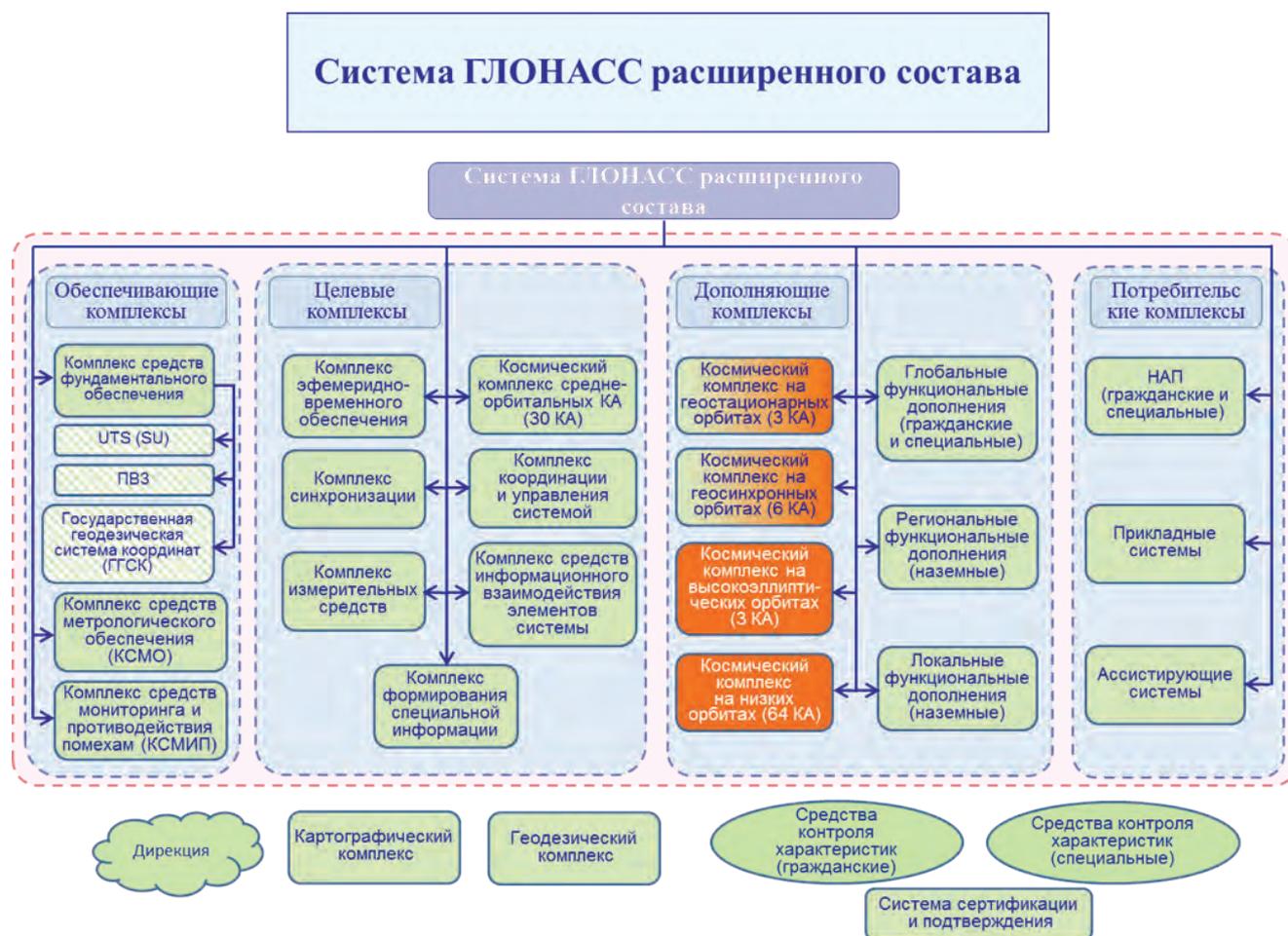


Рис. 2. Система ГЛОНАСС расширенного состава

ности дифференциальных измерений, поскольку она равна сумме дисперсий шумовых ошибок независимых измерений в разных образцах навигационной аппаратуры потребителя (НАП).

Со станций сбора измерений ГЛОНАСС и GPS (*Global Position System*) данные передаются в центр обработки системы – Центр дифференциальной коррекции и мониторинга, где формируется корректирующая информация и информация о целостности навигационного поля, которые через геостационарные спутники связи [12], либо по наземным каналам связи, передаются потребителю. Приемная аппаратура потребителя производит совместную обработку этой информации и сигналов ГЛОНАСС и GPS, что позволяет решать навигационные задачи с улучшенными *точностными и надежностными* характеристиками [6].

Одновременно создание высокоточного функционального дополнения глобальных навигационных спутниковых систем на базе развития СДКМ связано с достижением следующих результатов:

- определение координат потребителя с сантиметровой погрешностью в реальном времени;
- доставка потребителям за время, не превышающее единиц секунд, сигналов тревоги о нарушении целостности навигационного обеспечения по

радиосигналам космических аппаратов ГЛОНАСС (например, КА «Глонасс-103 [8]») и других глобальных и региональных навигационных спутниковых систем, в том числе в соответствии с требованиями стандартов и рекомендуемой практики (*SARPs – Standards and Recommended Practices*) ИКАО<sup>2</sup> в зоне обслуживания (Российская Федерация);

- совместимость и взаимодополняемость с зарубежными широкозонными функциональными дополнениями ГНСС;
- сертификация СДКМ на соответствие необходимым требованиям.

Глобальная система апостериорного высокоточного определения навигационной и эфемеридно-временной информации (ЭВИ) в реальном времени для гражданских потребителей является функциональным дополнением ГЛОНАСС [15], обеспечивающим абсолютное высокоточное позиционирование потребителей в реальном времени и в апостериорном режиме. Зарубежным аналогом технологии абсолютного высокоточного позиционирования является технология *PPP (Precise Point Positioning)*.

<sup>2</sup> От англ. ICAO – International Civil Aviation Organization – Международная организация гражданской авиации.

Областью применения системы высокоточного определения ЭВИ является высокоточная навигация в реальном времени и апостериорном режиме без привлечения базовых станций, включая:

- геодезические и картографические работы;
- высокоточное сельское хозяйство;
- мониторинг положения объектов.

Перспективная система – ГЛОНАСС расширенного состава, представленная на *рис. 2*, может включать уже созданные к настоящему времени, а также перспективные обеспечивающие, целевые, дополняющие и потребительские комплексы, а также средства контроля специальных и гражданских характеристик, картографическую и геодезическую системы.

### Элементы системы гарантированного навигационного обеспечения потребителя

Качество решения навигационных задач (*рис. 3*) по уровням *точности* и вариантам *оперативности* определяется, прежде всего:

- характеристиками (обобщенным вектором) орбитальной группировки (структурой и количеством навигационных космических аппаратов, параметрами орбит, выбором «точек стояния КА» в системе, числом резервных и испытываемых КА и др.);
- источниками ошибок измерений (качеством эфемеридно-временной информации, энергетическими и геометрическими параметрами источников сигналов, показателями среды распространения сигналов, характеристиками приемной аппаратуры);
- методами, моделями и алгоритмами решения навигационной задачи;

– особыми условиями и факторами *навигационных определений* [9, 11] (под землей, под водой, в закрытых помещениях, в условиях городской застройки, гористой местности).

При детальном рассмотрении решения навигационных задач в нетрадиционных (некорректных) условиях [13, 18, 19] применяются специализированные методы регуляризации и оригинальные алгоритмы и способы решения.

В большинстве практических применений главной целью развития глобальных навигационных спутниковых систем вообще и ГЛОНАСС в частности является достижение *гарантированного* координатно-временного и навигационного обеспечения широкого круга потребителей.

Гарантированное координатно-временное и навигационное обеспечение фактически связано с достижением необходимого «интервала» точностей навигации, под которыми понимается характеристика или набор характеристик, отражающих ожидаемый или фактический уровень погрешностей навигационных определений положения, скорости, времени потребителя.

Под гарантированным координатно-временным и навигационным обеспечением понимается предоставление в течение приемлемого времени потребителям заданной группы необходимой координатно-временной и навигационной информации требуемого качества с вероятностью не хуже заданной (*рис. 4*).

От традиционных определений подобного рода предлагаемый подход отличается необходимостью дополнительного рассмотрения оценки времени решения задачи (разрешения некорректности второго рода [19, 20]), что в целом обеспечивает гарантированный



Рис. 3. Факторы, определяющие характеристики глобальных навигационных спутниковых систем

**Гарантированное координатно-временное и навигационное обеспечение это - предоставление в течение приемлемого времени потребителям заданной группы необходимой координатно-временной и навигационной информации требуемого качества с вероятностью не хуже заданной.**

Результаты решения навигационной задачи должны удовлетворять с заданной вероятностью допустимым ограничениям вида:

$$\{\Delta x_i\}_j \leq \{\Delta x_{доп.i}\}_j, \quad \{\Delta V_i\}_j \leq \{\Delta V_{доп.i}\}_j, \quad \{\Delta \tau\}_j \leq \{\Delta \tau_{доп.}\}_j \quad \text{при условии} \quad \Lambda_{получ.решения.j} \leq \Lambda_{доп.j},$$

где:  $\{\Delta x_i\}_j, \{\Delta V_i\}_j$  - отклонения оценки  $i$ -й компоненты вектора положения и скорости потребителя  $j$ -ой группы, соответственно, от реальных;

$\{\Delta \tau\}_j$  - отклонение оценки времени потребителем  $j$ -ой группы от системного;

$\Lambda_{получ.решения.j}$  - интервал времени получения решения навигационной задачи потребителем  $j$ -ой группы;

$\{\Delta x_{доп.i}\}_j, \{\Delta V_{доп.i}\}_j$  - допустимые отклонения оценки компонентов вектора положения и скорости потребителя  $j$ -ой группы;

$\{\Delta \tau_{доп.}\}_j$  - допустимое отклонение оценки времени потребителя  $j$ -ой группы;

$\Lambda_{доп.j}$  - ограничение времени решения навигационной задачи потребителем  $j$ -ой группы.

Рис. 4. Требования к гарантированному координатно-временному и навигационному обеспечению

расчет требуемых данных навигации с учетом «внешних» обстоятельств и условий [7], т.е. рассматривается гарантированное координатно-временное и навигационное обеспечение потребителя параметрами, определяемыми в течение допустимого для рассматриваемой задачи интервала времени.

Характеристики глобальных навигационных спутниковых систем должны удовлетворять допустимым

ключевым функциональным характеристикам, а именно: характеристикам *доступности, целостности, непрерывности и точности* навигационных определений (рис. 5) [3, 9, 11].

Доступность навигационного поля определяет возможность для потребителя (аппаратуры потребителя) воспользоваться навигационным полем ГНСС, захватить сигнал от необходимого числа спутников с целью

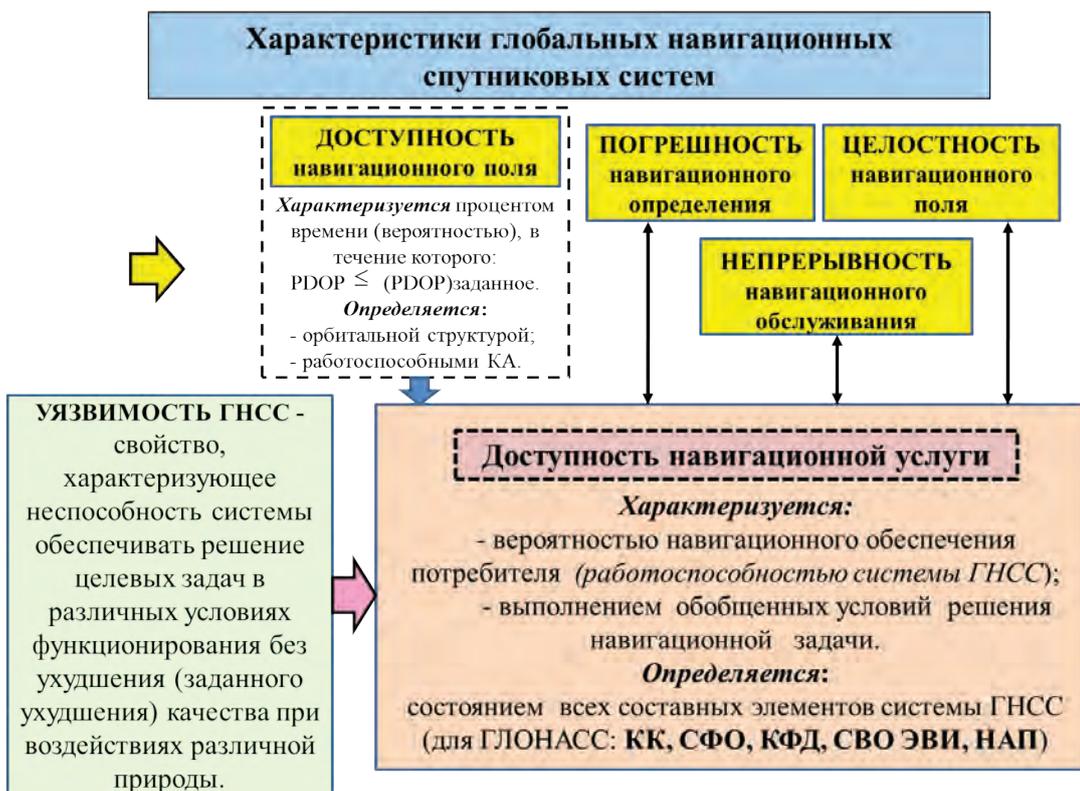


Рис. 5. Ключевые характеристики ГНСС



Рис. 6. Уровни и «границы» доступностей различного рода

поддержания устойчивой связи для осуществления навигации потребителя. В общем случае мерой доступности является вероятность работоспособности космического сегмента ГНСС перед выполнением той или иной навигационной задачи.

В то же время доступность *навигационной услуги* определяет возможность для потребителя воспользоваться навигационным полем и всей совокупностью дополняющих и ассистирующих систем и элементов ГНСС (включая аппаратуру потребителя) в различных условиях обстановки для осуществления навигации потребителя. В общем случае мерой доступности навигационной услуги является вероятность работоспособности всех элементов ГНСС, включая аппаратуру потребителя, перед выполнением навигационной задачи.

А непрерывность *навигационного обслуживания* выражает способность системы выполнять свои навигационные функции в течение предназначенной операции без перерывов. Фактически оценка непрерывности есть оценка вероятности непредвиденного нарушения доступности навигационных услуг в течение проводимой операции или на критичном для потребителя интервале времени.

Целостность *навигационного поля* – комплексный показатель, характеризующий функциональные качества системы, существенные с точки зрения надежности получения навигационных услуг, а также способность си-

стемы своевременно проинформировать потребителя о нарушениях в навигационном обслуживании.

Причем, доступность навигационного поля, определяемая, прежде всего, орбитальной структурой космической системы и работоспособными навигационными космическими аппаратами, характеризуется процентом времени (вероятностью), в течение которого пространственный геометрический фактор *“Positioning Dilution of Precision” (PDOP)* не больше заданного, т.е:

$$PDOP \leq (PDOP)_{зад}$$

В свою очередь, доступность навигационной услуги в отличие от доступности навигационного поля, характеризуемая вероятностью навигационного обеспечения потребителя (а по существу, работоспособностью системы ГНСС) и выполнением обобщенных условий решения навигационной задачи, определяется состоянием всех составных элементов системы ГНСС.

Таким образом, *уязвимость* глобальных навигационных спутниковых систем, определяющая неспособность системы обеспечивать решение целевых задач в различных условиях [7, 13] функционирования без ухудшения (заданного ухудшения) качества при воздействиях различной природы, прямо связана с реализацией доступности навигационной услуги.

Детализируя рассмотрение характеристики доступности, выделим уровни и «границы» этого интегрального понятия (рис. 6).



6

Рис. 7. Дополнительная классификация понятий «доступности»

В соответствии с рассматриваемой структурой можно выделить следующие уровни доступностей:

- уровень доступности радионавигационного поля (РНП);
- уровень доступности РНП с использованием функциональных дополнений (ФД);
- уровень доступности РНП с использованием ФД и системы высокоточного определения эфемеридно-временной информации – поправок (СВО ЭВИ);
- уровень доступности РНП с использованием ФД, СВО ЭВИ и ассистирующих и дополняющих систем (АДС);
- уровень доступности навигационной услуги (навигационного обеспечения) при использовании, как правило, всего комплекса систем и элементов навигационного обеспечения.

Каждый из указанных уровней определяется соответствующей вероятностью (или соответствующими вероятностями) выполнения заданных характеристик элементами космического сегмента, космического сегмента и функциональных дополнений и далее в соответствии с рис. 6.

Кроме того, классификация рассматриваемых доступностей (рис. 7) может быть дополнена в соответствии с рассмотрением выбывания навигационных КА из ГНСС, а также по областям усреднения на заданном интервале для необходимой точки навигации, региона и в целом поверхности Земли (околоземного пространства).

При этом под *локальной доступностью* понимается осреднение на заданном временном интервале навигационной функции для фиксированной пространственной точки  $S$ , задаваемой параметрами широты  $\varphi$  и долготы  $\lambda$  исследуемой пространственной точки.

Под *региональной доступностью* понимается осреднение навигационной функции на заданном регионе. Региональная доступность определяется как среднее по площади региона от значений локальных доступностей на этом регионе. Соответственно *глобальная доступность* предполагает осреднение локальных доступностей по всей поверхности Земли, а *широтная (долготная) доступность* – осреднение на заданном временном интервале по долготе (широте) при заданной широте (долготе).

*Мгновенная доступность* определяется значением навигационных функций в каждой точке рассматриваемой пространственно-временной области. Наконец *обобщенная доступность* связана с возможностью выбывания навигационных КА орбитальной группировки из целевого функционирования.

#### Системно-методические основы решения нестандартных навигационных задач

Характеристики системы координатно-временного и навигационного обеспечения определяются не только заданием исходных данных и математическими

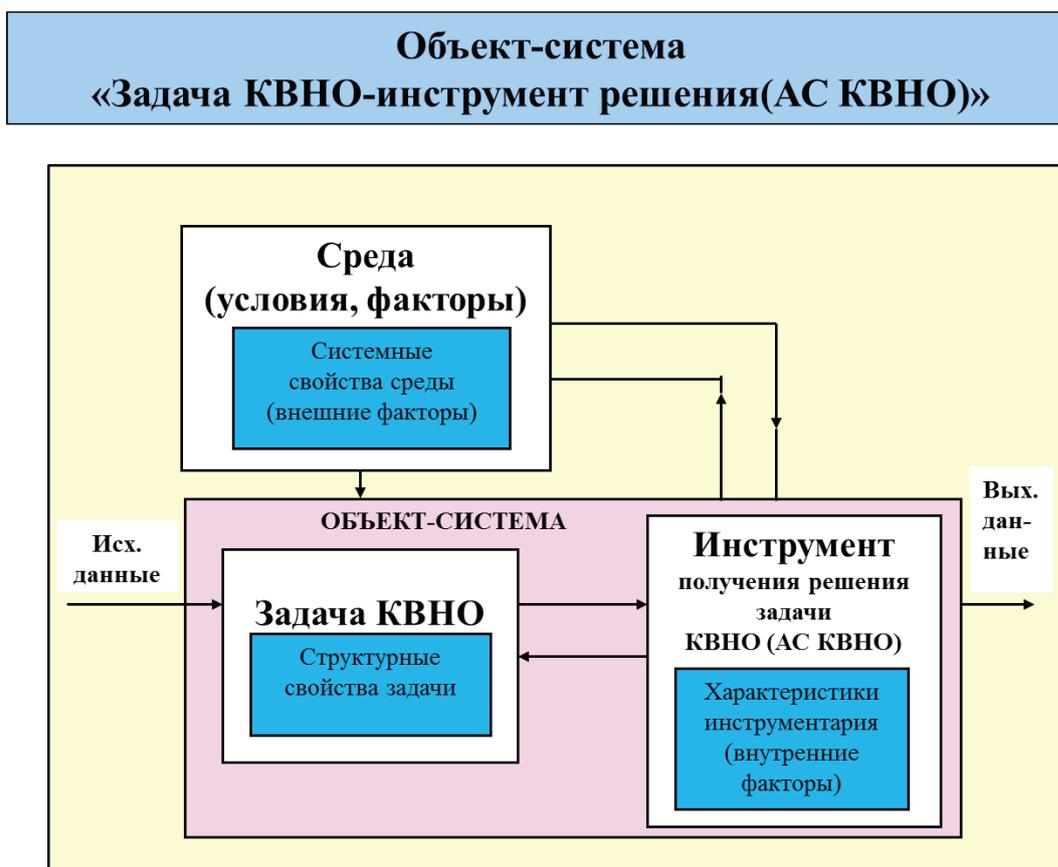


Рис. 8. Объект-система «задача – инструмент решения» навигационного обеспечения

аспектами решения навигационных задач. В значительной мере результат определения выходных данных зависит от «физического» (системного) рассмотрения процесса решения рассматриваемых задач. В частности, предметная область обсуждаемого процесса обеспечения значительно «приближается» к реальной при введении объект-системы «задача КВНО – инструмент решения» (рис. 8).

Автоматизированная система координатно-временного и навигационного обеспечения (АС КВНО), являясь сложным инструментарием решения задач данного класса, содержит ряд подсистем: математического, программного, информационного, технического, организационного, метрологического, лингвистического, правового назначения [6]. Указанные подсистемы инструментария позволяют решать сложные задачи навигационного обеспечения сложных динамических объектов. Вместе с тем, отмеченные подсистемы вносят «свои» деформации в решение рассматриваемых задач и могут рассматриваться «каналами проводимости» уязвимости ГНСС (рис. 9).

Кроме указанных подсистем автоматизированной системы координатно-временного и навигационного обеспечения должны быть учтены условия функционирования инструментария (среда) и комбинированные направления воздействия.

В свою очередь в подсистеме математического обеспечения, представленной совокупностью методов,

моделей и алгоритмов, инструментарий должен быть представлен совокупностью решения задач в «особых» условиях.

Замечания по общим требованиям задачи гарантированного навигационного обеспечения потребителя (см. рис. 4) конкретизируются в математической формулировке обобщенных условий решения навигационной задачи. Обобщенные условия решения подразумевают учет их реализации в объект-системе «задача – инструмент решения». При этом в значительной мере учитывается решение обобщенных некорректных задач навигационно-баллистического обеспечения различного рода<sup>3</sup> [17, 18]. При этом результаты работ академика А. Н. Тихонова и его учеников обобщаются на рассматриваемый случай «объект-системы». В последнем случае могут быть использованы современные методы *математической информатики*, предложенные проф. А. В. Чечкиным и его научной школой<sup>4</sup> [18, 20] (рис. 10).

<sup>3</sup> См.: 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.

<sup>4</sup> См., например: Соболева Т. С., Чечкин А. В. Дискретная математика: Учебник / Под ред. А. В. Чечкина. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 256 с.

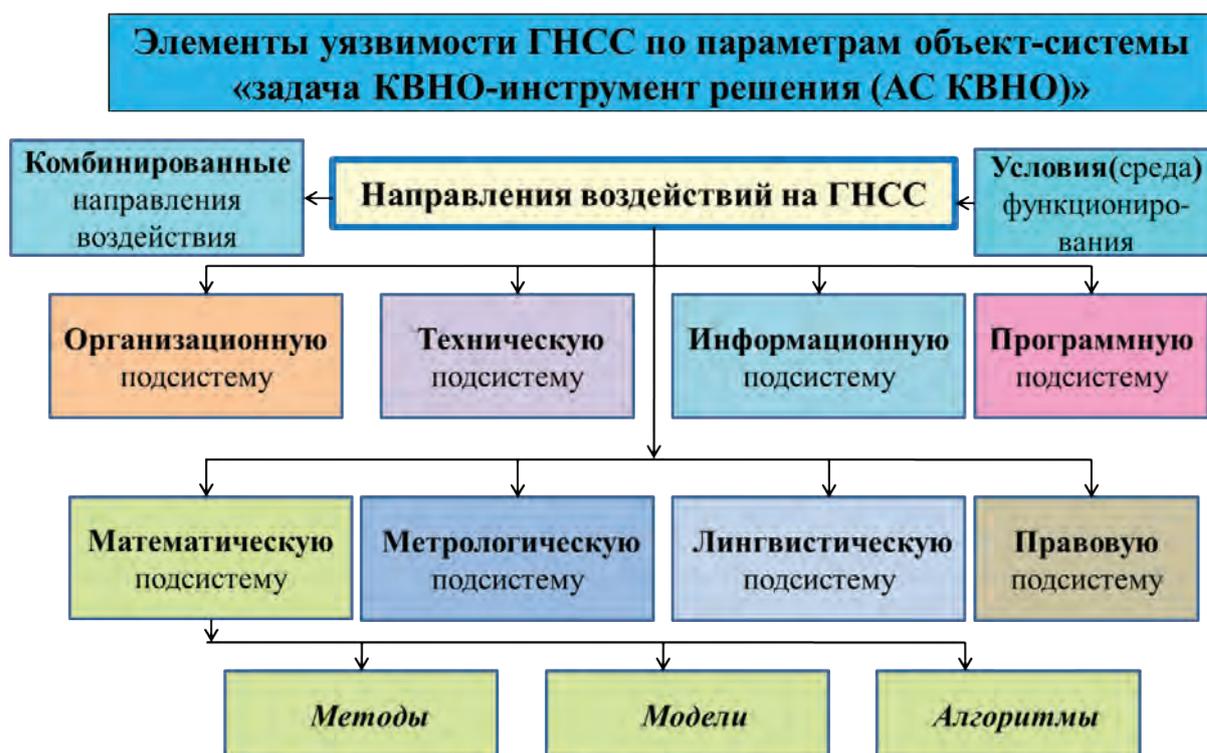


Рис. 9. Элементы уязвимости глобальных навигационных спутниковых систем

### Математическая формулировка обобщенных условий решения навигационной задачи

**Определение 1.** 1. Априори известно, что решение задачи как объект-системы существует и принадлежит  $M^0$ ;

2. Для любых  $z_1^0, z_2^0 \in M^0$  и любого числа  $\varepsilon^0 > 0$  существует  $\mathcal{D}(\varepsilon^0) > 0$ , такое, что из неравенства  $\rho_U(Az_1^0, Az_2^0) < \mathcal{D}(\varepsilon^0)$  следует неравенство  $\rho_Z(z_1^0, z_2^0) < \varepsilon^0$ , т.е. оператор  $A^{-1}$  непрерывен на образе множества  $M^0$ . Множество  $M^0$  при этом назовем множеством обобщенной устойчивости навигационных определений.

При этом величина  $\rho_U(Az_1^0, Az_2^0)$  рассматривается как результат влияния совокупности погрешностей (искажений, деформаций)  $\Xi$ :

$$\Xi = \sum_{k=1}^N \xi_k$$

Причем,  $N$  определяется количеством факторов, изменяющих решение (для автоматизированных систем по видам обеспечения  $N = 8$ ).

3. Результат решения и процесс его получения должен удовлетворять допустимым ограничениям вида:  $\{\Delta x_i\}_j \leq \{\Delta x_{идоп}\}_j, \{\Delta V_i\}_j \leq \{\Delta V_{доп.i}\}_j, \{\Delta \tau\}_j \leq \{\Delta \tau_{доп}\}_j, \Delta t_{получ.решения.j} \leq \Delta t_{доп.j}$ , где  $\{\Delta x_i\}_j, \{\Delta V_i\}_j$  -  $i$ -ые компоненты отклонений оценки вектора положения и скорости потребителя  $j$ -го класса от реальных;

$\{\Delta \tau\}_j$  - отклонение оценки времени потребителя  $j$ -го класса от системного,

$\Delta t_{получ.решения.j}$  - интервал времени получения решения навигационной задачи потребителем  $j$ -го класса;

$\{\Delta x_{идоп}\}_j, \{\Delta V_{доп.i}\}_j$  - допустимые отклонения оценки компонентов вектора положения и скорости потребителя  $j$ -го класса,

$\{\Delta \tau_{доп}\}_j$  - допустимое отклонение в оценке времени пользователя  $j$ -го класса.

а параметр  $\Delta t_{доп.j}$  задает временные ограничения решения навигационной задачи потребителем  $j$ -го класса.

Индекс  $j$  характеризует класс потребителя.

Рис. 10. Формулировка обобщенных нестандартных условий решения навигационной задачи



Рис. 11. Общая классификация деструктивных воздействий различного рода на глобальные навигационные спутниковые системы

При этом общую классификацию воздействий различного рода по областям и причинам деструктивного возникновения воздействий различного рода, характеру их действия, объектам воздействия, а также с учетом подсистем инструментария решения навигационной задачи можно представить в виде концептуальной схемы (рис. 11).

Для снижения уязвимости ГНСС используются различные методы и способы.

На этапе обоснования требований к элементам системы и их проектированию можно выделить следующие основные эффективные научно-организационные и методические мероприятия:

- модернизация орбитальной группировки и альманаха системы;
- разработка требований и принятие специальных мер повышения помехоустойчивости аппаратуры потребителя и элементов комплексов ГНСС;
- обязательная сертификация навигационной аппаратуры на соответствие этим требованиям для критичных областей применения;
- исследования «чувствительности» к уязвимости отдельных подсистем (элементов) навигационной системы;
- разработка методов (методик, моделей, алгоритмов) навигационного обеспечения, позволяющих находить наилучшие решения навигационной задачи в

аппаратуре потребителя при заданных условиях обстановки.

На этапе функционирования системы навигационного обеспечения могут быть проведены следующие организационно-технические мероприятия:

- обучение персонала критичных применений правилам обнаружения неверного функционирования навигационной аппаратуры потребителей и порядку использования запасных систем и эксплуатационных процедур;
- своевременное информирование заинтересованных служб критичных применений о фактах обнаружения помех;
- жесткое регулирование соблюдения установленных норм на радиоизлучения, представляющие потенциальную помеховую опасность для сигналов ГНСС;
- использование дублирующих (запасных) систем и эксплуатационных процедур;
- применение вариантов увеличения мощности сигналов, излучаемых навигационными КА, а также использование дополнительных сигналов (L2, L3).

### Заключение

Системный подход к реализации гарантированного координатно-временного и навигационного обеспечения потребителя с помощью глобальных нави-

гационных спутниковых систем позволяет структурировать меры достижения указанной цели и выделить ключевые элементы реализующего инструментария. Предложенный подход вносит существенную новизну в традиционную схему переработки поступающих данных в навигационной аппаратуре потребителя, что дает возможность значительно улучшить качество решения функциональных задач наземно-космической связи и передачи данных через спутникоретрансляторы, а также целевых задач в подсистемах

крупномасштабных информационно-аналитических систем типа ГАС РФ «Правосудие», «Выборы», «Управление» и др.

Особая роль при этом принадлежит идее введения в рассмотрение объект-системы «задача – инструмент решения», позволяющей учесть погрешности всех элементов инструмента навигации. В качестве такого инструмента служит *автоматизированная система координатно-временного и навигационного обеспечения* с соответствующими подсистемами.

*Рецензент: Сухов Андрей Владимирович, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры радиоэлектроники, телекоммуникаций и нанотехнологий Московского авиационного института (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия.*

*E-mail: avs57@mail.ru*

### 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. Бетанов В. В., Ступак Г. Г., Ревнивых С. Г., Игнатович Е. И., Куршин В. В., Панов С. С., Бондарев Н. З., Чеботарев В. Е., Балашова Н. Н., Сердюков А. И., Синцова Л. Н. Исследование вариантов совершенствования структуры орбитальной группировки ГНСС ГЛОНАСС до 2020 г. и далее до 30 КА // Вестник СибГАУ им. М. Ф. Решетнева. 2013. № 6 (52). С. 23 – 31.
3. Дворкин В. В., Карутин С. Н. Высокоточные навигационные определения по сигналам ГНСС // Вестник СибГАУ им. М. Ф. Решетнева. 2013. № 6 (52). С. 70 – 76.
4. Дворкин В. В., Карутин С. Н., Куршин В. В. Методика мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС с помощью системы дифференциальной коррекции и мониторинга // Измерительная техника. 2012. № 3. С. 32 – 37.
5. Канушкин С. В. Синергетический подход в управлении группой беспилотных летательных аппаратов интеллектуальной системы охранного мониторинга // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 25 – 37. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-25-37.
6. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. –М.: Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
7. 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.
8. Ловцов Д. А., Андреев Г. И. Прецизионное прогнозирование движения техногенных объектов в околоземном космическом пространстве // Информация и космос. 2015. № 2. С. 103 – 110.
9. 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.
10. Ловцов Д. А., Лобан А. В. Новая эффективная технология распределенной переработки измерительной информации в АСУ космическими аппаратами // Вестник НПО им. С. А. Лавочкина. 2014. № 4. С. 81 – 88.
11. Ловцов Д. А., Панюков И. И. Информационная технология автоматизированного планирования определений навигационных параметров объектов ракетной техники // Автоматика и телемеханика. 1995. № 12. С. 32 – 46.
12. Ловцов Д. А., Чернов В. В. Оптимизация бортового антенного комплекса объекта испытаний при обмене телеметрической информацией через спутник-ретранслятор // Вестник НПО им. С. А. Лавочкина. 2019. № 3. С. 64 – 73. DOI: 10.26162/LS.2019.45.3.009.
13. 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.
14. Потюпкин А. Ю., Чечкин А. В. Интеллектуализация сложных технических систем: Монография. М.: ВА им. Петра Великого, 2013. 208 с.
15. Современные и перспективные информационные ГНСС-технологии в задачах высокоточной навигации / Под ред. В. А. Бартенева, М. Н. Красильщикова. М.: Физматлит, 2014. 192 с.
16. Тюлин А. Е., Бетанов В. В. Летные испытания космических объектов. Определение и анализ движения по экспериментальным данным // Под ред. А. Е. Тюлина. М.: Радиотехника, 2016. 336 с. ISBN 978-5-93108-125-0.

17. Тюлин А. Е., Бетанов В. В., Кобзарь А. А. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Кн. 1. Методы, модели и алгоритмы оценивания параметров движения: Монография. М.: Радиотехника, 2018. 479 с. ISBN 978-5-93108-168-7.
18. Тюлин А. Е., Бетанов В. В., Юрасов В. С., Стрельников С. В. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Кн. 2. Системный анализ НБО: Монография. М.: Радиотехника, 2018. 486 с. ISBN 978-5-93108-176-2.
19. 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 космических аппаратов / Под ред. А. Е. Тюлина. М.: Инновационное машиностроение, 2020. 336 с.
20. Чечкин А. В. Математическая информатика. М.: Наука, 1991. 416 с.

## **GUARANTEED COORDINATE-TIME AND NAVIGATION SUPPORT FOR CONSUMERS OF SATELLITE SYSTEM INFORMATION**

**Andrey Tyulin**, *Dr.Sc. (Economy), Ph.D. (Technology), Corresponding Member of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences, Director General of AO (JSC) "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation.*

**E-mail:** [contact@spacecorp.ru](mailto:contact@spacecorp.ru)

**Vladimir Betanov**, *Dr.Sc. (Technology), Professor, Member-correspondent of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences, Deputy Head of the Centre AO (JSC) "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation.*

**E-mail:** [vlavab@mail.ru](mailto:vlavab@mail.ru)

**Keywords:** *global navigation satellite systems, coordinate-time support, navigation support, navigation services, availability of the navigation service, continuity, integrity, object-system «task-solution tool», accuracy, operativeness, consumers*

### **Abstract.**

**Purpose of the article:** *improving of scientific and methodical base of the theory of the guaranteed coordinate-time and navigation support.*

**Method used:** *system analysis of the guaranteed coordinate-time and navigation support through a global navigation satellite systems.*

**Results:** *it's shown that the conclusions and classifications obtained on the basis of system analysis make it possible to structure measures to achieve the studied goal and identify key elements of the tools that implementation solutions; the proposed approach introduced a significant novelty to the traditional scheme of processing incoming information in the consumer's navigation equipment, which makes the quality of solving target tasks in the subsystems of large-scale information and analytical systems such as GUS of the Russian Federation «Justice», «Elecions», «Control»; a special role in this case belongs to the idea of introduction to the review object-system «task-solution tool», which allows us to take into account the errors of all elements of the navigation tools; an automated system of coordinate-time and navigation support acts as such a tool.*

### **References**

1. Andreev G. I., Letunov V. V., Andreeva D. V. E`ffektivnaia sputnykovaia telesignalizatsiia v podсистеме bezopasnosti GAS RF «Pravosudie» // Pravovaia informatika. 2018. № 3. S. 23 – 27. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-23-27.
2. Betanov V. V., Stupak G. G., Revniviy`kh S. G. , Ignatovich E. I. , Kurshin V. V., Panov S. S., Bondarev N. Z., Chebotarev V. E., Balashova N. N., Serdiukov A. I., Sintcova L. N. Issledovanie variantov sovershenstvovaniia struktury` orbital`noi` gruppировки GNSS GLONASS do 2020 g. i dalee do 30 KA // Vestnyk SibGAU im. M. F. Reshetneva. 2013. № 6 (52). S. 23 – 31.
3. Dvorkin V. V., Karutin S. N. Vy`sokotochny`e navigatsionny`e opredeleniia po signalam GNSS // Vestnyk SibGAU im. M. F. Reshetneva. 2013. № 6 (52). S. 70 – 76.
4. Dvorkin V. V., Karutin S. N., Kurshin V. V. Metodika monitoringa global`noi` navigatsionnoi` sputnykovoii` sistemy` GLONASS s pomoshch`iu sistemy` differentsial`noi` korrektsii i monitoringa // Izmeritel`naia tekhnika. 2012. № 3. S. 32 – 37.

5. Kanushkin S. V. Sinergeticheskii` podhod v upravlenii gruppoi` bespilotny`kh letatel`ny`kh apparatov intellektual`noi` sistemy` okhrannogo monitoringa // Pravovaiia informatika. 2018. № 3. S. 25 – 37. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-3-25-37.
6. Lovtsov D. A. Informatcionnaia teoriia e`rgasistem: Tezaurus. –M.: Nauka, 2005. 248 c. ISBN 5-02-033779-X.
7. Lovtsov D. A. Opredelenie informatcionny`kh 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. S. 61 – 62.
8. Lovtsov D. A., Andreev G. I. Precizionnoe prognozirovanie dvizheniia tekhnogenny`kh ob`ektov v okolozemnom kosmicheskom prostranstve // Informatciia i kosmos. 2015. № 2. S. 103 – 110.
9. Lovtsov D. A., Karpov D. S. Dinamicheskoe planirovanie navigatcionny`kh opredelenii` ob`ektov raketno-kosmicheskoi` tekhniki v ASU lyotny`mi ispy`taniiami // Vestnyk NPO im. S. A. Lavochkina. 2010. – № 1. S. 53 – 60.
10. Lovtsov D. A., Loban A. V. Novaia e`ffektivnaia tekhnologiiia raspredelennoi` pererabotki izmeritel`noi` informacii v ASU kosmicheskimi apparatami // Vestnyk NPO im. S. A. Lavochkina. 2014. № 4. S. 81 – 88.
11. Lovtsov D. A., Paniukov I. I. Informatcionnaia tekhnologiiia avtoma-tizirovannogo planirovaniia opredeleniia navigatcionny`kh parametrov ob`ektov raketnoi` tekhniki // Avtomatika i telemekhanika. 1995. № 12. S. 32 – 46.
12. Lovtsov D. A., Chernov V. V. Optimizatsiia bortovogo antennogo kompleksa ob`ekta ispy`tanii` pri obmene telemetricheskoi` informatsiei` cherez sputnyk-retransliator // Vestnyk NPO im. S. A. Lavochkina. 2019. № 3. S. 64 – 73. DOI: 10.26162/LS.2019.45.3.009.
13. Lovtsov D. A., Shevliakov A. S. Informatcionno-matematicheskoe obespechenie operativnoi` radiatsionnoi` zashchity` kosmicheskikh apparatov spetsial`nogo naznacheniiia // Vestnyk NPO im. S. A. Lavochkina. 2017. № 4. S. 96 – 101.
14. Potiupkin A. Iu., Chechkin A. V. Intellektualizatsiia slozhny`kh tekhnicheskikh sistem: Monografiia. M.: VA im. Petra Velikogo, 2013. 208 s.
15. Sovremennye` i perspektivny`e informatcionny`e GNSS-tekhnologii v zadachakh vy`sokotochnoi` navigatsii / Pod red. V. A. Barteneva, M. N. Krasil`shchikova. M.: Fizmatlit, 2014. 192 s.
16. Tyulin A. E., Betanov V. V. Letny`e ispy`taniia kosmicheskikh ob`ektov. Opredelenie i analiz dvizheniia po e`ksperimental`ny`m dannym // Pod red. A. E. Tyulina. M.: Radiotekhnika, 2016. 336 s. ISBN 978-5-93108-125-0.
17. Tyulin A. E., Betanov V. V., Kobzar` A. A. Navigatcionno-ballisticheskoe obespechenie poleta raketno-kosmicheskikh sredstv. Kn. 1. Metody`, modeli i algoritmy` ocenivaniia parametrov dvizheniia: Monografiia. M.: Radiotekhnika, 2018. 479 s. ISBN 978-5-93108-168-7.
18. Tyulin A. E., Betanov V. V., Iurasov V. S., Strel`nikov S. V. Navigatcionno-ballisticheskoe obespechenie poleta raketno-kosmicheskikh sredstv. Kn. 2. Sistemny`i` analiz NBO: Monografiia. M.: Radiotekhnika, 2018. 486 s. ISBN 978-5-93108-176-2.
19. Tyulin A. E., Betanov V. V., Iashin V. G. Orbital`ny`e segmenty` kosmicheskikh sistem prostranstvenno-vremennogo obespecheniia. Chast` I. Orbital`noe dvizhenie, manevry` i metody` opredeleniia parametrov orbit kosmicheskikh apparatov / Pod red. A. E. Tyulina. M.: Innovatcionnoe mashinostroenie, 2020. 336 s.
20. Chechkin A. V. Matematicheskaiia informatika. M.: Nauka, 1991. 416 s.

# НАУЧНЫЕ КОММУНИКАЦИИ КАК РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ

Бурый А.С., Балванович А.В. \*

**Ключевые слова:** научные коммуникации, информационные структуры, анализ цитируемости, фактор влияния, база цитирования, темпоральная структура, индексы цитирования, информетрия.

## Аннотация.

**Цель работы:** совершенствование научной и методической базы в области наукометрии для сетевых коммуникаций в научном сообществе.

**Метод:** информационно-статистический анализ, экспертное оценивание и прогноз исследовательской деятельности в наукометрии на основе мониторинга и структурного анализа научных коммуникаций.

**Результаты:** обоснована структурно-функциональная концепция анализа баз цитирования как распределенных информационных структур и необходимость применения методов интеллектуального анализа слабоструктурированных данных, технологий семантических сетей, а также комплексирования традиционных метрик цитирования с индикаторами альтиметрики, обеспечивающих сокращение времени информационного поиска в наукометрических базах данных.

Показано место и обоснованность задачи анализа цитируемости в цифровом пространстве для оценки тенденций развития науки, выявления перспективных направлений и разработки стратегий научно-технического совершенствования.

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-17-27

## Введение

Развитие науки связано с повышением спроса на научные высококачественные результаты и инновации, основанные на внедрении современных эффективных инструментов и формировании цифровых платформ и технологий для повышения качества научных исследований [13]. Это во многом зависит от финансовых и кадровых ресурсов, наличия действующих научных школ<sup>1</sup>, создания информационно-коммуникационной инфраструктуры и благоприятной среды, способствующей развитию глубоких корпоративных связей сфер науки, технологий, включая сетевые возможности, потенциал эффективности управления в

этой сфере на всех уровнях. По данным рейтинга Всемирного экономического форума в 2018 г. Россия занимала 25-е место по направлению «Проникновение информационно-коммуникационных технологий» из 140 стран, попавших в аналитику [17].

Все чаще для анализа научного уровня полученных авторами и организациями научных результатов (достижений) применяются и разрабатываются новые информационно-статистические методы и алгоритмы [12], в том числе с привлечением современных методов интеллектуального анализа данных (ИАД).

Анализом и выявлением общих закономерностей развития наук, научных направлений, их связей с социальными институтами занимается науковедение. Одной из дисциплин науковедения является наукометрия, которая оценивает состояние науки в целом, выявляя связи и взаимовлияние между отраслями знаний, путем логической обработки информации о тенденциях в научных направлениях. Развитие современных методов и алгоритмов статистического оценивания публикаций, аналитико-синтетической обработки текстовой информации, анализ сетевых научных коммуникаций составляют понятие *информетрии*.

<sup>1</sup> Например: Системная информатизация управления силами и средствами ракетных и космических комплексов // Летопись Военной академии им. Петра Великого». Том 5. Научные школы. – М.: Изд-во «ВА РВСН», 2010. – С. 212 – 216.; Пинчук А. В. 20 лет научной школе «Системной информатизации управления силами и средствами ракетных и космических комплексов» // Петровский вестник. – 2011. – № 5(46). – С. 14 – 15.

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

**Балванович Александр Витальевич**, кандидат экономических наук, заместитель директора департамента ФГУП «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия», Российская Федерация, г. Москва.  
E-mail: a.v.balvanovich@gostinfo.ru

Формы представления текстовой информации могут быть следующими: печатные, т.е. бумажные в виде книг, статей, отчетов, описаний к патентам и др., и электронные (сетевые) в виде различных текстовых форматов, например, *doc*, *rtf*, *pdf*, графических и табличных форматов, а также видео- и аудио форматов. Одним из целевых приложений информетрии является *библиометрия* [3], которая направлена на разработку библиотечных баз, баз цитирования, развитие методов поиска информации, построение информационных коммуникаций на основе применения математических и информационно-статистических методов, а также методов ИАД.

Исходя из этого, науку можно представлять как самоорганизующуюся систему<sup>2</sup> формирования знаний об окружающем мире путем информационного отображения объективных законов природы и общества в наблюдаемые явления, и которая благодаря информационным связям, приобретает социальную, гносеологическую, ценностную и нормативную функции. К коммуникативной и креативной функциям науки будем относить *информационное взаимодействие*, проявляющееся в системах научного цитирования.

Авторитетность современного ученого все чаще сопоставляется с его публикациями [14], которые призваны отразить его научные результаты, являющиеся весомым аргументом в ходе их защиты на диссертационных советах, а также расширить аудиторию и информативность мирового сообщества о достижениях российских научных специалистов. Эффективность или фактор влияния опубликованных научных работ, исследуемое в наукометрии, определяется выбором научного издания (журнала), формой представления (качеством самого материала: его структурой, наглядностью результатов, аттрактивностью), предметной областью исследования и рядом других факторов, составляющих понятие «качества цитирования» [18].

Исследования наукометрических показателей цитируемости научных работ ведутся уже не одно десятилетие. Однако с развитием новых информационных теорий, методов и подходов к анализу данных<sup>3</sup> [9 – 11], информационно-распределенных структур под конкретно решаемые задачи [4, 7] объективно возникла необходимость вновь взглянуть на проблему цитирования, представления и поиска публикаций в коммуникационно-информационной среде [20], с целью сокращения времени поиска необходимых исследователю литературных источников, выбора наиболее авторитетных работ, рассматривая при этом цитируемость как

коллаборативный показатель влияния и научной аттрактивности. Именно рассмотрению указанной проблемы посвящена данная работа.

### Сущность цитирования в современной информационной среде

Для совершенствования процедур технологической поддержки науки в рамках глобальных трендов развития Российской Федерации<sup>4</sup> в контексте научно-технической политики, нацеленной на решение социально-экономических задач, повышение требований к продуктивности научной деятельности с учетом перспектив развития информационных систем и ресурсов в целом и информационных структур в частности, включая сетевые структуры различного уровня пространственного представления (вузовский, региональный, глобальный), ставит новые вопросы в, казалось бы, уже решенной на практике *задачи индексирования* научных публикаций. Однако анализ работ в данной области позволяет выделить следующие развивающиеся методы и подходы к исследованию вопросов цитирования публикаций применительно для задач оценивания как научных журналов (**Ж**), так и самих авторов (**А**), которые включают:

- выбор базы (баз) цитирования (**Ж**) – касается только журналов;
- разработка методов интеллектуального анализа данных в рамках технологии больших данных – применимо для (**Ж**) и (**А**);
- когнитивные карты пространственных связей структур «публикации – цитирования» (**А**);
- разработка модельных структур научных коммуникаций относительно цитируемых публикаций, отражающих их жизненный цикл, включая опубликование, распространение, активное использование в предметной области и архивирование [20];
- совершенствование метрик оценки показателей в зависимости от предметной области, сетей распространения, возможностей и ресурсов сети Интернет (**А, Ж**).

Процесс цитирования можно представить, как некоторый «незримый колледж» или *invisible college* (англ.)<sup>5</sup> – воображаемое академическое сообщество формально не связанных друг с другом членом, которым процесс познания окружающей действительности, а также написания научных работ представляется как обмен знаниями в рассматриваемой среде, в которой существует влияние отдельных научных школ, методологий и методов исследования.

<sup>2</sup> Евстигнеев В. А. Наукометрические исследования в информатике // Новосибирская школа программирования. Переключки времени. – Новосибирск, 2004. – URL: [http://www.computer-museum.ru/books/n\\_collection/investigat.htm](http://www.computer-museum.ru/books/n_collection/investigat.htm) (дата обращения: 16.02.2020).

<sup>3</sup> См., например: Ловцов Д. А. Введение в информационную теорию АСУ. – М.: ВА им. Петра Великого, 1996. – 434 с.; Информационные аспекты комплексного подхода к исследованию систем управления // Научно-техническая информация. Сер. 2. Информ. процессы и системы. – 1997. – № 5. – С. 10 – 17.

<sup>4</sup> Глобальные тренды и перспективы научно-технологического развития Российской Федерации // Докл. к XVIII Междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. – URL: [https://issek.hse.ru/data/2017/04/21/1168819587/Gohberg\\_2017.pdf](https://issek.hse.ru/data/2017/04/21/1168819587/Gohberg_2017.pdf) (дата обращения 23.01.2020).

<sup>5</sup> Здесь – клуб английских учёных-натурфилософов и интеллектуалов 1640 – 1650 гг. (от лат. collegium, давшего русские слова «колледж» и «коллегия»).

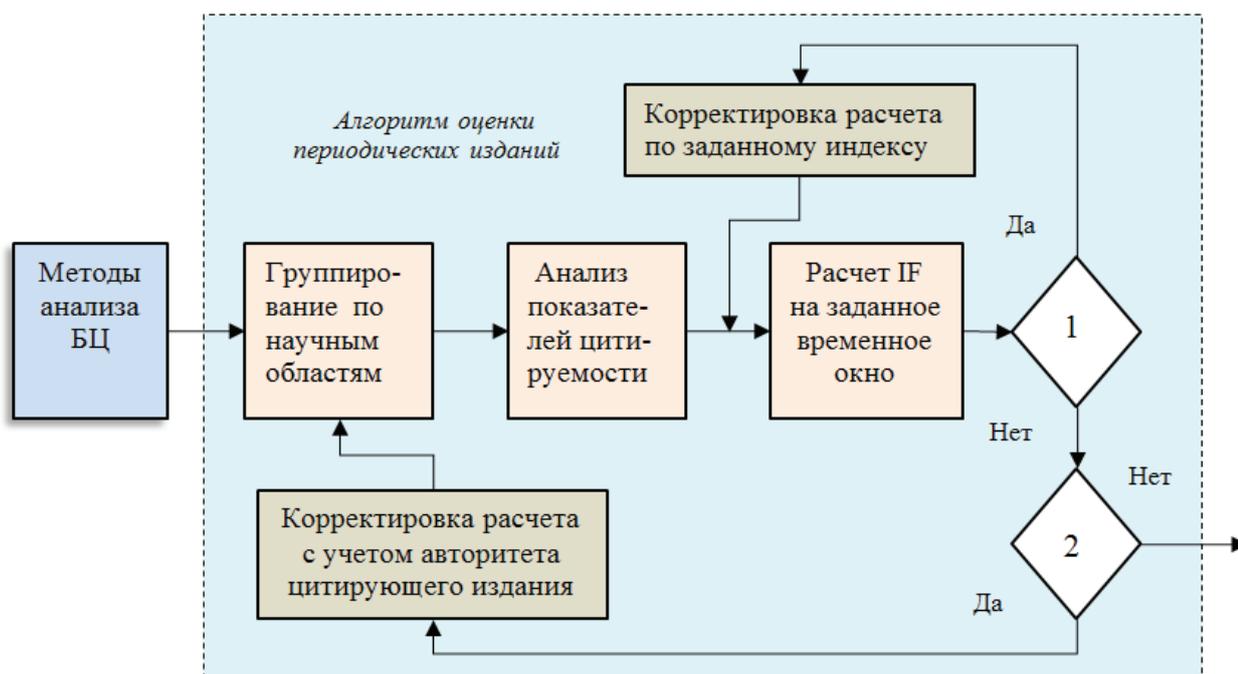


Рис. 1. Методическая схема анализа цитируемости научных публикаций

«Незримый колледж» образует механизм структурирования пространства знаний, позволяя выделить как передовые исследования, так и академический андеграунд [8], а также предметную область научных интересов для рассматриваемой сети цитирования, в которой отражаются научные коммуникации, число которых напрямую отражает интерес к конкретно выбранной работе.

### Методические подходы к анализу баз цитирования

Целесообразно рассматривать научные коммуникации как распределенные информационные системы (РИС). Но в отличие от обычных информационных систем, решающих задачи контроля, регистрации, управления сложными объектами и ряд других [4, 7], информационные системы научной коммуникации обеспечивают выполнение функций передачи результатов научной деятельности академическому сообществу, а также являются средством информационной поддержки организационной деятельности научного сообщества в ходе присуждения научных званий, грантов, подготовки молодых ученых [20].

Анализ существующих систем цитирования, применяемых основных метрик показывает:

- для коллективных публикаций не учитывается доля участия каждого соавтора;
- фиксируются только количественные связи (факты цитирования), не отражающие семантические составляющие;
- все элементы записей цитат имеют одинаковую важность; не ясна мотивация цитирования, которая основывается на контексте, практически не объясняется причина, когда с одним контекстом

автор связывает от двух до 4 – 6 работ, а с другим – не пытается найти и одной.

На рис. 1 представлена методическая схема анализа цитируемости публикаций на основе разработки новых или совершенствования существующих методов исследования систем информационного поиска. Важным элементом схемы является блок методов анализа баз цитирования (БЦ). Он предназначен для исследования новых методов анализа данных, среди которых выделим:

1) способность выявлять новые знания, что при доступе к данным о публикациях сокращает время на получение информации о цитировании. Это актуально в ходе анализа больших данных при исследовании цитируемости журнала или библиотечного фонда по спланированным сценариям, что позволяет получить существенный временной выигрыш<sup>6</sup>;

2) аналитику больших данных для задач комплексного анализа публикаций, учитывая категории научных статей, ключевые слова, уровень научного журнала [21, 23], а также с необходимостью учета в ряде случаев слабоструктурированной информации;

3) приложение идей научного картирования как формы представления данных для получения пространственной картины связей объектов цитирования, предметных (научных) областей, объединяя пространственный и темпоральный<sup>7</sup> анализ, включая тематику исследований (предметную область) и информационно-сетевые связи публикаций [2];

<sup>6</sup> White P. B. Using Data Mining for Citation Analysis // College & Research Libraries, [S.l.]. – 2019. – Vol. 80(1). – URL: <https://crl.acrl.org/index.php/crl/article/view/16892/19368> (дата обращения 18.02.2020).

<sup>7</sup> Темпоральность (от англ. *tempora*) – временные особенности, связанные с социальным воздействием публикации, выраженными фактами ее цитирования.

4) облачные технологии как рациональное сочетание информационных технологий, тенденций развития распределенных узлов обслуживания и постоянно растущего разнообразия запросов потребителей [6];

5) альтернативные подходы к применению метрик цитирования, получивших название *альтметрики* [22]. Источниками этих данных выступают как официальные ресурсы, например, *eLibrary.ru*, где можно анализировать количество просмотров, скачиваний статьи, число полученных отзывов, так и неофициальные: медиа-среда (социальные сети, блоги), информация о публикациях, размещаемая на домашних страницах исследователя, что может учитываться как дополнительные факторы влияния публикаций, придавая им дополнительный вес при ранжировании;

6) анализ цитирования на основе технологии семантических сетей путем выявления онтологий связываемых данных, структурируя предметную область системой связей или отношений, что особенно важно для слабоструктурированной информации, например, при выборе объектов по качественным оценкам [5, 15].

Наряду с этапом теоретического исследования с целью формирования новых наукометрических и статисти-

ческих признаков для информационных объектов (документов), реализуется традиционный *алгоритм* оценивания научных периодических изданий на основе библиометрических данных (см. *рис. 1*). Окончательные результаты корректируются в зависимости от тематики изданий, временного окна исследования фактора влияния [18] (импакт-фактора, *IF*) журнала (2-х или 5-летнего), за счет первого и второго логических блоков.

В настоящее время наукометрия в основном ассоциируется с количественными оценками, признаками (метриками), в большинстве случаев совпадающими с концепцией библиометрии и включающими такие понятия как цитирование, совместное цитирование, библиографические связи, ключевые слова и др. Одновременное воздействие указанных элементов будем представлять в виде *координат* некоторого интеллектуального вектора воздействия  $I_0$  для анализируемой публикации  $P_0$ . Вершина вектора  $I_0$  направлена в пространство области знаний, которой посвящена публикация  $P_0$ . Портрет или образ связей «публикация  $P_0$  – цитирование» представляет собой иерархическую структуру с числом связей, равным числу цитирующих работ (см. *рис. 2*).

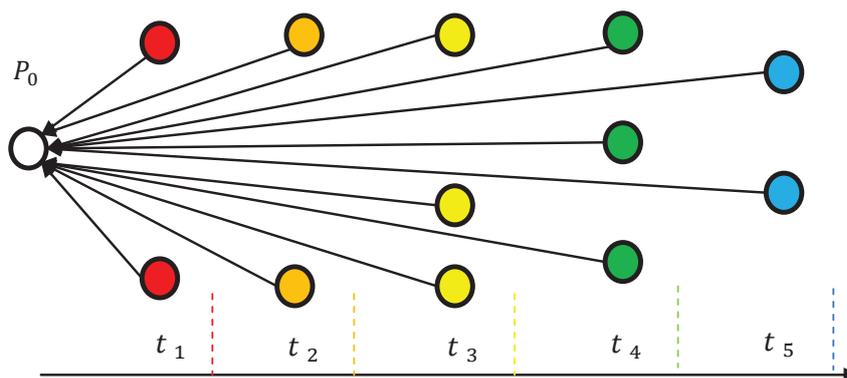


Рис. 2. Структура цитирования публикации  $P_0$  по годам

Временные страты ( $t_1, t_2, \dots, t_5$ ) здесь соответствуют годам цитирования или временным срезам.

С целью анализа темпорального расширения структуры области цитирования первичной публикации  $P_0 \in I_0$  можно показать, как факторы цитирования публикации  $P_0 \in I_0$  трансформируют ее, уже в составе библиографического источника публикации  $P_t$ , принадлежащей новой области знаний  $P_t \in I_t$  или, так называемому, многодисциплинарному пространству знаний (МПЗ). МПЗ формируется путем пересечения отдельных областей знаний.

Таким образом, параметр времени  $t, t_i \in [0, T]$  является меткой для идентификации структуры цитирования в базе данных (БД), в чем заключается суть темпоральной БД, которая расширяется с каждым годом относительно первичной публикации  $P_0$ .

Так, по результатам первого года (года публикации работы  $P_0$ ) число вершин графа определяется количеством цитирований  $X_i, (i = \overline{1, N})$  для  $i$ -го временно-

го среза. Для представленного на *рис. 2* графа количество вершин определим, как

$$\bar{X}^N = 1 + \sum_{i=1}^N X_i.$$

Данный подход уместен для работ, написанных на актуальные темы, способных заинтересовать научное сообщество, а временное окно зависит от направленности научной работы. Обычно более важным считается долгосрочное воздействие публикаций [18] (*Database*), т.е. работы, цитируемость которых продолжается на интервале более 5 лет.

При цитировании конкретного документа существует возможность перехода на связанные документы, т.е. на другие ресурсы, создавая сеть совместного цитирования<sup>8</sup> (*рис. 3-а*). Здесь *A, B, C* – авторы исходных

<sup>8</sup> Trujillo C.M., Long T.M. Document co-citation analysis to enhance transdisciplinary research // Science Advances. – 2018. – Vol. 4. – No. 1:1-9. DOI: 10.1126/sciadv.1701130

документов, маленькими буквами **a – h** обозначены цитируемые источники, различная окраска которых соответствует различным предметным областям исследования. Таким образом, авторы **A, B, C** совместно процитировали работы **c** и **d** по три раза, а работу **e** проци-

тировали два раза в документах **A** и **B** (см. рис. 3-б), где узлы – это цитируемые документы. Подход позволяет на основе трансформации графов показывать динамику совместного цитирования с учетом области знаний, к которой принадлежит научная работа.

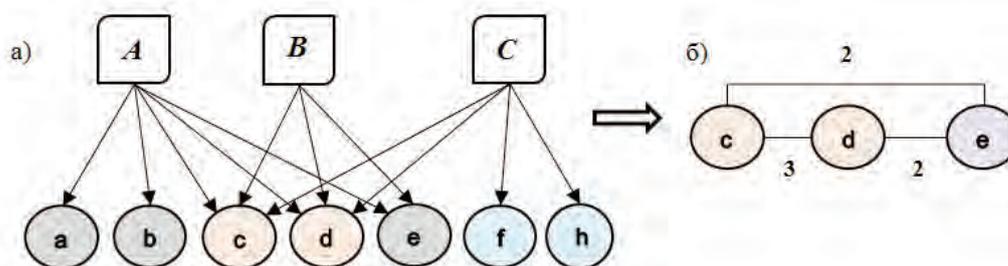


Рис. 3. Структура совместного цитирования

### Организация цитируемости журнала

Большинство индексных баз формируются под выбранные предметные области знаний, объединяя как издателей, так и авторов, а вместе с ними и читателей или пользователей в определенной научной сфере. Так, известными информационными ресурсами для своих направлений являются:

- [pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru) – интернет-портал правовой информации;
- [edirc.repec.org/data/derasru.html](http://edirc.repec.org/data/derasru.html) – база данных публикаций по экономике;
- [uisrussia.msu.ru](http://uisrussia.msu.ru) – электронная библиотечная база данных для университетских исследований в области управления, социологии, философии и других гуманитарных наук;
- [math-net.ru](http://math-net.ru) – для журналов математической направленности;
- [www.gost.ru/portal/gost/home/activity/metrology](http://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/metrology) – база данных Федерального агентства по техническому регулированию и «Росстандарт»;
- [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) – база журналов по математике, информатике, экономике, социальным наукам издательства Elsevier (более 1500 журналов);
- *zbMATH (Database Zentralblatt MATH)* – БД реферативных записей статей (без полных текстов) математического журнала, основанного издательством «Шиллингер» (сотрудничает более чем с 2300 журналами).

Научные журналы по праву становятся основным способом осуществления научных коммуникаций [1] в современной научной среде. С ростом научных направлений постоянно увеличивается и число научных изданий, готовых опубликовать результаты авторских исследований. С 2008 по 2018 гг. объем публикаций вырос с 1,8 млн до 2,6 млн статей. В 2018 г. доля работ ученых Китая составила 21%, представителей США – 17%, отмечается рост международного сотрудничества в этой сфере. Так, в 2018 г. каждая пятая статья написана соавторами из разных стран<sup>9</sup>.

На примере всемирно известного журнала «Автоматика и телемеханика» (АиТ) покажем взаимодействие баз цитирования (рис. 4). Большинство из указанных ресурсов широко известны в научном сообществе, но некоторые следует пояснить. Рассматриваемый журнал – АиТ публикует работы по теоретическим и прикладным проблемам управления. Исторически его переводная версия издается под названием «Automation and Remote Control». Соответственно индексные базы, с которыми взаимодействует издательство журнала, можно представить двумя отдельными ветвями. На практике количество коммуникаций, связанных с журналом информационных ресурсов значительно больше, что, главным образом, объясняется высоким российским и международным авторитетом данного издания – АиТ, являющегося журналом Российской Академии наук.

Кроме того, взаимодействие с рядом ресурсов является обязательным, например, *ROAD*, РИНЦ, Российская государственная библиотека (для ряда изданий), *Crossref*. В некоторые другие БД журнал попадает практически автоматически, достигнув определенного уровня научного авторитета, например, попав в ядро РИНЦ, после чего он регистрируется в *Web of Science (WoS)*, а в *Math-Net.ru*, если входит в число более 130 ведущих российских журналов на математическом портале. С большинством оставшихся научных БД издатели подписывают договорные отношения для реализации выше отмеченных задач. Переводная версия журнала АиТ зарегистрирована в *Scopus*, а, следовательно, индексируется в ряде баз данных (см. рис. 4), например, в *WoS*, *DOAJ*, *WorldCat* (международная межбиблиотечная БД), *Google Scholar* – БД научных публикаций, созданная компанией Google.

В БД *Scopus* используется ряд инструментов для оценки качества журналов, организаций, ученых, а также стран. К наиболее популярным показателям относят систему рейтинга журналов – показатель *SCImago Journal Ranking (SJR)* и *Journal Citation Reports (JCR)* – для оценки показателей цитируемости журналов, позволяя авторам выбирать журналы для заданной области исследований. Примером показателя *JCR*

<sup>9</sup>См.: Publications Output: U.S. Trends and International Comparisons // Science & Engineering Indicators. – URL: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20206/> (дата обращения 09.01.2020).

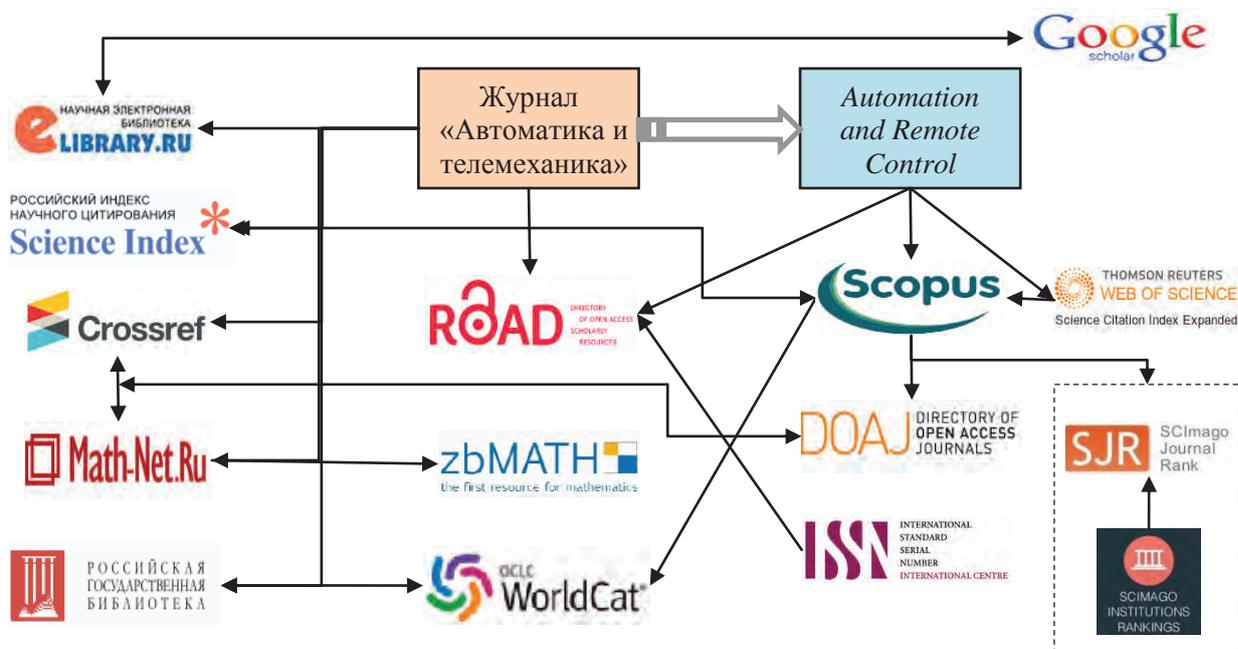


Рис. 4. Коммуникации межбазового информационного взаимодействия

является фактор влияния или импакт-фактор журнала (*JIF*) как отношение общего количества цитирований для заданного временного окна в прошлом к общему числу статей, опубликованных в журнале за этот же период [8].

Для каждого из 200 научных тематических направлений выделяют 4 квартиля ( $Q1 - Q4$ ), на которые делятся (ранжируются) журналы. Данная категория отражает уровень востребованности научного журнала в академической среде. Первые 25% списка составляют  $Q1$  – самый высокий квартиль; от 25% до 50% – квартиль  $Q2$  и т.д. В частности, для приведенного примера журналу “Automation and Remote Control” соответствует квартиль  $Q2$  в предметной области – «Системы управления и проектирования», показатель  $SJR = 0,35$ , а индекс Хирша (*h*-индекс) соответствует 28. Полный набор наукометрических показателей для журналов с регулярной издательской деятельностью представлен на сайте *elibrary.ru*. В последнее время большинство журналов на своих сайтах размещают информацию о связях издания с базами цитирования.

#### Совершенствование индексации цитирования

Проблема поиска наиболее приемлемого индекса для определения научного уровня специалиста по-прежнему актуальна, так как основной показатель – *h*-индекс основывается на наиболее цитируемых работах и практически не учитывает те из них, которые вышли не так давно или которые имеют единичные цитирования. При этом надо отдавать себе отчет, опираясь на высказывание одного из основоположников наукометрии, автора работ по созданию системы индексации и цитирования научных работ Ю. Гарфильда, что «цитирования не указывают на четкость, важность,

качество или значимость» работы, они лишь «являются индикаторами полезности или влияния»<sup>10</sup>.

На рис. 5 представлена диаграмма формирования *h*-индекса Хирша.

Уровень *h*-индекса практически не зависит от максимально и минимально цитируемых работ таблицы «Публикации/Цитирования», кроме того, как показывают обзоры [16, 19], не учитывается число авторов и возраст публикации, когда она еще остается востребованной в научном мире, общее количество публикаций автора. Указанные причины явились причиной появления ряда дополнительных индексов, представленных в табл. 1.

Если *h*-индекс отталкивается от хорошо цитируемых статей автора, то *g*-индекс учитывает статьи с наибольшим цитированием. Стремление повысить «вес» наименее цитируемым статьям вызвало появление *f*-индекса, в выражении в табл. 1 для которого  $cit_p$  – количество цитирований *p*-й статьи. Характерно, что величина *f*-индекса лежит в пределах  $h \leq f \leq g$  [19]. Мы рекомендуем обзор [19], где представлены более ста различных индексов оценки цитируемости, учитывающие и особенности предметной области, и количество авторов работ, и коллаборативные отношения между публикациями и ряд других метрических категорий и подходов.

Семантический анализ содержания текстов применяется для автоматизированного анализа публикаций. Анализ целесообразно проводить по полным публикациям<sup>11</sup>, что обеспечит формирование новых

<sup>10</sup> Garfield E. Introducing index to social sciences and humanities proceedings: more help in locating and acquiring proceedings // Current Contents. – 1978. – No 33. – P. 5 – 9.

<sup>11</sup> Knoth P, Herrmannova D. Towards Semantometrics: A New Semantic Similarity Based Measure for Assessing a Research Publication's Contribution // D-Lib Magazine. – 2014. – Vol. 20. – No 11/12. DOI: 10.1045/november14-knoth

## Определение индекса Хирша

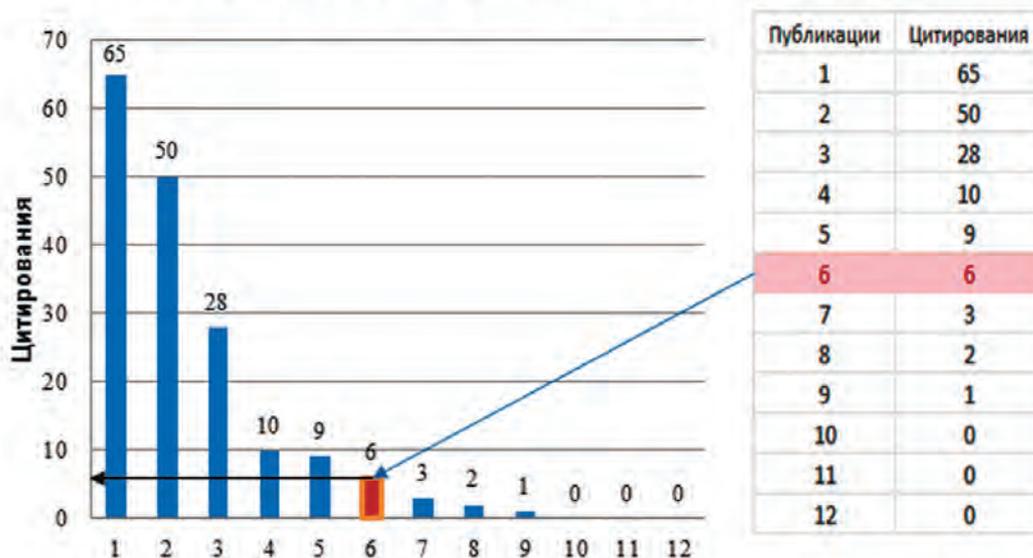


Рис. 5. Пример определения h-индекса

знаний относительно цитируемых публикаций из первоисточников. Вклад цитируемых публикаций оценивается путем вычисления *семантических расстояний* между рассматриваемыми документами или узлами

семантической сети цитирования РИС. В частности, для косинусной меры сходства используются признаки в виде частот появления терминов в сравниваемых документах.

Таблица 1  
Альтернативные оценки цитирования

| Индекс            | Определение   |
|-------------------|---|
| <i>g</i> -индекс  | Это наибольшее число <i>g</i> публикаций, которые суммарно составили не менее $g^2$ цитирований. Позволяет учитывать работы с наибольшим цитированием   |
| $h_2$ -индекс     | Это наибольшее число работ автора, причем каждая из $h_2$ (самых популярных публикаций) процитирована не менее $(h_2)^2$ раз  |
| <i>f</i> -индекс  | Представляет собой гармоническое среднее, придавая больший вес менее цитируемым работам $f = \max_f \left( f^{-1} \sum_{p=1}^f (cit_p)^{-1} \right)^{-1} \geq f$  |
| <i>r</i> -индекс  | Для учета высокоцитируемых работ автора, $r = \left( \sum_{p=1}^h cit_p \right)^{1/2}$  |
| <i>ar</i> -индекс | Это модификация <i>h</i> -индекса, увеличивается или уменьшается с течением времени, $ar = \left[ \sum_{j=1}^h (cit_j/t_j) \right]^{1/2}$ где $cit_j$ – число цитирований <i>j</i> -й статьи, а $t_j$ – время, прошедшее с момента ее опубликования |

С целью сокращения времени *извлечения информации*<sup>12</sup> в современных информационных технологиях разрабатываются методы, направленные на *структурирование* данных – результатов анализа, на основе

логической обработки слабоструктурированных документов (текстов публикаций). Это актуально для любой области знаний. Например, подход активно используется при идентификации опорных выражений в юридических текстах для сопоставления и поиска информации при сетевом анализе [24].

<sup>12</sup>Соответствует термину "information extraction" (англ.).

Анализ частоты появления терминов или ключевых слов по данным ресурсов *eLibrary.ru* приведен в табл. 2, где сравниваются известные «информационные» научно-практические журналы России «Правовая информатика», «Вопросы кибернетики», «Информационное

право» по доле статей, использующих указанные термины в составе ключевых слов. Это позволяет оценивать тематическую направленность журнала, а также проследить динамику ее изменения на интервале исследования.

Таблица 2

Сравнение «информационных» научно-практических журналов России по ключевым словам

| Ключевые слова      | «Правовая информатика» | «Вопросы кибернетики» | «Информационное право» |
|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Качество            | 0,24                   | 0,17                  | 0,06                   |
| Информация          | 0,46                   | 0,44                  | 0,33                   |
| Безопасность        | 0,26                   | 0,57                  | 0,18                   |
| Право               | 0,24                   | 0,03                  | 0,43                   |
| <b>Всего статей</b> | <b>245</b>             | <b>352</b>            | <b>641</b>             |

### Выбор журнала для публикации

В условиях широких возможностей цифровых технологий число вариантов для опубликования своих научных результатов значительно возросло. Появились издательства с сомнительной в научной среде репутацией, поэтому следует придерживаться ряда правил и критериев при выборе научного журнала. При этом основными *требованиями* являются: соответствие тематики журнала планируемой публикации и научная репутация издания (по отзывам наставников, коллег). В качестве критериев выбора журнала для публикации можно использовать следующие:

1) качество представления материала (структуризация текста статьи), оформление иллюстративного материала, списка литературных источников, приводимых в качестве обоснования актуальности темы исследования и полемирования, прозрачность и воспроизводимость полученных результатов;

2) состав и авторитетность редакционного состава, уровень рецензирования работ известными учеными, что можно оценить по заголовкам, подробности рефератов опубликованных статей журнала;

3) процесс рецензирования, сроки его проведения и порядок разрешения возникающих конфликтов интересов;

4) репутация журнала в научном мире, четкое освещение, например, на сайте журнала тематики исследований, которые могут быть опубликованы в нём, форма и прозрачность закрепления авторских прав;

5) статус индексирования журнала (библиографические базы данных и базы цитирования, в которых будет размещена информация опубликованных работ), что обеспечивает повышение видимости и доступности журнала для читателей, а также повышение его метрических показателей (фактора влияния).

### Заключение

Рассматриваемые в работе организационные вопросы литературно-издательской и публикационной деятельности ученых и соискателей ученых степеней направлены как на развитие методических инструментов (привлечение методов интеллектуального анализа структурированных данных, семантических сетевых структур, темпорального анализа и др.) для исследования цитируемости научных публикаций, так и практических рекомендаций применительно к повседневной работе издательств научной периодики для повышения факторов влияния в академической среде.

Учет авторами проектов публикаций существующих индексов цитирования (возможных значений) позволит им обоснованно оценивать свой вклад в развитие выбранного научного направления или исследуемой предметной области. А учет известных информационных ресурсов для возможного представления результатов своих научных исследований позволит определить более рациональный и достойный способ доведения соответствующей информации до научной общественности.

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.

**Литература**

1. Абрамов Е.Г. Признание модели журналов открытого доступа как способ повышения качества научных публикаций в России // Научная периодика: проблемы и решения. 2013. № 2(14). С. 4-8.
2. Акоев М. А. Картирование науки и технологии, прогноз развития // Руководство по наукометрии: индикаторы развития науки и технологии. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. С. 164-184.
3. Бредихин С. В., Кузнецов А. Ю., Щербакова Н. Г. Анализ цитирования в библиометрии. Новосибирск: ИВМ и МГ СО РАН, НЭИКОН, 2013. 344 с.
4. Бурый А.С. Информационно-поисковые социотехнические системы: термины и определения. М.: Горячая линия – Телеком, 2018. 166 с.
5. Бурый А.С. Информационно-математическое обеспечение контроля качества компьютерных программ // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 15-25. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-15-25.
6. Бурый А.С., Саков А.А., Слепынцева Л.И. Разработка и актуализация нормативных документов и стандартов при управлении облачными сервисами // Транспортное дело России. 2015. № 6. С. 79-81.
7. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Суррогатное моделирование распределенных информационных систем по большим данным // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 5(51). С. 43-50.
8. Калимуллин Т.Р. Российский рынок диссертационных услуг // Экономическая социология. 2005. Т. 6. № 4. С. 14-38.
9. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
10. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: основные положения // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 4-20. DOI 10.21681/1994-1404-2019-3-04-20.
11. Ловцов Д. А. Теория информационного права: базисные аспекты // Государство и право. 2011. № 11. С. 43-51.
12. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Паршинцева Л. С. Пакеты прикладных программ для многоаспектного анализа судебной статистической информации // Правовая информатика. 2017. № 1. С. 28-36. DOI 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36.
13. Ловцов Д. А., Ниесов В. А. Об организации научных исследований и разработки основ обеспечения единства судебной системы России в информационной сфере судопроизводства // Российское правосудие. 2010. № 8. С. 102-105.
14. Миркин Б. Г. О понятии научного вклада и его измерителях // Управление большими системами. 2013. № 44. С. 292-307.
15. Онтологический и нечеткий анализ слабоструктурированных информационных ресурсов / Т.В. Афанасьева, В.С. Мошкин, А.М. Наместников и др.; под науч. ред. Н. Г. Ярушкиной. Ульяновск: УлГТУ, 2016. 130 с.
16. Цыганов А.В. Краткое описание наукометрических показателей, основанных на цитируемости // Управление большими системами. 2013. № 44. С. 248-261.
17. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение: докл. к XX Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 9-12 апр. 2019 г./ Абдрахманова Г.И., Вишневецкий К.О., Гохберг Л.М. и др. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. 82 с.
18. Aksnes D.W., Langfeldt L., Wouters P. Citations, Citation Indicators, and Research Quality: An Overview of Basic Concepts and Theories // SAGE Open. 2019. Jan-Mar. P. 1-17. DOI: 10.1177/2158244019829575.
19. Bihari A., Tripathi S., Deepak A. h-index and its alternative: A Review. 2018. URL: <https://arxiv.org/pdf/1811.03308v1.pdf> (дата обращения 20.02.2020).
20. Björk B.-C. A model of scientific communication as a global distributed information system // Information Research – An International Electronic Journal. 2007. Vol. 12. No. 2.
21. Buryi A.S., Lomakin M.I., Sukhov A.V. Quality Assessment of “Stress-Strength” Models in the Conditions of Big Data // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. Jan.020. Vol. 9. No 3. P. 3276-3281. DOI: 10.35940/ijitee.C8982.019320
22. Huang W., Wang P., Wu Q. A correlation comparison between Altmetric Attention Scores and citations for six PLOS journals // Plos One. 2018. No. 5. P. 1-15. DOI: 10.1371/journal.pone.0194962.
23. Kalantari A., Kamsin A., Kamaruddin H. S., Ebrahim N. A., Gani A., Ebrahimi A. and Shamshirband S. A bibliometric approach to tracking big data research trends // Journal of Big Data. 2017. Vol. 4, No. 30.
24. Sakhaee N., Wilson M.C. Information extraction framework to build legislation network // Artificial Intelligence and Law. 2018. P. 1-24. DOI: 10.1007/s10506-020-09263-3

# SCIENTIFIC COMMUNICATIONS AS DISTRIBUTED INFORMATION STRUCTURES

**Aleksei Buryi**, Dr.Sc. (Technology), expert of the Russian Academy of Sciences, Director of a department of the Russian Scientific and Technical Centre of Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment. Moscow, Russian Federation

**E-mail:** [a.s.burij@gostinfo.ru](mailto:a.s.burij@gostinfo.ru)

**Aleksandr Balvanovich**, Ph.D. (Economics), Deputy Director of a department of the Russian Scientific and Technical Centre of Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment. Moscow, Russian Federation

**E-mail:** [a.v.balvanovich@gostinfo.ru](mailto:a.v.balvanovich@gostinfo.ru)

**Keywords:** scientific communications, information structures, citation analysis, impact factor, citation base, temporal structure, citation indexes, inform-metrics.

## Abstract.

**Purpose of the work:** improving the scientific and methodological base in the field of science-metrics to ensure network communications in the scientific community.

**Method used:** information and statistical analysis, expert assessment and forecast of research activities in science-metrics based on monitoring and structural analysis of scientific communications.

**Results:** it is substantiated the structural and functional concept of analyzing citation databases as distributed information structures, and the need to apply methods of intellectual analysis of weakly structured data, semantic network technologies, as well as the integration of traditional citation metrics with altmetrics indicators that reduce the time of information search in scientific databases.

The place and validity of the task of citation analysis in the digital space for assessing trends in the development of science, identifying promising areas and developing strategies for scientific and technical perfection is shown.

## References:

1. Abramov E.G. Priznanie modeli zhurnalov otkry`togo dostupa kak sposob pov`sheniia kachestva nauchny`kh publikatsii` v Rossii // Nauchnaia periodika: problemy` i resheniia. 2013. № 2(14). S. 4-8.
2. Akoev M. A. Kartirovanie nauki i tekhnologii, prognoz razvitiia // Rukovodstvo po naukometrii: indikatory` razvitiia nauki i tekhnologii. Ekaterinburg: Izdatel`stvo Ural`skogo universiteta, 2014. S. 164-184.
3. Bredihin S. V., Kuznetcov A. Iu., Shcherbakova N. G. Analiz tciirovaniia v bibliometrii. Novosibirsk: IVM i MG SO RAN, NE`IKON, 2013. 344 s.
4. Bury`i` A.S. Informatcionno-poiskovy`e sotciotekhnicheskie sistemy`: terminy` i opredeleniia. M.: Goriachaia liniia – Telekom, 2018. 166 s.
5. Bury`i` A.S. Informatcionno-matematicheskoe obespechenie kontroliia kachestva komp`iuterny`kh programm // Pravovaia informatika. 2019. № 2. S. 15-25. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-15-25.
6. Bury`i` A.S., Sakov A.A., Slepyn`tceva L.I. Razrabotka i aktualizatsiia normativny`kh dokumentov i standartov pri upravlenii oblachny`mi servisami // Transportnoe delo Rossii. 2015. № 6. S. 79-81.
7. Bury`i` A.S., Shevkunov M.A. Surrogatnoe modelirovanie raspredelenny`kh informatcionny`kh sistem po bol`shim dannym // Informatcionno-e`konomicheskie aspekty` standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniia. 2019. № 5(51). S. 43-50.
8. Kalimullin T.R. Rossii`skii` ry`nok dissertatsionny`kh uslug // E`konomicheskaiia sotciologiiia. 2005. T. 6. № 4. S. 14-38.
9. Lovtcov D. A. Informatcionnaia teoriia e`rgasistem: Tezaurus. M.: Nauka, 2005. 248 c. ISBN 5-02-033779-X.
10. Lovtcov D. A. Informatcionnaia teoriia e`rgasistem: osnovny`e polozheniia // Pravovaia informatika. 2019. № 3. S. 4-20. DOI 10.21681/1994-1404-2019-3-04-20.
11. Lovtcov D. A. Teoriia informatcionnogo prava: bazisny`e aspekty` // Gosudarstvo i pravo. 2011. № 11. S. 43-51.
12. Lovtcov D. A., Bogdanova M. V., Parshintceva L. S. Pakety` prikladny`kh programm dlia mnogoaspektного analiza sudebnoi` statisticheskoi` informatsii // Pravovaia informatika. 2017. № 1. S. 28-36. DOI 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36.
13. Lovtcov D. A., Niesov V. A. Ob organizatsii nauchny`kh issledovaniia i razrabotki osnov obespecheniia edinstva sudebnoi` sistemy` Rossii v informatcionnoi` sfere sudoproizvodstva // Rossii`skoe pravosudie. 2010. № 8. S. 102-105.
14. Mirkin B. G. O poniatii nauchnogo vclada i ego izmeriteliakh // Upravlenie bol`shimi sistemami. 2013. № 44. S. 292-307.

15. Ontologicheskii i nechetkii analiz slabostrukturirovannykh informatcionnykh resursov / T.V. Afanas`eva, V.S. Moshkin, A.M. Namestneykov i dr.; pod nauch. red. N. G. Iarushkinoi`. Ul`ianovsk: UIGTU, 2016. 130 s.
16. TCy`ganov A.V. Kratkoe opisanie naukometricheskikh pokazatelei`, osnovannykh na tcitiruemosti // Upravlenie bol`shimi sistemami. 2013. № 44. S. 248-261.
17. Chto takoe tcifrovaia e`konomika? Trendy`, kompetentcii, izmerenie: docl. k XX Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiia e`konomiki i obshchestva, Moskva, 9-12 apr. 2019 g./ Abdrakhmanova G.I., Vishnevskii` K.O., Gokhberg L.M. i dr. M.: Izd. dom Vy`shei` shkoly` e`konomiki, 2019. 82 s.
18. Aksnes D.W., Langfeldt L., Wouters P. Citations, Citation Indicators, and Research Quality: An Overview of Basic Concepts and Theories // SAGE Open. 2019. Jan-Mar. P. 1-17. DOI: 10.1177/2158244019829575.
19. Bihari A., Tripathi S., Deepak A. h-index and its alternative: A Review. 2018. URL: <https://arxiv.org/pdf/1811.03308v1.pdf> (data obrashcheniia 20.02.2020).
20. Björk B.-C. A model of scientific communication as a global distributed information system // Information Research – An International Electronic Journal. 2007. Vol. 12. No. 2.
21. Buryi A.S., Lomakin M.I., Sukhov A.V. Quality Assessment of "Stress-Strength" Models in the Conditions of Big Data // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. Jan.020. Vol. 9. No 3. P. 3276-3281. DOI: 10.35940/ijitee.C8982.019320
22. Huang W., Wang P., Wu Q. A correlation comparison between Altmetric Attention Scores and citations for six PLOS journals // Plos One. 2018. No. 5. P. 1-15. DOI: 10.1371/journal.pone.0194962.
23. Kalantari A., Kamsin A., Kamaruddin H. S., Ebrahim N. A., Gani A., Ebrahimi A. and Shamshirband S. A bibliometric approach to tracking big data research trends // Journal of Big Data. 2017. Vol. 4, No. 30.
24. Sakhaee N., Wilson M.C. Information extraction framework to build legislation network // Artificial Intelligence and Law. 2018. P. 1-24. DOI: 10.1007/s10506-020-09263-3

# АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ОХРАННОГО МОНИТОРИНГА

Канушкин С.В.\*

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, дистанционно пилотируемые летательные аппараты, стабилизация, адаптация, беспоисковая система, синтез, точность, установившаяся ошибка, регулятор, устойчивость, фазовая траектория.

## Аннотация.

**Цель работы:** разрешение противоречия между требованиями по обеспечению точности и устойчивости при выборе величины коэффициента передачи по углу рыскания в системе угловой стабилизации беспилотного летательного аппарата охранного мониторинга.

**Метод:** комплексный теоретико-прикладной синтез на основе эвристического метода в классе беспоисковых самонастраивающихся систем, реализующих прямое адаптивное управление.

**Результаты:** разработан алгоритм управления, который при больших отклонениях от нулевого значения на фазовой плоскости значение коэффициента передачи по углу снижает, что увеличивает создаваемое опережение по фазе; при малых отклонениях значение коэффициента увеличивается, что обеспечивает повышение точности системы угловой стабилизации дистанционно пилотируемого летательного аппарата.

Обоснован вывод о необходимости и целесообразности использования алгоритмов прямого адаптивного управления, увеличивающих точность системы стабилизации дистанционно пилотируемого летательного аппарата при сохранении запасов устойчивости.

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-28-40

## Введение

Большую роль для мониторинга площадных охраняемых объектов в системе правоохранительных органов играют робототехнические комплексы (РТК). Основными целями применения РТК является придание нового качества используемым средствам в интересах повышения эффективности выполнения задач, снижения потерь и уменьшения финансовых затрат. Особое внимание следует уделять рациональному сочетанию возможностей человека и техники [1, 6 – 8].

Типовой образец робототехнических комплексов можно представить в виде совокупности функционально связанных элементов:

1. Базовый носитель – это могут быть шасси или корпус любой конфигурации, предназначенные для применения в различных средах.

2. Специализированное навесное (встраиваемое) оборудование в виде набора съемных модулей полезной (целевой) нагрузки. Состав специализированного

оборудования устанавливается исходя из функционального предназначения робота.

3. Средства обеспечения и обслуживания, используемые при подготовке к применению и технической эксплуатации робота.

Для мониторинга площадных охраняемых объектов наиболее часто используются летательные аппараты (ЛА) беспилотной авиационной системы, которая включает:

- собственно беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – без экипажа на борту;
- пункт управления (пульт оператора, приёмопередающая аппаратура);
- систему связи с беспилотным летательным аппаратом (это может быть прямая радиосвязь или спутниковая связь);
- дополнительное оборудование, необходимое для перевозки и обслуживания беспилотного летательного аппарата.

БПЛА могут обладать разной степенью автономности – от управляемых дистанционно до полностью автоматических. Согласно Правилам использования воз-

\* **Канушкин Сергей Владимирович**, кандидат технических наук, доцент, доцент Военной академии имени Петра Великого, Российская Федерация, г. Москва.

E-mail: [kan.cer59@yandex.ru](mailto:kan.cer59@yandex.ru)

душного пространства Российской Федерации, БПЛА определяется как «*летательный аппарат, выполняющий полёт без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полёте автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов*»<sup>1</sup>.

Международная организация гражданской авиации разделяет радиоуправляемые модели и БПЛА, указывая, что первые предназначены, прежде всего, для развлечения и должны регулироваться местными, а не международными правилами использования воздушного пространства.

Дистанционно пилотируемый летательный аппарат (ДПЛА) – БПЛА, пилотируемый человеком (пилотом, оператором), находящимся на пункте управления, располагающемся на Земле, на воздушном или космическом аппарате.

Для обозначения ДПЛА иногда употребляется также термин «телепилотируемый ЛА». В отличие от телеуправляемого летательного аппарата (ТЛА), ДПЛА управляется оператором не эпизодически, а непрерывно, в зависимости от конкретной обстановки в районе его полёта и, как правило, оборудуется телевизионной камерой с переменным фокусным расстоянием [13, 14]. ДПЛА является дальнейшим развитием телеуправляемого ЛА, который управляется в основном бортовой автоматической системой.

Основным преимуществом ДПЛА является существенно меньшая стоимость их создания и эксплуатации. Недостатком ДПЛА является уязвимость систем дистанционного управления.

### Система управления беспилотным летательным аппаратом

Не зависимо от способа управления положением ДПЛА система управления маршрутом определяет условия совершения маневра между точками заданной траектории полета. Блок следования вдоль траектории полета дает команды автопилоту низкого уровня, который контролируют положение корпуса летательного аппарата. Каждый блок при выработке решений полагается на оценки состояний, получаемых в результате фильтрации показаний бортовых датчиков. Автопилот относится к системам управления низкого уровня, который поддерживает постоянными значения углов крена (вращения), тангажа и рыскания; скорости полета, высоты и курсового направления полета.

Таким образом, ДПЛА представляют собой многосвязные многомерные *нелинейные* динамические объекты. Для создания высокоэффективных систем управления следует применять методы синтеза, позволяющие в полной мере учесть их особенности, а также обеспечить надежное функционирование синтезируе-

мых робототехнических систем во всей допустимой области изменения фазовых координат.

Современные системы стабилизации (автопилот) беспилотного летательного аппарата становятся все более и более сложными, так как расширяется круг задач, решаемых ими. При возрастании сложности систем, уровень которых оценивается объемом циркулирующей в них информации, следует использовать, создавать и развивать наиболее *интеллектуальные* компоненты и системы управления. Создание систем интеллектуального управления требует учета основных *принципов*: обмена информацией; открытости систем интеллектуального управления для самоорганизации и самообучения; прогнозирования изменения в системе и внешней среде. Требования высокой точности управления обуславливают необходимость разработки новых алгоритмов систем управления автономными мобильными робототехническими системами, работающими в условиях неопределенной внешней среды.

Известно, что управление в иерархических моделях, даже расширенных классической системой обратных связей, не обеспечивает эффективность оценок. Так как по мере углубления на новый уровень иерархии связи и полученные функциональные зависимости несут в себе все возрастающие смещения (ошибки). В силу того, что современные мобильные роботы являются нелинейными объектами управления, которые непрерывно взаимодействуют с внешней средой, то для решения данной задачи целесообразно применить методы и принципы направленной самоорганизации или адаптивной теории управления робототехническими системами [3 – 5].

Теория адаптивных систем возникла в связи с необходимостью решения широкого класса прикладных задач, для которых неприемлемы традиционные методы, требующие знания адекватной математической модели объекта. Качество традиционных (неадаптивных) методов управления тем выше, чем больше априорной информации о самом объекте и условиях его функционирования. На практике достаточно трудно обеспечить точное математическое описание объекта управления.

Так, беспилотный летательный аппарат, представляет собой физический летательный аппарат с шестью степенями свободы, который реагирует на команды сервопривода (руль высоты, элерон, руль направления и дроссельная заслонка), а также на ветер и прочие возмущения. Одна из первостепенных *проблем* связана с полетом БПЛА при наличии ветра. Поскольку скорости полета находятся в интервале 36 – 72 км/час, который типичен для ДПЛА, а скорость ветра на нескольких сотнях метров над уровнем Земли почти всегда превышает 18 км/час, то ДПЛА должны быть способны эффективно маневрировать в воздушном потоке. Традиционные методы отслеживания траектории, используемые в робототехнике, для ДПЛА работают недостаточно хорошо. Основным затруднением в использовании этих методов является требование быть

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ от 11 марта 2010 г. № 138 (ред. от 12.07.2016) «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

в определенном месте в определенное время, которое не может надлежащим образом учитывать изменения скорости относительно Земли, вызванные неизвестными и меняющимися воздействиями ветра.

Разработка автоматических систем управления ДПЛА, создание адекватной математической модели представляет обычно сложную самостоятельную задачу. Более того, характеристики объекта в процессе функционирования могут существенно изменяться. Динамические характеристики летательных аппаратов сильно зависят от режима полета, технологических разбросов, состояния атмосферы. В этих условиях традиционные методы часто оказываются неприменимыми либо не обеспечивают требуемое качество системы автоматического управления.

Теория адаптивных и робастных<sup>2</sup> систем изучает методы управления неопределенными объектами, для которых являются неприменимыми методы классической теории управления.

Адаптивные (самонастраивающиеся) системы – это системы управления, обеспечивающие компенсацию параметрических, сигнальных, функциональных или структурных неопределенностей объекта управления за счет автоматической подстройки регулятора в ходе рабочего функционирования системы. Другими словами, адаптивные системы восполняют нехватку априорной информации об объекте управления в ходе рабочего функционирования. В этом смысле они могут также называться самообучающимися системами. Управляющая система, автоматически определяющая нужный закон управления посредством анализа поведения объекта при текущем управлении, называется адаптивной.

Многочисленные обзоры по теории адаптивных систем имеют разнообразные варианты классификации<sup>3</sup>. Адаптивные системы можно разделить на два больших класса: самоорганизующиеся и самонастраивающиеся.

В самоорганизующихся системах в процессе функционирования происходит формирование алгоритма управления (его структуры и параметров), позволяющего оптимизировать систему с точки зрения поставленной цели управления. Такого рода задача возникает, например, в условиях изменения структуры и параметров объекта управления в зависимости от режима функционирования, когда априорной информации недостаточно для определения текущего режима. При широком классе возможных структур объекта трудно надеяться на выбор единственной структуры алгоритма управления, способной обеспечить замкнутой си-

стеме достижение цели управления во всех режимах функционирования. Таким образом, речь идет о синтезе при свободной структуре регулятора. Очевидная сложность постановки задачи не позволяет надеяться на простые алгоритмы ее решения, а, следовательно, и на широкое внедрение в настоящее время таких систем в практику управления ДПЛА.

Задача существенно упрощается, если структура объекта управления известна и неизменна, а поведение зависит от ряда неизвестных параметров. Эта задача решается в классе *самонастраивающихся* систем (СНС), в которых структура регулятора задана (заранее выбрана) и требуется определить лишь алгоритм настройки его коэффициентов (алгоритм адаптации).

СНС делятся на два подкласса: поисковые и беспойсковые. В *поисковых* СНС минимум (или максимум) меры качества (производительность установки, расход топлива и др.) ищется с помощью специально организованных поисковых сигналов. Простейшими поисковыми системами являются экстремальные системы, в которых недостаток априорной информации восполняется за счет текущей информации, получаемой в виде реакции объекта на искусственно вводимые поисковые (пробные, тестовые) воздействия.

В *беспоисковых* СНС в явном или неявном виде имеется модель с желаемыми динамическими характеристиками. Задача алгоритма адаптации состоит в настройке коэффициентов регулятора таким образом, чтобы свести рассогласование между объектом управления и моделью к нулю. Такое управление называют прямым адаптивным управлением (*direct adaptive control*), а системы — адаптивными системами с эталонной моделью (*model reference adaptive systems*). В случае непрямого адаптивного управления (*indirect adaptive control*) сначала проводят идентификацию объекта, а затем определяют соответствующие коэффициенты регулятора. Такие регуляторы называются самонастраивающимися (*self-tuning regulators*).

При прямом адаптивном управлении контуры адаптации работают по замкнутому циклу. Это позволяет парировать изменения параметров объекта и регулятора в процессе функционирования. Однако каждый контур самонастройки повышает порядок системы как минимум на единицу, и при этом существенно влияет на общую динамику замкнутой системы.

В случае непрямого адаптивного управления контуры самонастройки работают по разомкнутому циклу и, следовательно, не влияют на динамику системы. Однако все ошибки идентификации, уходы параметров объекта и регулятора существенно влияют на точность управления.

В беспойсковых СНС эталонная модель может быть реализована в виде реального динамического звена (явная модель) или присутствовать в виде некоторого эталонного уравнения, связывающего регулируемые переменные и их производные (неявная модель). В неявной модели коэффициенты эталонного уравнения являются параметрами алгоритма адаптации.

<sup>2</sup> Ловцов Д. А., Калашников Ю. В. Информационная технология автоматизированного ситуационного функционального контроля сложных динамических объектов. I. Стратегия робастного контроля // НТИ. Сер. 2. Информ. процессы и системы. – 1997. – № 2. – С. 21 – 28.

<sup>3</sup> См., например: Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник. В 5-ти тт. Том 5. Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова – М.: МГТУ им. Баумана, 2004. – 784 с. ISBN 5-7038-2193-2.

**Задачи синтеза алгоритмов адаптивного управления**

Рассмотрим задачу синтеза управления для непрерывных динамических объектов в общем виде.

Пусть на объект управления влияют измеряемые возмущения (задающие воздействия)  $Y = Y(t)$ , неизмеряемые возмущения  $N = N(t)$  и управляющие воздействия  $U = U(t)$ . Наблюдениям доступны выходные переменные объекта  $X = X_b(t)$ . Поведение объекта зависит от ряда неизвестных параметров, совокупность которых обозначаем через  $\xi$ . Задано множество возможных значений  $\xi$ , определяющих класс допустимых объектов и возмущений. Задана цель управления, определяющая желаемое поведение объект управления.

Требуется синтезировать алгоритм управления, использующий измеряемые или вычисляемые на основе измерений величины, не зависящие от  $\xi$  и обеспечивающий для каждого  $\xi$  достижение заданной цели управления.

Вектор неизвестных параметров  $\xi$  обычно состоит из коэффициентов уравнений, составляющих математическое описание объекта, а также из коэффициентов, определяющих изменение внешних воздействий (состояния среды). Кроме того, вектор  $\xi$  может содержать абстрактные параметры, описывающие неизмеряемые возмущения, обусловленные неточностью описания объекта управления. Вектор  $\xi$ , как правило, считается квазистационарным: постоянным или меняющимся медленно (медленнее динамических процессов в объекте и изменений внешних воздействий).

В дальнейшем будем считать, что процесс (вектор)  $Z$  рассматриваемой системы квазистационарен, если он меняется существенно медленнее остальных динамических процессов, протекающих в системе.

Описанная выше задача является задачей управления в условиях неопределенности, связанной с  $\xi$ . Задача может решаться поэтапно: вначале идентификация вектора  $\xi$ , а затем определение алгоритма управления, обеспечивающего требуемое качество функционирования одним из традиционных методов. Однако такая стратегия синтеза требует дополнительного времени на изучение объекта и неприменима в нестационарных условиях.

Более совершенной стратегией управления является адаптивная стратегия, состоящая в одновременном изучении объекта и управлении им. Алгоритм адаптивного управления имеет двухуровневую структуру (рис. 1).

Алгоритм 1-го уровня (алгоритм регулирования или алгоритм основного уровня) зависит от вектора параметров  $\Theta$  (вектора параметров регулятора), при каждом  $\xi$  он должен обеспечивать достижение цели управления при соответствующем выборе  $\Theta = \Theta(\xi)$ . Алгоритм 2-го уровня изменяет (настраивает) вектор  $\Theta$  таким образом, чтобы обеспечить достижение цели управления при неизвестном  $\xi$ . Совокупность алгоритмов регулирования и адаптации называется алгоритмом адаптивного управления, а динамическая

система, состоящая из объекта и устройства, реализующего алгоритм адаптивного управления, адаптивной системой управления.

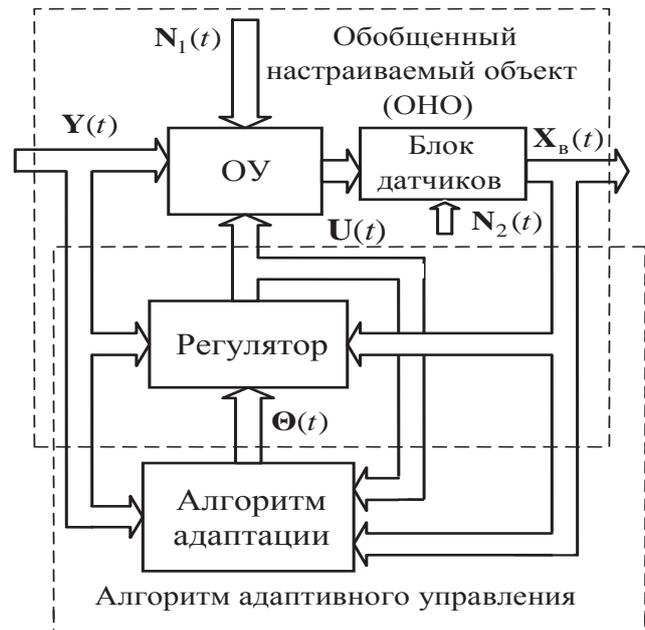


Рис. 1. Структурная схема адаптивной системы управления

Принцип построения идентификационных адаптивных систем (или систем с косвенной адаптацией) основан на использовании процедуры идентификации объекта, т.е. на получении оценок его параметров или динамических характеристик. Полученные оценки используются далее для расчета коэффициентов регулятора. Таким образом, в своей структуре идентификационные адаптивные системы содержат блок (алгоритм) идентификации вырабатывающий оценки неизвестных параметров объекта управления. Основной отличительной чертой адаптивных (самонастраивающихся) систем является наличие дополнительной обратной связи, образованной цепью настройки параметров регулятора. Такая обратная связь получила название параметрической, в отличие от сигнальной обратной связи, образованной непосредственно регулятором (рис. 2).



Рис. 2. Схема идентификационной адаптивной системы управления

В условиях неопределенности первостепенную роль приобретают алгоритмы управления, позволяющие достигать цели управления, по возможности, за конечное время и обладающие свойством устойчивости по отношению к изменениям параметров и действию возмущений. Методы адаптивного управления в условиях неопределенности являются одними из часто используемых путей решения задач управления сложными объектами. Адаптивными называются системы управления, которые в процессе эксплуатации при изменении параметров объектов или характеристик внешних воздействий самостоятельно, без участия человека изменяют параметры регулятора, его структуру, настройку или регулирующие воздействия для поддержания оптимального режима работы объекта [9 – 12].

Различают три класса адаптивных систем управления:

- 1) самонастраивающиеся системы – в них могут автоматически изменяться параметры управляющих устройств;
- 2) самоорганизующиеся системы – в них может автоматически изменяться структура управляющих устройств;
- 3) самообучающиеся системы – это системы, в которых могут автоматически изменяться цели и критерии управления.

Задачами прикладной теории управления беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) является разработка математических методов и алгоритмов формирования управления различными видами БПЛА при решении с их использованием соответствующих целевых задач [15].

На практике не всегда возможно точно определить математическую модель интересующего нас объекта. Изменения условий окружающей среды функционирования системы может существенно влиять на конкретное значение реальных параметров модели и структуру. Более того, рассматриваемый класс объектов – ДПЛА – меняет свои динамические характеристики в процессе функционирования. Существовавшие к настоящему времени схемы устранения неопределенности так или иначе могут быть сведены к задачам адаптивного управления. Упрощенная постановка задачи адаптивного управления выглядит следующим образом.

Пусть исходный объект управления описан системой дифференциальных уравнений:

$$\dot{x} = f(x, \theta, u, t); y = h(x),$$

где  $\theta \in \Omega_\theta$  – вектор неизвестных параметров модели;  $\Omega_\theta$  – известное заранее множество – класс неопределенности модели.

Целью управления является выполнение соотношения:

$Q_t \leq \Delta$  при  $t > t_*$ ,  
где  $Q_t = Q_t[x(\tau), u(\tau), 0 \leq \tau \leq t]$  – целевой локальный функционал,  $\Delta \geq 0$  – порог.

Задача синтеза адаптивной системы состоит в нахождении, как правило, не упреждающего управления

$u(t) = U_t[y(\tau), u(\tau), 0 \leq \tau \leq t]$ , обеспечивающего достижение цели управления для любых  $\theta \in \Omega_\theta$ .

Для решения задачи адаптивного управления, как следует из ее постановки, необходимо выбрать класс допустимых управлений  $U_t$  и определить процедуру отыскания в нем подходящего управления. Процедуры отыскания «нужного» решения в выбранном классе  $U_t$ , т.е. алгоритмы адаптации достаточно развиты на сегодняшний день и могут быть использованы как для линейных, так и для нелинейных моделей объектов управления. Это алгоритмы скоростного градиента, алгоритмы метода рекуррентных целевых неравенств. Возможность достижения цели управления здесь отражается в различных формулировках условий достижимости цели управления.

Среди способов обеспечения универсальности можно выделить два основных – замена исходной нелинейной модели на приближенную линейную и использование нелинейных канонических форм. Предположение об априорной известности структуры модели на практике может оказаться чрезмерно сильным требованием.

Говоря о синтезе регуляторов (как адаптивных, так и не адаптивных) нужно отметить тот факт, что структура регулятора (или класс допустимых управлений) существенным образом зависит от математической модели объекта и от цели управления. В рамках перечисленных методов каждая отдельная задача имеет уникальное решение в пределах класса модели. Это вносит дополнительные трудности в процесс проектирования систем. Поэтому с практической точки зрения выглядит привлекательным найти *обобщенную* структуру регулятора для наиболее широкого класса нелинейных объектов. Поэтому в большинстве случаев регулятор реализует отображение вектора состояний в пространство допустимых управлений, тогда будет естественной и интерпретация процесса синтеза управляющей функции как некоторой оптимизационной процедуры поиска «наилучшего» элемента во множестве допустимых отображений. В этом случае задача синтеза регулятора трансформируется в задачу выбора необходимой информации для организации подобной процедуры.

Множество  $U = \{u(x, w) | w \in R\}$  называют множеством допустимых управлений, а управление  $u(x) \in U$  допустимым управлением. Задание управляющей функции в классе параметрически неопределенных нелинейных отображений позволяет унифицировать процедуру синтеза управления сложными нелинейными объектами, абстрагируясь от конкретной, часто неизвестной структуры регулятора. Решение проблемы отыскания «почти универсального» регулятора, хотя бы параметрически не доопределенного, для достаточно широкого класса нелинейных динамических объектов позволило бы напрямую использовать методы адаптивного управления, так как условие достижимости автоматически выполнится.

В качестве такого потенциально «почти универсального» регулятора можно принять многослойную

нейронную сеть (МНС) прямого распространения [13]. Применение МНС в качестве регулятора для нелинейных объектов управления оправдано их способностью к аппроксимации произвольных функций нескольких аргументов, определенных на компактном множестве, и способностью к обучению [3 – 5].

Динамика ДПЛА определяется режимом полета, технологическими разбросами и состоянием атмосферы<sup>4</sup>. Особо важно учитывать требование к *точности* отработки программы полета ДПЛА: быть в определенном месте в определенное время. При этом необходимо надлежащим образом учитывать изменения скорости относительно Земли, вызванные неизвестными и меняющимися воздействиями ветра. Выполнение данного условия во многом определяются уровнем точности стабилизации углового положения ДПЛА. Необходимым условием работоспособности ДПЛА является устойчивость углового движения. Динамическая устойчивость связана с динамическим поведением летательного аппарата в ответ на возмущения. Если возмущение воздействует на ДПЛА и при этом со временем отклик ДПЛА демпфируется, то говорят, что ДПЛА динамически устойчив. Точность и устойчивость углового движения определяются алгоритмами угловой стабилизации ДПЛА.

В таких условиях традиционные методы управления оказываются ограниченными в применении, так как не обеспечиваются требуемое качество. Приспособление к условиям функционирования в адаптивных системах обеспечивается путем накопления и обработки информации о динамике объекта в процессе его полета. Это обеспечивает существенное снижение влияния неопределенностей на качество управления, при этом компенсируется недостаток априорной информации на этапе разработки ДПЛА. Известны модели возмущенного движения БПЛА по углу рыскания, алгоритм управления и динамика рулевого привода. Как выбрать  $K_{\psi}$  коэффициент передачи по углу рыскания алгоритма для обеспечения точности и устойчивости системы угловой стабилизации по каналу?

Опережение по фазе, создаваемое алгоритмом стабилизации должно быть больше запаздывания, вносимого рулевым приводом. Квазистатическая ошибка по углу обратно пропорциональна коэффициенту усиления автомата стабилизации  $K_{\psi}$  по углу рыскания.

Таким образом, при синтезе закона управления по каналу рыскания в системе угловой стабилизации возникает противоречие в выборе величины коэффициента передачи по углу рыскания: для обеспечения устойчивости необходимо данный коэффициент уменьшать, а для обеспечения точности – увеличивать. Обычно поступают следующим образом: выбирают величину коэффициента таким, чтобы обеспечить требуемую *точность* системы угловой стабилизации, а *устойчивости* системы добиваются путем введения корректирующих контуров.

Предлагается решение задачи, при условии, что структура объекта управления известна, а поведение определяется рядом неизвестных параметров. Задача будет решаться в классе самонастраивающихся систем (СНС)<sup>5</sup>. При этом структура алгоритма управления заранее определена, и необходимо выбрать алгоритм адаптации для настройки коэффициентов. В бесполой СНС заданы желаемые динамические характеристики. Таким образом, необходимо реализовать прямое адаптивное управление. В системе с прямым адаптивным управлением контур адаптации должен работать по замкнутому циклу. Это позволит приспосабливаться к изменениям параметров объекта и регулятора в процессе полета. Быстрые процессы будут управляться основным регулятором системы, а медленные изменения отслеживаться адаптером.

Условно методы синтеза адаптивных систем можно разделить на эвристические и теоретические. В *эвристических* методах отсутствует строгое обоснование устойчивости адаптивной системы и, как следствие, условия применимости рассматриваемых методов. Теоретические (строго обоснованные) методы можно разделить на два класса: точные и приближенные. В соответствии с двухуровневой схемой адаптивной системы задача разбивается на два этапа: синтез основного контура и контура адаптации. В основе приближенных подходов лежат методы декомпозиции, основанные на упрощении модели и синтезе по упрощенной модели. Для упрощения и декомпозиции используются методы теории возмущений, методы скалярных и векторных функций Ляпунова, линеаризация, понижение порядка, отбрасывание возмущений. Популярным является подход, основанный на выделении быстрых и медленных движений системы, при этом синтез осуществляется по модели, описывающей медленные движения.

В нашей работе использован *эвристический* метод, в котором отсутствует строгое теоретическое доказательство устойчивости адаптивной системы. Возможность и целесообразность применения полученного алгоритма подтверждаются результатами вычислительного эксперимента.

При решении задачи синтеза и проектирования систем стабилизации ДПЛА необходимо выбирать параметры соответствующего алгоритма стабилизации, значения которых находятся в пределах области устойчивости, только тогда будет обеспечена их работоспособность. Точность работы системы стабилизации на участках работы ДПЛА должна быть такой, чтобы методические ошибки наведения не превышали допустимых значений. Важным ограничением на текущие параметры движения беспилотного летательного аппарата является требование постоянства программных углов тангажа и рыскания, определяющих ориентацию БПЛА, в течение определенного интервала времени полета.

<sup>4</sup> Системы управления летательными аппаратами: Учебник / Под общ. ред. Г. Н. Лебедева. – М.: Изд-во «МАИ», 2007. – 756 с. ISBN 978-5-7035-1853-3.

<sup>5</sup> Методы классической и современной теории автоматического управления. Учебник. В 5-ти тт. Том 5. Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова – М.: МГТУ им. Баумана, 2004. – 784 с. ISBN 5-7038-2193-2.

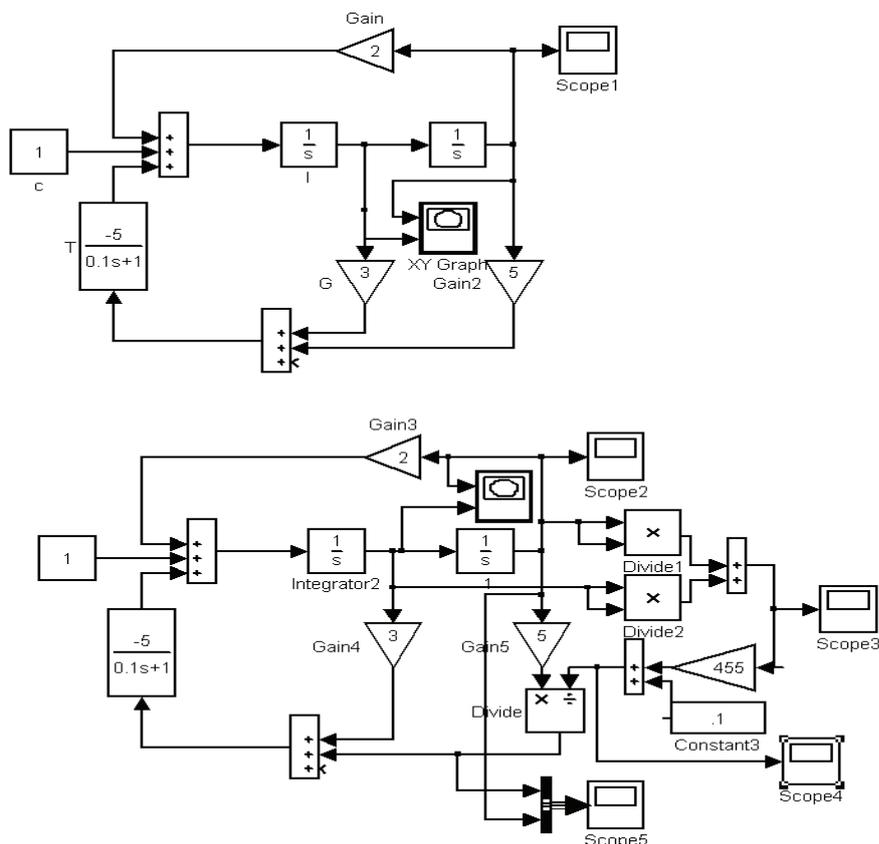


Рис. 3. Схема моделирования системы угловой стабилизации беспилотного летательного аппарата

Недостатком систем с традиционным линейным пропорционально-дифференциальным регулятором (ПД-регулятором) является низкая точность. Недостаток обусловлен противоречием при выборе значения коэффициента передачи по углу. Для увеличения запасов устойчивости системы угловой стабилизации необходимо уменьшить значение коэффициента передачи по углу в пределах области устойчивости. Для повышения точности системы стабилизации (уменьшения значения установившейся ошибки) данный коэффициент необходимо увеличивать [1, 2, 15 – 17]. При увеличении коэффициента передачи по углу в системе уменьшаются запасы устойчивости, и сильно возрастает колебательность системы.

### Результаты имитационного эксперимента

Проведен имитационный вычислительный эксперимент<sup>6</sup>, в ходе которого динамика системы угловой стабилизации БПЛА была смоделирована в *MatLab Simulink* (рис. 3).

<sup>6</sup> Методы инженерного синтеза сложных систем управления: аналитический аппарат, алгоритмы приложения в технике. Часть II. Вычислительно-аналитический эксперимент: аппарат матричных операторов и вычислительные технологии / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егулова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 416 с. ISBN: 978-5-7038-3451-0.

На рис. 4, 5 представлены фазовая траектория и график переходного процесса системы по углу рыскания при действии аддитивных постоянных возмущений с традиционным линейным ПД-регулятором.

Предлагается изменять величину коэффициента передачи по углу в зависимости от величины отклонения изображающей точки от нулевого значения на фазовой плоскости:

$$R^2 = \psi^2 + \dot{\psi}^2, K_{\psi}^* = \frac{K_{\psi}}{K_2 + K_1 R^2}.$$

Предложенный адаптивный алгоритм управления системы стабилизации увеличивает точность системы при сохранении запасов устойчивости. При больших отклонениях от нулевого значения на фазовой плоскости значение коэффициента передачи по углу уменьшается, что увеличивает создаваемое опережение по фазе. При малых отклонениях значение коэффициента увеличивается, что обеспечивает увеличение точности системы угловой стабилизации. На рис. 6 представлены графики переходных процессов в системе с традиционным линейным регулятором и с предлагаемым адаптивным.

Характер изменения коэффициента передачи по углу алгоритма стабилизации беспилотного летательного аппарата и сигнала адаптации представлены на рис. 7, 8.

Анализ графиков на рис. 7, 8 показывает, что при номинальном значении коэффициента передачи по углу

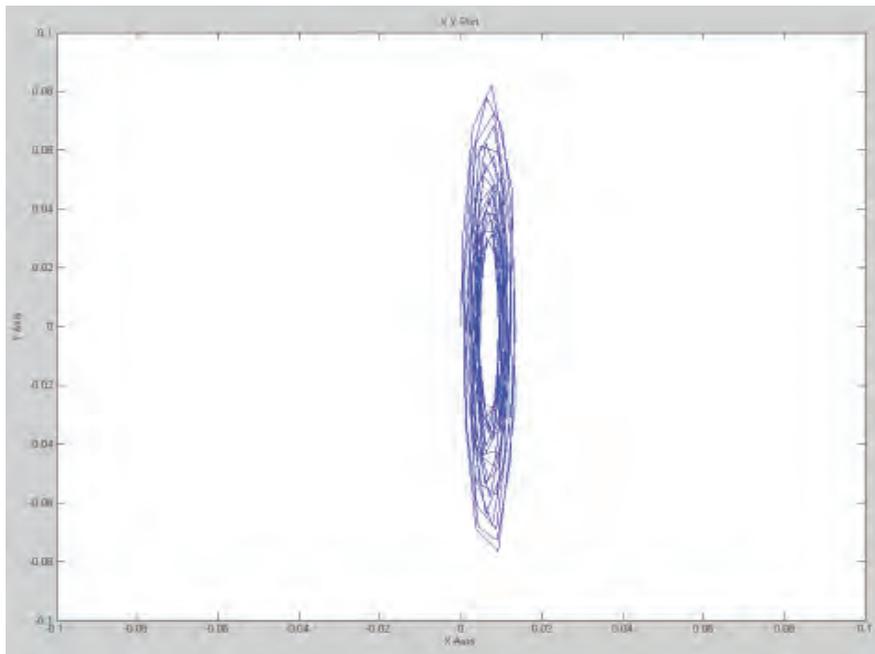


Рис. 4. Фазовая траектория переходного процесса системы по углу рыскания при действии аддитивных постоянных возмущений с традиционным линейным ПД-регулятором

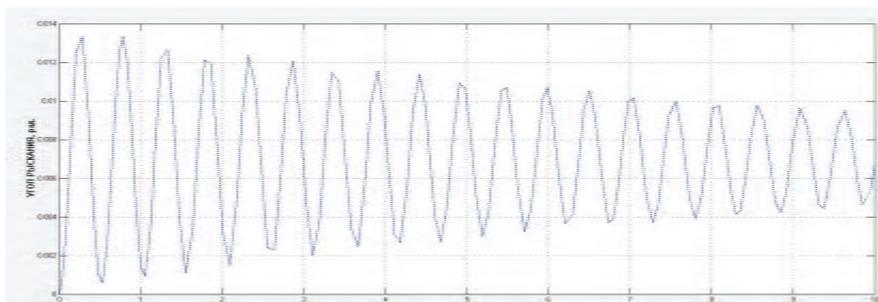


Рис. 5. График переходного процесса системы по углу рыскания при действии аддитивных постоянных возмущений с традиционным линейным ПД-регулятором

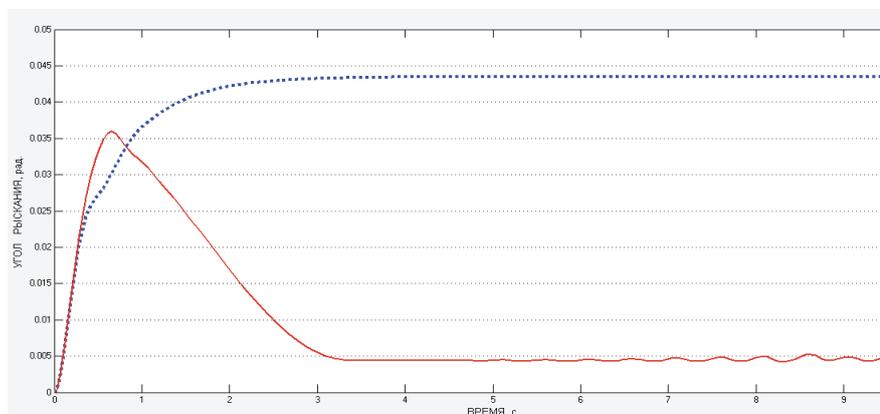


Рис. 6. Графики переходных процессов по углу рыскания в системе с традиционным линейным регулятором (пунктирная линия) и с предлагаемым адаптивным при действии аддитивных постоянных возмущений (сплошная линия)

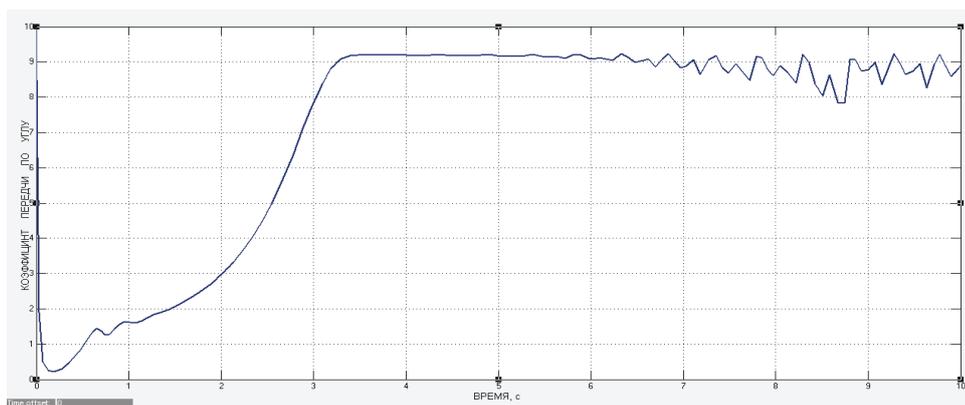


Рис. 7. Графики изменения коэффициента передачи по углу алгоритма стабилизации

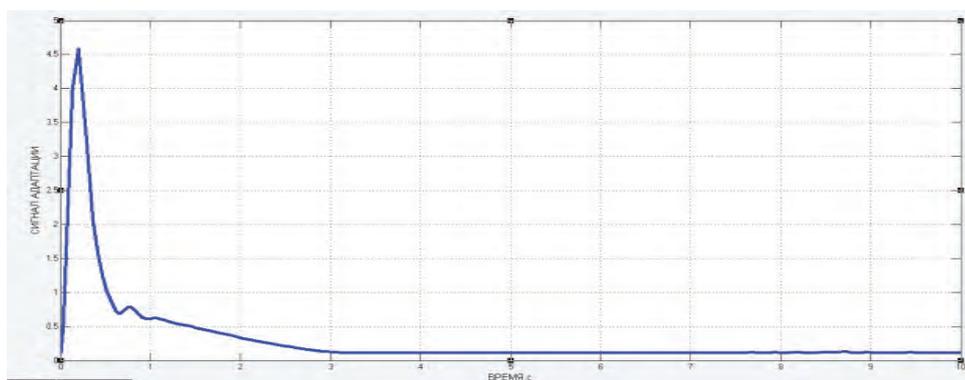


Рис. 8. Графики изменения сигнала адаптации

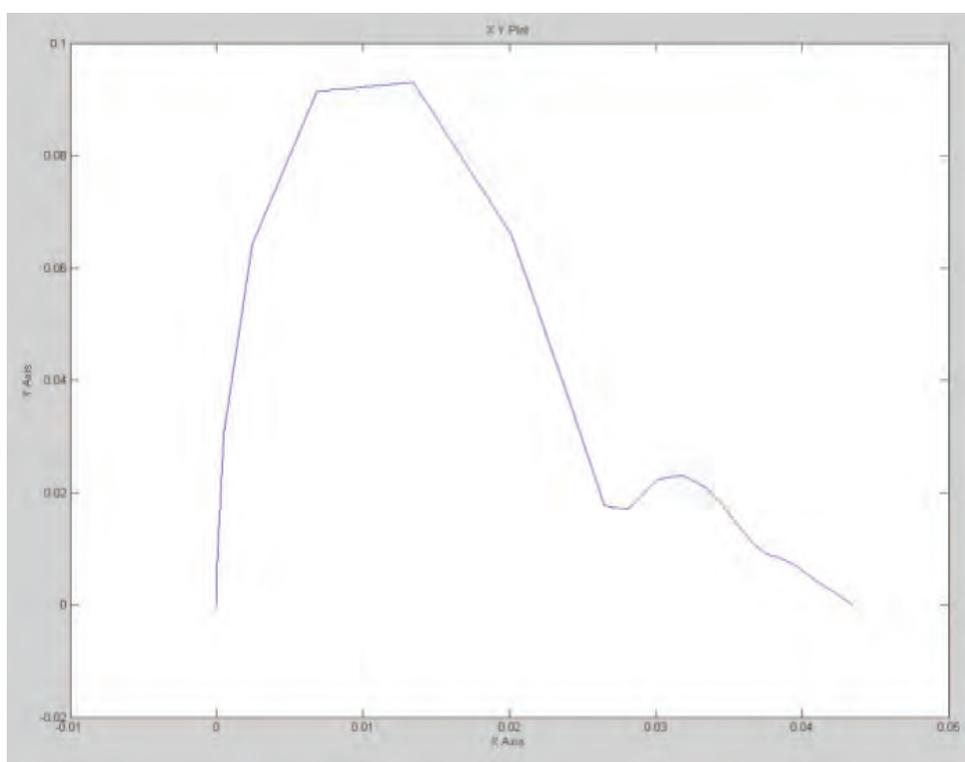


Рис. 9. Фазовая траектория движения системы с линейным ПД-регулятором при действии аддитивных возмущений ( $\psi_{уст.} = 0,044$  рад.)

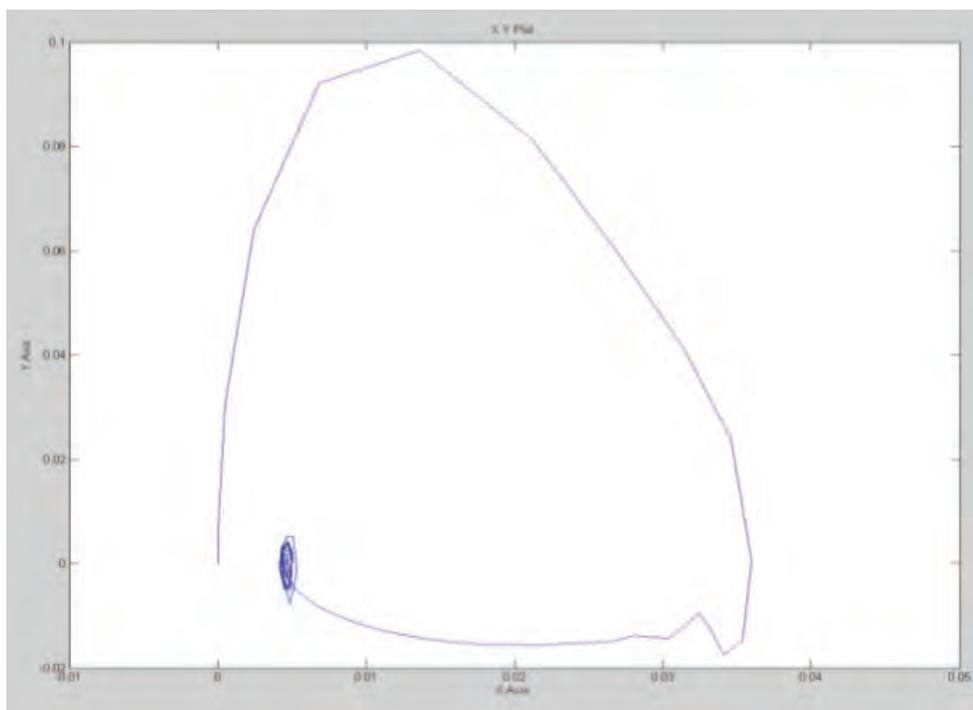


Рис. 10. Фазовая траектория движения системы с адаптивным регулятором при действии аддитивных возмущений ( $\psi_{уст.} = 0,005$  рад.)

рыскания равно 5 его адаптивное значение изменяется от 1 до 9, что соответствует установленной стратегии управления.

Таким образом, решена задача повышения точности системы угловой стабилизации без снижения запасов устойчивости углового движения. При этом выполняются ограничения на текущие параметры движения БПЛА по предельно допустимой скорости изменения программных углов тангажа и рыскания. Предполагаемая система увеличивает точность системы при сохранении запасов устойчивости. При больших отклонениях от нулевого значения на фазовой плоскости значение коэффициента передачи по углу уменьшается, что увеличивает создаваемое опережение по фазе. При малых отклонениях значение коэффициента увеличивается, что обеспечивает увеличение точности системы угловой стабилизации.

Результаты исследования системы управления ДПЛА с традиционным линейным и адаптивным алгоритмом управления в среде *Matlab Simulink* представлены на рис. 9, 10, соответственно.

В ходе имитационного эксперимента в программной среде *MatLab Simulink*, адаптивный алгоритм угловой стабилизации подтвердил обеспечение устойчивости углового движения системы стабилизации летательного аппарата при аддитивных возмущениях, с уменьшением величины установившейся ошибки по углу рыскания практически на порядок. Динамика канала стабилизации ДПЛА с линейным и адаптивным управлением подтверждает предпочтительность последнего, у которого значение установившейся ошибки на порядок меньше, что особенно важно при реализации

метода наведения, который обрабатывается системой угловой ориентации и стабилизации.

По результатам имитационного эксперимента можно сделать вывод о необходимости и целесообразности использования алгоритмов прямого адаптивного управления, увеличивающих точность системы стабилизации ДПЛА при сохранении запасов устойчивости.

### Заключение

Таким образом, для повышения эффективности выполнения задачи мониторинга площадных охраняемых объектов в системе правоохранительных органов, снижения потерь и уменьшения финансовых затрат необходимо применение РТК. Основным преимуществом ДПЛА по сравнению с другими типами объектов РТК является существенно меньшая стоимость их создания и эксплуатации.

Основным затруднением в использовании методов отслеживания траектории полета для ДПЛА является требование быть в определенном месте в определенное время, которое не может надлежащим образом быть выполнено с учетом изменений скорости полета относительно Земли, вызванных неизвестными и меняющимися воздействиями ветра. Традиционные методы отслеживания траектории, используемые в робототехнике, для ДПЛА работают недостаточно хорошо.

Задачами прикладной теории управления ДПЛА является разработка математических методов и алгоритмов формирования управления различными видами РТК при решении с их использованием соответствующих целевых задач. ДПЛА представляет собой физи-

ческий летательный аппарат с шестью степенями свободы, который реагирует на команды сервопривода (руль высоты, элерон, руль направления и дроссельная заслонка), а также на ветер и прочие возмущения.

Разработка автоматических систем управления ДПЛА, создание адекватной математической модели представляет обычно сложную самостоятельную задачу. Более того, характеристики объекта в процессе функционирования могут существенно изменяться. Динамические характеристики ЛА сильно зависят от режима полета, технологических разбросов и состояния атмосферы. В этих условиях традиционные методы часто оказываются неприменимыми либо не обеспечивают требуемое качество системы автоматического управления. Существовавшие к настоящему времени схемы устранения неопределенности так или иначе могут быть сведены к задачам адаптивного управления. Адаптивные (самонастраивающиеся) системы – это системы управления, обеспечивающие компенсацию параметрических, сигнальных, функциональных или структурных неопределенностей объекта управления за счет автоматической подстройки регулятора в ходе рабочего функционирования системы.

Сделан вывод о необходимости и целесообразности использования алгоритмов прямого адаптивного управления, увеличивающих точность системы стабилизации БПЛА при сохранении запасов устойчивости.

Обоснована возможность применения комплексного теоретико-прикладного синтеза, на основе эвристического метода, в классе беспоисковых самонастраивающихся систем, реализующих прямое адаптивное управление.

Предложен алгоритм управления, который при больших отклонениях от нулевого значения на фазовой плоскости значение коэффициента передачи по углу уменьшает, что увеличивает создаваемое опережение по фазе. При малых отклонениях значение коэффициента увеличивается, что обеспечивает повышение точности системы угловой стабилизации БПЛА. Таким образом, разрешается противоречие между требованиями по обеспечению точности и устойчивости при выборе величины коэффициента передачи по углу рыскания в системе угловой стабилизации дистанционно пилотируемого БПЛА охранного мониторинга.

Результаты вычислительного эксперимента в программной среде *MatLab Simulink*, подтверждают эффективность автопилота ДПЛА с адаптивным алгоритмом угловой стабилизации.

*Рецензент: Тютюнник Вячеслав Михайлович, доктор технических наук, профессор, академик РАН, Президент Международного информационного Нобелевского центра, г. Тамбов.*

### Литература

1. Афанасьев П. П. Основы устройства, проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов (дистанционно-пилотируемые летательные аппараты). М.: Изд-во «МАИ», 2006. 528 с. ISBN 978-5-7035-1626-3
2. Биард Р. У., Маклэйн Т. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. М.: Техносфера, 2015. 312 с. ISBN 978-5-94836-393-6
3. Зайцев А. В., Канушкин С. В. Возможности адаптивного управления робототехническими системами // Труды XVIII Всеросс. науч. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение» / МГППУ. М: МГППУ, 2020. С. 124 – 125. ISBN 978-5-94051-214-1
4. Зайцев А. В., Канушкин С. В. Возможности управления многосвязными динамическими робототехническими системами // Труды XVI Всеросс. науч. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение» / МГППУ. М: МГППУ, 2018. С. 61 – 62. ISBN 978-5-94051-172-4
5. Зайцев А. В., Канушкин С. В. Управление робототехническими системами в условиях неопределенности // Труды XVII Всеросс. науч. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение» / МГППУ. М: МГППУ, 2019. С. 359 – 360. ISBN 978-5-94051-186-1
6. Канушкин С. В. Правовые аспекты реализации функциональных возможностей интеллектуальных роботов в работе правоохранительных органов // Правовая информатика. 2018. № 2. С. 23 – 38. DOI:10.21681/1994-1404-2018-2-23-38
7. Канушкин С. В. Синергетический подход в управлении группой беспилотных летательных аппаратов интеллектуальной системы охранного мониторинга // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 25 – 37. DOI:10.21681/1994-1404-2018-3-25-37
8. Канушкин С. В. Управление робототехническими системами охранного мониторинга в условиях неопределенности // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 40 – 48. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-40-48.
9. Колесников А. А. Современная прикладная теория управления. Ч. III. Новые классы регуляторов технических систем. Таганрог: ТРТУ, 2000. 656 с. ISBN 5-8327-0045-7.
10. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X
11. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть. 1. Теоретические основы. М.: РГУП, 2018. 224 с. ISBN 978-5-93916-701-7

12. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем: основные положения // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 4 – 20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-04-20
13. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Моделирование оптико-электронных систем дистанционно пилотируемых аппаратов: Монография. М.: «Технолоджи-3000», 2019. 164 с. ISBN 978-5-94472-036-8
14. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Эффективная автоматизированная оптико-электронная система аэрокосмического мониторинга // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 29 – 35. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-29-35.
15. Моисеев В. С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов. Казань: «Школа», 2015. 444 с. ISBN 978-5-9905685-4-9
16. Патент на полезную модель № 186218 РФ. Система боковой стабилизации / Канушкин С. В., Зайцев А. В., Волков А. В., Шишкин К. В., Барыкин Д. А., Сачук А.П. (РФ). № 2018130051; Заяв. 10.08.2018.
17. Патент на полезную модель № 182886 РФ. Система угловой стабилизации / Канушкин С. В., Зайцев А. В., Волков А. В., Шишкин К. В., Сачук А.П. (РФ). № 2018117102; Заяв. 07.05.2018.

## ALGORITHMS OF ADAPTIVE CONTROL OF ROBOTIC SECURITY MONITORING SYSTEMS

**Sergey Kanushkin**, Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Peter the Great Military Academy of Strategic Rocket Forces, Moscow, Russian Federation.

**E-mail:** [kan.cer59@yandex.ru](mailto:kan.cer59@yandex.ru)

**Keywords:** monitoring, robotic systems, unmanned aerial vehicle, remotely piloted aircraft, control, stabilization, adaptation, searchless system, synthesis, accuracy, steady-state error, controller, stability, phase trajectory.

### Abstract.

**The purpose of the work:** to resolve the contradiction between the requirements for ensuring accuracy and stability when choosing the value of the yaw angle transmission coefficient in the angular stabilization system of an unmanned aerial vehicle for security monitoring.

**Method:** complex theoretical and applied synthesis, based on the heuristic method, in the class of searchless self-adjusting systems that implement direct adaptive control.

**Results:** a control algorithm is developed that reduces the value of the angle transfer coefficient for large deviations from the zero value on the phase plane, which increases the created phase advance. With small deviations, the coefficient value increases, which increases the accuracy of the angular stabilization system of a remotely piloted aircraft.

It is concluded that it is necessary and appropriate to use direct adaptive control algorithms that increase the accuracy of the remotely piloted aircraft stabilization system while maintaining stability reserves.

### References

1. Afanas'ev P. P. Osnovy` ustroïstva, proektirovaniia, konstruirovaniia i proizvodstva letatel'ny`kh apparatov (distantcionno-pilotiruemy`e letatel'ny`e appara-ty'). M.: Izd-vo «MAI», 2006. 528 s. ISBN 978-5-7035-1626-3
2. Biard R. U., Macle`i`n T. U. Maly`e bespilotny`e letatel'ny`e apparaty': teoriia i praktika. M.: Tekhnosfera, 2015. 312 s. ISBN 978-5-94836-393-6
3. Zai`tcev A. V., Kanushkin S. V. Vozmozhnosti adaptivnogo upravleniia robototekhnicheskimi sistemami // Trudy` XVIII Vseross. nauch. konf. «Nei`rokomp`iutery` i ikh primeneniie» / MGPPU. M: MGPPU, 2020. S. 124 – 125. ISBN 978-5-94051-214-1
4. Zai`tcev A. V., Kanushkin S. V. Vozmozhnosti upravleniia mnogosviazny`mi dinamicheskimi robototekhnicheskimi sistemami // Trudy` XVI Vseross. nauch. konf. «Nei`rokomp`iutery` i ikh primeneniie» / MGPPU. M: MGPPU, 2018. S. 61 – 62. ISBN 978-5-94051-172-4
5. Zai`tcev A. V., Kanushkin S. V. Upravlenie robototekhnicheskimi sistemami v usloviakh neopredelennosti // Trudy` XVII Vseross. nauch. konf. «Nei`rokomp`iutery` i ikh primeneniie» / MGPPU. M: MGPPU, 2019. S. 359 – 360. ISBN 978-5-94051-186-1
6. Kanushkin S. V. Pravovy`e aspekty` realizatsii funktsional'ny`kh vozmozhnostei` intellektual'ny`kh robotov v rabote pravookhranitel'ny`kh organov // Pravovaia informatika. 2018. № 2. S. 23 – 38. DOI:10.21681/1994-1404-2018-2-23-38
7. Kanushkin S. V. Sinergeticheskii` podhod v upravlenii gruppoi` bespilotny`kh letatel'ny`kh apparatov intellektual'noi` sistemy` okhrannogo monitoringa // Pravovaia informatika. 2018. № 3. S. 25 – 37. DOI:10.21681/1994-1404-2018-3-25-37
8. Kanushkin S. V. Upravlenie robototekhnicheskimi sistemami okhrannogo monitoringa v usloviakh neopredelennosti // Pravovaia informatika. 2019. № 2. S. 40 – 48. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-40-48.

9. Kolesnikov A. A. *Sovremennaiia prikladnaia teoriia upravleniia*. Ch. III. *Novy`e classy` regulatorov tekhnicheskikh sistem*. Taganrog: TRTU, 2000. 656 s. ISBN 5-8327-0045-7.
10. Lovtsov D. A. *Informatcionnaia teoriia e`rgasistem*: Tezaurus. M.: Nauka, 2005. 248 c. ISBN 5-02-033779-X
11. Lovtsov D. A. *Sistemny`i` analiz*. Chast`. 1. *Teoreticheskie osnovy`*. M.: RGUP, 2018. 224 s. ISBN 978-5-93916-701-7
12. Lovtsov D.A. *Informatcionnaia teoriia e`rgasistem: osnovny`e polozeniia* // *Pravovaia informatika*. 2019. № 3. S. 4 – 20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-04-20
13. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. *Modelirovanie optiko-e`lektronny`kh sistem distantsionno pilotiruemy`kh apparatov*: Monografiia. M.: «Tekhnolodzhi-3000», 2019. 164 s. ISBN 978-5-94472-036-8
14. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. *E`ffektivnaia avtomatizirovannaia optiko-e`lektronnaia sistema ae`rokosmicheskogo monitoringa* // *Pravovaia informatika*. 2019. № 2. S. 29 – 35. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-29-35.
15. Moiseev V. S. *Osnovy` teorii e`ffektivnogo primeneniia bespilotny`kh letatel`ny`kh apparatov*. Kazan`: «Shkola», 2015. 444 s. ISBN 978–5–9905685–4–9
16. Patent na poleznuiu model` № 186218 RF. *Sistema bokovoi` stabilizatsii* / Kanushkin S. V., Zai`tcev A. V., Volkov A. V., Shishkin K. V., Bary`kin D. A., Sachuk A.P. (RF). № 2018130051; Zaiav. 10.08.2018.
17. Patent na poleznuiu model` № 182886 RF. *Sistema uglovoi` stabilizatsii* / Kanushkin S. V., Zai`tcev A. V., Volkov A. V., Shishkin K. V., Sachuk A.P. (RF). № 2018117102; Zaiav. 07.05.2018.

# НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ОХРАННОГО МОНИТОРИНГА

Зайцев А.В., Канушкин С.В.\*

**Ключевые слова:** мониторинг, робототехнические комплексы, дистанционно пилотируемые летательные аппараты, беспилотный летательный аппарат, управление, стабилизация, нелинейность, насыщение, переменная структура, синтез, многокритериальность, неустойчивый предельный цикл, регулятор, устойчивость, фазовая траектория, маневр.

## Аннотация.

**Цель работы:** Обеспечение устойчивости углового движения нелинейной системы стабилизации дистанционно пилотируемого летательного аппарата при увеличенных возмущениях в ходе совершения маневра.

**Метод:** комплексный теоретико-прикладной синтез на основе методов оптимального управления, в классе систем с переменной структурой, реализующих многокритериальное управление.

**Результаты:** разработан релейно-линейный алгоритм стабилизации, который обеспечивает устойчивость движения при начальных условиях на 34 % больше, по сравнению с традиционным линейным алгоритмом, что очень важно для возможности совершения дистанционно пилотируемым летательным аппаратом маневра.

Показана возможность использования неустойчивых предельных циклов для оценки области притяжения нелинейных систем управления беспилотными летательными аппаратами.

Сделан вывод о необходимости и целесообразности использования релейно-линейного управления, которое подтверждает свою предпочтительность, имея площадь неустойчивого предельного цикла почти на треть больше.

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-41-53

## Введение

В системе правоохранительных органов робототехнические комплексы (РТК) используются, главным образом, для разведки, наблюдения, рекогносцировки, мониторинга площадных охраняемых объектов [7 – 9].

Робототехнические комплексы (РТК) представляют собой многосвязные многомерные нелинейные динамические объекты. Для создания высокоэффективных систем управления объектами РТК, включая летательные аппараты (ЛА), следует применять методы синтеза, позволяющие в полной мере учесть их особенности, а также обеспечить надежное функционирование синтезируемых робототехнических систем во всей допустимой области изменения фазовых координат.

В современных РТК могут быть использованы два существенно отличающихся друг от друга подхода планирования траекторий движения ЛА. *Совещательное* планирование перемещений, в котором маршруты и траектории рассчитываются в явном виде на основе глобальных сведений, и *реактивное* планирование движений, которое использует поведенческие методы для формирования отклика на локальную информацию, получаемую от датчиков. В общем случае *совещательное* планирование перемещений полезно, когда окружающая среда известна априорно, но в случае среды с высокой степенью динамичности может потребоваться большой объем вычислений. *Реактивное* планирование перемещений, с другой стороны, хорошо подходит для динамических сред, особенно для исключения столкновений, когда информация неполная и неопределенная, но объекту не хватает способности задавать и вести схему перемещений [18].

\* **Зайцев Александр Владимирович**, доктор технических наук, профессор, профессор Военной академии имени Петра Великого, Российская Федерация, г. Москва.

E-mail: [ug253@mail.ru](mailto:ug253@mail.ru)

**Канушкин Сергей Владимирович**, кандидат технических наук, доцент, доцент Военной академии имени Петра Великого, Российская Федерация, г. Москва.

E-mail: [kan.cer59@yandex.ru](mailto:kan.cer59@yandex.ru)

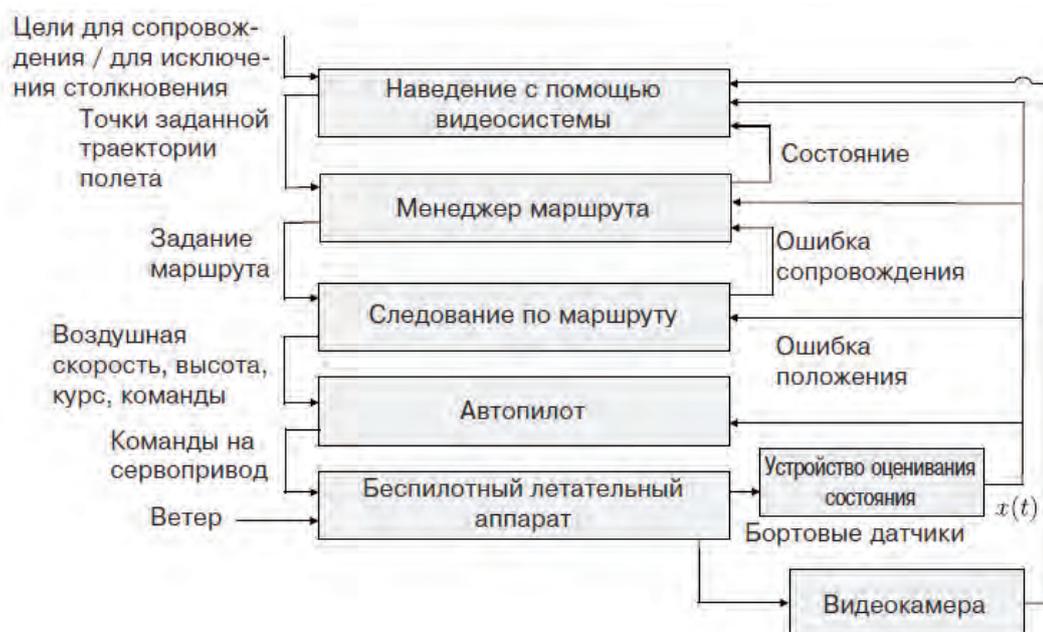


Рис. 1. Структурная схема системы управления полетом ДПЛА с помощью видеосистемы

В некоторых случаях акцент делается на методе совещательного планирования, которое представляется эффективным для малых ЛА. В совещательных подходах траектории ЛА планируются в явном виде. Недостатком совещательных подходов является то, что они сильно зависят от моделей, используемых для описания состояния окружающего мира и движения. К сожалению, точное моделирование динамики атмосферы и ЛА невозможно. В целях компенсации этой неотъемлемой неопределенности алгоритмы планирования маршрута должны регулярно запускаться во внешнем контуре обратной связи. Поэтому важно, чтобы алгоритмы планирования были эффективны в вычислительном плане. Для сокращения требуемых расчетов используют простые навигационные модели низкого порядка для ЛА и модели с постоянным ветром для атмосферы.

При условии, что возмущения ветра варьируются и часто непредсказуемы, прокладка траектории может оказаться проблематичной в условиях, отличных от безветрия. Вместо прокладывания траектории делается акцент на выдерживание заданной траектории, при этом *цель* – всегда быть на траектории, а не в определенной точке в определенное время. При выдерживании заданной траектории снимается проблема зависимости от времени.

В дистанционно пилотируемых летательных аппаратах (ДПЛА) целесообразно реализовывать совещательное планирование перемещений. Почти все области использования ДПЛА требуют использования бортовой оптоэлектронной или инфракрасной видеокамеры [15, 16]. Типичной задачей камеры является обеспечение конечного пользователя визуальной информацией. Поскольку грузоподъемность ДПЛА огра-

ничена, имеет смысл использовать видеокамеру также для навигации, наведения и управления полетом, для чего требуется применение эффективных и быстрых алгоритмов распознавания и сопровождения [3, 4]. При этом планировщик маршрута, может быть представлен блоком наведения с помощью видеосистемы (рис. 1).

В случае ДПЛА скорость ветра часто находится в диапазоне от 20 до 60% воздушной скорости. Важно понять, что ветер оказывает на ДПЛА значительно большее воздействие, чем на крупные традиционные ЛА, воздушная скорость которых обычно намного больше, чем скорость ветра [2].

При наличии постоянного ветра в окружающей среде ЛА необходимо будет парировать снос, чтобы следовать земной проекции траектории, которая не совпадает с направлением ветра. Угол сноса определяется как разность между курсом и направлением полета (путевым углом). Углы Эйлера: угол крена (вращения), тангажа и рыскания (курсовой) определяются относительно системы координат транспортного средства<sup>1</sup>. Поскольку эйлеровы углы заданы относительно инерциальных систем координат, нельзя сказать, что угловые скорости просто являются производными по времени углов положения в пространстве.

Боковые аэродинамические силы и моменты сил вызывают поступательное движение в боковом направлении, а также вращательные движения в направлении крена и отклонения от курса (рыскания), что приводит к изменениям направления траектории полета ДПЛА. Аэродинамика бокового движения в значительной сте-

<sup>1</sup> См., например: Системы управления летательными аппаратами. Учебник. / Под общ. ред. Г.Н. Лебедева.- М.: Изд-во МАИ, 2007.-756с. ISBN 978-5-7035-1853-3

пени подвержена влиянию угла бокового скольжения, скорости крена, скорости рыскания, отклонению элерона и отклонению руля направления [1, 17, 18].

Автопилот является системой, используемой для управления полетом без помощи пилота. Для ДПЛА автопилот является системой полного управления ЛА во время всех фаз полета. Тогда как некоторые функции управления полетом могут находиться на наземной станции управления, автопилотная часть системы управления МБЛА находится на борту. Основной целью автопилота является управление положением в инерциальной системе и ориентацией в пространстве ДПЛА. Для большинства представляющих интерес маневров, совершаемых в полете, автопилоты, разработанные на основе предположения о динамике развязанных движений, дают хорошие результаты.

Современные системы стабилизации, как и все реальные технические системы не линейны. Динамические свойства нелинейных систем зависят от величины внешних воздействий и от величины начальных отклонений от значений соответствующих состоянию покоя, поэтому оценивают устойчивость того или иного движения, а не устойчивость нелинейной системы в целом [11 – 14].

При дистанционном пилотировании появилась необходимость совершать маневры, достаточные для обработки сигнала управления, без потери устойчивости ДПЛА. В таких условиях традиционные методы управления оказываются ограниченными в применении, так как не обеспечивается требуемое качество. В статье рассмотрены особенности и возможности применения систем с переменной структурой.

На реальные характеристики контура управления часто накладываются ограничения, связанные с насыщением. Тот факт, что элероны имеют физические ограничения на отклонение, предполагает, что скорость крена ЛА будет ограничена.

По мере усложнения задачи стабилизации все большая роль отводится нелинейности. Кроме того, выясняется, что без нелинейной обратной связи не может быть хорошей стабилизации и именно нелинейная обратная связь наделяет систему управления способностью демонстрировать «нужное» поведение в сложных и постоянно изменяющихся внешних и внутренних условиях. Оказывается, что с некоторого уровня сложности задачи «хороший» регулятор обязательно будет нелинейным. Известно, что в нелинейном мире нет регулярных путей и универсальных методов, характерных для локальных теорий, так как специфика нелинейности часто играет решающую роль.

В нелинейных робастных системах малая чувствительность к различным вариациям математической модели объекта управления обеспечивается за счет дополнительного введения в алгоритм управления специальной статической нелинейной обратной связи. При этом даже для линейных объектов управления закон управления оказывается нелинейным. Свойство статических нелинейных законов управления улучшать качество замкнутых систем или обеспечивать нулевую

чувствительность к параметрическим или сигнальным возмущениям было установлено достаточно давно.

Целенаправленное использование нелинейностей в управлении позволяет запускать в оборот принципиально новые, «несиловые» механизмы подавления факторов неопределенности. Это, в частности, приемы, базирующиеся на использовании *положительной* обратной связи и неустойчивых движений и позволяющие системе «саморазгоняться» до тех пор, пока не создадутся условия для подавления помех и факторов неопределенности.

Можно различать статические и динамические нелинейности. *Статические* нелинейности – это нелинейности статических характеристик. Они могут быть непрерывными или релейными. Простейшими нелинейными элементами являются статические (безынерционные) нелинейности. У них выходная величина зависит только от входной величины, причем эта зависимость строго однозначна.

*Динамические* нелинейности – это нелинейности, связанные с дифференциальными уравнениями динамики звена. Если входные и выходные переменные и их производные входят в дифференциальное уравнение в виде произведений, частных или степеней, то уравнение является нелинейным.

Любая система или объект по мере возрастания величины воздействий на них становится нелинейным. Однако в ограниченных пределах изменения переменных величин динамические процессы реальных элементов с достаточной точностью представляются линейными или линеаризованными уравнениями.

Поведение нелинейных систем значительно отличается от поведения линейных. Особенности нелинейных систем по сравнению с линейными<sup>2</sup>:

1) динамические свойства нелинейных систем зависят от величины внешних воздействий и от величины начальных отклонений от состояния покоя, поэтому оценивают устойчивость того или иного движения, а не устойчивость нелинейной системы в целом;

2) в нелинейных системах могут возникать автоколебания – устойчивые собственные периодические движения с постоянной амплитудой и частотой, что принципиально невозможно в линейных системах;

3) к нелинейным системам неприменим принцип суперпозиции – реакция системы на сумму воздействий не равна сумме ее реакций на каждое воздействие;

4) к нелинейным системам неприменимы преобразования Лапласа и Фурье, так как эти преобразования являются линейными;

5) к нелинейным системам неприменимо свойство коммутативности, т.е. в системе нельзя менять местами между собой нелинейные элементы, а также нелинейные и линейные элементы;

<sup>2</sup> Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник. В 5 т. Т. 3. Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 616 с. ISBN 5-7038-2194-0.

б) при затухающих колебаниях переходного процесса в нелинейных системах происходит изменение периода колебаний;

7) так как не существует общих методов решения нелинейных дифференциальных уравнений то, как правило, исследования нелинейных систем носят качественный характер.

Нелинейности в системах управления могут быть естественно присущими реальной системе и часто вредными: влияние их в этом случае надо стремиться уменьшить. Но могут быть и специально вводимые нелинейности для придания системе желаемых свойств. Введение специальных нелинейностей приводит к различным нелинейным законам управления, которые обладают более богатыми возможностями по сравнению с линейными.

Все реальные технические системы нелинейны. Нелинейные системы управления ДПЛА – это системы, один или несколько элементов которых описываются нелинейными уравнениями или имеют нелинейные статические характеристики. Система управления содержит нелинейности типа зоны нечувствительности и ограничения (насыщения) скоростной характеристики рулевого привода. Эти нелинейности являются не только наиболее типичными для систем управления, но и постоянно присутствующими. Действительно, зона нечувствительности определяется некоторым перекрытием золотника рулевого привода, которое технически является необходимым. Насыщение характеризует ограничение мощности рулевого привода и присутствует в любом реально существующем приводе.

Характеристика элемента с ограничением выходной координаты (зоной насыщения) описывается выражением:

$$\dot{\delta} = \begin{cases} \dot{\delta}^{\max} \cdot \text{sign}(\dot{\delta}) & \text{при } |i| > i_2, \\ k \cdot i & \text{при } |i| < i_2, \hat{e} = \text{tg}(\alpha) \end{cases}$$

Характеристика звена с зоной нечувствительности и линейными участками имеет следующую зависимость выходной координаты от входного сигнала:

$$\dot{\delta} = \begin{cases} k \cdot i & \text{при } i > i_1, \\ 0 & \text{при } |i| \leq i_1, \\ -k \cdot i & \text{при } i < -i_1, k = \text{tg} \alpha. \end{cases}$$

Нелинейные звенья, изображенные на рис. 2, имеют зоны нечувствительности  $i_1$  и насыщение  $i_2$ . Нелинейности типа ограничения играют существенную роль при исследовании нелинейной динамики движения ДПЛА.

Метод *фазового пространства* (фазовой плоскости) является наиболее совершенным аппаратом исследования нелинейных систем, который позволяет получить полную картину возможного поведения системы для различных начальных условий и возмущающих воздействий. Метод применим для исследования систем с нелинейными элементами с любыми характеристиками.

Таким образом, *фазовое пространство системы* – это такое пространство, декартовыми координатами каждой точки которого являются величины, определяющие мгновенное состояние системы. Фазовый портрет системы представляет собой семейство фазовых траекторий, полученных для различных начальных условий. Следовательно, состояние системы в каждый момент времени в фазовом пространстве определяется некоторой изображающей точкой, координатами которой являются значения регулируемой величины и ее производных для этого же момента времени.

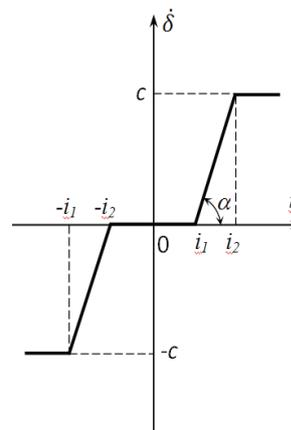


Рис. 2. Нелинейная статическая характеристика рулевого привода ДПЛА

Фазовый портрет системы позволяет получить следующую информацию о динамике процесса регулирования:

- для заданных начальных условий можно точно вычислить переходный процесс в системе;
- можно сделать вывод об устойчивости движения системы;
- можно определить возможные режимы работы системы.

Построение фазовых траекторий значительно облегчается, если учитывать их следующие общие свойства:

1. В верхних квадрантах фазовой плоскости изображающая точка движется всегда слева направо, а в нижних – справа налево. Это объясняется тем, что при положительной скорости переменная только возрастает, а при отрицательной переменная убывает.
2. Затухающему (устойчивому) переходному процессу соответствует фазовая траектория, сходящаяся к началу координат или отрезку покоя.
3. Неустойчивому процессу соответствует фазовая траектория, удаляющаяся от начала координат.
4. Периодическому процессу соответствует замкнутая фазовая траектория, называемая предельным циклом.
5. Предельный цикл может быть устойчивым или неустойчивым. Если все соседние фазовые траектории стягиваются к предельному циклу, то он является устойчивым и соответствует автоколебаниям.

Изолированную замкнутую фазовую траекторию называют *предельным циклом*. Предельные циклы об-

ладают такой особенностью – все соседние траектории или «наматываются» на предельные циклы, или «смаываются» с них. Неустойчивый предельный цикл обладает свойством, что соседние траектории как с внутренней, так и с наружной стороны «смаываются» с этого предельного цикла. Это означает, что если изображающая точка окажется на предельном цикле, то в исследуемой системе возникнут периодические колебания. Однако достаточно будет малейшего толчка – или в виде внешнего воздействия, или за счет вариаций параметров системы, как периодические колебания нарушаются, и система перейдет в другое состояние. Поэтому такого рода устойчивые колебания в реальной системе практически невозможны.

Если изображающая точка на фазовой плоскости находится внутри неустойчивого предельного цикла, то фазовые траектории системы будут стремиться к началу координат, значит, по отношению к таким начальным состояниям движение системы считается устойчивым. В результате различных возмущений изображающая точка может оказаться вне неустойчивого предельного цикла, тогда исходящая из этой точки фазовая траектория будет уходить в бесконечность, и по отношению к такому возмущению движение системы неустойчиво. Внутри неустойчивого предельного цикла фазовые траектории будут «смаываться» с него и «наматываться» на начало координат. Снаружи фазовые траектории будут «разматываться» с предельного цикла, и по любой фазовой траектории изображающая точка будет уходить в бесконечность. Достаточно очень малого возмущения, чтобы изображающая точка сошла с предельного цикла и более уже не возвратилась на него, при этом перемещаясь по соответствующей траектории либо к началу координат, либо в бесконечность. Незатухающие колебания в такой системе реально не наблюдаются, а роль предельного цикла состоит лишь в ограничении области действия аттрактора [11].

Практически, неустойчивый предельный цикл ограничивает область начальных условий, в пределах которой движение системы устойчиво. Здесь важно заметить, что динамические процессы нелинейных систем существенно зависят от начальных условий.

Характеристики неустойчивого предельного цикла определяются, прежде всего, динамическими особенностями объекта управления, мощностью рулевого привода и во многом зависят от структуры и параметров алгоритмов управления.

Методы стабилизации бокового движения ДПЛА состоят из синтеза нескольких контуров пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) управления [18].

Классическое ПИД-управление является довольно примитивной и упрощенной реализацией управления по ошибке на основе обратной связи. ПИД-управление широко применяется даже когда о динамике объекта информация минимальна или совсем отсутствует.

Но, несмотря на очевидную простоту и легкость настройки ПИД-управления, стоит отметить его фундаментальные ограничения, которые возникают при

появлении большого количества требований к возможностям системы управления. Для большей определенности выделим четыре основные проблемы, адресованные к ПИД-структуре:

1. Задающее воздействие часто задается как единичная функция, что не соответствует большинству реальных динамических систем, так как подается для определения выходного сигнала, поэтому управляющий сигнал делает резкий скачок.

2. ПИД-управление часто реализуется с малым коэффициентом передачи дифференцирующего звена из-за чувствительности к шуму.

3. Сумма трех составляющих, в силу своей простоты, не может осуществить лучший закон управления, основанный на предыдущей ошибке и ее изменении.

4. Потенциальная проблема при непосредственном использовании ПИД-контроллеров состоит в интегральном насыщении. Когда невязка большая и сохраняется продолжительный период времени, то сигнал интегратора может стать большим или перейти в состояние насыщения. Большой сигнал интегратора может привести к появлению постоянной составляющей управления, что приведет к насыщению, которое заставит «толкнуть» систему с максимальным усилием в направлении, необходимое для корректировки невязки. Сигнал интегратора будет продолжать насыщаться, пока невязка не изменит знак, при этом управляющий сигнал может не выйти из насыщения до тех пор, пока не пройдет некоторое время после изменения знака невязки, что может вызвать избыточный отклик на ступенчатое воздействие и потенциально дестабилизировать систему. Насыщение интегратора может дестабилизировать контуры управления автопилота.

Для того, чтобы избавиться от этих проблем при управлении, рассмотрим системы с *переменной структурой*. Решение задачи управления техническими системами и технологическими процессами связано с построением сложных математических моделей, что обусловлено многочисленными взаимосвязями различных подсистем. Необходимость учета этих взаимосвязей приводит к созданию динамических систем, аналитическое исследование которых весьма затруднительно. К системам, в которых важную роль играют изменяющиеся во времени взаимосвязи образующих их подсистем, можно отнести движущиеся объекты с переменным количеством компонентов.

Система, которая оптимальна по какому-либо одному критерию, часто не имеет оптимальных характеристик по-другому. А также многие системы работают в нескольких режимах, например, отработки больших скачкообразных воздействий и слежения за медленно изменяющимися входными сигналами. Один из способов решения данной задачи – создание системы переменной структуры (СПС)<sup>3</sup>, для которую можно обеспе-

<sup>3</sup> См., например: Романов О. В., Вятков Н. М., Канушкин С. В., Лаптев В. В. Теория автоматического управления: Учебное пособие. – Серпухов: Филиал ВА им. Петра Великого, 2018. – 159 с.

чить субоптимальность по нескольким показателям. Под СПС следует понимать систему, которая содержит несколько законов управления, переключающихся в процессе функционирования и, тем самым, обеспечивающих более высокие показатели качества работы системы. Также можно дать другое определение, система, в которой путем переключений изменяются связи между элементами в зависимости от ее состояния. В зависимости от того, какие координаты системы и внешние воздействия доступны для измерения, переключение может происходить по величине ошибки, выходной координате исполнительного устройства, задающего или возмущающего воздействия.

Можно добавить, что в условиях стабилизируемости методами СПС отсутствуют ограничения на скорость изменения параметров объекта, тогда как для линейных систем такие ограничения имеются.

Управление, формируемое в данной системе отличается от релейного в плане того, что амплитуда разрыва на протяжении всего процесса не остаётся постоянной, а изменяется в зависимости от значения модуля ошибки. Подтверждены хорошее быстродействие системы управления, обеспечение минимальной динамической ошибки и времени запаздывания при отработке гармонических воздействий различной амплитуды. Схема системы автоматического управления переменной структуры отличается простотой и высоким качеством работы.

Вид траектории, по которой осуществляется переход системы из одного состояния в другое, позволяет судить о динамических свойствах системы (время переходного процесса, перерегулирования, колебательность, точность и др.). Синтез методом фазового пространства предполагает выбор такого управления, которое обеспечивает этот переход по желаемым траекториям. Большие дополнительные возможности улучшения процессов регулирования дает нелинейное управление работой объекта путем изменения структуры управляющего устройства в зависимости от размеров и знаков входных величин, поступающих в управляющее устройство от измерительного устройства. При этом могут использоваться комбинации линейных законов регулирования (их достоинства, обход недостатка).

Под *системами с переменной структурой* (СПС) будем понимать системы, в которых связи между функциональными элементами меняются тем или иным образом в зависимости от состояния системы. В таких системах управляющее устройство содержит функциональные элементы, которые перестраиваются на реализацию конкретного логического алгоритма из заданного класса. Способ, который может быть положен в основу построения СПС, целесообразно использовать в случае, если фазовое пространство для каждой из фиксированных неустойчивых структур не содержит гиперплоскостей с устойчивыми вырожденными движениями. За счет «сшивания» в определенной последовательности участков неустойчивых траекторий уда-

ется в итоге получить устойчивое движение для любых начальных условий.

Наиболее плодотворной идеей синтеза СПС оказалась идея создания искусственных вырожденных движений. Сущность этого подхода заключается в следующем: в фазовом пространстве  $X$  задается некоторая гиперплоскость  $S$ , движение в которой обладает желаемыми свойствами, причем траектории, лежащие в  $S$ , не принадлежат ни одной из имеющихся структур. Последовательность изменения структур должна быть выбрана такой, чтобы изображающая точка всегда попадала на эту гиперплоскость, а затем двигалась по ней. Тогда с момента попадания в системе будет существовать искусственное вырожденное движение, которое можно наделить рядом полезных свойств, не присущих каждой из фиксированных структур.

Рассмотрим нелинейную динамику системы управления беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) как движение управляемого объекта в  $n$ -мерном фазовом пространстве углового движения переменной  $x=(x_1, \dots, x_n)$ , описываемое системой дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = f(x, u), \quad (1)$$

где  $f = (f_1, \dots, f_n)$ ,  $u = (u_1, \dots, u_r)$ .

Будем полагать, что в каждый фиксированный момент времени  $t$  вектор состояния  $x$  принадлежит заданной области  $G$   $n$ -мерного фазового пространства системы (1), а вектор управления и принадлежит  $r$ -мерной области управления  $\Omega$ .

Кусочно-непрерывную функцию  $u(t)$ , заданную на отрезке  $t_0 \leq t \leq T$ , называют допустимым управлением в  $G$  относительно точки  $x(t_0)$ , если при подстановке в (1) функции  $u(t)$  решение этой системы с начальным условием  $x(t_0)$  определено и находится в  $G$  при  $t_0 \leq t \leq T$ .

Допустимое относительно  $x_0$  управление  $u(t)$  при  $t_0 \leq t \leq T$  переводит фазовую точку из положения  $x_0$  в область  $S$ , если  $x(T) \in S$ . В частности,  $S$  может представлять собой начало координат фазового пространства. Процесс перемещения фазовой точки из положения  $x_0$  в область  $S$  называют переходным процессом, который на фазовой плоскости представляет собой фазовую траекторию.

Если задан критерий качества переходного процесса

$$J(x_0, u) = \int_{t_0}^T F(x, u) dt + R[x(T)]_{x(T) \in S_0} \quad (2)$$

где  $S_0$  – граница области  $S$ .

В этом случае задача построения алгоритма управления, оптимального по критерию (2) – есть задача построения управления  $u^0(t)$ , допустимого относительно  $x^0 \in G$  и такого, что функционал (2) достигает абсолютного минимума.

Функция  $F(x, u)$  в критерии качества (2) характеризует переходный процесс в системе (1). Так, принимают  $F(x, u) = 1$ , когда требуется обеспечить минимум времени переходного процесса;  $F(x, u) = u^2$ , когда минимизируют работу, затрачиваемую в течение переходного процесса, т.е. расход топлива на управление.

Кусочно-гладкой функцией  $R(x)$  задают цену конечного состояния  $x(T) \in S^0$ . Обычно выбирают алгоритм управления, оптимальный по критерию (2), требуя непрерывности  $F(x, u)$  и  $\partial F(x, u) / \partial x_i$  для всех  $x \in G$  и  $u \in \Omega$ .

Однако в практике построения систем управления ЛА встречаются задачи, в которых функция  $F(x, u)$  в (2) может быть разрывной. Так, например, требуют, чтобы  $F(x, u) = 1$  вдали от начала координат и  $F(x, u) = u^2$  в некоторой окрестности  $G_1$  точки  $x = (0, \dots, 0)$ . В этом случае необходимо минимизировать сумму, в которую с соответствующими коэффициентами входят время движения изображающей точки из положения  $x(t_0)$  до границы области  $G_1$  и работа, затраченная на перемещение изображающей точки с границы  $G_1$  в начало координат.

Системы управления, оптимальные по критерию качества (2) с разрывной функцией  $F(x, u)$ , называют системами с переменным критерием оптимальности.

Часто к алгоритмам управления в системах управления ЛА предъявляют особые требования:  $|u| \leq u_m$  и  $|\dot{u}| \leq |\dot{u}|_m$ .

В окрестности положения равновесия, т.е. в некоторой окрестности  $G_1$  точки  $x = (0, \dots, 0)$ , алгоритм управления должен обеспечить устойчивый переходный процесс в системе при  $X \in G_1$ .

Критерием качества переходного процесса выбирают некоторую величину, которая зависит от фазовой траектории изображающей точки и энергии управляющего воздействия, поскольку для большинства систем управления энергетические запасы ограничены.

Таким образом, участок фазового пространства, на котором выполняется условие:  $|u| \leq u_m$  и  $|\dot{u}| \leq |\dot{u}|_m$  определяет управляемость системы управления движением ДПЛА и для ее обеспечения алгоритм управления должен иметь структуру, минимизирующую функционал вида:

$$J = \int_{t_0}^{t_k} 1 dt. \quad (3)$$

Для точек  $X \notin G_1$  критерием качества выбирают время движения изображающей точки до границы области  $G_1$ , т.е.  $F(X, u) = 1$  для  $X \notin G_1$ .

Таким образом, алгоритмом управления, оптимальным для  $X \notin G_1$ , будет такой алгоритм, при котором изображающая точка за минимальное время попадет на границу области  $G_1$   $T(X) = \min_{|u| \leq u_m} (t_0 - t_1)$ .

Алгоритмом управления, оптимальным по быстродействию для линейной системы, является релейный алгоритм, который можно построить как на основании принципа максимума с условиями трансверсальности на границе  $G_1$ , так и принципа динамического программирования.

Задача синтеза управления, оптимального по квадратичному критерию решена [11 – 14]. В результате найден оптимальный закон управления  $u_1^0$  – линейный относительно фазовых координат

$$u_1^0(X) = -KX, \quad (4)$$

где  $K$  – строка  $\|k_{ij}\|$ .

Однако, такой простой вид оптимальный закон управления имеет только в области линейности  $E$  ( $X^0 \in E$ , тогда  $|u_1^0(X)| < u_m$  при  $t_0 \leq t < \infty$ ).

Решить задачу синтеза оптимального закона управления в зоне насыщения весьма сложно даже для простых систем второго порядка<sup>4</sup>. Однако в нашем случае можно избежать трудностей связанных с построением непрерывного продолжения функции в зону насыщения, если выбрать область  $G_1$  целиком лежащей в зоне линейности.

При релейном управлении возможно использовать линию переключения, оптимальную по быстродействию, для попадания в начало координат и изменить алгоритм управления с релейного на линейный на прямоугольнике на фазовой плоскости:  $|x_1| \leq x_1^*$ ,  $|x_2| \leq x_2^*$ .

Переходный процесс в системе с таким релейно-линейным алгоритмом управления будет всегда протекать с перерегулированием. Изображающая точка при релейном алгоритме движется к началу координат вдоль фазовой траектории, проходящей через начало координат при  $u = \pm u_m$ , а в линейной области  $|u| < u_m$ , т.е. произойдет перерегулирование. Если строить релейно-линейный алгоритм управления предложенным методом, то линия переключения для релейного алгоритма будет существенно зависеть от свойств системы в линейной зоне.

Переходный процесс в системе (1) при релейно-линейном законе управления будет протекать следующим образом: в начальный момент времени  $t_0$  при  $X^0 \notin G_1$  на вход системы подается релейный закон управления, при котором изображающая точка за минимальное время попадает на поверхность переключения. На поверхности происходит изменение алгоритма управления с релейного на линейный, и изображающая точка движется далее к началу координат.

Предлагается релейно-линейный алгоритм управления, в котором на фазовой плоскости формируется область, которая соответствует математическому уравнению эллипса. Значения коэффициентов уравнения выбираются таким образом, чтобы эллипс на фазовой плоскости был меньше неустойчивого предельного цикла, вызванного ограничением мощности рулевого привода. Задаются зоны действия линейного и релейного управления таким образом, чтобы релейное управление оказалось вне эллипса на фазовой плоскости, а линейное управление внутри эллипса [5, 6, 10].

Релейно-линейный алгоритм управления работает по следующему принципу:

<sup>4</sup> Методы современного классической теории автоматического управления. Учебник. В 5 т. Т. 5. Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова – М.: МГТУ им. Баумана, 2004. – 784 с. ISBN 5-7038-2193-2.

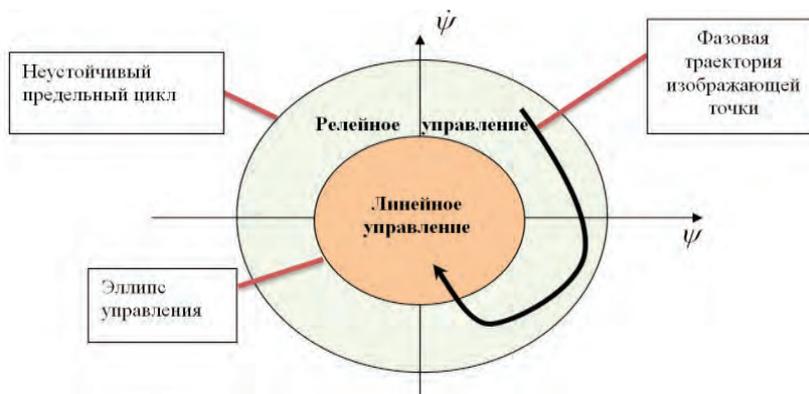


Рис. 3. Фазовый портрет релейно-линейного управления на фазовой плоскости

- формируется математическое уравнение эллипса  $\frac{\dot{\psi}^2}{a^2} + \frac{\psi}{b^2} = 1$ , подбирая коэффициенты  $a$  и  $b$  таким образом, чтобы эллипс на фазовой плоскости был меньше неустойчивого предельного цикла, в противном случае система окажется неустойчивой;
- формируется линейное управление  $u_{\dot{\psi}} = K_{\psi} \cdot \psi + K_{\dot{\psi}} \dot{\psi}$ ;
- формируется релейное управление  $u_{\delta} = u_m \cdot \text{sign}(K_{\psi} \cdot \psi + K_{\dot{\psi}} \dot{\psi})$ ;
- задается зона нечувствительности линейного и релейного управления таким образом, чтобы релейное управление оказалось вне эллипса на фазовой плоскости:  $\frac{\dot{\psi}^2}{a^2} + \frac{\psi}{b^2} - 1 > 0$ , а линейное управление внутри эллипса  $\frac{\dot{\psi}^2}{a^2} + \frac{\psi}{b^2} - 1 < 0$ .

Таким образом, пока изображающая точка движется вне эллипса (внутри неустойчивого предельного цикла), работает релейное управление. При прохождении изображающей точки через эллипс, автомат стабилизации переключает управление с релейного на линейное, тем самым увеличивается быстродействие системы при сохранении границ устойчивости.

Фазовый портрет релейно-линейного управления на фазовой плоскости, поясняющий принцип работы алгоритма представлен на рис. 3. То есть пока изображающая точка движется вне эллипса управления (внутри неустойчивого предельного цикла), работает релейное управление. При переходе изображающей точки (фазовой траектории) в эллипс, автомат стабилизации переключает управление с релейного на линейное. Таким образом, увеличивается быстродействие системы при сохранении показателей устойчивости и качества управления [18].

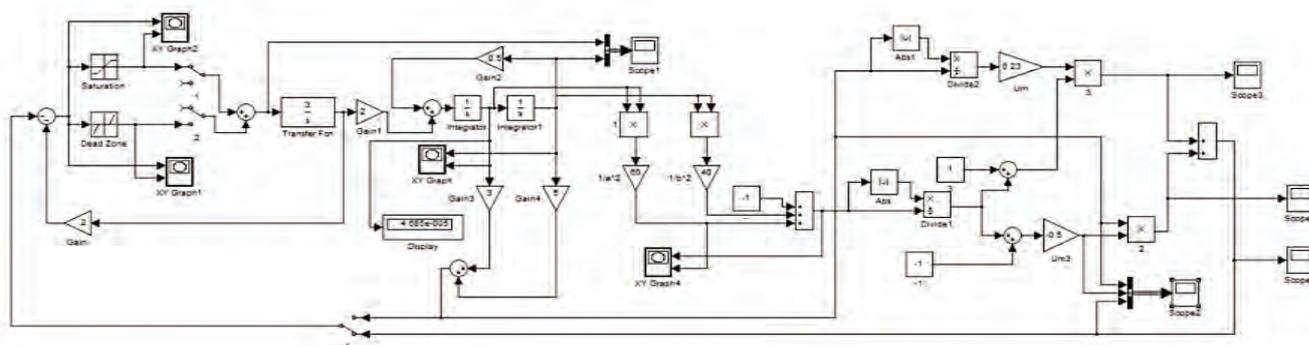


Рис. 4. Схема моделирования динамики нелинейной системы управления беспилотным летательным аппаратом

Изменение во времени параметров ДПЛА принципиально не меняет принципа управления. Проведенное имитационное моделирование<sup>5</sup> в среде MATLAB

динамике канала стабилизации ЛА с линейным и релейно-линейным управлением подтверждает предпочтительность последнего.

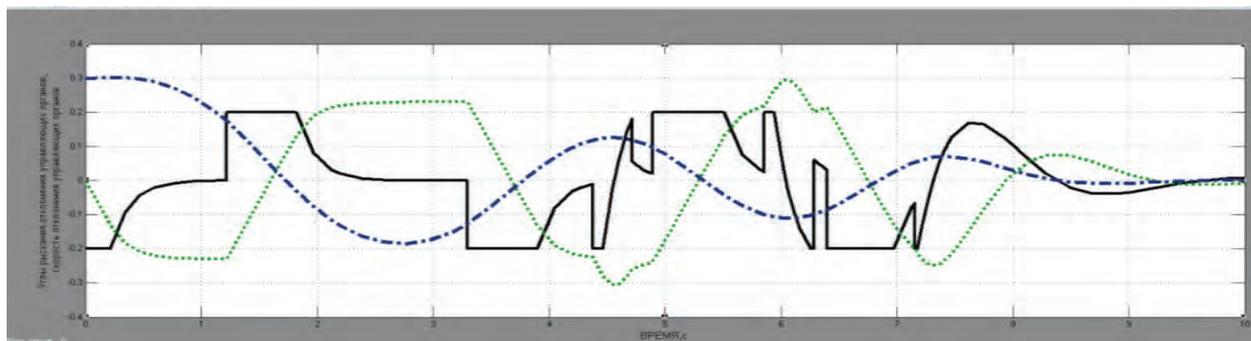
<sup>5</sup> Методы инженерного синтеза сложных систем управления: аналитический аппарат, алгоритмы приложения в технике. Часть II. Вычислительно-аналитический эксперимент: аппарат матричных операторов и вычислительные технологии / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 416 с. ISBN: 978-5-7038-3451-0.

Схема исследования включает в себя: модель динамики углового движения ДПЛА по углу рыскания, интегрирующий рулевой привод с жесткой обратной связью и нелинейностью типа «зона ограничения» скоростной характеристики рулевого привода, объект

управления, линейный и релейно-линейный алгоритм управления.

На рис. 4 видно, что система стабилизации содержит нелинейности типа зоны нечувствительности и ограничения (насыщения) скоростной характеристики рулевого привода. Эти нелинейности являются не только наиболее типичными для систем стабилизации, но и постоянно

присутствующими. Насыщение характеризует ограничение мощности рулевого привода и присутствует в любом реально существующем приводе. Нелинейность скоростной характеристики рулевого привода типа «зона насыщения» приводит к возникновению неустойчивого предельного цикла. Для всех начальных условий вне данного цикла угловое движение ДГЛА будет неустойчивым [7].

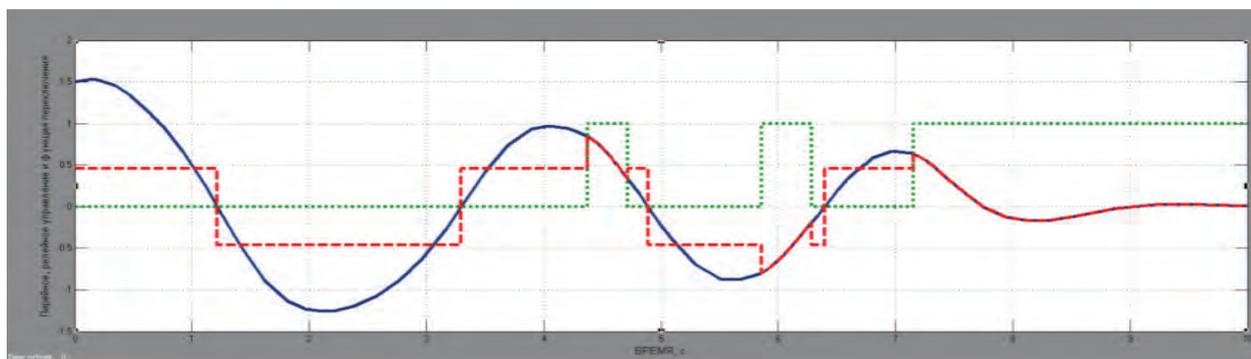


**Рис. 5. Графики переходного процесса угла рыскания (точки-тире), угла отклонения управляющих органов (точки), скорости отклонения управляющих органов (непрерывная линия)**

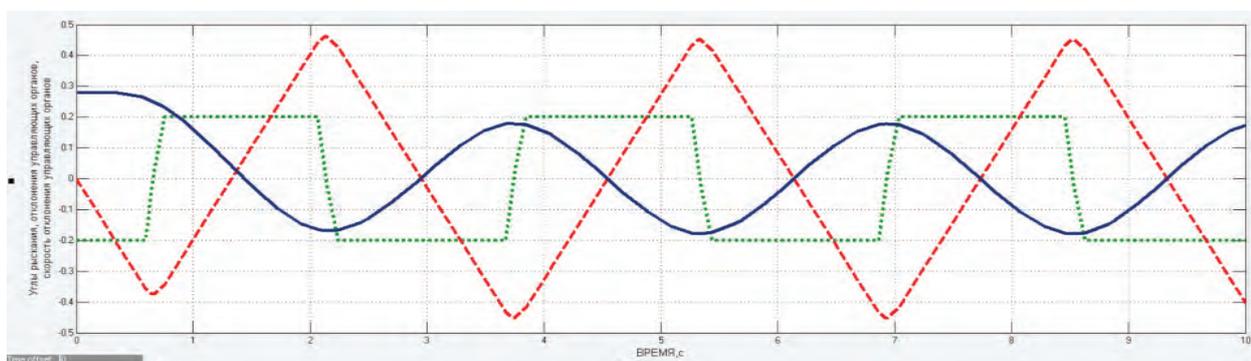
На рис. 5 можно выделить участки, на которых скорость отклонения управляющих органов выходит на «зону насыщения» скоростной характеристики рулевого привода.

Линейно-релейное управление и функция переключения представлены на рис. 6.

Возможность использования неустойчивых предельных циклов для оценки области устойчивости нелинейных систем управления беспилотными летательными аппаратами показана на рис. 7.

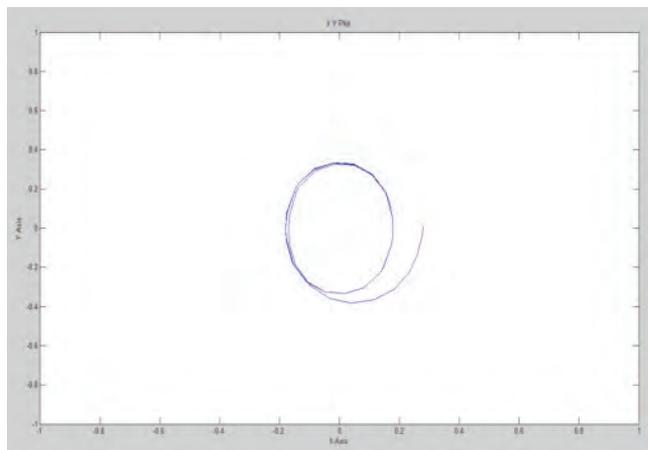


**Рис. 6. Графики переходного процесса линейного управляющего сигнала (непрерывная линия), релейного управляющего сигнала (тире), функция переключения сигналов управления (точки)**



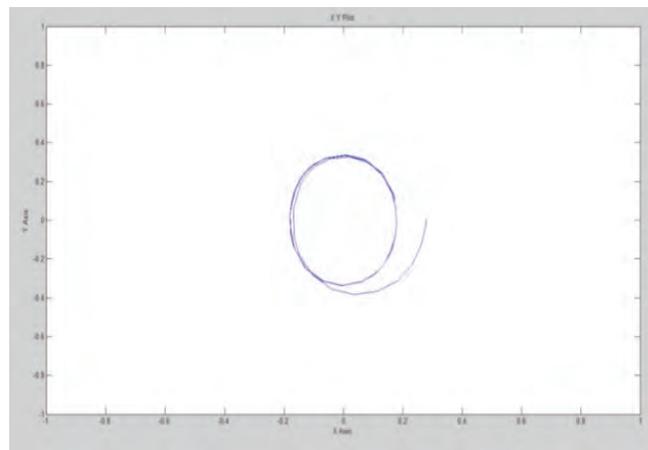
**Рис. 7. Графики переходного процесса, соответствующие неустойчивому предельному циклу угла рыскания (непрерывная линия), угла отклонения управляющих органов (тире), скорости отклонения управляющих органов (точки)**

Практически, неустойчивый предельный цикл определяет область начальных условий, в пределах которой движение системы устойчиво (рис. 8). Здесь важно заметить, что динамические процессы нелинейных систем существенно зависят от начальных условий [7].



**Рис. 8. Неустойчивый предельный цикл на фазовой плоскости при линейном управлении (начальные условия  $\psi_0=0,27836$  рад.)**

Результаты исследования нелинейной системы управления БПЛА с линейным и релейно-линейным алгоритмами управления в среде *Matlab Simulink*, соответственно, представлены на рис. 9, 10.

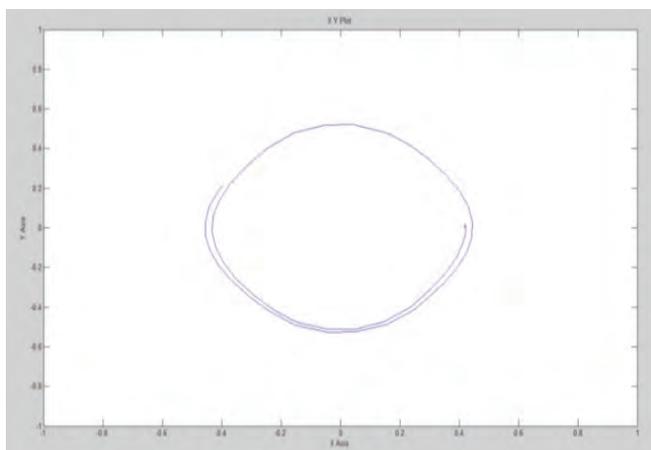


**Рис. 9. Неустойчивый предельный цикл на фазовой плоскости при линейном управлении (начальные условия  $\psi_0=0,27235$  рад.)**

Проведенное моделирование в среде *MATLAB Simulink* динамики канала стабилизации БПЛА с линейным и релейно-линейным управлением подтверждает предпочтительность последнего, у которого неустойчивый предельный цикл почти на треть больше [7].

Совершение маневра моделировалось путем задания начальных условий по углу рыскания. В ходе вычислительного эксперимента при прочих одинаковых условиях получены:

- неустойчивый предельный цикл на фазовой плоскости при линейном управлении (начальные условия  $\psi_0=0,27235$  рад.);
- неустойчивый предельный цикл на фазовой плоскости при релейно-линейном управлении (начальные условия  $\psi_0=0,4182$  рад.)



**Рис. 10. Неустойчивый предельный цикл на фазовой плоскости при релейно-линейном управлении (начальные условия  $\psi_0=0,4182$  рад.)**

Таким образом, релейно-линейное управление обеспечивает устойчивость движения при начальных условиях на 34 % больше, что очень важно для возможности совершения ДПЛА маневра.

Автопилот ДПЛА с традиционным алгоритмом угловой стабилизации, состоящий из нескольких контуров ПИД-управления является довольно примитивной и упрощенной реализацией управления по ошибке на основе обратной связи. Но, несмотря на очевидную простоту и легкость настройки ПИД-управления, стоит отметить его фундаментальные ограничения, которые возникают при появлении большого количества требований к возможностям нелинейной системы управления.

Обоснованы необходимость и целесообразность использования СПС для синтеза алгоритма стабилизации, позволяющего обеспечить устойчивость движения при увеличенных возмущениях в ходе совершения маневра ДПЛА. Анализ особенностей управления в системах переменной структуры позволил сделать вывод о целесообразности их применения. Показано, что алгоритмы переменной структуры отличается простотой и высоким качеством работы, могут быть доведены до инженерного уровня и успешно использованы при создании систем стабилизации ДПЛА.

Анализ основных нелинейностей систем стабилизации ДПЛА показал, что необходим обязательный учет нелинейности типа «зона ограничения» (насыщения) скоростной характеристики рулевого привода при решении задачи в ходе совершения маневра.

Показана возможность использования неустойчивых предельных циклов для оценки области устойчивости нелинейных систем управления БПЛА. Характе-

ристики неустойчивого предельного цикла определяются, прежде всего, динамическими особенностями объекта управления, мощностью рулевого привода и во многом зависят от структуры и параметров алгоритмов управления.

Проведен многокритериальный синтез алгоритма стабилизации ДПЛА и обоснована его релейно-линейная структура.

В ходе вычислительного эксперимента подтверждена эффективность полученного релейно-линейного алгоритма, который обеспечивает устойчивость движения при начальных условиях на 34 % больше по сравнению с традиционным линейным алгоритмом, что очень важно для возможности совершения ДПЛА маневра. Релейно-линейное управление подтверждает свою предпочтительность, имея площадь неустойчивого предельного цикла почти на треть больше.

Рецензент: **Тютюнник Вячеслав Михайлович**, доктор технических наук, профессор, академик РАН, Президент Международного информационного Нобелевского центра, г. Тамбов.

### Литература

1. Афанасьев П. П. Основы устройства, проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов (дистанционно-пилотируемые летательные аппараты). М.: Изд-во МАИ, 2006. 528 с. ISBN 978-5-7035-1626-3
2. Биард Р. У., Маклэйн Т. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. М.: Техносфера, 2015. 312 с. ISBN 978-5-94836-393-6
3. Гаврилов Д.А. Нейросетевой алгоритм автоматического обнаружения и сопровождения объекта интереса в видеосигнале // Труды 16-й Национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2018 (24 – 27 сентября 2018 г.) / ФИЦ «ИУ» РАН. В 2-х т. Т. 2. М.: ИТАР-ТАСС, 2018. С. 188 – 195.
4. Гаврилов Д.А., Павлов А.В. Поточная аппаратная реализация алгоритма SURF // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2018. Т. 23. № 5. С. 502 – 511.
5. Зайцев А. В., Канушкин С. В. Многокритериальное управление робототехническими системами // Труды XVIII Всеросс. науч. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение» М: МГППУ, 2020. С. 291 – 292. ISBN 978-5-94051-214-1
6. Зайцев А. В., Канушкин С. В. Особенности управления нелинейными робототехническими системами // Труды XVIII Всеросс. науч. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение» М: МГППУ, 2020 . С. 338 – 339. ISBN 978-5-94051-214-1
7. Канушкин С. В. Правовые аспекты реализации функциональных возможностей интеллектуальных роботов в работе правоохранительных органов // Правовая информатика. 2018. № 2. С. 23 – 38. DOI:10.21681/1994-1404-2018-2-23-38
8. Канушкин С. В. Синергетический подход в управлении группой беспилотных летательных аппаратов интеллектуальной системы охранного мониторинга // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 25 – 37. DOI:10.21681/1994-1404-2018-3-25-37
9. Канушкин С. В. Управление робототехническими системами охранного мониторинга в условиях неопределенности // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 40 – 48. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-40-48
10. Канушкин С. В., Зайцев А. В. Особенности оптимизации нелинейных систем управления летательными аппаратами // Труды 38-й Всеросс. науч.-техн. конф. Часть 4 // Филиал ВА им. Петра Великого в г. Серпухове. Серпухов: ФВА, 2019. С. 214 – 217. ISBN 978-5-91954-201-8
11. Колесников А. А. Современная прикладная теория управления. Часть III. Новые классы регуляторов технических систем. – Таганрог: ТРТУ, 2000. 656 с. ISBN 5-8327-0045-7
12. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X
13. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть 1. Теоретические основы. М.: РГУП, 2018. 224 с. ISBN 978-5-93916-701-7
14. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем: основные положения // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 4 – 20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-04-20
15. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Моделирование оптико-электронных систем дистанционно пилотируемых аппаратов: Монография. М.: «Технолоджи-3000», 2019. 164 с. ISBN 978-5-94472-036-8
16. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Эффективная автоматизированная оптико-электронная система аэрокосмического мониторинга // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 29 – 35. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-29-35
17. Моисеев В. С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов. Казань: РИЦ «Школа», 2015. 444 с. ISBN 978-5-9905685-4-9
18. Патент на полезную модель № 194542 РФ. Система угловой стабилизации / Канушкин С. В., Зайцев А. В., Волков А. В., Шишкин К. В., Сачук А. П., Барыкин Д. А. Подчалимов И. В., Ягодин А. С., Самотягин П. И. (РФ). № 2019116757; Заяв. 30.05.2019.

# NONLINEAR DYNAMICS OF OBJECTS CONTROL SYSTEMS FOR SECURITY MONITORING ROBOTIC SYSTEMS

**Alexander Zaitsev**, Dr.Sc. (Technology), Professor at the Peter the Great Military Academy of Strategic Rocket Forces, Moscow, Russian Federation.

**E-mail:** [ug253@mail.ru](mailto:ug253@mail.ru)

**Sergey Kanushkin**, Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Peter the Great Military Academy of Strategic Rocket Forces, Moscow, Russian Federation.

**E-mail:** [kan.cer59@yandex.ru](mailto:kan.cer59@yandex.ru)

**Keywords:** monitoring, robotic systems, remotely piloted aircraft, unmanned aerial vehicle, control, stabilization, non-linearity, saturation, variable structure, synthesis, multi-criteria, unstable limit cycle, controller, stability, phase trajectory, maneuver.

## Abstract.

**The purpose of this work:** is to ensure the stability of angular motion of a nonlinear stabilization system for remotely piloted aircraft under increased perturbations during the maneuver.

**Method:** complex theoretical and applied synthesis based on optimal control methods in a class of systems with variable structure that implement multi-criteria control.

**Results:** a relay-linear stabilization algorithm is developed which provides stability of movement under initial conditions by 34 % more than the traditional linear algorithm, which is very important for the possibility of performing a remotely piloted aircraft maneuver.

The possibility of using unstable limit cycles to estimate the area of attraction of nonlinear control systems for unmanned aerial vehicles is shown.

The conclusion is made about the necessity and expediency of using relay-linear control, which confirms its preference, having an area of unstable limit cycle almost a third larger.

## References

1. Afanas'ev P. P. Osnovy` ustroi`stva, proektirovaniia, konstruirovaniia i proizvodstva letatel`ny`kh apparatov (distantcionno-pilotiruemy`e letatel`ny`e apparaty`). M.: Izd-vo MAI, 2006. 528 s. ISBN 978-5-7035-1626-3
2. Biard R. U., Macle`i`n T. U. Maly`e bespilotny`e letatel`ny`e apparaty`: teoriia i praktika. M.: Tekhnosfera, 2015. 312 c. ISBN 978-5-94836-393-6
3. Gavrillov D.A. Nei`rosetevoi` algoritm avtomaticheskogo obnaruzheniia i soprovozhdeniia ob`ekta interesa v vide-osignale // Trudy` 16-i` Natsional`noi` konferentsii po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodny`m uchastiem KII-2018 (24 – 27 sentiabria 2018 g.) / FITC «IU» RAN. V 2-kh t. T. 2. M.: ITAR-TASS, 2018. S. 188 – 195.
4. Gavrillov D.A., Pavlov A.V. Potochnaia apparatnaia realizatsiia algoritma SURF // Izvestiia vy`sshikh uchebny`kh zavedenii`. E`lektronika. 2018. T. 23. № 5. S. 502 – 511.
5. Zai`tcev A. V., Kanushkin S. V. Mnogokriterial`noe upravlenie robototekhnicheskimi sistemami // Trudy` XVIII Vseross. nauch. konf. «Nei`rokomp`iutery` i ikh primeneniie» M: MGPPU, 2020. S. 291 – 292. ISBN 978-5-94051-214-1
6. Zai`tcev A. V., Kanushkin S. V. Osobennosti upravleniia nelinei`ny`mi robototekhnicheskimi sistemami // Trudy` XVIII Vseross. nauch. konf. «Nei`rokomp`iutery` i ikh primeneniie» M: MGPPU, 2020. S. 338 – 339. ISBN 978-5-94051-214-1
7. Kanushkin S. V. Pravovy`e aspekty` realizatsii funktsional`ny`kh vozmozhnostei` intellektual`ny`kh robotov v rabote pravookhranitel`ny`kh organov // Pravovaia informatika. 2018. № 2. S. 23 – 38. DOI:10.21681/1994-1404-2018-2-23-38
8. Kanushkin S. V. Sinergeticheskii` podhod v upravlenii gruppoi` bespilotny`kh letatel`ny`kh apparatov intellektual`noi` sistemy` okhrannogo monitoringa // Pravovaia informatika. 2018. № 3. S. 25 – 37. DOI:10.21681/1994-1404-2018-3-25-37
9. Kanushkin S. V. Upravlenie robototekhnicheskimi sistemami okhrannogo monitoringa v usloviakh neopredelennosti // Pravovaia informatika. 2019. № 2. S. 40 – 48. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-40-48
10. Kanushkin S. V., Zai`tcev A. V. Osobennosti optimizatsii nelinei`ny`kh sistem upravleniia letatel`ny`mi apparatami // Trudy` 38-i` Vseross. nauchch.-tekhn. konf. Chast` 4 // Filial VA im. Petra Velikogo v g. Serpuhove. Serpuhov: FVA, 2019. S. 214 – 217. ISBN 978-5-91954-201-8
11. Kolesnikov A. A. Sovremennaia prikladnaia teoriia upravleniia. Chast` III. Novy`e classy` regulatorov tekhnicheskikh sistem. –Taganrog: TRTU, 2000. 656 s. ISBN 5-8327-0045-7
12. Lovtcov D. A. Informatcionnaia teoriia e`rgasistem: Tezaurus. M.: Nauka, 2005. 248 c. ISBN 5-02-033779-X
13. Lovtcov D. A. Sistemny`i` analiz. Chast`. 1. Teoreticheskie osnovy`. M.: RGUP, 2018. 224 s. ISBN 978-5-93916-701-7

14. Lovtsov D.A. Informatcionnaia teoriia e`rgasistem: osnovny`e polozheniia // Pravovaia informatika. 2019. № 3. S. 4 – 20. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-04-20
15. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. Modelirovanie optiko-e`lektronny`kh sistem distantcionno pilotiruemy`kh apparatov: Monografiia. M.: «Tekhnolodzhi-3000», 2019. 164 s. ISBN 978-5-94472-036-8
16. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. E`ffektivnaia avtomatizirovannaia optiko-e`lektronnaia sistema ae`rokosmicheskogo monitoringa // Pravovaia informatika. 2019. № 2. S. 29 – 35. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-29-35
17. Moiseev V. S. Osnovy` teorii e`ffektivnogo primeneniia bespilotny`kh letatel`ny`kh apparatov. Kazan`: RITC «Shkola», 2015. 444 s. ISBN 978–5–9905685–4–9
18. Patent na poleznuiu model` № 194542 RF. Sistema uglovoi` stabilizatscii / Kanushkin S. V., Zai`tcev A. V., Volkov A. V., Shishkin K. V., Sachuk A. P., Bary`kin D. A. Podchalimov I. V., Iagodin A. S., Samotiagin P. I. (RF). № 2019116757; Zaiav. 30.05.2019.

# ПРАВОВОЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Алексеев В.В., Емельянов Е.В., Кастерин Д.А., Стрельцов А.А.\*

**Ключевые слова:** информация, привилегированная информация, правовое обеспечение, информационная безопасность, угрозы, система защиты, типовая структура, нормативные документы, организационно-техническая система.

## Аннотация.

**Цель работы:** исследование взаимосвязи этапов построения системы защиты информации в организации с учетом соответствующих групп нормативно-правовых документов и законодательных актов.

**Метод:** руководствуясь системным подходом, авторы попытались проследить степень влияния требований определенных нормативно-правовых документов и законодательных актов на принимаемые разработчиками решения по составу и взаимосвязям элементов системы защиты информации в организации.

**Результаты:** предложен ряд обобщенных технических решений по конфигурации элементов системы защиты информации в организации; основным результатом исследования следует считать вывод о том, что правовое обеспечение при построении системы защиты информации организационно-технической системы имеет важное значение и предварительный учет требований нормативно-правовых документов по обеспечению защиты информации позволяет более точно определить ее структуру и параметры.

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-54-61

## Введение

Сегодня активно развивается такой класс сложных систем, как организационно-технические системы (ОТС). Естественно, что большое количество разработчиков аппаратно-программного обеспечения создает технологии и инструменты, призванные защитить привилегированную<sup>1</sup> информацию, формируемую в системе, от «нежелательных глаз» [10]. При этом многие разработчики часто забывают о том, что процессы защиты информации в системе достаточно жестко регулируются законодательством Российской Федерации и нормативно-правовыми документами соответствующих федеральных органов и учреждений [12].

<sup>1</sup> Например, научно-техническую, финансово-экономическую, производственную, организационно-технологическую, конъюнктурную, патентно-лицензионную и др. информацию, обладающую ценностью (в материальном, моральном и ином аспекте) в силу неизвестности ее третьим лицам.

При функционировании ОТС генерируется конфиденциальная информация, поэтому возникает необходимость организовать соответствующую систему защиты информации. Этапы построения системы защиты информации в организации, как правило, коррелируют с этапами построения модели системы. Защита информации в организации должна быть разработана с использованием норм и требований руководящих документов и законов Российской Федерации в области защиты информации<sup>2</sup>. В организации обязательно

<sup>2</sup> См., в частности: Федеральный закон РФ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ; Федеральный закон РФ «О персональных данных» от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ; Федеральный закон РФ «Об электронной подписи» от 6 апреля 2011 г. № 63-ФЗ; Доктрина информационной безопасности Российской Федерации, утв. Указом Президента РФ от 9 сентября 2000 г. № Пр-1895; Приказ ФСТЭК России «Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах» от 11 февраля 2013 г. № 17; Приказ ФСТЭК России «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» от 18 февраля 2013 г. № 21; РД. Автоматизированные системы. Защита от несанкцио-

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

**E-mail:** vvalex1961@mail.ru

**Емельянов Евгений Валентинович**, аспирант Федерального центра науки и высоких технологий «СНПО «Элерон», Российская Федерация, г. Москва.

**E-mail:** evemelyanov@rosatom.ru

**Кастерин Дмитрий Александрович**, оператор научной роты Межвидового центра подготовки и боевого применения войск радиоэлектронной борьбы, Российская Федерация, г. Тамбов.

**E-mail:** dmitkast1996@mail.ru

**Стрельцов Алексей Андреевич**, аспирант Федерального центра науки и высоких технологий «СНПО «Элерон», Российская Федерация, г. Москва.

**E-mail:** alastreltsov@rosatom.ru

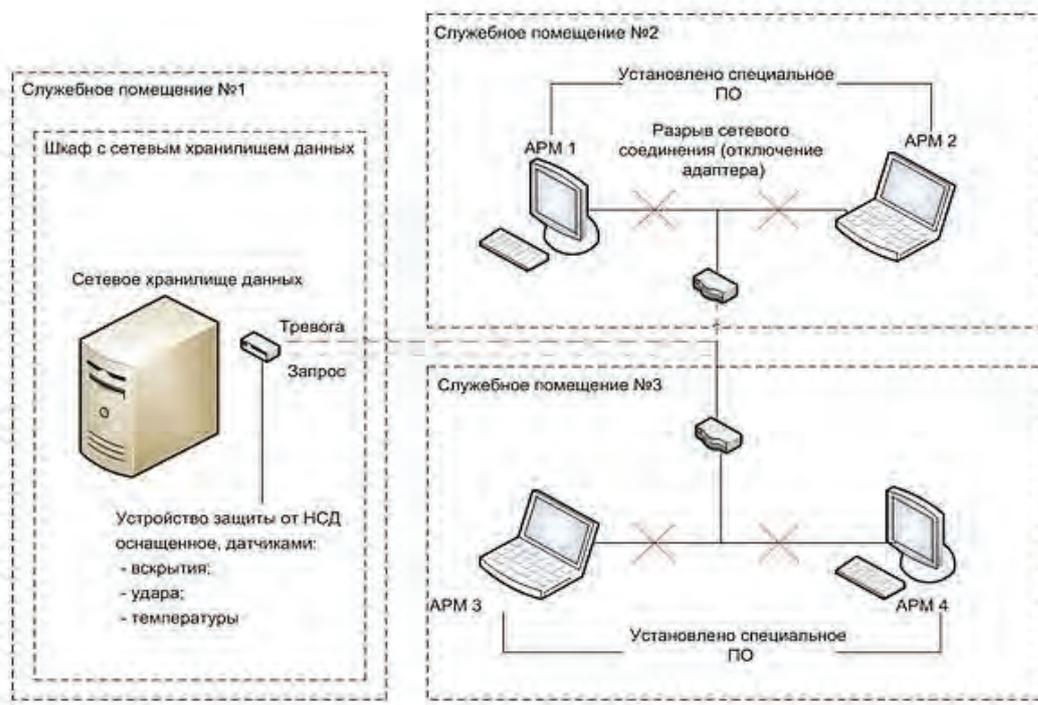


Рис. 1. Типовая структура подсистемы защиты от несанкционированного доступа

наличие следующих основных нормативных документов и локальных актов в области защиты информации:

- «Руководство по защите конфиденциальной информации»;
- «Устав организации»;
- «Положение о подразделениях»;
- «Положение о порядке организации и проведению работ по защите информации»;
- «Руководство по контролю за состоянием системы защиты информации»;
- «Руководство о системах технической защиты информации».

В зависимости от предназначения и стратегии развития ОТС, в ней применяют как отдельные элементы организационной, программной или аппаратной системы защиты информации, так и их сочетание [1]. В связи с этим целесообразно обосновать типовые структуры подсистем защиты информации в ОТС, интегрируемые в соответствующую систему, характеристики которой будут удовлетворять требованиям заказчика.

### Типовая подсистема защиты от угроз несанкционированного доступа

Применяемые элементы системы защиты информации от несанкционированного доступа направлены на решение таких задач, как:

нированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации, утв. Решением председателя Гостехкомиссии при Президенте РФ от 30 марта 1992 г.; Специальные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации от 30 августа 2002 г. (с изменениями, внесенными в соответствии с Извещениями о корректировке №1-2005, №1-2006, №1-2008). М.: Гостехкомиссия России, 2002.

- разграничение доступа к информационным ресурсам рабочих мест сотрудников или серверов системы;
- регистрация и протоколирование событий безопасности;
- целостность программно-аппаратного обеспечения, используемого в ОТС при обработке информации.

Анализ предметной области показал, что основными элементами подсистемы защиты информации от несанкционированного доступа (НСД) являются (см. рис. 1):

- автоматизированные рабочие места;
- сертифицированные средства защиты.

При этом контролируется конфигурация и параметры настройки аппаратной и программной частей подсистемы.

В соответствии с целями функционирования ОТС формулируются задачи по обеспечению безопасности информации и реализуются соответствующие технические решения по защите рабочих мест и серверов от несанкционированного доступа. При этом целесообразно обращать внимание на такие структурно-важные параметры как:

- целостность защищаемой информации;
- форма регистрации событий безопасности.

Кроме того, в системе необходимо организовать контроль над выводом документов на печать и учет формируемых документов, защиту устройств ввода и вывода информации, а также обеспечить сбор данных из журналов событий для их дальнейшего анализа. На этой основе получен ряд типовых технических решений по построению элементов системы защиты информации в ОТС.

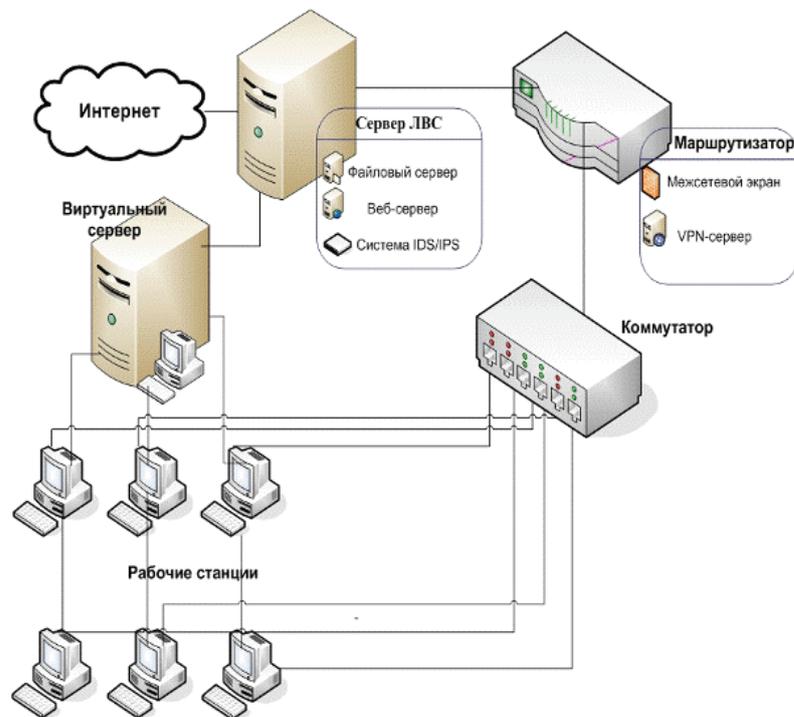


Рис. 2. Типовая структура подсистемы защиты информации от угроз вредоносного кода

Типовое техническое решение по созданию подсистемы защиты информации от НСД представлено на рис. 1. Структура подсистемы защиты обеспечивает выполнение требований нормативно-правовой документации в области защиты информации. В частности, «Положение о порядке обращения с информацией ограниченного распространения» обеспечивает организационную защиту информации, наряду с другими нормативными документами и должностными инструкциями, а также определяет общий порядок обращения с документами и материальными носителями информации, которые содержат информацию ограниченного доступа в организации. В «Положении...» определяется порядок обращения со служебной информацией, определяются ответственные лица, даются рекомендации по защите информации [2].

### Типовая подсистема защиты информации от угрозы вредоносного кода

Подсистема защиты информации от вредоносного кода (подсистема антивирусной защиты) — это комплекс программно-технических средств и организационных решений [3] по обеспечению безопасности информации в ОТС.

В общем случае, типовая подсистема защиты информации от угроз вредоносного кода состоит из устройства управления соответствующим программным обеспечением (ПО) и самого ПО, устанавливаемого на рабочих местах сотрудников ОТС и серверах (рис. 2). Основными задачами, решаемыми такой подсистемой, являются: информирование пользователя об обнаружении факта воздействия вредоносного кода и управление средствами защиты информации.

### Типовая подсистема межсетевого экранирования и защиты каналов передачи информации

Основным функциональным назначением существующих и разрабатываемых подсистем межсетевого экранирования и защиты каналов передачи информации является выполнение требований нормативно-правовых документов по разграничению доступа персонала к информационным ресурсам ОТС, а также их защита от сетевых атак, в частности, на основе применения скрытых (нетрадиционных) каналов [8, 11, 14, 15], и криптозащита сетевого трафика, связывающего подсистему ОТС с внешними информационными системами и ресурсами [4].

Типовой состав подсистемы межсетевого экранирования и криптографической защиты каналов передачи информации включает в себя: межсетевые экраны; сегментообразующие коммутаторы; криптошлюзы (рис. 3).

Анализ назначения перечисленных элементов подсистемы межсетевого экранирования и криптографической защиты каналов передачи информации позволил сделать следующие выводы:

- основное назначение межсетевого экрана — контроль состояний сессий с применением процедуры фильтрации, а также реализация функции защиты информации от удаленного несанкционированного доступа и иных угроз сетевой безопасности [7];
- криптошлюзы обеспечивают функционирование VPN-туннелей между компьютерными сетями, используемыми в ОТС при передаче информации;
- рабочее место администратора подсистемы межсетевого экранирования и криптографической защиты каналов передачи информации реализует функции управления разграничением доступа к информации

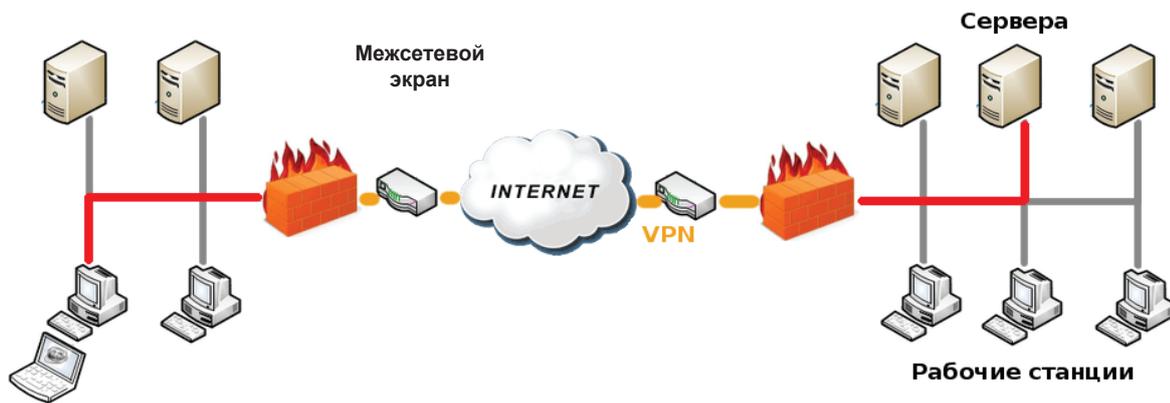


Рис. 3. Типовая структура подсистемы межсетевого экранирования и защиты каналов передачи информации

онным ресурсам ОТС, защиты информационных ресурсов от сетевых атак и взаимодействия с внешними информационными системами и ресурсами.

Таким образом, основной функцией межсетевого экранирования и криптозащиты каналов передачи информации является фильтрация сетевого трафика с учетом входного и выходного сетевого интерфейса как средства проверки подлинности сетевых адресов [5].

#### Типовая подсистема анализа защищенности информации

Подсистема анализа защищенности информации предназначена для выявления и устранения возможностей реализации угроз нарушения защищенности информации, обрабатываемой в ОТС (рис. 4).

Как правило, выявление таких мест осуществляется путем сканирования узлов сети и сравнением результатов сканирования с известными данными об уязвимостях.

Типовая подсистема анализа защищенности — это комплекс программно-технических средств и организационных решений, обеспечивающих функции обнаружения уязвимостей программно-аппаратной части информационной подсистемы ОТС.

Возможных вариантов конфигурации типовой подсистемы анализа защищенности информации два: сертифицированный или несертифицированный сканер безопасности.

При выборе конфигурации системы не следует забывать о необходимости сертификации аппаратуры и, соответственно, оформления нормативно-правовой документации. С другой стороны, применение несертифицированного сканера безопасности предоставляет пользователю возможность преодоления ограничений, связанных с применением сертифицированных средств безопасности, а также появляется возможность обеспечения более высокого уровня обнаружения уязвимостей в программно-аппаратной части [6].

Анализ показал, что наиболее эффективным видом работ с использованием сканера безопасности является обнаружение различных уязвимостей в элементах компьютерной сети, которые могут быть использованы для доступа к информации ОТС и нарушения ее работы.

При применении сканера безопасности следует руководствоваться требованиями, определенными в «Положении о порядке организации и проведения работ по защите конфиденциальной информации». В соответствии с этим документом в ОТС определяются обязанности персонала, работающего с информацией, и ответственность за ее разглашение, а также порядок обращения с документами, содержащими информацию ограниченного распространения.

Особое внимание следует уделять учету электронных документов, которые содержат информацию ограниченного доступа.

#### Типовая подсистема обнаружения вторжения

Основным назначением предлагаемых к внедрению подсистем обнаружения вторжений является предотвращение сетевых атак, как на уровне локальной сети ОТС, так и на уровне операционных систем рабочих мест и серверов.

Современные системы обнаружения атаки на информационную часть ОТС способны обеспечить как защиту от угрозы сетевых атак, так и обнаружение иных попыток реализации угроз удаленного доступа [9], а также возможность аудита всех зарегистрированных событий.

Подсистема обнаружения вторжений — это комплекс программно-технических средств и организационных решений, обеспечивающих функции контроля сетевого трафика с целью обнаружения угроз удаленного доступа и сетевых атак на защищаемые информационные ресурсы системы<sup>3</sup> (рис. 5).

Типовая структура подсистемы обнаружения вторжений включает в себя средства обнаружения атак на уровнях: сети; операционных систем рабочих мест персонала и серверов; сетевых узлов.

#### Типовая подсистема мониторинга событий безопасности

Подсистема мониторинга событий безопасности в информационной подсистеме ОТС предназначена для

<sup>3</sup> См.: Организационно-правовое обеспечение информационной безопасности: Учеб. пособие / Под ред. А. А. Семеновко. М.: МГИУ, 2014. 215 с.

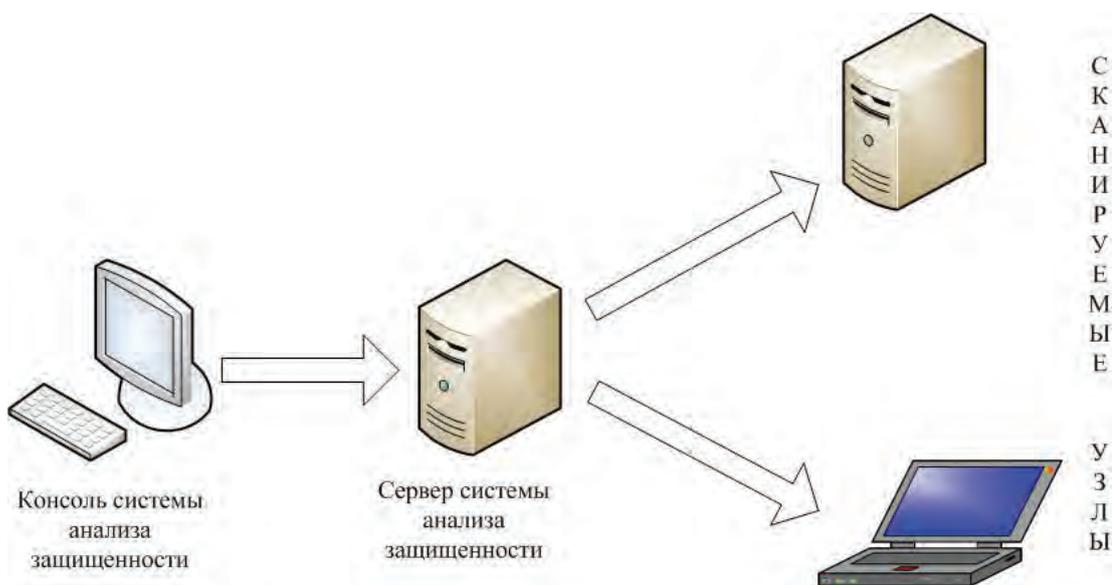


Рис. 4. Типовая структура подсистемы анализа защищенности информации

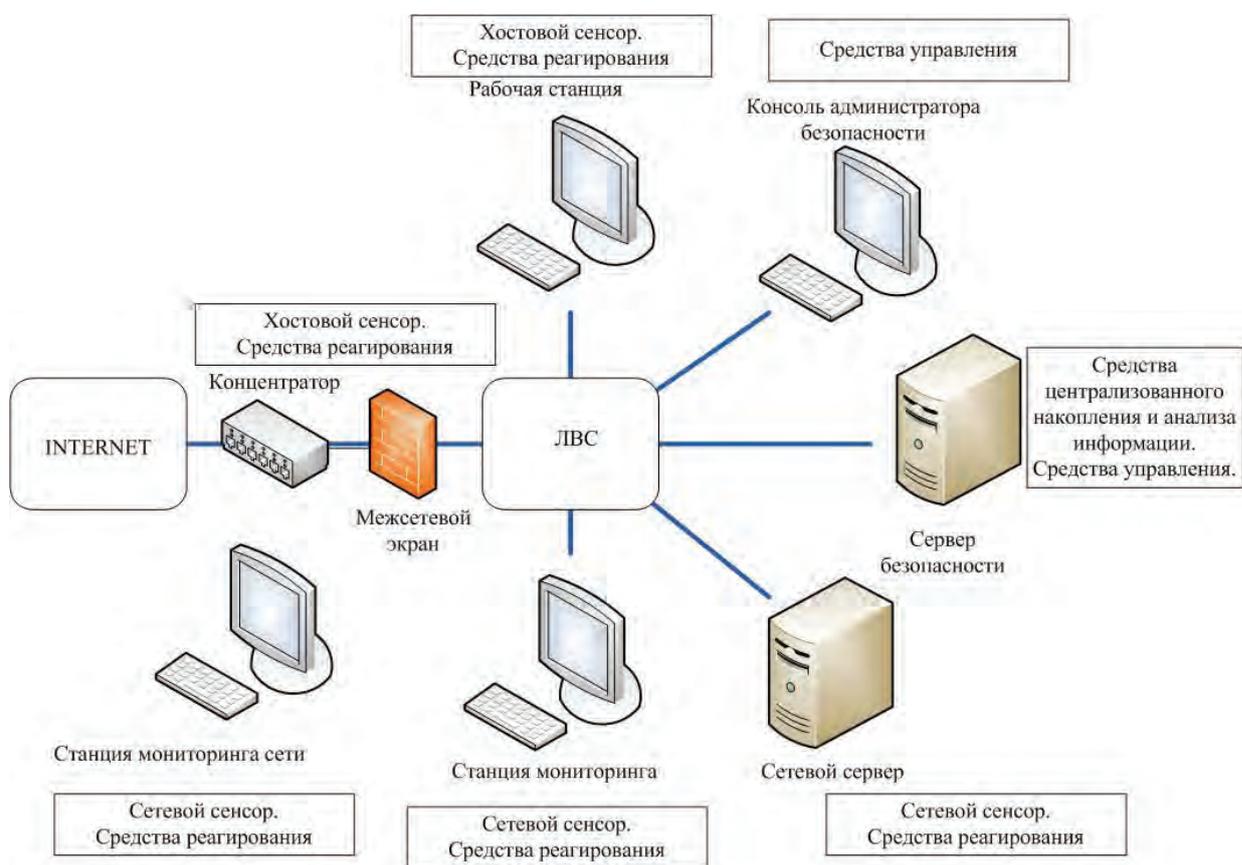


Рис. 5. Типовая структура подсистемы обнаружения вторжений

осуществления комплексного контроля за процессами функционирования общего и специального программного обеспечения, применяемого в ОТС<sup>4</sup> (рис. 6).

Для эффективной организации мониторинга событий безопасности в ОТС необходимо классифициро-

вать эти события. Анализ предметной области показал, что сегодня события безопасности группируются в следующие классы:

- события безопасности, соотнесенные к входу/выходу элемента компьютерной сети, т. е. в соответствующую часть общего или специального программного обеспечения;

<sup>4</sup> См.: Организационно-правовое обеспечение информационной безопасности: Учеб. пособие / Под ред. А. А. Стрельцова. М.: ИЦ «Академия», 2013. 256 с.

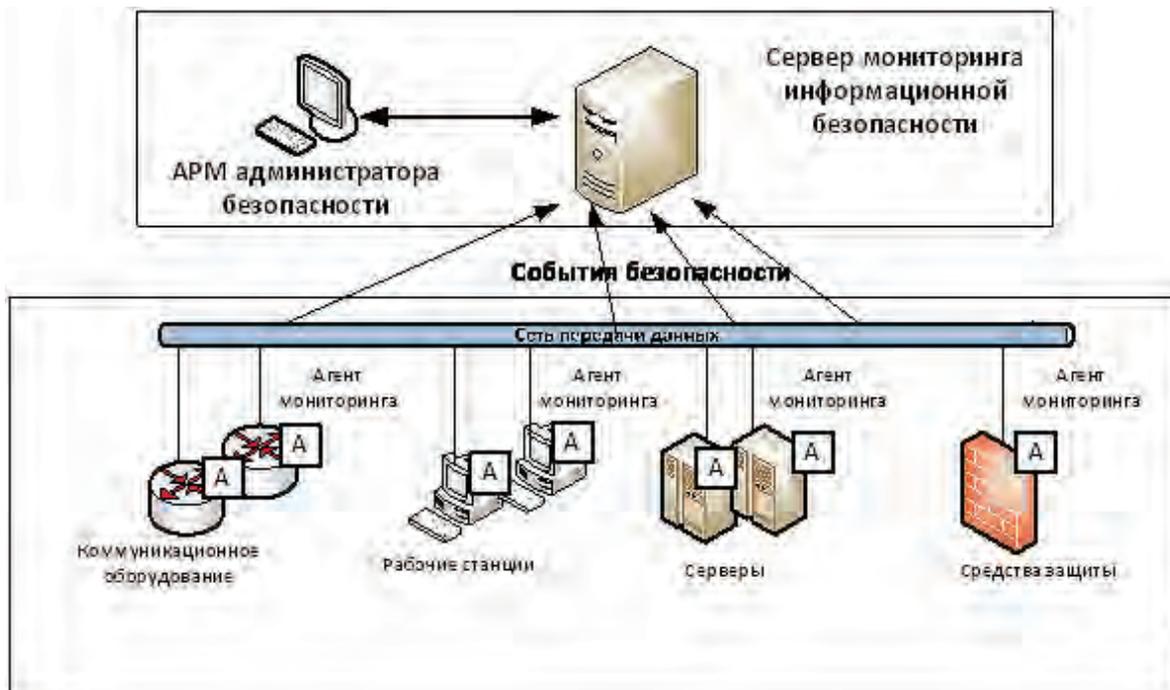


Рис. 6. Типовая структура подсистемы мониторинга событий безопасности

- события безопасности, инициируемые в процессе запуска соответствующего программного обеспечения;
- события безопасности, инициируемые в процессе выполнения программ;
- события безопасности, инициируемые при регистрации проявлений и блокирования сетевых атак [13].

### Заключение

Стратегия ОТС в области информационной безопасности определяет принятие соответствующих мер для защиты информации от различных видов воздействия, и, как следствие, состав системы защиты информации.

Известно, что цели ОТС не могут быть выполнены без своевременного обеспечения сотрудников информацией, необходимой для выполнения долж-

ностных обязанностей. В этой связи, основой для построения эффективной системы защиты информации в ОТС как программно-технической и организационной системы является соответствующая нормативно-правовая документация. В положениях нормативно-правовых документов определены требования, необходимые для разработки соответствующих должностных инструкций, определяющих действия сотрудников, имеющих доступ к важной информации, а также состав самой системы защиты информации.

Таким образом, правовое обеспечение при построении системы защиты информации в ОТС имеет если не главное, то определяющее значение. Предварительный учет требований нормативно-правовых документов по обеспечению защиты, в том числе и информации в ОТС, позволяет более точно определить структуру и параметры системы защиты привилегированной информации.

Рецензент: **Цимбал Владимир Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры автоматизированных систем управления Филиала военной академии имени Петра Великого, г. Серпухов, Российская Федерация.  
E-mail: [tsimbalva@mail.ru](mailto:tsimbalva@mail.ru)

### Литература

1. Анин Б. Ю. Защита компьютерной информации. СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2016. 384 с.
2. Барсуков В. С., Водолазний В. В. Современные технологии безопасности. М.: «Нолидж», 2014. 496 с.
3. Белов Е. Б., Лось В. П., Мещеряков Р. В., Шелупанов А. А. Основы информационной безопасности. М.: Гор. линия — Телеком, 2018. 544 с.

4. Воронов А. В. Вопросы построения системы защиты информации: методологические аспекты // Жизнь и безопасность. 2012. № 3. С. 354—358.
5. Галатенко В. А. Основы информационной безопасности / Под. ред. В. Б. Бетелина. М. : ИНТУИТ, 2003. 277 с.
6. Ларин Д. А., Баранова Е. К., Бабаш А. В. Информационная безопасность. История защиты информации в России. М. : Изд-во: КДУ, 2015. 736 с.
7. Ловцов Д. А. Обеспечение информационной безопасности в российских телематических сетях // Информационное право. 2012. № 4. С. 3—7.
8. Ловцов Д. А. Проблема гарантированного обеспечения информационной безопасности крупномасштабных автоматизированных систем // Правовая информатика. 2017. № 3. С. 66—74. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-3-66-74.
9. Ловцов Д. А. Проблема информационной безопасности ГАС РФ «Правосудие» // Российское правосудие. 2012. № 5. С. 103—109.
10. Ловцов Д. А. О парадигме информационной безопасности эргасистем // Вопросы защиты информации. 2001. № 4. С. 20—25.
11. Ловцов Д. А. Информационная безопасность эргасистем: нетрадиционные угрозы, методы, модели // Информация и космос. 2009. № 4. С. 100—105.
12. Ловцов Д. А., Верхоглядов А. А. Информационная безопасность судебных автоматизированных информационных систем: правовое регулирование и юрисдикция // Российское правосудие. 2008. № 8. С. 55— 64.
13. Петров А. А. Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты. М. : ДМК, 2017. 448 с.
14. Ловцов Д. А., Ермаков И. В. Классификация и модели нетрадиционных информационных каналов в эргасистеме // НТИ. Сер. 2. Информ. процессы и системы. 2005. № 2. С. 1—7.
15. Ловцов Д. А., Ермаков И. В. Защита информации от доступа по нетрадиционным информационным каналам // НТИ. Сер. 2. Информ. процессы и системы. 2006. № 9. С. 1—9.

## A LEGAL APPROACH TO BUILDING AN INFORMATION PROTECTION SYSTEM IN AN ORGANISATION

*Vladimir Alekseev, Dr.Sc. (Technology), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Honoured Radio Operator of the Russian Federation, Head of the Department of Information Systems and Information Protection of the Tambov State Technical University, Russian Federation, Tambov.*

E-mail: [valex1961@yandex.ru](mailto:valex1961@yandex.ru)

*Evgenii Emel'ianov, Ph.D. student at the Federal Centre for Science and High Technologies "SNPO Eleron", Russian Federation, Moscow.*

E-mail: [evemelyanov@rosatom.ru](mailto:evemelyanov@rosatom.ru)

*Dmitrii Kasterin, operator of the research unit of the Interbranch Centre for Training and Combat Use of Electronic Warfare Troops of the Russian Federation, Tambov.*

E-mail: [dmitkast1996@mail.ru](mailto:dmitkast1996@mail.ru)

*Aleksei Strel'tsov, Ph.D. student at the Federal Centre for Science and High Technologies "SNPO Eleron", Russian Federation, Moscow.*

E-mail: [alastrel'tsov@rosatom.ru](mailto:alastrel'tsov@rosatom.ru)

**Keywords:** *information, privileged information, legal support, information security, threats, protection system, typical structure, legal regulations, organisational and technical system.*

### **Abstract.**

**Purpose of the work:** *studying the relationships between the stages of building an information protection system in an organisation taking into account appropriate groups of legal regulations and legislative acts.*

**Method used:** *the authors guided by the systemic approach tried to trace the extent of impact of the requirements of certain legal regulations and legislative acts on the decisions taken by developers as regards the composition and relationships of elements of the information protection system within an organisation.*

**Results obtained:** *a number of generalised technical solutions for the configuration of elements of the information protection system in an organisation are proposed. The main result of the study should be considered the conclusion that legal support is important in building the information protection system of an organisational and technical system, and considering in advance the requirements of the legal regulations on information protection allows to more precisely determine its structure and parameters.*

## References

1. Anin B. Iu. Zashchita komp'yuternoï informatsii. SPb. : BKhV-Sankt-Peterburg, 2016, 384 pp.
2. Barsukov V. S., Vodolaznii V. V. Sovremennye tekhnologii bezopasnosti. M. : "Nolidzh", 2014, 496 pp.
3. Belov E. B., Los' V. P., Meshcheriakov R. V., Shelupanov A. A. Osnovy informatsionnoi bezopasnosti. M. : Gor. liniia -- Telekom, 2018, 544 pp.
4. Voronov A. V. Voprosy postroeniia sistemy zashchity informatsii: metodologicheskie aspekty. Zhizn' i bezopasnost', 2012, No. 3, pp. 354-358.
5. Galatenko V. A. Osnovy informatsionnoi bezopasnosti. Pod. red. V. B. Betelina. M. : INTUIT, 2003, 277 pp.
6. Larin D. A., Baranova E. K., Babash A. V. Informatsionnaia bezopasnost'. Istoriia zashchity informatsii v Rossii. M. : Izd-vo: KDU, 2015, 736 pp.
7. Lovtsov D. A. Obespechenie informatsionnoi bezopasnosti v rossiiskikh telematicheskikh setiakh. Informatsionnoe pravo, 2012, No. 4, pp. 3-7.
8. Lovtsov D. A. Problema garantirovannogo obespecheniia informatsionnoi bezopasnosti krupnomasshtabnykh avtomatizirovannykh sistem. Pravovaia informatika, 2017, No. 3, pp. 66-74, DOI: 10.21681/1994-1404-2017-3-66-74.
9. Lovtsov D. A. Problema informatsionnoi bezopasnosti GAS RF "Pravosudie". Rossiiskoe pravosudie, 2012, No. 5, pp. 103-109.
10. Lovtsov D. A. O paradigme informatsionnoi bezopasnosti ergasistem. Voprosy zashchity informatsii, 2001, No. 4, pp. 20-25.
11. Lovtsov D. A. Informatsionnaia bezopasnost' ergasistem: netraditsionnye ugrozy, metody, modeli. Informatsiia i kosmos, 2009, No. 4, pp. 100-105.
12. Lovtsov D. A., Verkhogliadov A. A. Informatsionnaia bezopasnost' sudebnykh avtomatizirovannykh informatsionnykh sistem: pravovoe regulirovanie i iurisdiksiia. Rossiiskoe pravosudie, 2008, No. 8, pp. 55- 64.
13. Petrov A. A. Komp'yuternaia bezopasnost'. Kriptograficheskie metody zashchity. M. : DMK, 2017, 448 pp.
14. Lovtsov D. A., Ermakov I. V. Klassifikatsiia i modeli netraditsionnykh informatsionnykh kanalov v ergasisteme. NTI, Ser. 2. Inform. protsessy i sistemy, 2005, No. 2, pp. 1-7.
15. Lovsov D. A., Ermakov I. V. Zashchita informatsii ot dostupa po netraditsionnym informatsionnym kanalam. NTI, Ser. 2. Inform. protsessy i sistemy, 2006, No. 9, pp. 1-9.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМ КЛАССИФИКАЦИИ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ)

Омельченко В.В.\*

**Ключевые слова:** государственное управление, государственная политика, номенклатура, классификатор, классификация, контроль, научное направление, научная специальность, систематизация.

## Аннотация.

**Цель работы:** совершенствование научно-методической базы информационного обеспечения системы государственного управления научной деятельностью в Российской Федерации на основе сравнительного анализа отечественной и международной систем классификаций научных направлений (специальностей).

**Методы:** системный и сравнительный анализ, комплексные аналитические и экспертные методы систематизации и классификации объектов, процессов и явлений реальности (мира, действительности, бытия).

**Результаты:** с системных позиций общей теории классификации и систематизации проведен сравнительный анализ отечественной и международной систем классификаций научных направлений (специальностей) на примере двух объектов сравнения: Российской Федерации и Организации экономического сотрудничества и развития; выявлены системные недостатки обеих систем классификаций научных направлений (специальностей); обоснованы рекомендации по их устранению.

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-62-70

## Введение

Для познания сущности всего многообразия связей и взаимодействия объектов, процессов и явлений реальности (мира, действительности, бытия), используется величайшее изобретение человечества — классификация [1]. Основы систематизации и классификации были заложены еще в ветхозаветные времена древними мыслителями, прежде всего, в таких древних писаниях, как Махабхарата, Ригведа, Авеста и др. Приведенными там замечательными классификациями мы можем сегодня не только любоваться и восхищаться, но и, главное, учиться на них [12, 13].

Успешное познание реальности человеком не представляется возможным без применения систематизации и классификации. Сегодня систематизация и классификация используются практически везде в любых сферах человеческой деятельности<sup>1</sup> [8]. Однако как

проводится систематизация и классификация, какие получаются у человека разумного классификационные схемы (классификаторы) и как он использует это в своей деятельности — важнейший вопрос.

Многообразие и разнообразие объектов, процессов и явлений реальности, с одной стороны, а также многоплановость и сложность их упорядочения, систематизации и классификации в повседневной деятельности человека — с другой стороны, создают определенные объективные трудности создания правильных систематизаций и классификаций [10, 11].

Трудности систематизации, а тем более классификации большого объема (мощности) множества объектов, процессов и явлений реальности вызывают не только способы, методы их упорядочения и группирования, но даже понимание и осознание самих базовых классификационных понятий и отношений, основанных на логическом учете глубинных свойств категорий *особенного и всеобщего*.

Именно этот важный аспект познания объектов или процессов реальности особенно выделял Гегель:

<sup>1</sup> См., например: Классификатор правовых актов, утв. Указом Президента РФ от 15 марта 2000 г. № 511; Универсальный десятичный классификатор (УДК-4), 4-я редакция, изданный ВИНТИ. URL: teacode.com (дата обращения 22 января 2020 г.); Библиотечно-библиографический классификатор (ББК), изданный в 30 книгах

(М. : Либерея); Международный патентный классификатор (МПК-4), 4-я редакция. URL: <http://www1.fips.ru> (дата обращения 22 января 2020 г.); Международный классификатор товаров и услуг (МКТУ-5), 5-я редакция. URL: [mktu.info](http://mktu.info) (дата обращения 22 января 2020 г.).

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

E-mail: [omvv@yandex.ru](mailto:omvv@yandex.ru)

«С одной стороны, упорядочить найденное в эмпирическом материале, особенное, а с другой — посредством сравнения найти и его всеобщие определения»<sup>2</sup>.

Настоящая статья является дальнейшим продолжением работ по рассмотрению классификационных систем в деятельности государственных органов и, прежде всего, в государственном управлении использованием национальных ресурсов [15].

Важнейшей сферой государственной деятельности является управление и регулирование научной и государственной научно-технической деятельности в Российской Федерации. Проведенный анализ существующего нормативно-правового регулирования подготовки и принятия системы научных направлений в Российской Федерации, выявил системные недостатки утвержденной «Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» [14].

В основе любой систематизации научных направлений (специальностей) всегда лежит соответствующий классификатор, от качества разработки которого зависит эффективность использования таких систем [8—10]. С целью использования международного опыта создания классификационных систем в настоящей статье проведем сравнительный анализ *российского и международного* классификаторов научных направлений и специальностей.

Любая наука должна иметь свой уникальный метод описания и представления соответствующих фрагментов реальности, независимо от предмета изучения, степени обобщения. Очевидно, логика и теория познания в целом должны иметь свой метод описания и представления реальности. Характеризуя существующее состояние развития логики, Гегель утверждал, что «в том состоянии, в котором она находится, нет даже предчувствия научного метода»<sup>3</sup>.

На наш взгляд, таким научным методом логики и теории познания в целом является *классификация* — универсальный диалектический метод систематизации объектов, процессов или явлений реальности (мира, действительности, бытия). Этот универсальный и всеобщий метод познания лежит в основе *системологии* — самостоятельной области науки о методах системного описания и представления реальности [2—7].

В качестве *первого* объекта сравнения определим систему классификации научных направлений, разработанную и принятую международной Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)<sup>4</sup>.

В качестве *второго* объекта сравнения определим систему классификации научных направлений (специ-

альностей), представленную как утвержденную Правительством Российской Федерации «Номенклатуру научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени»<sup>5</sup>, структурно-логический анализ которой проведен в [14].

С целью проведения корректного сравнительного анализа разных классификационных систем определим одно из важных научных направлений, которое не вошло в первый уровень классификации ни международной, ни российской систем. Это *управление* объектами, процессами и явлениями произвольной природы, включающее все виды управлений: государственное и негосударственное, управление отраслями, производствами, предприятиями, процессами во всех сферах человеческой деятельности, в том числе все виды автоматизированных систем управления [2, 7]. В дальнейшем под *государственным управлением* понимаем любое изменение состояния государства, ведущее к достижению поставленных в конституции этого государства целей.

### Сравнительный анализ российской и международной систем классификаций научных направлений (специальностей) верхнего уровня

Структура международного классификатора научных направлений (специальностей) ОЭСР (два верхних уровня) приведена на рис. 1.

Первый вопрос по оценке эффективности такой классификации — это выполнение требования *полноты* декомпозиции исходного множества научных направлений (специальностей) на классы или группы. При этом требование полноты классификации на ее верхнем уровне должно быть обеспечено не только для всех существующих научных направлений всех 36 стран ОЭСР. Должна быть также предусмотрена и перспектива развития предложенной системы классификации, в том числе при появлении новых научных направлений (специальностей), для которых должно быть зарезервировано соответствующее место (класс) в разрабатываемой классификации.

Как видим, в рассматриваемой классификации (см. рис. 1) такого зарезервированного класса нет, т. е. предложенная декомпозиция исходных научных направлений на *первом* уровне ограничена шестью классами и не приспособлена к развитию.

Таким образом, анализ международной системы классификации на верхних уровнях показывает, что требование полноты декомпозиции исходного множества научных направлений (специальностей) на классы или группы не выполняется.

Поэтому при появлении новых научных направлений (специальностей), которые по своему смысловому

<sup>2</sup> См.: Гегель Г. Наука логики. В 3-х томах. Т.1. Учение о бытии. М.: Мысль. АН СССР, Ин-т философии. Философское наследие, 1970. 501 с.

<sup>3</sup> Гегель Г. Наука логики. В 3-х томах. Т.1. Учение о бытии. М.: Мысль. АН СССР, Ин-т философии. Философское наследие, 1970. 501 с.

<sup>4</sup> Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР, англ. OECD, Organization for Economic Cooperation and Development) является межправительственной экономической организацией с 36 странами-членами, основана в 1961 г. для стимулирования экономического прогресса и мировой торговли.

<sup>5</sup> Приказ Минобрнауки России от 23 октября 2017 г. № 1027 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени»; зарегистрирован в Минюсте России 20 ноября 2017 г. № 48962.

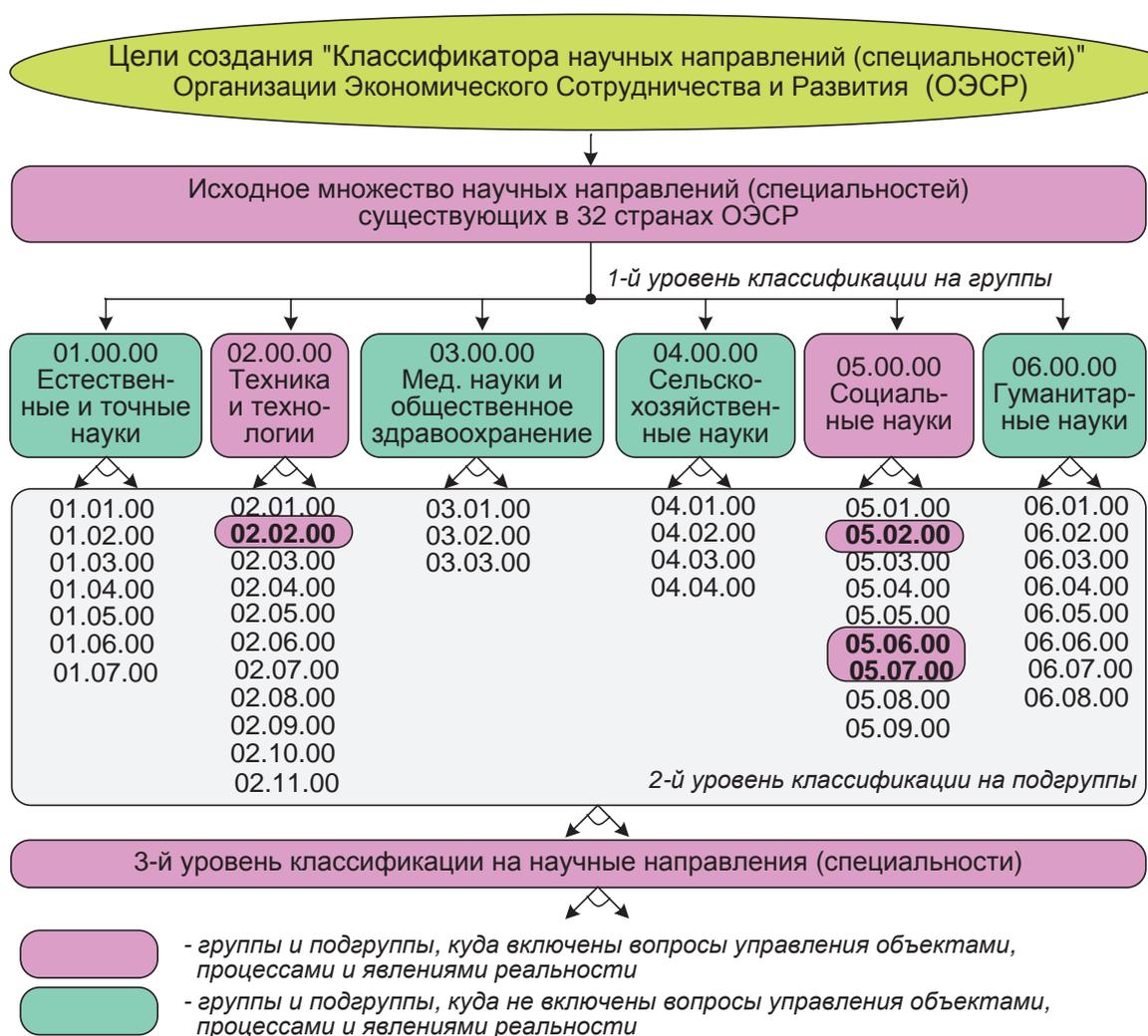
## Информационное обеспечение правового регулирования

содержанию нецелесообразно и нелогично включать в один из шести обозначенных классов, разработчик такой системы вынужден осуществлять распределение только по этим уже строго заданным классам с последующим распределением тех или иных элементов научного направления на нижних уровнях классификации. Анализ показывает, что для *сложных* [2, 7] объектов или процессов всегда существуют такие невидимые разработчиком объекты (научные направления), для которых и следует предусматривать резервные варианты систематизации.

Так и формируется вместо правильной и гибкой структурно-логической схемы классификации другая схема — нечеткая (размытая, расплывчатая) структура неэффективной и трудозатратной системы.

Классический пример «как не надо делать» для классификации групп и подгрупп направлений (спе-

циальностей) по направлению управления объектами процессами и явлениями реальности показан разными цветами на рис. 1. Обратим внимание на то, что вопросы управления объектами процессами и явлениями реальности попали не только в подгруппу 02.02.00, но и в подгруппы 05.02.00 — «Экономика и бизнес (предпринимательство)», 05.06.00 — «Политологические науки» и 05.07.00 — «Социальная и экономическая география», которые включены в группу 05.00.00 — «Социальные науки». Получается, что значительная часть вопросов *управления* объектами процессами и явлениями реальности попали только в 05.00.00 — «Социальные науки», но при этом не попали в другие группы: 01.00.00 — «Естественные и точные науки», 04.00.00 — «Сельскохозяйственные науки», 06.00.00 — «Гуманитарные науки и др.



**Рис. 1. Структура международного классификатора научных направлений (специальностей) верхнего уровня Организации экономического сотрудничества и развития**

Другими словами, ключевой вопрос управления «публичное управление и политика» (код VM) необходим только для подгруппы 05.06.00 — «Политологические науки», а для других групп и подгрупп этот вопрос не нужен?

Как известно, в любом государственном управлении вопросы публичного управления и государственной политики являются основополагающими и системообразующими, в том числе по формированию и реализации других функций государственного управ-

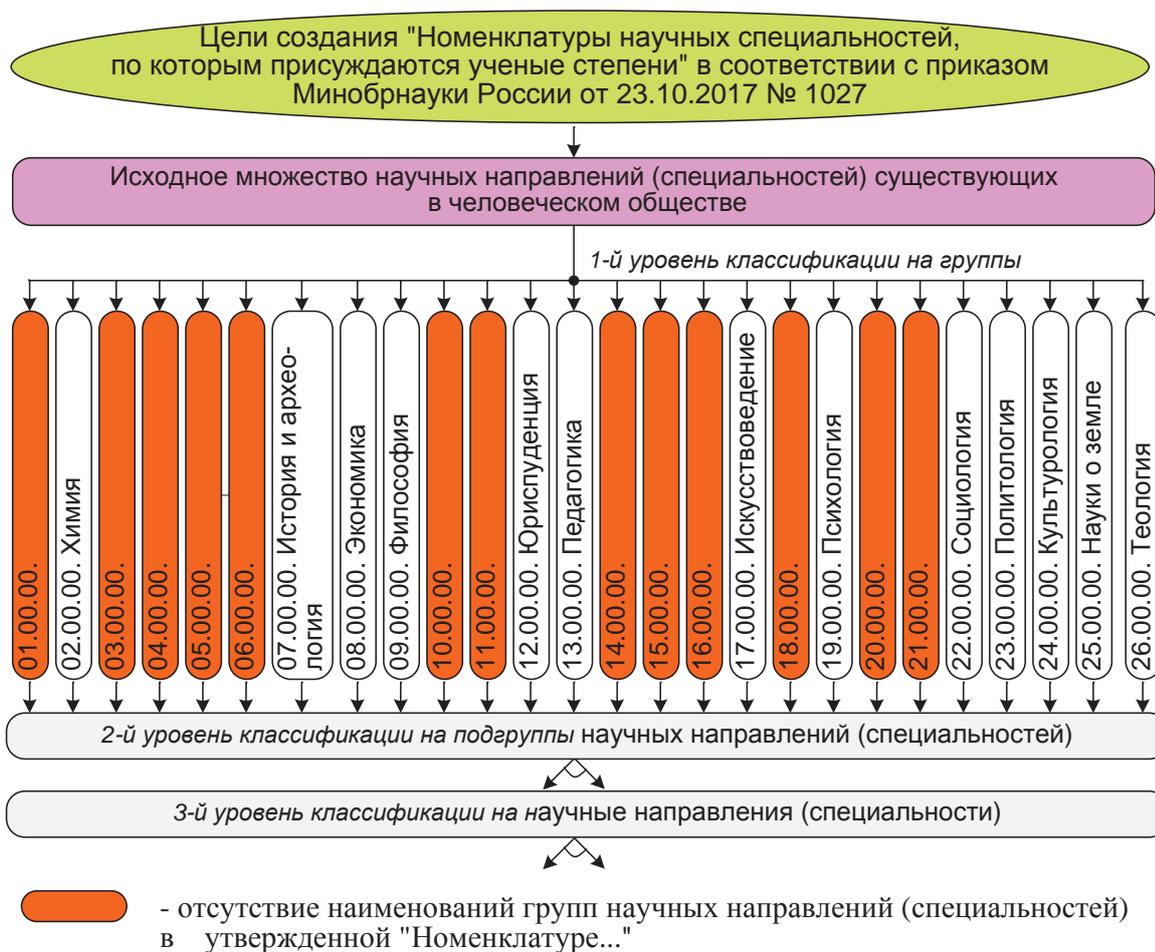


Рис. 2. Структура российского классификатора научных направлений («Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени») верхнего уровня

ления [11]: измерение и сбор информации, оценивание (контроль), распознавание (идентификация), планирование и прогнозирование, регулирование (выдача управляющих решений).

В приведенной международной классификации все эти важные вопросы представлены локально, не системно, противоречат самой логике систематизации. По сути, эти важные, универсальные для всех предметно-ориентированных направлений вопросы управления бессистемно «размазаны» по выделенным классам (группам) и подклассам (подгруппам).

Таким образом, вопрос разработки продуктивной (правильной) классификационной схемы (классификатора) в основе любой прикладной тематики человеческого бытия является исключительно важным и стратегическим. Кроме того, следует учитывать, что разработка любой системы классификации — процесс интеллектуальный и весьма трудозатратный. При этом чем больше допускается ошибок классификации, тем больше растут трудозатраты на ее дальнейшее использование, поддержание и развитие.

Рассмотрим другой объект сравнения. Структура российского классификатора («Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени») научных направлений (специальностей) верхнего

уровня представлена на рис. 2. Как видим, разработчики предложенной системы классификации (вероятно, в попытке охватить все исходное множество научных направлений на первом уровне систематизации) увлеклись излишней детализацией и упустили главное — требование универсальности и полноты классификации.

Структурно-логическим недостатком российского классификатора верхнего уровня (1-й уровень классификации на группы) является чрезмерная перегруженность выделенных групп (классов) научных спецификаций (направлений), что нарушает допустимые требования восприятия (не более 7 сущностей).

Согласно общей теории классификации на каждом уровне декомпозиции исходного множества объектов, процессов или явлений в соответствии с заданным целевым основанием (признаком) систематизации должно выделяться определенное подмножество (классов), которые должны [10]:

1) строго определяться в соответствии с принципом выделения главных сущностей под заданное целевое основание (признак) систематизации;

2) обеспечить принцип полноты систематизации на каждом уровне классификации, при этом соблюдая условие наблюдения, т. е. их количество не должно быть большим (более 10).

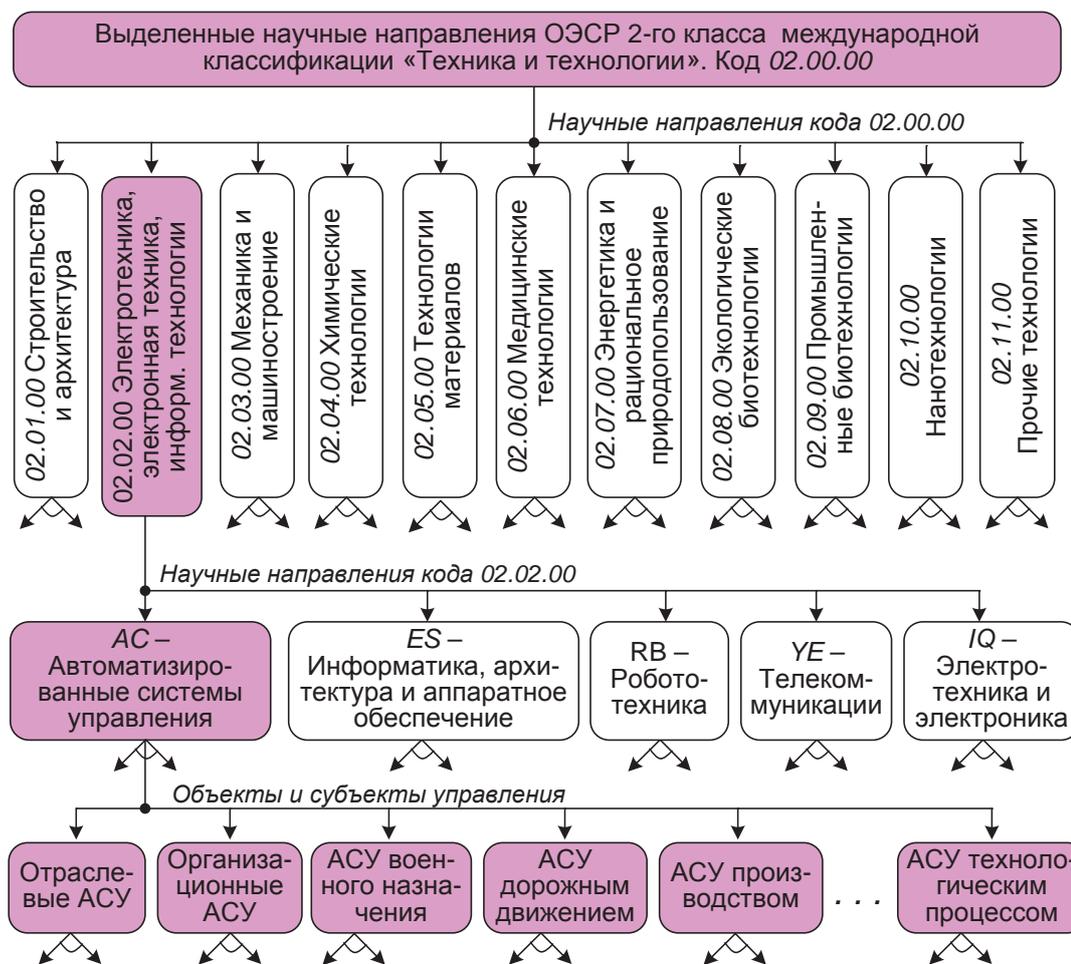


Рис. 3. Классификация научных направлений (специальностей) международного классификатора в рамках 2-го класса «Техника и технологии»

Сущность *второго* требования основывается на учете психофизических ограничений восприятия информации человеком, в том числе учете возможностей известного психологического ограничения восприятия информации человеком, так называемого ограничения Миллера<sup>6</sup>.

В этом случае мы получаем классификационную систему (классификатор), которая «не перегружает» оперативную память человека, что делает ее наглядной и работоспособной.

Выполнение известных требований к классификации объектов, процессов и явлений является необходимой и эффективной мерой по решению известной проблемы «борьбы с проклятием размерности» при проведении систематизации многообразной и разнообразной реальности [11, с. 184].

Предложенная выше детальная декомпозиция исходного множества научных направлений (специальностей) на рис. 2 приведена с нарушением требований к классификации. Отсюда и очевидные трудности у разработчика с идентификацией наименования выделенных на 1-м уровне классификации 26 групп (классов)

научных специальностей. Так, половина из них, 13 групп (на рис. 2 выделено темным цветом), являются пустыми, так как не имеют наименований групп научных специальностей в утвержденном правительством документе.

В этом плане структурно-логическая декомпозиция международного классификатора научных направлений (специальностей) верхнего уровня (см. рис. 1) является предпочтительной, так как в этом случае выполнено хотя бы известное ограничение Миллера.

Вместе с тем, разбиение исходного множества научных направлений (специальностей) на группы (классы) и подгруппы (подклассы) проведено различным образом с нарушениями правил классификации в обоих случаях.

«Рыба гниет с головы», гласит народная мудрость. Допущенные системные ошибки систематизации российской и международной систем классификаций научных направлений (специальностей) верхнего уровня породили ошибки на среднем и нижнем уровнях.

Для доказательства этого утверждения рассмотрим *второй* уровень систематизации международного и российского классификаторов научных направлений (специальностей).

В международной системе классификации вопросы *управления* объектами, процессами и явлениями произвольной природы частично представлены

<sup>6</sup> Миллер Дж. Магическое число семь — плюс или минус два // Инженерная психология. М.: Прогресс, 1964.

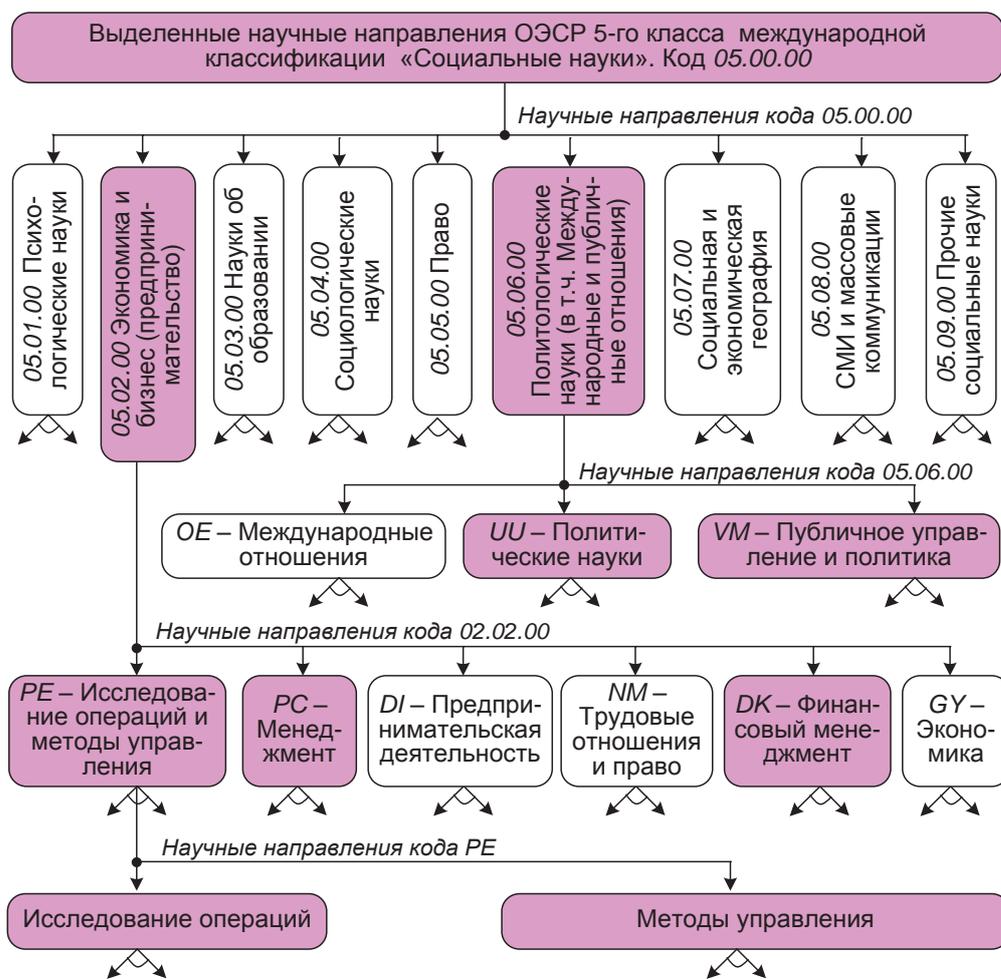


Рис. 4. Классификация научных направлений ОЭСР 2-го и 5-го классов кода 05.00.00, включающих вопросы управления объектами, процессами и явлениями произвольной природы

в подгруппах 2-го и 5-го классов (на рис. 1 выделены темным цветом). В российской системе классификации научных направлений вопросы *управления* объектами, процессами и явлениями произвольной природы частично представлены в подгруппах:

- код 01.00.00 — название группы не определено (отсутствует);
- код 05.00.00 — название группы не определено (отсутствует);
- код 08.00.00 — название группы «Экономика»;
- код 22.00.00 — название группы «Социология».

#### Сравнительный анализ российской и международной систем классификаций научных направлений (специальностей) среднего уровня

Классификация научных направлений международного классификатора в рамках 2-го класса «Техника и технологии» (код 02.00.00), включающих важное направление предметной области: управление объектами, процессами и явлениями произвольной природы, приведена на рис. 3.

Классификация научных направлений ОЭСР 2-го и 5-го подклассов 5-го класса (код 05.00.00), включающих пред-

метную область: управление объектами, процессами и явлениями произвольной природы, представлена на рис. 4.

Обратим внимание на следующие недостатки международной классификации научных направлений (специальностей) среднего уровня:

1) важные вопросы управления: методы управления (код PE), управление-менеджмент (код PC), а также управление финансовыми потоками или финансовый менеджмент (код DK) отнесены только к 5-му классу международной классификации с названием «Социальные науки» (код 05.00.00), что является неверным. Все указанное выше также относится и к другим классам верхнего уровня (см. рис. 1) и, прежде всего, к классу 02.00.00 — «Техника и технологии»;

2) важнейшая (системообразующая) функция управления (прежде всего, государственного) в любой сфере — это научно-техническая политика и целеполагание, которые отнесены только к подгруппе VM — «Публичное управление и политика». Эту функцию управления также можно отнести к другим классам верхнего уровня (см. рис. 1) и, прежде всего, к классу 02.00.00 — «Техника и технологии».

Классификация научных направлений (специальностей) с выделением групп российского классификатора

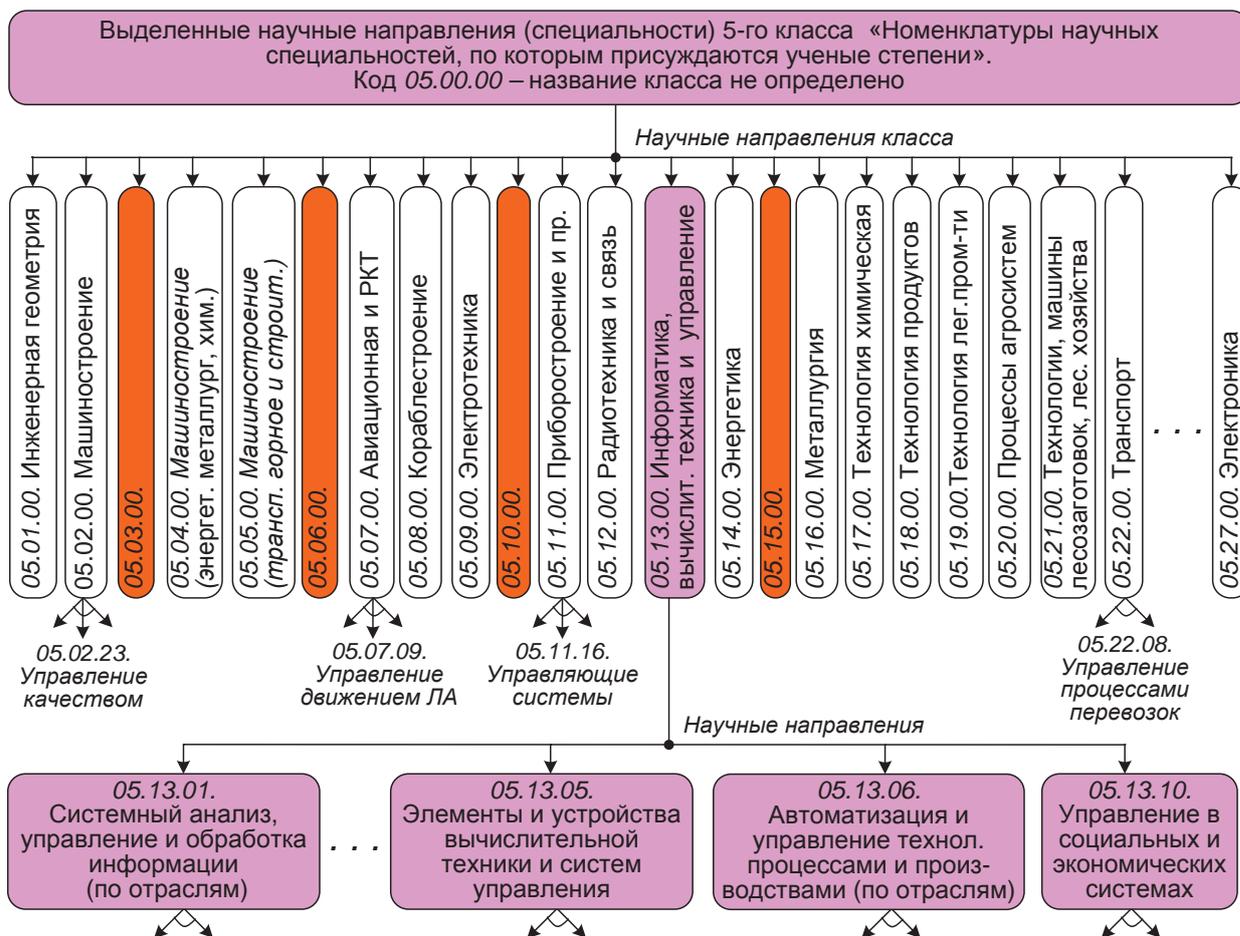


Рис. 5. Классификация научных направлений (специальностей) с выделением групп Номенклатуры, включающих вопросы управления

(номенклатуры), включающих ряд вопросов управления объектами, процессами и явлениями произвольной природы представлена на рис. 5.

Достоинством российского классификатора научных направлений (специальностей) по сравнению с международным классификатором является более правильное группирование (систематизация) важнейших вопросов предметной области управления в одной подгруппе 05.13.00 — «Информатика, вычислительная техника и управление».

Вместе с тем и здесь есть своя «ложка дегтя», или *недостатки* следующего характера:

1. Отсутствие названия группы 05.00.00, что нарушает целостность и непрерывность рассматриваемой классификации. Кроме того, не представляется возможным установить основание (признак) последующей декомпозиции рассматриваемой группы на подгруппы, что является недопустимым при проведении классификации.

2. Рассредоточение некоторых вопросов предметной области управления в разных подгруппах, что создает некоторую расплывчатость (нечеткость, размытость) классификации.

3. Структурно-логическим недостатком российского классификатора второго уровня (следствие перво-

го недостатка), так же, как и на верхнем уровне, является чрезмерная перегруженность выделенных групп (классов) научных спецификаций (направлений), что нарушает допустимые требования восприятия.

Последний указанный недостаток легко устраняется, например, объединением следующих подгрупп:

- 05.02.00 — «Машиностроение и машиноведение»;
- 05.04.00 — «Машиностроение: энергетическое, металлургическое и химическое»;
- 05.05.00 — «Машиностроение: транспортное, горное и строительное».

И так далее; да, при этом будет увеличиваться количество уровней классификации. Но ведь это не недостаток, это достоинство, ибо в этом суть классификации многообразной и разнообразной реальности [10, 11]. Здесь главное содержание — обоснованное структурно-логическое представление *системы* классов и подклассов. Ведь есть же классические примеры проведения таких «работающих» на века классификаций, например, классификация химических элементов (1869) Д. И. Менделеева или классификация растительного и животного мира (1753) К. Линнея и др. Представляет также определенный интерес «клеточная» модель классификации наук Д. Ловцова, раскрывающая

взаимосвязь естественных, технических, общественных наук, философии и системологии [2, 16].

Таким образом, системный сравнительный анализ международных и российских классификаторов научных направлений (специальностей) позволил выявить системные недостатки используемых структурно-логических схем классификации, которые порождают множество других частных недостатков, а также создают проблемы для развития и поддержания непротиворечивой базы знаний рассматриваемой предметной области.

Поэтому использование зарубежного опыта в проведении систематизации научных направлений (спе-

циальностей) и разработки соответствующих классификаторов в отечественной практике можно свести, пожалуй, к рекомендации: «как не надо делать». Конечно, ошибок при проектировании сложных систем не избежать, такова природа человеческого познания реальности, но осознание ошибок — тоже опыт познания реальности. Поэтому полученный и осознанный отечественными разработчиками аналогичных классификационных систем отрицательный результат — это тот самый бесценный опыт, использование которого позволит хотя бы не допускать системных ошибок в последующих разработках или, по крайней мере, свести их к минимуму.

*Рецензент: Увайсов Сайгид Увайсович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой конструирования и производства радиоэлектронных средств Института радиотехнических и телекоммуникационных систем МИРЭА, Россия, г. Москва.*

*E-mail: uvajsov@mirea.ru*

### Литература

1. Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. А. М. Прохоров. М. : БРЭ, 2002. 1456 с. ISBN 5-85270-160-2.
2. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М. : Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
3. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования: исторические аспекты развития // История государства и права. 2009. № 18. С. 9—12.
4. Ловцов Д. А. Системология научных исследований. М. : ФБУ НЦПИ при Минюсте России, 2018. 76 с. ISBN 978-5-90167-53-3.
5. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере: архитектура и состояние // Государство и право. 2012. № 8. С. 16—25.
6. Ловцов Д. А. Теоретические основы системологии информационного права // Информационное право. 2014. № 2. С. 4—13.
7. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть. 1. Теоретические основы. М. : РГУП, 2018. 224 с. ISBN 978-5-93916-701-7.
8. Ловцов Д. А., Федичев А. В. Архитектура национального классификатора правовых режимов информации ограниченного доступа // Правовая информатика. 2017. № 2. С. 35—54. DOI 10.21681/1994-1404-2017-1-5-12.
9. Модернизация специальностей в юриспруденции / Отв. ред. Н. И. Аристер. М. : Минобрнауки РФ, 2012. 210 с.
10. Омельченко В. В. Общая теория классификации. В 2-х ч. Ч. I. Основы системологии познания действительности. М. : ООО «ИПЦ Маска», 2008. 466 с.; Ч. II. Теоретико-множественные основания // Предисл. Д. А. Ловцова. М. : Кн. дом «Либроком», 2010. 296 с.
11. Омельченко В. В. Основы систематизации. В 2-х ч. М. : Кн. дом «Либроком», 2012. 480 с. ISBN 978-5-397-02383-2.
12. Омельченко В. В. Системные аспекты познания действительности, представленные в древних писаниях // Труды XI Междунар. науч. конф. «Мировоззренческая парадигма в философии: Культура определения бытия и сущего» / МЭСИ. Н. Новгород : МЭСИ, 2014. С. 195—210.
13. Омельченко В. В. Системные основы древних писаний и древнерусского языка / Кн. 1. Загадки Ригведы — Веды гимнов и древнерусского языка. М. : ЛЕНАНД, 2015. 424 с. ISBN 978-5-9710-1966-4.
14. Омельченко В. В. Информационное обеспечение государственного регулирования подготовки и принятия системы научных специальностей // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 4—14. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-4-14.
15. Системный аудит использования национальных ресурсов и управление по результатам. Вып. II. Методы и модели информационно-аналитического обеспечения / Под ред. А. А. Пискунова. Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2007. 592 с.
16. Lovtsov D. A. Theoretical and Conceptual aspects of Legal Information Knowledge. Automatic Documentation and Mathematical Linguistics (USA), 2005, vol. 38, No. 6, pp. 1-7.

# A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RUSSIAN AND INTERNATIONAL RESEARCH AREAS (SPECIALTIES) CLASSIFICATION SYSTEMS

**Viktor Omel'chenko**, Dr.Sc. (Technology), Professor, Meritorious Worker of Science and Technology of the Russian Federation, State Councillor of the Russian Federation of the 1st Class, Advisor to the Secretariat of the Board for Science and Technology of the AO (JSC) "VPK "NPO Mashinostroeniia", Moscow, Russian Federation.

E-mail: [omvv@yandex.ru](mailto:omvv@yandex.ru)

**Keywords:** public administration, government policy, nomenclature, classifier, classification, control, research area, research specialty, systematisation.

## Abstract.

**Purpose of the work:** improving the scientific and methodological basis of information support for the research activity public administration system in the Russian Federation based on a comparative analysis of the domestic and international research areas (specialties) classification systems.

**Methods used:** system and comparative analysis, integrative analytical and expert methods of systematisation and classification of objects, processes and phenomena of reality (of the world, reality, being).

**Results obtained:** from the systemic positions of the general theory of classification and systematisation, a comparative analysis of the domestic and international research areas (specialties) classification systems is carried out using two objects of comparison, the Russian Federation and the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) as a case study. Systemic shortcomings of both research areas (specialties) classification systems are identified, and a justification is given for recommendations to overcome them.

## References

1. Bol'shoi entsiklopedicheskii slovar'. Gl. red. A. M. Prokhorov. M. : BRE, 2002, 1456 c., ISBN 5-85270-160-2.
2. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem: Tezaurus. M. : Nauka, 2005, 248 c., ISBN 5-02-033779-X.
3. Lovtsov D. A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniia: istoricheskie aspekty razvitiia. Istoriia gosudarstva i prava, 2009, No. 18, pp. 9-12.
4. Lovtsov D. A. Sistemologiya nauchnykh issledovani. M. : FBU NTsPI pri Miniuste Rossii, 2018, 76 pp., ISBN 978-5-90167-53-3.
5. Lovtsov D. A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere: arkhitektura i sostoi-anie. Gosudarstvo i pravo, 2012, No. 8, pp. 16-25.
6. Lovtsov D. A. Teoreticheskie osnovy sistemologii informatsionnogo prava. Informatsionnoe pravo, 2014, No. 2, pp. 4-13.
7. Lovtsov D. A. Sistemnyi analiz. Chast'. 1. Teoreticheskie osnovy. M. : RGUP, 2018, 224 pp., ISBN 978-5-93916-701-7.
8. Lovtsov D. A., Fedichev A. V. Arkhitektura natsional'nogo klassifikatora pravovykh rezhimov informatsii ogranichen-nogo dostupa. Pravovaia informatika, 2017, No. 2, pp. 35-54, DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-5-12.
9. Modernizatsiia spetsial'nostei v iurisprudentsii. Otv. red. N. I. Arister. M. : Minobrnauki RF, 2012, 210 pp.
10. Omel'chenko V. V. Obshchaia teoriia klassifikatsii. V 2-kh ch. Ch. I. Osnovy sistemologii poznaniia deistvitel'nosti. M.: OOO "IPTs Maska", 2008, 466 pp. Ch. II. Teoretiko-mnozhestvennye osnovaniia. Predisl. D. A. Lovtsova, M. : Kn. dom "Librokom", 2010, 296 pp.
11. Omel'chenko V. V. Osnovy sistematzatsii. V 2-kh ch. M. : Kn. dom "Librokom", 2012, 480 pp., ISBN 978-5-397-02383-2.
12. Omel'chenko V. V. Sistemnye aspekty poznaniia deistvitel'nosti, predstavlennye v drevnikh pisaniakh. Trudy XI Mezhdunar. nauch. konf. "Mirovozzrencheskaia paradigma v filosofii: Kul'tura opredeleniia bytiia i sushchego", MESI, N. Novgorod : MESI, 2014, pp. 195-210.
13. Omel'chenko V. V. Sistemnye osnovy drevnikh pisani. Kn. 1. Zagadki Rigvedy -- Vedy gimnov i drevnerusskogo iazyka. M. : LENAND, 2015, 424 pp., ISBN 978-5-9710-1966-4.
14. Omel'chenko V. V. Informatsionnoe obespechenie gosudarstvennogo regulirovaniia podgotovki i priniatiia sistemy nauchnykh spetsial'nostei. Pravovaia informatika, 2019, No. 2, pp. 4-14, DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-4-14.
15. Sistemnyi audit ispol'zovaniia natsional'nykh resursov i upravlenie po rezul'tatam. Vyp. II. Metody i modeli informat-sionno-analiticheskogo obespecheniia. Pod red. A. A. Piskunova. Rostov-na-Donu : IuFU, 2007, 592 pp.
16. Lovtsov D. A. Theoretical and Conceptual aspects of Legal Information Knowledge. Automatic Documentation and Mathematical Linguistics (USA), 2005, vol. 38, No. 6, pp. 1-7.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕДИЦИНЕ: ПРАВОВЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

Скворцова М.А., Вишневская Ю.А., Писарев А.В.\*

**Ключевые слова:** экспертная информационная система, рекомендательная система, телемедицина, проектирование, Android, мобильное приложение, правовые акты, правовые документы, диагностика, правильное питание, диета, пищеварительная система.

## Аннотация.

**Цель:** совершенствование научно-методической базы теории прикладных экспертных информационных систем.

**Методы:** информационный анализ, экспертное оценивание, аналитические методы описания требований к системе.

**Результаты:** исследованы основные подходы к проектированию экспертных и рекомендательных систем в области разработки гибридной экспертной информационной системы (ЭИС) помощи пациентам с заболеваниями желудочно-кишечного тракта и сопутствующих заболеванию кишечника; предложена продуктивная классификация экспертных систем; проанализированы основные алгоритмы проектирования рекомендательных и экспертных систем; рассмотрен алгоритм разработки экспертных систем; проанализированы основные алгоритмы формирования диет для заболеваний пищеварительной системы и разработан обобщенный алгоритм формирования индивидуального плана питания; обоснованы функциональные требования к проектируемой ЭИС; разработана диаграмма использования и взаимодействия пользователя и ЭИС; на основе анализа нормативных правовых актов проверено соответствие проектируемого мобильного приложения действующей правовой системе Российской Федерации; в качестве примера разработан сценарий взаимодействия пользователя и ЭИС.

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-71-81

## Введение

В настоящее время в связи с активным развитием информационных технологий и непрерывным совершенствованием медицины и телемедицины, в частности, большое распространение получили мобильные приложения, направленные на консультации пользователей в различных медицинских аспектах. В сети Интернет можно найти справочные системы поиска лекарств или врачей, диагностические приложения, справочники для оказания первой помощи и др. Помимо информационных систем, помогающих пользователям в медицинском отношении, существует множество мобильных приложений по формированию диет, счету калорий и планированию спортивного питания и др.

Однако не известно приложение, которое совмещало бы в себе как медицинское направление, так и подбор плана питания. Подобная экспертная информационная система (ЭИС) [8], возможно, решила бы ряд проблем жизнедеятельности людей, страдающих хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта.

По статистике почти 89% населения планеты имеет патологии в желудочно-кишечном тракте<sup>1</sup>. У каждого 30-летнего жителя наблюдается хотя бы одно заболевание пищеварительной системы<sup>2</sup>. В связи с подобной

<sup>1</sup> См.: Overview of the Digestive System. [Электронный ресурс]. URL: <https://courses.lumenlearning.com/boundless-ap/chapter/> (дата обращения 01.03.2020).

<sup>2</sup> Официальная страница «JKTGURU.ru – информационный портал на тему здоровья желудочно-кишечного тракта». – URL: <https://vrbiz.ru/> (заболевания ЖКТ).

\* **Скворцова Мария Александровна**, старший преподаватель Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Российская Федерация.

**Вишневская Юлия Александровна**, магистрант Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Российская Федерация.

**Писарев Александр Владимирович**, студент Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: [magavrilova@bmstu.ru](mailto:magavrilova@bmstu.ru)

статистикой развития заболеваний возникает задача формирования плана питания для больных людей. Данную задачу можно решить при помощи соответствующей ЭИС, которая позволила бы пользователям формировать индивидуальный план питания на основе их личных вкусов, рекомендаций врачей, диагноза и предыдущего опыта работы с другими людьми, имеющими похожие предпочтения [6, 11, 20].

Заметим, что ни одно публичное приложение не может проектироваться без учета нормативных правовых актов, регулирующих такие аспекты, как использование персональных данных пользователя, его *информационная безопасность* и защита пертинентной информации. Подобные нормативные правовые акты имеют большое влияние на формирование требований к разрабатываемой ЭИС. В связи с необходимостью обеспечения соответствия разрабатываемого приложения законодательству следует выявить основные нормативные правовые акты Российской Федерации, которые должны быть изучены и приняты во внимание.

Для создания эффективной ЭИС необходимо использование интеллектуальных методов, а также методов машинного обучения. Также в подобную интеллектуальную ЭИС необходимо заложить возможность работы с большими данными, поскольку формирование рекомендаций для пользователей, в первую очередь, основывается на наличии обширной базы данных знаний (БДЗ) [8] с вариантами планов питания и рецептами блюд.

### Классификация и методическая последовательность разработки ЭИС

При обосновании требований к проектируемой интеллектуальной ЭИС необходимо учитывать требования, предъявляемые к интеллектуальным и рекомендательным системам в целом. Проектируемая система относится к классу интеллектуальных, поскольку должна обладать возможностями накапливать и получать новые знания и осуществлять рассуждения, характерные для человека. Существует несколько типов интеллектуальных систем: системы с коммутативными способностями; экспертные системы; самообучающиеся системы; адаптивные системы<sup>3</sup> (рис. 1) [2, 9, 16].

Проектируемая ЭИС в соответствии с поставленной целью должна совмещать в себе как принципы работы экспертных, так и самообучающихся (рекомендательных) систем. Таким образом, разрабатываемую ЭИС формирования индивидуального плана питания можно отнести к классу *гибридных* ЭИС в силу объединения признаков двух названных типов систем [14, 16, 19, 21].

Для проектирования ЭИС необходимо пройти несколько основных *этапов*, включая: выбор предметной области, извлечение знаний, выбор инструментальных средств проектирования, формализация знаний в виде машинных процедур, построение БДЗ,

разработка семантического интерфейса, разработка механизма логического вывода, разработка метода объяснений, разработка модуля накопления знаний и манипулирования со знаниями<sup>4</sup>.

На этапе выбора предметной области решается ряд задач, связанных с оценкой предметной области на достоверность и полноту накопления знаний, определяются источники знаний, а также формы представления и преобразования семантической информации, которые будут использованы в разрабатываемой ЭИС. *Предметной областью* текущего исследования является медицина. На данном этапе рассматриваются основные причины патологий и болезней желудочно-кишечного тракта человека, изучается строение пищеварительной системы, описываются основные требования и рекомендации к составлению диеты и правильного питания для человека с проблемами пищеварения.

Также в процессе исследования предметной области разрабатывается классификация основных свойств пищеварительной системы для формирования плана индивидуального питания, описываются основные стадии процесса принятия диагностического решения [10, 12].

После определения и оценки предметной области формируются цели и задачи, которые решаются посредством ЭИС с функциональной точки зрения. На завершающем шаге данного этапа происходит определение структуры и обобщенного алгоритма функционирования ЭИС.

Следующий этап извлечения знаний предназначен для сбора информации, необходимой для обеспечения ЭИС знаниями и данными, а также для определения уровней детализации и способов представления знаний [1, 8].

Далее осуществляется выбор инструментальных средств проектирования на основе решений, принятых на предыдущих этапах, формирование БДЗ и разработка пользовательского интерфейса со сценарием взаимодействия «ЭИС – Пользователь».

Одним из основных и самых трудоёмких этапов является разработка механизма логического вывода, поскольку он обеспечивает реализацию стратегии выбора соответствующего правила или факта. Механизм логического вывода должен содержать четыре основных процесса [5, 12]:

- *выбор активных фактов и правил* – формирование предпочтений пользователя, его диагноза, рекомендаций врача и самой ЭИС;
- *сопоставление* – определение возможных вариантов плана питания на основе полученных фактов;
- *разрешение конфликтов* – выбор оптимальных компонентов для формирования плана питания;

<sup>3</sup> Остроух А. В. Интеллектуальные системы: Учеб. пособие. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2015. – 110 с.

<sup>4</sup> Пугачев Е. К. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Проектирование интеллектуальных систем». Часть 2. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 55 с.

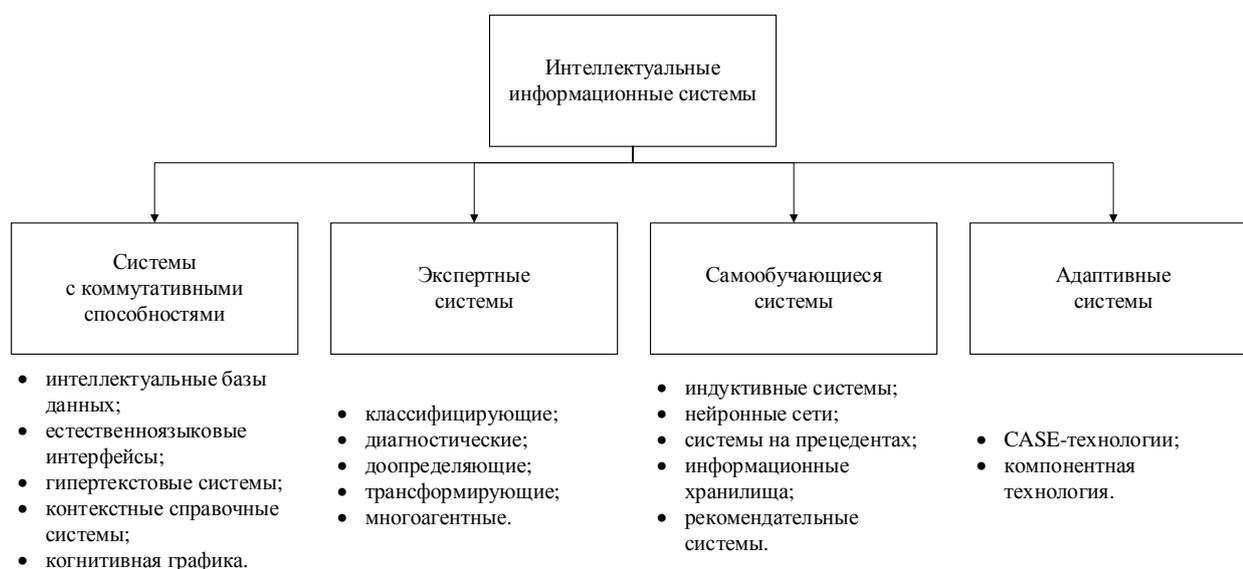


Рис. 1. Классификация интеллектуальных информационных систем

– выполнение выбранного означенного правила – формирование непосредственно самого индивидуального плана.

Два заключительных этапа (разработка модулей объяснений и накопления знаний) позволяют сделать ЭИС простой и понятной для пользователя и автоматизировать процесс наполнения и актуализации БДЗ.

### Алгоритмы разработки ЭИС

Среди ЭИС выделяется две основных и самых популярных, реализующих алгоритмы: контентной фильтрации (*content-based filtering*) и коллаборативной фильтрации (*collaborative filtering*)<sup>5</sup>.

Контентная фильтрация формирует рекомендацию на основе поведения пользователя, т.е. пользователю рекомендуются объекты, схожие с теми, которые он уже выбирал ранее<sup>6</sup>. Степень «похожести» оценивается по признакам содержимого объектов. Минусом такого вида рекомендательных ЭИС является сильная зависимость от предметной области и низкая степень увеличения числа рекомендаций.

Коллаборативная фильтрация вырабатывает рекомендации, основанные на модели предшествующего поведения пользователя [19]. Такая модель строится либо на основе поведения одного пользователя (аналогично контентной фильтрации), либо учитывает поведение нескольких пользователей системы со сходными характеристиками. Часто для рекомендации используются оценки предыдущих выборов пользователя как им самим, так и другими пользователями. Такой

подход к рекомендациям является более эффективным, однако существенным минусом является необходимость сбора большого количества данных и знаний перед началом работы системы.

Для описания алгоритма работы рекомендательной ЭИС необходима предварительная формализация применительно к задаче формирования индивидуального плана питания. Например, пусть существует множество пользователей системы ( $u \in U$ ), множество объектов ( $o \in O$ ) – рецептов блюд, которые могут понравиться пользователю, и множество событий ( $\{r_{uo}, u, o, d, rd\} \in D$ ) – действий, которые пользователи совершают с объектами. Каждое событие формируется непосредственно пользователем, объектом и результатом данного события ( $r_{uo}$ )<sup>7</sup>. При необходимости событие должно учитывать также диагноз пользователя и замечания врача.

Для формирования рекомендации следует учитывать: предсказание предпочтения:

$$\widehat{r_{uo}} = \text{Predict}(u, o, \dots) \approx r_{uo};$$

персональные рекомендации:

$$(u \mapsto (O_1, \dots, O_k) = \text{Recommend } K(u, \dots);$$

похожие объекты:

$$u \mapsto (O_1, \dots, O_m) = \text{Similar } M(o).$$

Для осуществления трех выявленных шагов можно использовать следующие три известных алгоритма: кластеризация пользователей, *user-based*, *object-based* [19].

*Первый* алгоритм основан на принципе того, что похожим пользователям (с одинаковыми предпочтениями и диагнозом) нравятся похожие объекты. Однако данный алгоритм не дает возможности формировать рекомендации для пользователей с нетипичными вкусовыми предпочтениями или уникальным диагнозом.

*Второй* алгоритм работает по аналогичному принципу, но с учетом оценок предыдущих планов питания

<sup>5</sup> См.: Официальная страница «IBM. Open source». – URL: <https://www.ibm.com/ru> (дата обращения 06.03.2020).

<sup>6</sup> См.: Официальная страница «Как работают рекомендательные системы. Лекция в Яндексе». – URL: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/241455/> (дата обращения 06.03.2020).

<sup>7</sup> Там же.

для разных типов пользователей. Однако появляется дополнительный минус при подобной реализации – новые объекты, добавленные при актуализации БДЗ, не будут рекомендованы пользователю.

*Третий* алгоритм использует ориентацию непосредственно на объекты – блюда, которые можно рекомендовать пользователю, т.е. пользователь получает рекомендацию на основе рецептов, которые получили его высокую оценку ранее. Помимо отсутствия в рекомендациях новых объектов, данный алгоритм выдает наиболее тривиальные рецепты и практически не расширяет количество блюд.

Таким образом, данные простейшие алгоритмы имеют ряд общих *недостатков*:

- отсутствие возможности формирования рекомендаций для нетипичных пользователей;
- отсутствие новых рекомендаций при актуализации БДЗ;
- необходимость хранения в БДЗ всех оценок пользователей.

Для устранения выявленных недостатков можно использовать известный алгоритм<sup>8</sup> *SVD*, основанный на сингулярном разложении матрицы: для любой матрицы  $A$  размера  $n \times m$  существует разложение в произведение трех матриц:  $U, \Sigma, V^T$  в виде:

$$A_{n \times m} = U_{n \times n} \times \Sigma_{n \times m} \times V_{m \times m}^T$$

где матрицы  $U$  и  $V$  – ортогональные, а  $\Sigma$  – диагональная неквадратная матрица.

Для предсказания оценки пользователя  $U$  для блюда  $O$ , необходимо взять вектор набора параметров для текущего пользователя  $p_u$  и вектор параметров для данного блюда  $q_o$ . Их скалярное произведение и будет требуемым предсказанием<sup>9</sup>:

$$\widehat{r_{uo}} = \langle p_u, q_o \rangle.$$

Помимо предсказания оценок данный алгоритм позволяет выявлять скрытые признаки объектов и интересы пользователей. Однако он не может быть реализован в полной мере без использования *машинного обучения*.

Среди свойств рекомендаций при реализации ЭИС следует учитывать не только *качество* ранжирования, основанное на оценках пользователей, но и *разнообразие* (различные виды блюд и рецептов), *новизну* (рекомендация не только самых популярных, но и новых блюд), *неожиданность* (постоянные рекомендации популярных рецептов могут стать для пользователя тривиальными).

С учетом особенностей рассмотренных алгоритмов разработки экспертных и рекомендательных систем обоснованы функциональные требования к проектируемой ЭИС формирования индивидуального плана питания для людей с проблемами пищеварения.

## Требования к функциям и средствам создаваемой ЭИС

Перед формированием требований к функциям создаваемой ЭИС было проведено исследование возможности её разработки, решена задача классификации свойств пищеварительной системы и выявления зависимостей влияния компонентов питания на данные свойства. В соответствии с проведенным исследованием была определена цель создания ЭИС и основные задачи [17].

*Целью* создания ЭИС для помощи лицам с заболеваниями желудочно-кишечного тракта является формирование индивидуального плана питания для пользователя на основе его диагноза, личных вкусовых предпочтений, рекомендаций врача и накопленного опыта при работе с другими людьми. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, которые будет решать мобильное приложение и которые позволят спроектировать функционально полную ЭИС:

- спроектировать БДЗ, которая позволит обеспечить формирование плана питания путем поиска рекомендаций и взаимосвязей между компонентами питания, заболеваниями и личными вкусовыми предпочтениями пользователя;
- разработать простой и интуитивно понятный интерфейс, который позволит пользователю работать с ЭИС без обладания специальными профессиональными навыками в области программирования;
- разработать алгоритм формирования индивидуального плана питания на основе алгоритмов, используемых для создания интеллектуальных систем;
- предоставить возможность пользователю оценивать сформированные планы питания и предлагаемые системой рекомендации для обеспечения оптимальной работы алгоритма коллаборативной фильтрации;
- обеспечить накопление и хранение данных, а также предусмотреть возможность работы ЭИС с большими данными;
- учесть особенности законодательства Российской Федерации при разработке и функционировании системы.

В соответствии со спецификой решаемых задач необходимо обеспечить выполнение следующих *требований* к разрабатываемой ЭИС:

### 1. Требования к инструментальным средствам проектирования ЭИС

Разрабатываемая ЭИС предполагает постоянный доступ к индивидуальному плану питания для пользователя с заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Поскольку для людей с подобными проблемами пищеварительной системы является нормальным потребление пищи каждые 5 – 6 *час.*, ЭИС должна функционировать на мобильном устройстве и предоставлять

<sup>8</sup> См.: Зорич В. А. Математический анализ. Часть I. – 6-е изд. – М.: МЦНМО, 2012 – 711 с.

<sup>9</sup> Там же.

свободный доступ пользователю к сформированному плану, возможностям его корректировки и оценке рекомендаций.

По данным интернет-издания *ixBT.com*, за последнее пятилетие общая доля на рынке мобильных устройств на базе платформы *Android* составила 85,9%<sup>10</sup>. Таким образом, представляется целесообразным реализовать ЭИС на базе данной платформы, поскольку это сможет сделать приложение доступным для большинства пользователей мира.

В качестве средств реализации мобильного приложения можно использовать такие языки разработки, как: *Java* – объектно-ориентированный язык для написания нативных (системно-ориентированных) продуктов (для *Android*-систем)<sup>11</sup>;

*Python* – язык разработки, предоставляющий большое количество готовых библиотек для работы с машинным обучением и рекомендательными системами<sup>12</sup>;

*Elasticsearch* – поисковая система, написанная на языке разработки *Java* и хранящая данные в формате *JSON* – как инструмент работы с БДЗ;

*PostgreSQL* – объектно-реляционная СУБД, позволяющая работать с большими данными и *NoSQL*<sup>13</sup>.

### 2. Требования к базе данных и знаний

Одним из основных требований к БДЗ является возможность потенциальной работы с большими данными, поскольку перед ЭИС стоит задача формирования индивидуального плана питания, опираясь на уже сформированные знания о возможных рационах, предпочтения самого пользователя, накопленный ранее опыт и постановление врача. Все перечисленные аспекты предполагают большое количество условий, симптомов и различных компонентов питания, блюд и продуктов, поэтому заложить возможность работы с большими данными является одним из главных требований проектируемой ЭИС.

Также БДЗ должна предусматривать возможность формирования зависимостей между личными предпочтениями пользователя, его диагнозом, комментариями врача и продуктами питания, которые можно будет выделить в качестве допустимых в процессе формирования индивидуального плана питания. Помимо связи предпочтений и продуктов, необходимо предусмотреть возможность поиска зависимостей непосредственно продуктов и рецептов готовых блюд, а также учета рекомендаций, сформированных на основе оценок пользователей.

Для реализации функции накопления знаний необходимо учесть возможность расширения БДЗ и возможности изменения её структуры. Данное требование указывает на необходимость создания наиболее универсальной структуры БДЗ, которая позволит максимально долго расширять и совершенствовать знания об ЭИС без изменения реализации и вмешательства в код приложения.

### 3. Требования к интерфейсу пользователя

Интерфейс данного приложения, как и интерфейс любой системы, должен быть простым и интуитивно понятным для пользователя, содержать графические элементы и возможность сенсорного управления, с учетом специфики мобильного приложения<sup>14</sup>.

Для обеспечения конфиденциальности информации и возможности хранения истории работы пользователя с ЭИС необходимо предусмотреть возможность создания учетной записи и авторизации в приложении.

Для удобства использования ЭИС необходимо предусмотреть пошаговый алгоритм работы с приложением: выбор диагноза, ввод личных вкусовых предпочтений и комментариев врача, просмотр сформированного индивидуального плана, возможность просмотра его в любой момент времени, возможность оценки отдельных блюд и плана в целом и другие ключевые функции работы программы [18, 20].

### 4. Требования к механизму логического вывода

Механизм логического вывода должен получать в качестве входных параметров 4 основных элемента: диагноз пользователя; комментарии врача; список личных вкусовых предпочтений; рекомендации, сформированные ЭИС на основе данных пользователя.

На основании входных данных механизм логического вывода должен произвести выбор активных фактов и правил и определить наиболее приоритетные из них. Механизм логического вывода должен управляться при помощи механизма прямого порядка вывода. По окончании работы механизма логического вывода пользователь должен получить сформированный на основе входных данных план индивидуального питания на заданный им срок [3, 4].

### 5. Требования к алгоритму рекомендаций

В качестве базового алгоритма ЭИС можно использовать алгоритм *SVD*, позволяющий избежать ключевых недостатков при формировании рекомендаций блюд для пользователя. Также при реализации алгоритма рекомендаций необходимо учесть дополнительные свойства: новизну, неожиданность и разнообразие.

Результатом работы алгоритма должен быть перечень блюд и возможных планов питания, которые могут быть интересны текущему пользователю.

<sup>10</sup> См.: Официальная страница «ixBT» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ixbt.com> (дата обращения 06.03.2020).

<sup>11</sup> См.: Официальная страница «Build anything on Android». – URL: <https://developer.android.com/> (дата обращения 12.02.2020).

<sup>12</sup> См.: Официальная страница «Get Started with Elasticsearch». – URL: <https://www.elastic.co/> (дата обращения 06.03.2020).

<sup>13</sup> См.: Официальная страница «PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database». – URL: <https://www.postgresql.org/> (дата обращения 06.03.2020).

<sup>14</sup> Иванова Г. С. Технология программирования: Учебник. – М.: КНОРУС, 2016. – 334 с.

### **6. Требования к модулям объяснения и накопления знаний**

Для обеспечения накопления знаний и более грамотного формирования результата, представляемого пользователю, необходимо предусмотреть сохранение знаний в БДЗ, что позволит в последующей работе приложения опираться на опыт, имеющийся при более раннем использовании.

Для формирования модуля объяснения необходимо наличие раздела с содержанием принципов и алгоритмов работы ЭИС на простом языке, понятном пользователю, не являющемуся экспертом в областях медицины и программирования. Для более корректного формирования плана необходимо предусмотреть возможность его корректировки для случаев, когда некоторый рекомендованный продукт или блюдо не подходят пользователю для питания, а также возможности оценки блюд и планов в целом.

### **Правовое регулирование отношений на рынке мобильных приложений**

Для определения нормативной правовой базы необходимо уточнить, что разрабатываемое мобильное приложение рассматривается именно как программа, а не как средство массовой информации. Разрабатываемое приложение не может классифицироваться как СМИ, так как это следует из следующего правового определения: «под средством массовой информации понимается периодическое печатное издание, сетевое издание, телеканал, радиоканал, телепрограмма, радиопрограмма, видеопрограмма, кинохроникальная программа, иная форма периодического распространения массовой информации под постоянным наименованием (названием)»<sup>15</sup>. Данное разделение имеет ключевое значение, так как приложение, имеющее статус СМИ, подпадало бы под большой перечень нормативных правовых актов, что значительно бы усложнило процесс его разработки.

Особенностью разработки мобильного приложения на территории Российской Федерации является то, что не существует отдельного закона регулирующего именно мобильные предложения. Однако подобные программы подпадают под действие информационно-го федерального законодательства.

Исходя из легального определения информационной системы: «информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств», можно сделать вывод о том, что информация, которая будет использована в ходе функционирования приложения, подпадает под действие Федерального закона от 27 июля 2006 г.

№ 149-ФЗ<sup>16</sup>. Данный факт означает, что разработчики программы будут вынуждены «принимать меры по защите информации» и «ограничивать доступ к информации, если такая обязанность установлена федеральными законами».

Кроме того, в связи с требованиями Федерального закона «О персональных данных»<sup>17</sup>, возникает необходимость получения «согласия субъекта на обработку его персональных данных», что, в свою очередь, влечёт необходимость разработки специального соглашения. Данное соглашение должно быть предоставлено пользователю к ознакомлению в полном виде при регистрации в приложении. Постановка символической отметки в соответствующей графе будет означать согласие получателя на обработку его персональных данных.

В результате проведённого анализа нормативной правовой базы, можно сделать вывод о том, что создание разрабатываемого приложения не будет противоречить действующему информационному законодательству Российской Федерации, если будут соблюдены перечисленные правовые предписания.

### **Описание сценария формирования индивидуального плана питания**

В ЭИС предполагается наличие одного типа пользователя – человека, заинтересованного в формировании индивидуального плана питания с учетом его диагноза и личных вкусовых предпочтений. Описание типичного хода событий для формирования индивидуального плана питания представлено в табл. 1.

Варианты альтернативного хода событий для формирования индивидуального плана питания представлены в табл. 2 – 5.

На рис. 2 представлена обобщенная диаграмма вариантов использования ЭИС для формирования индивидуального плана питания пользователя [4].

### **Обобщенный алгоритм формирования индивидуального плана питания**

Ключевым алгоритмом приложений в экспертных системах является механизм логического вывода, поэтому именно он будет отвечать за формирование индивидуального плана питания для пользователей с заболеваниями желудочно-кишечного тракта.

Как уже говорилось, механизм логического вывода должен получить в качестве входных параметров 4 основных элемента: диагноз пользователя, комментарии врача, список личных вкусовых предпочтений, рекомендации, сформированные системой на основе

<sup>15</sup> См.: Закон Российской Федерации от 27 декабря 1991 г. № 2124-1 (ред. от 02.12.2019) «О средствах массовой информации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2020). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_1511/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_1511/) (дата обращения 04.03.2020).

<sup>16</sup> См.: Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ (последняя редакция). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61798/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/) (дата обращения 04.03.2020).

<sup>17</sup> См.: Федеральный закон «О персональных данных» от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ (последняя редакция). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61801/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/) (дата обращения 04.03.2020).

Таблица 1

Типичный ход событий для формирования индивидуального плана питания

| Действия пользователя   | Отклик системы   |
|---|--|
| 1. Пользователь авторизуется в приложении при помощи своей учетной записи.  | 2. Система находит текущего пользователя в БДЗ пользователей.<br>3. Система авторизует пользователя и переводит его в главное окно приложения.   |
| 4. Пользователь вводит диагнозы и комментарии врачей в соответствующих полях ввода и нажимает на кнопку перехода к следующему шагу.                   | 5. Система запоминает введенные пользователем данные и переводит его ко второму шагу введения личных вкусовых предпочтений.  |
| 6. Пользователь вводит вкусовые предпочтения: любимые блюда, продукты и возможные ограничения в питании и нажимает кнопку перехода к следующему шагу. | 7. Система запоминает данные, введенные пользователем.<br>8. Система запускает алгоритм формирования рекомендаций.<br>9. Система выводит рекомендации, полученные в результате обработки данных от пользователя. |
| 10. Пользователь выбирает подходящие ему блюда и продукты из выведенных рекомендаций и нажимает кнопку перехода к следующему шагу.                    | 11. Система запоминает данные, выбранные пользователем, и выводит поле выбора срока, на который должен быть сформирован план питания.  |
| 12. Пользователь вводит срок и нажимает кнопку формирования плана питания.  | 13. Система запускает механизм логического вывода, который формирует индивидуальный план питания для пользователя.<br>14. Система выводит полученный план питания на заданный срок.                              |
| 15. Пользователь просматривает сформированный план и сохраняет его в разделе своих индивидуальных планов питания.                                     | 16. Система сохраняет сформированный план в требуемом разделе.   |

Таблица 2

Альтернативный ход событий – авторизация

| Действия пользователя  | Отклик системы   |
|--|--|
| 1. Пользователь авторизуется в приложении при помощи своей учетной записи. | 2. Система не находит текущего пользователя в БДЗ пользователей.<br>3. Система выводит сообщение об отсутствии пользователя в БДЗ и предлагает пройти регистрацию. |
| 4. Пользователь переходит в раздел регистрации и регистрируется в системе. | 5. Система вносит данные о пользователе в БДЗ и переводит его в режим авторизации.   |
| 6. Пользователь авторизуется в системе.                                    | <i>Система переходит к шагу 3 типичного хода событий.</i>  |

Таблица 3

Альтернативный ход событий – корректировка плана

| Действия пользователя  | Отклик системы  |
|--|---|
| 4. Пользователь переходит в раздел своих индивидуальных планов питания.            | 5. Система выводит пользователю все его планы.            |
| 6. Пользователь выбирает один из своих планов и нажимает на кнопку редактирования. | 7. Система переходит в режим редактирования плана.        |
| 8. Пользователь изменяет входные параметры.  | <i>Система переходит к шагу 7 типичного хода событий.</i> |

Таблица 4

Альтернативный ход событий – отклонение плана

| Действия пользователя   | Отклик системы  |
|---|---|
| 15. Пользователь просматривает сформированный план и при наличии разногласий отклоняет его. | 16. Система выводит сообщение о возможности повторного формирования плана.<br>17. Система переводит пользователя к первому этапу формирования плана ( <i>смотри шаг 3 типичного хода событий</i> ). |

Таблица 5

Альтернативный ход событий – возврат к предыдущему шагу

| Действия пользователя  | Отклик системы   |
|--|--|
| 6-12. На любом этапе формирования плана питания пользователь может нажать кнопку возврата к предыдущему этапу для внесения изменений в введенные данные. | 5-12. Система должна вернуть пользователя к предыдущему этапу для возможности корректировки введенных им входных параметров. |
| 4-12. Пользователь изменяет введенные им ранее данные.   | 5-12. Система удаляет старые, запоминает новые данные и переходит к следующему этапу работы.                                 |

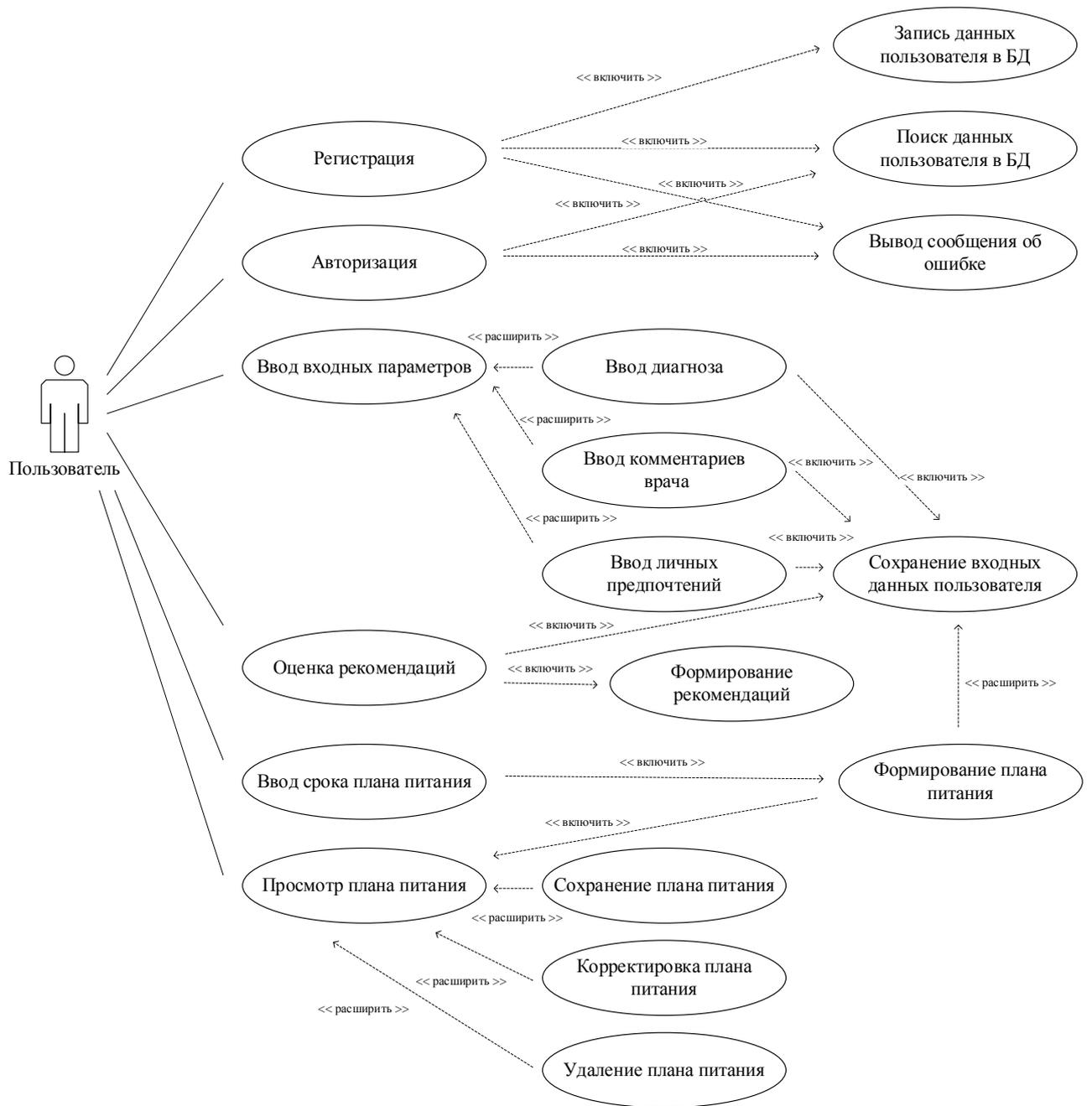


Рис. 2. Обобщенная диаграмма вариантов использования ЭИС

данных пользователя. Каждый из параметров должен иметь свой приоритет, например: диагноз пользователя будет иметь больший вес при формировании плана, чем рекомендации, сформированные ЭИС, однако рекомендации и личные вкусовые предпочтения могут в некоторых случаях быть приоритетнее, чем комментарии врача.

На основании полученных данных механизм логического вывода должен сформировать перечень активных фактов и правил, которые будут использоваться им при сопоставлении, т.е. на этапе определения приоритетов каждого правила. В случае возникновения противоречий и спорных ситуаций (например, необхо-

димости, по мнению врача, наличия мясных продуктов в рационе при условии того, что пользователь является вегетарианцем) механизм логического вывода должен разрешить конфликты с учетом приоритетов каждого условия. В ситуации примера приоритет условия «вегетарианец» будет больше, чем комментарий врача «необходимость наличия мясных продуктов», поэтому ЭИС должна найти аналоги таким продуктам, которые подходят людям, не употребляющим мясные изделия [6, 13].

На основании полученного перечня продуктов и рецептов блюд механизм логического вывода должен сформировать индивидуальный план питания для

пользователя на указанный им срок с распределением блюд на завтрак, обед, ужин, а также утренний перекус и полдник (из расчета пятиразового питания). Механизм логического вывода должен управляться при помощи механизма прямого порядка вывода, т.е. заключение о сформированном плане питания должно строиться на основе полученных входных данных, фактов и правил [3, 8].

Помимо прямого порядка вывода необходима стратегия управления выводом, что позволит структурировать процесс вывода и минимизировать время поиска решения. В условиях поставленной задачи в приложении можно использовать стратегию разбиения на подзадачи, а также известный *альфа-бета алгоритм* [21]. Разбиение на подзадачи позволит в исходной задаче выделить несколько частных задач, результат достижения которых рассматривается как достижение промежуточных целей на пути к общей конечной цели. Данная стратегия широко используется для диагностических систем, к которым можно отнести и проектируемое приложение [15]. Альфа-бета алгоритм позволит уменьшить пространство состояний путем удаления цепочек, не эффективных для поиска успешного решения. Этот алгоритм позволит минимизировать время выявления всех требуемых для работы системы взаимосвязей в базе знаний.

### Заключение

Таким образом, проведен анализ основных алгоритмов проектирования двух типов интеллектуальных систем: рекомендательных и экспертных. На основании проведенного анализа определяются основные алгоритмы разработки прикладной ЭИС, формулируются

цели и задачи, а также функциональные требования к ней. В процессе формирования требований описываются: инструментальные средства проектирования ЭИС; основной функционал БДЗ и требования к интерфейсу пользователя; требования к алгоритмам рекомендаций и формирования плана питания; основные задачи модулей объяснения и накопления знаний.

Обосновано применение алгоритма *SVD* как оптимального алгоритма формирования рекомендаций при коллаборативной фильтрации, определены входные данные для механизма логического вывода и его основные этапы. А также выявлена необходимость накопления знаний и использования опыта в последующих запросах других пользователей в связи с потенциальной возможностью работы ЭИС на больших объемах данных.

После определения функциональных требований и средств проектирования проведен анализ правового регулирования отношений на рынке мобильных приложений, что позволило определить возможность создания ЭИС в виде мобильного приложения без нарушения российского информационного законодательства.

Разработаны обобщенные алгоритм формирования индивидуального плана питания и сценарий использования ЭИС с описанием некоторых альтернативных действий пользователя и отклика системы на них, а также диаграмма вариантов использования. В результате анализа алгоритмов проектирования интеллектуальных систем определен процесс поэтапного создания мобильного приложения для формирования индивидуального плана питания. Обоснование требований к ЭИС и описание обобщенного алгоритма её работы позволяют завершить первый (теоретико-прикладной) этап разработки мобильного приложения.

*Рецензент: Федосеев Сергей Васильевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Россия. E-mail: fedsergit@mail.ru*

### Литература

1. Авдеенко Т. В., Алетдинова А. А. Цифровизация экономики на основе совершенствования экспертных систем управления знаниями // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10. № 1. С. 7- 18.
2. Бетанов В. В., Ларин В. К. Построение эффективной экспертной системы баллистико-навигационного обеспечения наземно-космической связи в ГАС РФ «Правосудие» // Правовая информатика. 2017. № 3. С. 50 – 58. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-3-50-58.
3. Димитров В. П., Борисова Л. В., Нурутдинова И. Л., Богатырева Е. В. Программная система для ввода экспертных знаний // Вестник Донского ГТУ. 2011. Т. 11. № 1. С. 83 – 90.
4. Зацепин А. С., Ларина Т. А., Зацепина М. А., Асеева Е. В., Качковский М. А. Коморбидная патология органов пищеварения у лиц работоспособного возраста // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2019. № 3 (39). С. 84 – 88.
5. Кравченко Т. К. Экспертная система поддержки принятия решений // Открытое образование. 2010. № 6. С. 147 – 156.
6. Крюкова О. А. и др. Использование индивидуально подобранной гипоаллергенной диеты в лечении больных с воспалительными заболеваниями кишечника // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2019. № 2 (162). С. 28 – 35.

7. Крюкова О. А., Матышева Н. Н., Дрыгин А. Н. Применение гипоаллергенных диет в лечении больных с воспалительными заболеваниями кишечника // Медицина: теория и практика. 2019. Т. 4. № 1. С. 205 – 213.
8. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М.: Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
9. Ловцов Д. А., Сергеев Н. А. Информационно-математическое обеспечение управления безопасностью эргатических систем. III. Экспертная информационная система // Научно-техническая информация. Сер. 2. Информ. процессы и системы. 2001. № 11. С. 23 – 30.
10. Назаров К. В., Варламов О. О. Разработка методики создания верифицируемых моделей для миварных экспертных систем // Т-Сотт-Телекоммуникации и Транспорт. 2017. Т. 11. № 4. С. 64 – 71.
11. Орлова М. Роль диетического питания в профилактике и лечении гастрита // Актуальные вопросы современной медицины. 2019. – С. 39.
12. Размахнина А. Н., Баженов Р. И. О применении экспертных систем в различных областях // Постулат. 2017. № 1. С. 1 – 8.
13. Семенова Е. А., Орешко Л. С., Шомин А. В. Аглютенная диета: преимущество и риски // Вестник «Биомедицина и социология». 2019. Т. 4. № 1. С. 70 – 73.
14. Скворцова М. А., Терехов В. И. Разработка системы поддержки принятия решения оценки рисков и угроз национальной безопасности // Правовая информатика. 2018. – № 4. С. 24 – 34. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-24-34.
15. Сухарева М. А., Виниченко М. В. Построение экспертных систем с применением технологий искусственного интеллекта как системы поддержки принятия управленческих решений // Новое поколение. 2019. № 20. С. 77 – 83.
16. Таран М. О., Гапанюк Ю. Е. Архитектура гибридной интеллектуальной информационной системы анализа судебной арбитражной практики // Правовая информатика. 2020. № 1. С. 15 – 25. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-15-25.
17. Федосеев С. В. Инфологическая модель комплекса средств автоматизации компьютерных деловых игр в экспертной деятельности // Правовая информатика. 2019. № 4. С. 40 – 49. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-40-49.
18. Чувилов Д. А. Роль экспертной системы с текстовым естественно-языковым интерфейсом общения в повышении эффективности банковского сектора // I-methods. 2019. Т. 11. № 1. С. 29 – 38.
19. Emmert-Streib F., Dehmer M. A Machine learning perspective on Personalized Medicine: an automatized, comprehensive knowledge base with ontology for pattern recognition // Machine Learning and Knowledge Extraction. 2019. Т. 1. No 1. P. 149 – 156.
20. Meshalkin V. P., Ivashkin Y. A., Nikitina M. A. Computer multi-agent model of chemico-physiological processes in the human gastrointestinal tract as a living biochemical system // Doklady Akademii nauk. 2019. Т. 484. No 3. P. 303 – 306.
21. Vishnevskaya J. A., Baykov Y. D., Skvortsova M. Study the Possibility of Creating Self-Diagnosis and First Aid System // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE, 2019. P. 1897 – 1901.

## DESIGNING MEDICAL EXPERT INFORMATION SYSTEMS: LEGAL AND FUNCTIONAL ASPECTS

*Maria Skvortsova, Senior Lecturer at the Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.*

*Julia Vishnevskaya, master's student at the Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.*

*Alexandr Pisarev, student at the Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.*

**E-mail:** [magavrilova@bmstu.ru](mailto:magavrilova@bmstu.ru)

**Keywords:** expert information system, recommender system, telemedicine, design, Android, mobile application, regulatory legal acts, legal documents, diagnostics, proper nutrition, diet, digestive system.

### **Abstract.**

**Purpose of the work:** improving the scientific and methodical base of the theory of applied expert information systems.

**Methods:** information analysis, expert evaluation, analytical methods for describing system requirements.

**Results:** the main approaches to the design of expert and recommendation systems in the field of developing a hybrid expert information system (EIS) of care for patients with diseases of the gastrointestinal tract and concomitant bowel disease

are investigated; a productive classification of expert systems was given; the basic design algorithms for recommendation and expert systems are analyzed; an algorithm for developing expert systems is discussed; was analyzed the basic algorithms for the formation of diets for diseases of the digestive system and developed a generalized algorithm for the formation of an individual nutrition plan; the base functional requirements for the designed EIS are substantiated; a diagram of the use and interaction of the user and EIS is developed; on the base of the analysis of the main legislative acts the compliance of the designed program to the current legal system of the Russian Federation is checked; as an example, a developed scenario of user and EIS interaction is developed.

### References

1. Avdeenko T. V., Aletdinova A. A. Tsifrovizatsiia e`konomiki na osnove sovershenstvovaniia e`kspertny`kh sistem upravleniia znaniiami // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. E`konomicheskie nauki. 2017. T. 10. № 1. C. 7–18.
2. Betanov V. V., Larin V. K. Postroenie e`ffektivnoi` e`kspertnoi` sistemy` ballistiko-navigatsionnogo obespecheniia nazemno-kosmicheskoi` svyazi v GAS RF «Pravosudie» // Pravovaia informatika. 2017. № 3. S. 50 – 58. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-3-50-58.
3. Dimitrov V. P., Borisova L. V., Nurutdinova I. L., Bogaty`reva E. V. Programmnaia sistema dlia vvoda e`kspertny`kh znaniï // Vestneyk Donskogo GTU. 2011. T. 11. № 1. C. 83 – 90.
4. Zatcepin A. S., Larina T. A., Zatcepina M. A., Aseeva E. V., Kachkovskii` M. A. Komorbidnaia patologiiia organov pishchevareniia u litc rabotosposobnogo vozrasta // Vestneyk meditsinskogo instituta «REAVIZ»: reabilitatsiia, vrachi i zdorov`e. 2019. № 3 (39). C. 84 – 88.
5. Kravchenko T. K. E`kspertnaia sistema podderzhki priniatiia reshenii` // Otkry`toe obrazovanie. 2010. № 6. C. 147 – 156.
6. Kriukova O. A. i dr. Ispol`zovanie individual`no подобрannoi` gipoallergennoi` diety` v lechenii bol`ny`kh s vospalitel`ny`mi zabolevaniiami kishechnika // E`kspertnaia i klinicheskaia gastroe`nterologiiia. 2019. № 2 (162). C. 28 – 35.
7. Kriukova O. A., Maty`sheva N. N., Dry`gin A. N. Primenenie gipoallergenny`kh diet v lechenii bol`ny`kh s vospalitel`ny`mi zabolevaniiami kishechnika // Meditsina: teoriia i praktika. 2019. T. 4. № 1. C. 205 – 213.
8. Lovtsov D. A. Informatcionnaia teoriia e`rgasistem: Tezaurus. M.: Nauka, 2005. 248 c. ISBN 5-02-033779-X.
9. Lovtsov D. A., Sergeev N. A. Informatcionno-matematicheskoe obespechenie upravleniia bezopasnost`iu e`rgaticheskikh sistem. III. E`kspertnaia informatcionnaia sistema // Nauchno-tekhnicheskaiia informatciia. Ser. 2. Inform. protsessy` i siste`my`. 2001. № 11. S. 23 – 30.
10. Nazarov K. V., Varlamov O. O. Razrabotka metodiki sozdaniia verifitsiruemy`kh modelei` dlia mivarny`kh e`kspertny`kh sistem // T-Comm-Telekommunikatsii i Transport. 2017. T. 11. № 4. C. 64 – 71.
11. Orlova M. Rol` dieticheskogo pitaniia v profilaktike i lechenii gastrita // Aktual`ny`e voprosy` sovremennoi` meditsiny`. 2019. – S. 39.
12. Razmakhnina A. N., Bazhenov R. I. O primenenii e`kspertny`kh sistem v razlichny`kh oblastiakh // Postulat. 2017. № 1. C. 1 – 8.
13. Semenova E. A., Oreshko L. S., Shomin A. V. Agliutenovaia dieta: preimushchestvo i riski // Vestneyk «Biomeditsina i sotciologiiia». 2019. T. 4. № 1. S. 70 – 73.
14. Skvortcova M. A., Terehov V. I. Razrabotka sistemy` podderzhki priniatiia resheniia ocenki riskov i ugroz natsional`noi` bezopasnosti // Pravovaia informatika. 2018. – № 4. S. 24 – 34. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-24-34.
15. Suhareva M. A., Vinichenko M. V. Postroenie e`kspertny`kh sistem s primeneniem tekhnologii` iskusstvennogo intellekta kak sistemy` podderzhki priniatiia upravlencheskikh reshenii` // Novoe pokolenie. 2019. № 20. S. 77 – 83.
16. Taran M. O., Gapaniuk Iu. E. Arhitektura gibridnoi` intellektual`noi` informatcionnoi` sistemy` analiza sudebnoi` arbitrazhnoi` praktiki // Pravovaia informatika. 2020. № 1. S. 15 – 25. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-15-25.
17. Fedoseev S. V. Infologicheskaiia model` kompleksa sredstv avtomatizatsii komp`iuterny`kh delovy`kh igr v e`kspertnoi` deiatel`nosti // Pravovaia informatika. 2019. № 4. C. 40 – 49. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-40-49.
18. Chuvikov D. A. Rol` e`kspertnoi` sistemy` s tekstovym estestvenno-iazy`kovym interfeisom obshcheniia v povys`henii e`ffektivnosti bankovskogo sektora // I-methods. 2019. T. 11. № 1. S. 29 – 38.
19. Emmert-Streib F., Dehmer M. A Machine learning perspective on Personalized Medicine: an automatized, comprehensive knowledge base with ontology for pattern recognition // Machine Learning and Knowledge Extraction. 2019. T. 1. No 1. P. 149 – 156.
20. Meshalkin V. P., Ivashkin Y. A., Nikitina M. A. Computer multi-agent model of chemico-physiological processes in the human gastrointestinal tract as a living biochemical system // Doklady Akademii nauk. 2019. T. 484. No 3. P. 303 – 306.
21. Vishnevskaya J. A., Baykov Y. D., Skvortsova M. Study the Possibility of Creating Self-Diagnosis and First Aid System // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). IEEE, 2019. P. 1897 – 1901.

# РАЗВИТИЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ РЕГИСТРОВ И ФЕДЕРАЛЬНЫХ РЕЕСТРОВ

**Благовещенский Н.Ю.\***

**Ключевые слова:** цифровая экономика, свод законодательства, правовой ресурс, правовой акт, устав, закон, учет, экспертиза.

## **Аннотация.**

**Цель работы** состоит в развитии автоматизации учета, хранения и развития информационных систем.

**Метод исследования:** сравнительный анализ.

**Результаты:** в работе даётся характеристика системы федеральных регистров и государственных реестров Министерства Юстиции Российской Федерации, оценка её текущего состояния, сильных и слабых сторон, проблем и возможностей развития, а также технических аспектов развития информационных систем ведения регистров и реестров. В качестве основного потенциального направления развития в условиях цифровизации экономики Российской Федерации предлагается формирование на основе регистров и реестров правового ресурса – Свода законодательства Российской Федерации, поддерживающего индексацией внутренних норм для всех правовых актов и обеспеченного аналитическим программным обеспечением, необходимым для управления состоянием правового пространства Российской Федерации.

**DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-82-91**

## **Основные характеристики, цели и задачи ведения федеральных регистров и государственных реестров**

Несмотря на многообразие учетной деятельности Минюста России, под системой федеральных регистров и государственных реестров<sup>1</sup> министерства понимается, прежде всего, группа регистров и реестров, связанных с учетом и экспертизой региональных и муниципальных нормативных правовых актов, а именно:

- федеральный регистр нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации;
- государственный реестр уставов муниципальных образований;
- федеральный регистр муниципальных нормативных правовых актов.

Кроме того, в систему федеральных регистров и государственных реестров входят:

- государственный реестр нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти;

- государственный реестр муниципальных образований Российской Федерации;
- государственный реестр соглашений об осуществлении международных и внешнеэкономических связей, заключенных органами государственной власти субъектов Российской Федерации с иностранными партнерами;
- государственный реестр переданных полномочий (части полномочий) федеральных органов исполнительной власти органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Обеспечивает на федеральном уровне формирование и ведение разделов федерального законодательства, законодательства СССР и РСФСР и банка данных НПА федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации Федеральное бюджетное учреждение «Научный центр правовой информации при Министерстве юстиции Российской Федерации» (далее – НЦПИ)

Следует отметить, что федеральный регистр муниципальных нормативных правовых актов формируется из регистров муниципальных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации<sup>2</sup>, ведение ко-

<sup>1</sup> Название «система федеральных регистров и государственных реестров» было предложено не позднее 2012 года И.А. Борисовой [1,2], много сделавшей для развития системы и бывшей в то время заместителем начальника отдела по вопросам нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации и федерального регистра в Министерстве Юстиции Российской Федерации.

<sup>2</sup> См. постановление Правительства Российской Федерации от 10.09.2008 № 657 «О ведении федерального регистра муниципальных нормативных правовых актов» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, № 38, ст. 4301; 2014, № 44, ст. 6079)

\* **Благовещенский Николай Юрьевич**, ведущий аналитик отдела научно-исследовательской и образовательной деятельности ФБУ НЦПИ при Минюсте России, Москва, Россия.  
E-mail: [nblscli@mail.ru](mailto:nblscli@mail.ru)

торых в субъектах Российской Федерации осуществляется уполномоченными органами государственной власти в каждом субъекте Российской Федерации. Ведение остальных регистров и реестров обеспечивают структурные подразделения и территориальные органы Минюста России.

Основными целями ведения федеральных регистров и государственных реестров являются:

- формирование на их основе единого информационно-правового пространства Российской Федерации, обеспечивающего доступность и полную правовую информированность всех государственных и общественных структур, юридических лиц, граждан;
- учет и систематизация нормативных правовых актов (далее – НПА) субъектов Российской Федерации и муниципальных НПА;
- обеспечение соответствия принимаемых (издаваемых) в Российской Федерации НПА Конституции Российской Федерации и действующему законодательству;
- обеспечение единого подхода к формированию, сбору, хранению, обработке и передаче правовой информации и ее использованию.

Основными принципами ведения федеральных регистров и государственных реестров являются:

- единый порядок сбора, хранения и обработки информации;
- единая система ссылок на документы;
- унифицированная форма передачи информации;
- единая система классификации и кодирования информации;
- достоверность, полнота и общедоступность информации;
- сопряжение с внешними средствами формирования сведений в федеральных регистрах.

Единство принципов ведения федеральных регистров и государственных реестров определяется тем, что регистры и реестры рассматриваются как один федеральный информационный ресурс и ведутся с использованием единого программно-технического комплекса. На всей территории Российской Федерации должны использоваться единые методы и способы ведения регистров и реестров, а также предъявляться единые требования к оформлению записей в них и к документам, которые заносятся в федеральные регистры и государственные реестры.

В настоящее время таким программно-техническим комплексом для ведения федеральных регистров и государственных реестров является информационная система «Подсистема «Нормативные правовые акты Российской Федерации» единой системы информационно-телекоммуникационного обеспечения Минюста России» (далее – ПС НПА ЕСИТО) и сопряжённая информационной системе – «Федеральный регистр муниципальных нормативных правовых актов».

Официальным источником раскрытия информации для федеральных регистров и государственных реес-

тров является портал «Нормативные правовые акты в Российской Федерации» (<http://pravo-minjust.ru>, <http://pravo-minjust.ru>, далее – Портал)<sup>3</sup>. В настоящее время на портале размещено свыше 11,2 млн нормативных правовых актов федерального, регионального и муниципального уровня, в том числе свыше 1,6 млн актов органов государственной власти субъектов Российской Федерации и свыше 9,3 млн актов органов местного самоуправления.

### Создание системы федеральных регистров и государственных реестров

Создание системы федеральных регистров и государственных реестров Министерства Юстиции Российской Федерации осуществлялось поэтапно, её начальной точкой можно считать основание в 1975 году Научного центра правовой информации при Министерстве юстиции Российской Федерации (далее – НЦПИ). В 1977 году приказом Министра юстиции СССР от 18.03.1977 № 3 во исполнение п. 2 постановления Совета Министров СССР от 28.04.1976 № 278 было утверждено Положение о государственном учете нормативных актов СССР и союзных республик, в рамках которого на НЦПИ возлагалась обязанность приема на государственный учет правовых актов.

С начала своего существования НЦПИ ведет деятельность в области получения, обработки, систематизации, хранения и предоставления правовой информации, а также создания, внедрения и сопровождения автоматизированных информационных систем по различным направлениям деятельности с применением современных информационных технологий.

В 1982 году была введена в действие автоматизированная информационно-поисковая система «АИПС-Законодательство».

В 1992 году постановлением Правительства Российской Федерации от 08.05.1992 № 305 «О государственной регистрации ведомственных нормативных актов» («Российские вести», 1992, № 11; 1993, № 75) был создан банк данных нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти.

В 2000 году во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 10.08.2000 № 1486 и Постановления Правительства Российской Федерации от 29.11.2000 № 904 создан федеральный регистр нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации, а затем во исполнение Федерального закона от 21.07.2005 № 97-ФЗ «О государственной регистрации уставов муниципальных образований» – государственный реестр уставов муниципальных образований и государственный реестр муниципальных образований.

<sup>3</sup> См. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.03.2018 № 327 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросу ведения федеральных регистров и государственных реестров» (Официальный интернет-портал правовой информации, 28.03.2018, № 0001201803280021)

Для обеспечения ведения федеральных регистров и государственных реестров в электронном виде была разработана и введена в эксплуатацию первая версия информационной системы ПС НПА ЕСИТО.

Решающим этапом в формировании системы стало создание и развертывание в 2009 году федерального регистра муниципальных нормативных правовых актов, позволившее создать в рамках системы федеральных регистров и государственных реестров информационный ресурс, охватывающий все нормативные правовые акты Российской Федерации муниципального, регионального и федерального уровней.

Основной этап создания данной системы был завершен в 2011 году мероприятиями по организации взаимодействия между территориальными органами Минюста России и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации в части передачи сведений об уставах муниципальных образований.

Таким образом, к 2011 году в Российской Федерации полностью сложилась система ведения федеральных регистров и государственных реестров, в которой задействованы органы государственной власти и местного самоуправления во всех субъектах Российской Федерации. Наконец, в 2014-2015 годах по результатам создания органов государственной власти и местного самоуправления в федеральные регистры и государственные реестры оперативно стали включаться акты двух новых субъектов – Республики Крым и города федерального значения Севастополь.

В интересах планомерного, долгосрочного и всестороннего развития системы федеральных регистров и государственных реестров в 2013 году по предложению НЦПИ в государственную программу «Юстиция» были включены мероприятия по разработке Концепции развития федеральных и государственных реестров (далее – Концепция), которая была разработана и утверждена в 2016 году распоряжением Минюста России от 09.02.2017 № 175-р.

При разработке Концепции были сформулированы и проанализированы основные проблемы текущей версии системы, такие как «устаревание» и несовершенство программного обеспечения, неэффективная организация хранения информации, слабая автоматизация основных процессов сбора и обработки информации, нерешённость вопросов по применению системы, а также неудовлетворительная работа системы раскрытия информации (портала zakon.scli.ru).

В Концепции вместе с задачами по совершенствованию правового обеспечения и расширению сферы применения федеральных регистров и государственных реестров одним из ключевых направлений развития регистров была определена модернизация программно-технического комплекса ведения регистров, а в качестве первоочередных задач рассматривались обеспечение перехода на ведение регистров и реестров только в электронном виде и модернизация системы раскрытия информации.

Следует отметить, что предпринимаемые Минюстом России действия были направлены на совершенствование ведения регистров в соответствии со Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы, утверждённой указом Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203, а проведенный в 2017 году анализ показал, что Концепция соответствует основным принципам реализации данной Стратегии.

Таким образом, с 2016 года развитие системы федеральных регистров и государственных реестров осуществляется в соответствии с планом мероприятий по реализации Концепции, а ключевым событием в середине 2016 года стала передача в полном объёме непосредственно в НЦПИ задач по сопровождению и развитию информационных систем ведения регистров, что позволило в кратчайшие сроки начать работы по модернизации программного обеспечения системы ведения регистров

### **Основные итоги развития системы в настоящее время**

В 2016 года по настоящее время в соответствии с Планом реализации Концепции были выполнены или подготовлены к реализации мероприятия, направленные на решение задач по всем определённым в ней направлениям развития.

Существенные изменения произошли в правовом обеспечении ведения регистров – пересмотру подверглись практически все нормативные правовые акты федерального уровня, регламентирующие ведение регистров и реестров. Одно из первых главных изменений – новый порядок ведения федерального регистра нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации, введённый Указом Президента Российской Федерации от 16.12.2016 № 707, и предусматривающий переход на ведение данного регистра только в электронном виде с включением в регистр как текстов правовых актов, так и их образов в формате pdf. Изменения в правовом обеспечении потребовали соответствующей модернизации программного обеспечения.

В целях формирования новой инфраструктуры ведения федерального регистра НПА субъектов, государственных реестра уставов муниципальных образований и реестра муниципальных образований выполнен перенос баз данных в территориальных органах в Центр обработки данных Минюста России (далее – ЦОД). Это мероприятие позволило оптимизировать программно-аппаратные ресурсы, используемые для работы информационной системы ПС НПА ЕСИТО в центре и регионах, обеспечить резервное копирование и защиту информации в соответствии с требованиями, предъявляемыми к государственным информационным системам. В рамках работ по переводу баз данных территориальных органов Минюста России осуществлялась сверка региональных баз данных с фе-

деральной, корректировка баз данных и приведение в корректное состояние справочников системы.

В целях обеспечения ведения в электронном виде федерального регистра НПА субъектов Российской Федерации в соответствии с изменениями, внесёнными Указом Президента Российской Федерации от 16.12.2016 № 707, были разработаны средства внесения и просмотра сведений о нормативных правовых актах в формате pdf. При разработке данного программного обеспечения было принято решение, что база образов правовых актов должна быть реализована как единая база данных и должна формироваться на основе единых требований к файлам в формате pdf. В качестве основного требований к файлам было определено содержание в них только графических изображений страниц нормативного правового акта.

Необходимость перевода баз данных потребовала решения ряда специфических задач по доработке программного обеспечения в интересах его эксплуатации в закрытой сети. В частности, веб-сервисы поиска, расстановки ссылок и просмотра информации были адаптированы для работы непосредственно с центральной базой данных ПС НПА ЕСИТО.

В целях оптимизации взаимодействия между рабочими местами пользователей и базами данных в ЦОД для работы программного обеспечения была реализована технология удалённого управления приложением, при которой программа запускается непосредственно в отдельной сессии на терминальном сервере, а управление осуществляется пользователем со своего рабочего места. Программное обеспечение ПС НПА ЕСИТО было адаптировано для работы с данной технологией. Кроме того была реализована возможность подключения пользователя из центрального аппарата и территориального органа к любой из баз данных, размещённых в ЦОД, что позволило повысить качество мониторинга ведения регистров.

По мере перевода регионов в закрытом контуре потребовалась адаптация программного обеспечения под режим работы с множеством сессий на терминальном сервере при подключении значительного числа пользователей. Для решения указанной задачи потребовалось переработать подключения клиентского программного обеспечения к базе данных, что фактически означало проведение аудита исходного кода программы. В связи с критическим характером проблемы данная работа была выполнена НЦПИ в короткие сроки. Одновременно, в рамках аудита исходного кода был оптимизирован механизм построения поисковых запросов, существенно увеличена скорость их выполнения.

Планируется, что при дальнейшей модернизации должна быть выполнена поэтапная замена существующего клиентского программного обеспечения на веб-приложения. В целом, развитие системы ведения федеральных регистров и государственных реестров планируется реализовать на основе программного обеспечения, удовлетворяющего требованиям Федерального закона от 27 июля 2006 г. №149-ФЗ «Об ин-

формации, информационных технологиях и о защите информации» (в редакции Федерального закона от 29 июня 2015 г. №188-ФЗ) и постановления Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2015 г. № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (далее – Постановление №1236).

Однако ключевым событием для развития системы федеральных регистров и государственных реестров стало создание и внедрение в 2016-2017 годах портала «Нормативные правовые акты в Российской Федерации».

В новом Портале была заложена принципиально иная, по сравнению со старой версией, технология поиска сведений, основанная на создании специальной индексной базы. Данная технология обеспечивает высокую скорость работы Портала при работе со значительным объёмом информации (см. [3]).

Отметим, что в соответствии с поручением Минюста России на портале был реализован ряд нововведений, направленных на более точное и доступное для пользователя представление системы регистров и в целом правовых актов в Российской Федерации. В частности, на Портале был создан отдельный раздел «Законодательство СССР и РСФСР», переработаны разделы, посвящённые государственному реестру муниципальных образований, реестру международных соглашений, а также создан раздел, содержащий сведения государственного реестра переданных полномочий.

Внедрение эффективных поисковых решений на Портале позволило выполнить ряд важных доработок в программном обеспечении. Так в 2018 году был разработан и внедрён интегрированный с Порталом веб-сервис для простановки ссылок, использующий те же технологии поиска, что и на Портале. Внедрение сервиса позволило обеспечить быстрый поиск и просмотр актов федерального и регионального уровня на рабочих местах пользователей в уполномоченных органах государственной власти субъектов Российской Федерации.

Отметим, что ещё при введении в эксплуатацию Портал был зарегистрирован в качестве официального средства массовой информации. Правовой статус Портала был закреплён постановлением Правительства Российской Федерации от 26 марта 2018 г. № 327 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросу ведения федеральных регистров и государственных реестров», в котором он был определён качестве официального источника текстов нормативных правовых актов, включённых в федеральные регистры и государственные реестры Минюста России.

Учитывая изменения, сделанные в системе ведения регистров, с мая 2018 года была обеспечена возможность муниципальным образованиям официально публиковать на Портале в электронном виде на портале уставы и правовые акты о внесении изменений в устав, внесённые в государственный реестр уставов муници-

пальных образований. Также на Портале обеспечено размещение электронных образов в формате pdf и для нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации. Всего в настоящее время в центральной базе данных ПС НПА ЕСИТО и на Портале размещено свыше 776 тысяч образов правовых актов.

Реализованные функциональные возможности на Портале и в программном обеспечении ПС НПА ЕСИТО позволили сделать следующие шаги в части расширения процессов ведения регистров в электронном виде. Так, в 2019 году внесены изменения в Федеральный закон от 21 июля 2005 года № 97-ФЗ «О государственной регистрации уставов муниципальных образований», предусматривающие, что устав муниципального образования или муниципальный правовой акт о внесении в устав муниципального образования могут быть представлены для государственной регистрации в электронном виде в порядке, определяемом уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в сфере регистрации уставов муниципальных образований. Масштабируемость информационной системы позволила также быстро адаптировать её к изменениям, принятым в в Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», вводящим новый вид муниципального образования – «муниципальный округ».

В целом, внедрение нового Портала, глубокая модернизация программного обеспечения и мероприятия по переносу баз данных в ЦОД Минюста России позволили сформировать контуры новой информационной системы ведения федеральных регистров и государственных реестров, существенно повысить качество информации в регистрах, а также проработать основные подходы к конвертации баз данных и внедрению новых версий программного обеспечения.

Вместе с масштабной модернизацией программно-технического комплекса и совершенствованием правового обеспечения ещё одним направлением развития системы регистров стало выполнение научно-исследовательских работ по тематике, связанной с их ведением.

Так, в 2017–2018 годах НЦПИ в соответствии государственной программой Российской Федерации «Юстиция» была выполнена научно-исследовательская работа по теме: «Разработка методических рекомендаций по подготовке муниципальных нормативных правовых актов».

В рамках данного исследования был выполнен комплексный анализ нормативного правового и методического обеспечения технико-юридического инструментария подготовки муниципальных нормативных правовых актов, выявление типичных недостатков и проблем подготовки муниципальных нормативных правовых актов. Актуальность тематики обусловлена, в частности, тем, что изучение закономерностей и проблем подготовки муниципальных нормативных правовых актов будет способствовать повышению качества муниципального нормотворчества.

Непосредственной задачей и результатом НИР стала подготовка Методических рекомендаций (см. [4]), в которых были отражены основные требования к структуре, форме, содержанию и юридико-техническому оформлению муниципальных нормативных правовых актов, с иллюстрацией типичных ошибок, допускаемых органами местного самоуправления, а также способов их устранения. В качестве приложения к разработанным Методическим рекомендациям было выпущено практическое пособие, содержащее примеры наиболее типичных ошибок юридико-содержательного и технического характера, которые встречаются в муниципальных нормативных правовых актах (см. [5],[6]).

В 2019 году основной темой НИР, выполняемых НЦПИ по заказу Минюста России, стало исследование проблем установления нормативности. В рамках НИР были исследованы доктринальные подходы к определению понятий «правовой акт» и «нормативный правовой акт» и характеризующих нормативный правовой акт признаков. С учетом анализа материалов судебной практики по делам об оспаривании нормативных правовых актов, обоснованы основные критерии определения нормативности правовых актов (см. [7]). Кроме того, в территориальных органах Минюста России и уполномоченных органах государственной власти субъектов Российской Федерации проведён опрос по тематике проблем установления нормативности и выполнен анализ собранной информации. В результате НИР разработаны методические рекомендации по определению нормативности правовых актов (см. [8]), направленные на повышение эффективности работы по определению нормативности правовых актов субъектов Российской Федерации и муниципальных правовых актов в территориальных органах Минюста России, уполномоченных органах государственной власти субъектов Российской Федерации и органах местного самоуправления.

Результаты выполненных работ свидетельствуют о том, что на сегодняшний день в НЦПИ осуществляется планомерная работа по обеспечению эксплуатации, развитию информационно-технологической инфраструктуры и научному сопровождению информационных систем ведения регистров и реестров Минюста России, созданы объективные условия для их поступательного развития.

### Сильные и слабые стороны системы

В целом наиболее сильной стороной системы федеральных регистров и государственных реестров является то, что она является государственной системой сбора информации о НПА, в которой задействованы органы государственной власти и местного самоуправления всех субъектов Российской Федерации и в которой собраны все НПА федерального, регионального и муниципального уровня в контрольном состоянии. В отличие от коммерческих справочных правовых информационных систем, таких как «Консультант» и «Гарант», правовое ре-

гулирование системы обеспечивается федеральными законами, указами Президента Российской Федерации, Постановлениями Правительства Российской Федерации, нормативными правовыми актами Минюста России и региональным законодательством<sup>4</sup>.

Также сильной стороной системы как правового ресурса является высокий уровень систематизации, обусловленный стройной системой справочников и тематических классификаторов нормативных правовых актов.

Однако процесс ведения регистров не исчерпывается только учётной функцией. Например, распространённой практикой в деятельности уполномоченных органов государственной власти в субъектах Российской Федерации является методическая помощь органам местного самоуправления, в том числе разработка проектов муниципальных НПА. Работа с проектами региональных НПА и проектами уставов муниципальных образований осуществляется территориальными органами Минюста России.

Практика ведения федеральных регистров и государственных реестров показывает, что внесение изменений в НПА может быть результатом реагирования на итоги правовой и антикоррупционной экспертиз. Основанием для изменений могут быть письма уполномоченных органов государственной власти в адрес органов местного самоуправления, а также протесты прокуратуры или судебные решения. Отдельной задачей в рамках ведения регистров и реестров является мониторинг изменения федерального и регионального законодательства и проведение повторной экспертизы в целях приведения региональных и муниципальных актов в соответствие с действующим законодательством.

Фактически, ведение регистров и реестров является формой досудебного контроля за соответствием юридических норм в регистрируемых актах по отношению к правовым нормам более высокой юридической силы, а также общепризнанным принципам и нормам международного права [9]. Поэтому система федеральных регистров и государственных реестров может использоваться как реальный инструмент нормотворчества, систематизации законодательства и управления состоянием правового пространства в Российской Федерации.

Отметим, что для оценки возможностей и роли системы регистров и реестров полученный в 2019 году опыт участия в реализации в разработке платформы нормотворчества в рамках федерального проекта «Цифровое государственное управление» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

С этой точки зрения представляется крайне ценным опыт Республики Беларусь [10], где в 2018 году был принят закон «О нормативных правовых актах», который, по сути, кодифицировал основные нормативные правовые акты Республики Беларусь в сфере нормотворческой деятельности, способствуя надлежащему информационно-правовому обеспечению нормо-

творческого процесса, сокращению сроков подготовки проектов нормативных правовых актов, обеспечению принципа гласности, широкого участия общественности в обсуждении готовящихся нормативных решений.

Представляется, что система федеральных регистров и государственных реестров должна занять своё место в рамках реализации национальных проектов по цифровизации как официальный государственный источник правовой информации, наиболее полный и систематизированный правовой ресурс – прототип Свода законодательства Российской Федерации, в котором обеспечивается детальная индексация и классификация правовых актов.

Однако, на пути реализации этой задачи крайне важно выполнить мероприятия, нивелирующие некоторые слабые стороны информационной системы ведения регистров.

Представляется, что в настоящее время таким взаимосвязанными проблемами являются слабые аналитические возможности системы и связанная с ней организация хранения текстов правовых актов, в которой каждая редакция правового акта хранится как отдельный текст, который не индексируется по внутренним нормам правовых актов.

Очевидно, что подобная система хранения текстов в конечном счёте приводит к негативным последствиям:

- растут объёмы базы за счет повторного хранения текстов, при этом наиболее важные и крупные документы, как правило, имеют множество редакций, большой объём требует больше программно-аппаратных ресурсов и ограничивает скорость и надёжность поиска информации при высоких нагрузках на систему;
- в отдельном тексте может присутствовать произвольное оформление и технический «мусор», ненужный с точки зрения правовых норм, рисунки и другие объекты, повторяющиеся многократно;
- представляет сложность исправление ошибок, которые, появившись в одной редакции правового акта, могут присутствовать и требовать исправления и во всех остальных редакциях.

Кроме того, подобная система хранения, не использующая структуру внутреннего содержания правового акта с учётом изменений, существенно ограничивает аналитические возможности системы. В частности, простая задача – автоматизированное построение информативного отчёта правового акта с учётом изменений при существующей модели хранения текстов представляет собой практически нереализуемую задачу.

### **Возможности развития системы регистров и реестров в условиях цифровизации экономики Российской Федерации**

Представляется, что основная возможность развития заключается в активном вовлечении системы федеральных регистров и государственных реестров для реализации национальных проектов, используя силь-

<sup>4</sup> Подробнее см. на Портале [http://pravo.minjust.ru/about\\_project/basis](http://pravo.minjust.ru/about_project/basis)

ные стороны системы и последовательно избавляясь от имеющихся недостатков и совершенствуя систему как инструмент управления правовым пространством.

В настоящее время в Российской Федерации накоплен значительный опыт по формированию государственных правовых информационных ресурсов. На регулярной основе осуществляется официальное опубликование правовых актов на официальном портале правовой информации [pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru), на официальном сайте [regulation.gov.ru](http://regulation.gov.ru) обеспечивается размещение информации о подготовке федеральными органами исполнительной власти проектов нормативных правовых актов и результатах их общественного обсуждения.

Важным шагом в развитии правовых ресурсов в 2019 году стало начало реализации в рамках федерального проекта «Цифровое государственное управление» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» разработки федеральной государственной информационной системы «Национальная единая среда взаимодействия всех участников нормотворческого процесса по подготовке регуляторных решений» (далее – платформа нормотворчества), которая может быть основой машиночитаемости норм права и использования информационных технологий при нормотворчестве.

Предполагается, что данная информационная система должна обеспечить оптимизацию процесса разработки согласования и утверждения проектов НПА, внедрения принципов совместной работы и возможности использования соответствующего инструментария на базе информационной системы всеми участниками процесса нормотворчества.

Необходимо отметить, что указанные правовые ресурсы в большей степени ориентированы на обеспечение сбора, хранения и раскрытия правовой информации, а также на информационное взаимодействие органов государственной власти и местного самоуправления – участников процесса формирования ресурсов.

Вместе с тем наиболее существенной проблемой активного использования государственных правовых информационных ресурсов для аналитической и экспертной работы являются недостаточные возможности программного обеспечения, предназначенные для реализации этих функций.

Отсутствие программного инструментария приводит к трудности эффективного контроля законотворчества на региональном и муниципальном уровнях, невозможности эффективного автоматизированного анализа правовых актов, в том числе в интересах решения задач правовой и антикоррупционной экспертизы, мониторинга правоприменения и реализации «регуляторной гильотины». Последствия данной проблемы в конечном счёте проявляются в ошибках, допускаемых при подготовке нормативных правовых актов, их экспертизе и правоприменении.

Ключевым обстоятельством, препятствующим созданию и внедрению программного инструментария, обеспечивающего автоматизацию экспертно-аналити-

ческой деятельности, является отсутствие информационного ресурса, в полном объёме отвечающего требованиям аналитической работы.

В частности, в данном ресурсе правовые акты должны быть проиндексированы на уровне внутренних правовых норм с использованием тематических классификаторов, словарей и хэштегов. В основе моделей и алгоритмов индексации правовых актов должно быть заложено представление о правовом акте как о совокупности правовых норм, в которой отдельная правовая норма – совокупность нормативно-правовых предписаний. В структуре нормативно-правовых предписаний могут быть выделены (при наличии) такие компоненты, как гипотеза, диспозиция или санкция, а также объекты и субъекты правовых отношений. При этом правовой акт должен рассматриваться в динамике с учётом вносимых в него изменений. Неотъемлемой частью такого ресурса являются словари, справочники, реестры и классификаторы, содержащие необходимую для разметки текстов правовых актов информацию о субъектах и объектах правовых отношений. Разработка требований индексации для правовых актов должна вестись с учетом действующих государственных стандартов, в частности, таких как ГОСТ 7.66-92 (ИСО 5963-85) СИБИД. Индексирование документов.

В целом создание подобного ресурса, реализованного на основе современных цифровых технологий, будет в наибольшей степени соответствовать задаче создания свода законодательства Российской Федерации в современных условиях. Необходимо отметить, что участие в создании свода законодательства входит в сферу государственных полномочий Минюста России.

Необходимо отметить, что среди действующих государственных правовых ресурсов описанным выше требованиям по составу информации, процессам ведения и структуре правовой базы, а также по правовому и организационному обеспечению, в наибольшей степени отвечает именно система федеральных регистров и государственных реестров Минюста России.

Представляется, что одно из возможных технических решений по созданию ресурса – реализация новой версии портала «Нормативные правовые акты в Российской Федерации» с соответствующим функционалом программного обеспечения и структурой хранения правовых актов. При этом в новой версии портала к разделам о законодательстве следует добавить разделы по справочникам, тематическим классификаторам, ключевым словам, а также расширить раздел по научным и методическим публикациям.

### **Некоторые аспекты развития информационных систем ведения регистров**

Одновременно с требованиями по аналитическим возможностям, по хранению текстов правовых актов и индексации до уровня правовых норм уже сейчас, с учётом проводимой в НЦПИ работе по соз-

данию новой версии системы можно говорить о её характерных чертах новой информационной системы, таких как:

- централизованный доступ пользователей к ресурсам системы для решения задач по ведению регистров и реестров;
- клиентское программное обеспечение реализуется как веб-приложение;
- оптимальная предметно-ориентированная структура базы данных, обеспечивающая предельно точное отражение правового пространства, жизненного цикла правовых актов и процессов ведения регистров и реестров;
- максимальная автоматизация процессов обработки информации в регистрах, включая распознавание текстов правовых актов из формата pdf;
- точное соответствие программно-аппаратной платформы требованиям действующего законодательства.

Особенностью данной информационной системы будут возможности работы с текстами правовых актов, такие как интеллектуальный поиск по полнотекстовому содержанию, автоматизация форматирования текста и простановки ссылок, а также продвинутое средство бизнес-аналитики и статистики.

При создании нового программного обеспечения должны быть в полном объеме учтены требования законодательства Российской Федерации в части защиты информации и отказа от проприетарного программного обеспечения в соответствии с Федеральным законом от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (в редакции Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 188-ФЗ) и постановлением Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2015 г. № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

В процессе проектирования базы данных следствием ориентации на точное отражение правового пространства и жизненного цикла правовых актов должны быть реализованы некоторые характерные решения:

- в отдельные объекты выделены сведения об опубликовании, связанные со вступлением в силу правового акта, экспертные заключения, готовящиеся в ходе регистрации правового акта, и иные сведения (акты прокурорского реагирования и судебные решения) – появляющиеся впоследствии как часть правоприменительной практики.
- правовые акты, а также иные дополнительные сведения будут связаны только со своими источниками, которые – в свою очередь – с территорией субъекта или муниципального образования;
- вводятся два вида опубликования (обнародования) правового акта – опубликование проекта правового акта и просто опубликование;

- участники процесса ведения регистров будут иметь возможность выступать в качестве источника правовых сведений в соответствии со своей ролью, например – органы государственной власти издадут правовые акты, а также направляют письма, которые включаются в регистры как иные дополнительные сведения.

Подобный подход к проектированию позволит полностью исключить дублирование информации и сделать практически невозможными ошибки как технического, так и методического характера, имеющиеся в текущих базах данных регистров.

Необходимо отметить, что при создании и внедрении такой новой версии системы придётся преодолеть ряд существенных проблем, основной из которых является необходимость проведения конвертации больших объемов данных. Причём проблема конвертации касается не только текстов нормативных правовых актов, имеющихся в базах данных текущих информационных систем, но и переноса информации справочников и реквизитов правовых актов и дополнительных сведений.

В целом результатом всех предлагаемых работ будет не только создание правовой базы данных, но и организация процесса, позволяющего обеспечить во времени оптимальное состояние правового пространства в Российской Федерации. При этом этап внедрения правового ресурса будет включать первичный аудит всех загружаемых правовых актов федерального, регионального и муниципального уровней, причём этот процесс может быть распределён во времени и по регионам. В итоге уже на этапе внедрения будет получена оценка состояния законодательства и определены направления дальнейшей деятельности по нормотворчеству и оптимизации правового пространства, а также решена сопутствующая задача – создание свода законодательства в электронном виде.

Необходимо отметить, что эксплуатация такого ресурса должна сопровождаться работами по его научному, аналитическому и методическому обеспечению, в частности, такими как анализ и обновление тематических классификаторов и справочников ресурса, аудит отдельных разделов баз данных, разработка и обновление методических рекомендаций, подготовка и реализация программ повышения квалификации для широкого круга пользователей.

### Заключение

Развитие информационных систем ведения регистров по указанным направлениям должно привести к созданию на новой программно-аппаратной платформе новой системы ведения регистров, обеспечивающей решение широкого круга задач, включая предоставление юридически-значимой правовой информации, оказания правовой помощи, поддержки процессов разработки и принятия нормативных правовых актов.

## Информационное право

Именно такое развитие федеральных регистров и государственных реестров даст возможность повысить эффективность работы органов государственной власти на всех уровнях, будет способствовать созда-

нию эффективного информационного правового пространства, в котором процессы отличаются прозрачностью и ссылочной целостностью общественно и юридически значимой правовой информации.

Рецензент: **Сергин Михаил Юрьевич**, доктор технических наук, профессор, начальник отдела научно-исследовательской и образовательной деятельности ФБУ НЦПИ при Минюсте России. Москва, Россия.

E-mail: [srg\\_m@bk.ru](mailto:srg_m@bk.ru)

### Литература

1. Благовещенский Н.Ю., Королёв С.М. Практика ведения регистров в системе «Нормативные правовые акты Российской Федерации» единой системы информационно-телекоммуникационного обеспечения Министерства юстиции Российской Федерации // Электронное законодательство. Доступ к нормативно-правовой информации в электронной среде. Сборник статей международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 2011.
2. Королев С.М., Благовещенский Н.Ю. Практика ведения и перспективы развития федерального регистра и государственных реестров // Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции по обмену опытом ведения федерального регистра и государственных реестров в системе НПА ЕСИТО. М., 2012.
3. Федичев А.В. Модернизация и развитие информационных систем ведения федеральных регистров и государственных реестров // VIII Всероссийская научно-практическая конференция «Ведение федеральных регистров и государственных реестров в системе «Нормативные правовые акты Российской Федерации», Материалы докладов. 2017. С.62-65.
4. Методические рекомендации по подготовке муниципальных нормативных правовых актов / Авторы-составители: Атагимова Э.И., Макаренко Т.Н., Рыбакова О.С., Сарапкина Е.Н. М.: ФБУ НЦПИ при Минюсте России. 2018. 134 с.
5. Атагимова Э.И., Рыбакова О.С. Муниципальные нормативные правовые акты: виды типичных ошибок юридической техники // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. 2018. № 4. С. 109–115.
6. Мониторинг нормотворческого процесса органов местного самоуправления с иллюстрацией типичных нарушений правил юридической техники на конкретных примерах : практическое пособие / Авторы-составители: Атагимова Э.И., Рыбакова О.С., Троян Н.А. М.: ФБУ НЦПИ при Минюсте России. 2018. 68 с.
7. Рыбакова О.С. К вопросу о нормативности муниципального правового акта / Российское и международное право: общее и особенное : Материалы Всероссийской научно-практической конференции памяти профессора Ф.М. Рудинского, 17 апреля 2019 г. / под общ. ред. д-ра экономич. наук, профессора В.В. Строева и д-ра юридич. наук, профессора Д.А. Пашенцева. С. 191–196.
8. Атагимова Э.И., Рыбакова О.С. Методические рекомендации по определению нормативности правовых актов субъектов Российской Федерации и муниципальных правовых актов в целях ведения федерального регистра нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации, федерального регистра муниципальных нормативных правовых актов и регистров муниципальных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации: ФБУ НЦПИ при Минюсте России. М. 2019. 140 с.
9. Морозов А.В., Филатова, Л.В., Благовещенский, Н.Ю. Ведение федерального регистра муниципальных нормативных правовых актов и регистров муниципальных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации: учеб.-метод. комплекс учебной дисциплины. М.: Москва, 2010.
10. Шаршун В.А. О некоторых вопросах применения информационных технологий в нормотворческом процессе: новации Закона Республики Беларусь от 17 июля 2018 года «О нормативных правовых актах» // Право.by. 2018. № 6(56). С. 46–52.

## THE DEVELOPMENT OF FEDERAL REGISTERS

*Nikolai Blagoveshchenskii*, Leading Analyst at 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](mailto:nblscli@mail.ru)

**Keywords:** digital economy, code of laws, electronic legal resource, legal regulations, statutes, law, registration, assessment.

### Abstract.

*Purpose of the work:* evolving the automation of registration, storage and development of information systems.

*Method of study:* comparative analysis.

*Results obtained:* a description of the system of federal and government registers of the Ministry of Justice of the Russian Federation, an assessment of its current state, strengths and weaknesses, problems and development possibilities as well as of technical aspects of development of register management information systems are presented in the paper. The formation of an electronic legal resource based on registers, the Code of Laws of the Russian Federation supporting indexation of internal norms for all legal regulations and supported by analytical software needed for controlling the state of the legal space of the Russian Federation, is proposed as the main viable line of development under the conditions of digitalisation of the economy of the Russian Federation.

### References

1. Blagoveshchenskii N.Iu., Korolev S.M. Praktika vedeniia registrov v sisteme "Normativnye pravovye akty Rossiiskoi Federatsii" edinoi sistemy informatsionno-telekommunikatsionnogo obespecheniia Ministerstva iustitsii Rossiiskoi Federatsii. Elektronnoe zakonodatel'stvo. Dostup k normativno-pravovoi informatsii v elektronnoi srede. Sbornik statei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Sankt-Peterburg, 2011.
2. Korolev S.M., Blagoveshchenskii N.Iu. Praktika vedeniia i perspektivy razvitiia federal'nogo registra i gosudarstvennykh reestrov. Sbornik statei III Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii po obmenu opytom vedeniia federal'nogo registra i gosudarstvennykh reestrov v sisteme NPA ESITO, M., 2012.
3. Fedichev A.V. Modernizatsiia i razvitie informatsionnykh sistem vedeniia federal'nykh registrov i gosudarstvennykh reestrov. VIII Vserossiiskaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia "Vedenie federal'nykh registrov i gosudarstvennykh reestrov v sisteme "Normativnye pravovye akty Rossiiskoi Federatsii", Materialy dokladov, 2017, pp. 62-65.
4. Metodicheskie rekomendatsii po podgotovke munitsipal'nykh normativnykh pravovykh aktov. Avtory-sostaviteli: Atagimova E.I., Makarenko T.N., Rybakova O.S., Sarapkina E.N. M. : FBU NTsPI pri Miniuste Rossii, 2018, 134 pp.
5. Atagimova E.I., Rybakova O.S. Munitsipal'nye normativnye pravovye akty: vidy tipichnykh oshibok iuridicheskoi tekhniki. Vestnik Moskovskogo gumanitarno-ekonomicheskogo instituta, 2018, No. 4, pp. 109-115.
6. Monitoring normotvorcheskogo protsessa organov mestnogo samoupravleniia s illiustratsiei tipichnykh narushenii pravil iuridicheskoi tekhniki na konkretnykh primerakh : prakticheskoe posobie. Avtory-sostaviteli: Atagimova E.I., Rybakova O.S., Troian N.A. M. : FBU NTsPI pri Miniuste Rossii, 2018, 68 pp.
7. Rybakova O.S. K voprosu o normativnosti munitsipal'nogo pravovogo akta. Rossiiskoe i mezhdunarodnoe pravo: obshchee i osobennoe : materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii pamiati professora F.M. Rudinskogo, 17 apreliia 2019 g. pod obshch. red. d-ra ekonomich. nauk, professora V.V. Stroeva i d-ra iuridich. nauk, professora D.A. Pashentseva, pp. 191-196.
8. Atagimova E.I., Rybakova O.S. Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniiu normativnosti pravovykh aktov sub"ektov Rossiiskoi Federatsii i munitsipal'nykh pravovykh aktov v tseliakh vedeniia federal'nogo registra normativnykh pravovykh aktov sub"ektov Rossiiskoi Federatsii, federal'nogo registra munitsipal'nykh normativnykh pravovykh aktov i registrov munitsipal'nykh normativnykh pravovykh aktov sub"ektov Rossiiskoi Federatsii. M. : FBU NTsPI pri Miniuste Rossii, 2019, 140 pp.
9. Morozov A.V., Filatova, L.V., Blagoveshchenskii, N.Iu. Vedenie federal'nogo registra munitsipal'nykh normativnykh pravovykh aktov i registrov munitsipal'nykh normativnykh pravovykh aktov sub"ektov Rossiiskoi Federatsii: ucheb.-metod. kompleks uchebnoi distsipliny. M., 2010.
10. Sharshun V.A. O nekotorykh voprosakh primeneniia informatsionnykh tekhnologii v normotvorcheskom protsesse: novatsii Zakona Respubliki Belarus' ot 17 iul'ia 2018 goda "O normativnykh pravovykh aktakh". Pravo.by, 2018, No. 6(56), pp. 46-52.

# ИСТОРИЯ ПРАВОВОЙ ИНФОРМАТИЗАЦИИ МИНЮСТА РОССИИ

Морозов А.В.\*

*В этом году, 25 июня исполняется 45 лет со дня создания Научного центра правовой информации при Министерстве юстиции Российской Федерации (ФБУ НЦПИ при Минюсте России), который явился 24 года назад учредителем нашего журнала.*

*ФБУ НЦПИ при Минюсте России был первой в стране организацией, решавшей на современном научно-техническом уровне задачи поиска, учета и хранения правовой информации, систематизации законодательства, приведения ведомственных нормативных актов в соответствие с союзным законодательством, здесь с 1976 года разрабатывалась и была внедрена первая правовая автоматизированная информационно-поисковая система (АИПС) «Законодательство», а в 1993 г. была создана информационно-поисковая система «Эталон».*

*Редакция обратилась к А.В. Морозову, бывшему в период учреждения журнала и создания информационно-поисковых систем директором ФБУ НЦПИ при Минюсте России, (собственно, по его инициативе и активном участии произошли названные события), с просьбой дать исторический экскурс 45-летней истории нашего учредителя.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-92-99

Современный этап развития общества характеризуется возрастающей ролью информационной сферы, которая является системообразующим фактором жизни информационного общества. В связи с этим, вопрос о правовой информатизации в Российской Федерации и участие в этом Минюста России приобретает особое значение, поскольку целью правовой информатизации является повышение уровня правовой информированности общества путем всестороннего обеспечения органов государственной власти, должностных лиц и граждан полной и достоверной информацией о действующих в России законодательных и других правовых актах в условиях автоматизации информационных процессов, что является одной из задач, стоящих перед Минюстом России как федеральным органом исполнительной власти. Правовое обеспечение информационных процессов и информатизации в России обусловлено обоснованием целей, состава, содержания системы законодательства, регулирующего отношения в области формирования информационных ресурсов России, пользования ими, создания систем их обработки, определение места и роли законодательства РФ; создания механизмов учета, систематизации и мониторинга правоприменения нормативных правовых актов.

Целью правовой информатизации является повышение уровня правовой информированности обще-

ства путем всестороннего обеспечения органов государственной власти, должностных лиц и граждан полной и достоверной информацией о действующих в России актуальных редакциях законодательных и других правовых актах посредством автоматизации информационных процессов.

Работая с 1988 года в системе Министерства юстиции, я посвятил значительную часть своей жизни правовой информатизации и не могу не поделиться со своими коллегами некоторыми данными из этой сферы деятельности. Тем более так сложилось, что по ряду субъективных причин Минюст в этой сфере выступает в роли золушки и хотелось бы, чтобы молодые ученые знали, откуда родом правовая информатизация.

Следует подчеркнуть, что Минюст СССР одним из первых применил новейшие технологии в области правового информирования. Хотя в 1973 г. о компьютерах и их возможностях было известно мало, во ВНИИ советского законодательства, входящего в структуру Минюста СССР, был создан сначала сектор информационно-поисковых языков, а затем отдел правовой информации, ставший впоследствии основой Научного центра правовой информации (НЦПИ), созданного в 1975 г.

В тот период актуальной задачей являлось создание общесоюзной системы правовой информации, составной частью которой явилась бы сеть полностью совместимых и взаимосвязанных автоматизированных информационно-поисковых систем различного уровня. Одним из важнейших условий, обеспечивающих такую

\* **Морозов Андрей Витальевич**, доктор юридических наук, кандидат технических наук, заведующий кафедрой информационного права, информатики и математики ВГУЮ (РПА Минюста России). Москва, Россия.

E-mail: [av\\_morozov@list.ru](mailto:av_morozov@list.ru)

совместимость в составе системы единого информационно-поискового языка и информационно-поискового тезауруса, по союзному законодательству стал Общеправовой тезаурус, который начал создаваться в 1974 г.

Его роль определяется не только тем, что он являлся элементом автоматизированной информационно-поисковой системы «Законодательство», созданной в НЦПИ и представлявшей собой передовую в то время систему, обладавшую развитым программным, техническим, лингвистическим и методическим обеспечением, но и важным источником научных разработок в области правовой информатизации.

Правовая информационная система Министерства юстиции существует с 1975 г., ее государственный статус и уникальный опыт работы определяют ее особое положение среди правовых систем, поскольку она позволяет работать с эксклюзивной информацией, в том числе получать информацию о деятельности Минюста России (scli.ru).

Реализация практически всех задач, стоящих перед Министерством сегодня, невозможна без применения современных информационных технологий. Анализируя состояние правовой информатизации в России на современном этапе и деятельность Минюста России в этой области как непосредственному участнику тех событий мне хотелось бы остановиться на основных исторических вехах развития правовой информатизации.

С 1991 года начинается активный процесс развития правовой информатизации. При участии Минюста России (в рабочую группу от Министерства входили директор НЦПИ – Иваненко А.И. и заместитель директора НЦПИ Морозов В.К.) была разработана Программа правовой информатизации России, утвержденная 24.07.91 Председателем Комитета по законодательству Шахраем С.М., в соответствии с которой работы по правовой информатизации осуществлялись в Администрации Президента Российской Федерации, Аппарате Правительства Российской Федерации, в системах органов прокуратуры Российской Федерации, Минюста России и МВД России.

С.М. Шахрай известен исследованиями в сфере правовой информатизации еще в восьмидесятые годы в качестве заведующего лабораторией МГУ. Ему и принадлежит заслуга закрепления этого термина в нормативных правовых актах РСФСР и Российской Федерации. Впоследствии его идеи были развиты и воплощены в создание государственной системы правовой информатизации руководителем Главного Государственно-правового управления Президента Российской Федерации Р. Г. Ореховым, еще в аспирантуре МГУ постигнувшего основы правовой информатизации. В недрах МГУ сформировались и будущие руководители известных организаций, достигнувшие значительных успехов в сфере правовой информатизации. Базами данных правовой информации КОНСУЛЬТАНТ ПЛЮС и ГАРАНТ пользуются сотни тысяч юристов.

Однако возникшие в этот период разногласия между Министром юстиции Н.В. Федоровым и руководителем ГПУ С.М. Шахраем впоследствии привели к созда-

нию двух параллельно развивающихся систем правовой информатизации Минюста и ФАПСИ.

В начале 1991 года в Минюсте СССР был создан отдел внедрения научно-технических средств в составе Планово-финансового управления (Суетов В.А.), а в Минюсте РСФСР – сектор правовой информатизации в составе Организационно-контрольного управления (Аббасов А.С.).

В Минюсте России в составе Организационно-контрольного Управления (Чуганов Е.Г.) в этот период был создан отдел информатизации и в соответствии с решением коллегии Минюста России от 24.12.92 № 16-2 «О мерах по правовой информатизации судов, органов и учреждений Минюста России» в органах юстиции были введены должности специалистов по правовой информатизации.

Анализ исторического развития данного направления показывает, что к началу 90-х гг. XX в. в системе российского законодательства имелось лишь несколько законов, которые регулировали отношения в области формирования и использования информационных ресурсов, развития информатизации и информационной безопасности в обозначенной сфере.

Среди наиболее значимых нормативных правовых актов следует из изучаемой сферы отметить законы РФ от 19.02.1993 № 4524-1 «О федеральных органах правительственной связи и информации»<sup>1</sup>, от 23.09.1992 № 3523-1 «О правовой охране программ для электронных вычислительных машин и баз данных», от 23.09.1992 № 3526-1 «О правовой охране топологий интегральных микросхем»<sup>2</sup>, от 09.07.1993 № 5351-1 «Об авторском праве и смежных правах»<sup>3</sup>, Закон о государственной тайне<sup>4</sup>, Закон о СМИ; Основы законодательства Российской Федерации об Архивном фонде Российской Федерации и архивах от 07.07.1993 № 5341-1<sup>5</sup>. Частично проблемы информации затрагивались в законодательстве о недрах, о чрезвычайных ситуациях, о налогах и налоговой инспекции, об архивах и др.

Естественно, что подавляющее большинство нормативных правовых актов, упоминаемых в этой публикации, уже утратили силу или подверглись значительной актуализации.

Отдельные вопросы организации информационных ресурсов регулировались правовыми актами Президента РФ и Правительства РФ, касались устройства системы органов, осуществляющих информатизацию, распределения между ними обязанностей и др.

Указом Президента РФ от 28.06.1993 № 966 была утверждена Концепция правовой информатизации России<sup>6</sup> (в разработке которой автор принимал личное участие), основывающаяся на решении двуединой задачи: с

<sup>1</sup> См.: ВСНД и ВС РФ. 1993. № 12. Ст. 423.

<sup>2</sup> См.: ПГ. 1992. 21 окт.

<sup>3</sup> См.: ПГ. 1993. 3 авг.

<sup>4</sup> См.: ПГ. 1993. 21 сент.

<sup>5</sup> См.: ВСНД и ВС РФ. 1993. № 33. Ст. 1311.

<sup>6</sup> См.: Рос. вести. 1993. 13 июля.

одной стороны, информатизации правовой сферы, а также обеспечения правового регулирования общественных отношений в области информатизации — с другой. Указанная Концепция является примером документа, в котором отражалась государственная информационная политика и была поставлена задача создания информационно-правовой системы в Российской Федерации.

Концепция была разработана по инициативе Государственно-правового управления Президента РФ, осуществляющего в соответствии с Указом Президента РФ от 04.04.1992 № 363 «О внесении изменений в Положение о Государственно-правовом управлении Президента Российской Федерации»<sup>7</sup> (в настоящий момент утратил силу) функции генерального заказчика систем правовой информации в целях активизации процесса создания государственных правовых информационных систем.

Под правовой информатизацией России понимается процесс создания оптимальных условий максимально полного удовлетворения информационно-правовых потребностей государственных и общественных структур, предприятий, организаций, учреждений и граждан на основе эффективной организации и использования информационных ресурсов с применением прогрессивных технологий.

Главными целями правовой информатизации являются: информационно-правовое обеспечение внутренней деятельности органов государства; а также внешних по отношению к государственным органам субъектов, в том числе физических лиц; сохранение и структурирование информационного правового поля.

В процессе развития законодательства в сфере информатизации возникли новые формы организации информации. При переходе к рыночным принципам экономики, повлекшим огромную потребность в правовой информации, сформировалась совершенно новая отрасль, образовался рынок, не отягощенный наследием прошлого, — это рынок справочных правовых компьютерных систем. К концу 20 века в области правовой информатизации работали как государственные, так и коммерческие структуры. В связи с этим можно отметить долгожительство базы данных НЦПИ «Эталон» Минюста России (авторские права), которая сохранила свою работоспособность не только в России, но и получила свое развитие в Республике Беларусь.

Это название приснилось мне в ночь на 29 октября 1993 года, когда я мучительно думал, как в сравнение с известными системами КОНСУЛЬТАНТ и ГАРАНТ назвать базу данных правовой информации НЦПИ.

1993 год занимает особо важное место в развитии правовой информатизации в нашей стране, поскольку была принята Конституция Российской Федерации, в которой закреплены впервые около 30 правовых норм, касающихся правовой информатизации и составляющих основу законодательства в данной области. В статье 29 Конституции Российской Федерации провозглашено

право каждого свободно искать, получать, передавать, производить и распространять информацию любым законным способом, являющееся основополагающим в развитии правовой информатизации.

Указом Президента Российской Федерации от 28.06.93 № 966 утверждена Концепция правовой информатизации России, где определена задача создания информационно-правовой системы в Российской Федерации, основывающаяся на решении двуединой задачи: информатизации правовой сферы – с одной стороны, и обеспечения правового регулирования общественных отношений в области информатизации – с другой.

Кроме того, в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 19.10.1993 № 1665 «Об информационно-правовом сотрудничестве Российской Федерации с государствами-членами Содружества Независимых Государств» Минюсту России совместно с другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти была поручена разработка Концепции создания межгосударственной системы правовой информатизации, одобренная Указом Президента Российской Федерации от 27.12.1993 № 2293 «Вопросы формирования единого информационно-правового пространства Содружества Независимых Государств».

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.01.1993 № 59-р в НЦПИ при Минюсте России начал создаваться банк ведомственных нормативных актов на базе автоматизированной информационно-поисковой системы «Законодательство». На его аппаратно-программной основе со второй половины 1993 года в Минюсте России начала функционировать распределенная информационно-вычислительная система, объединяющая по каналам связи органы юстиции субъектов Российской Федерации.

Решением коллегии Минюста России от 01.07.1993 №10-3 «О результатах проверки деятельности Научного центра правовой информации (НЦПИ) при Министерстве юстиции Российской Федерации» работа НЦПИ по обеспечению правовой информацией судов, органов и учреждений юстиции Российской Федерации была признана неудовлетворительной, и приказом Министра от 09.08.1993 № 65/16-01 было образовано Управление информатизации Министерства юстиции Российской Федерации и на начальника указанного Управления было возложено одновременное исполнение функций директора НЦПИ, зарегистрированного в установленном порядке как некоммерческая организация.

29.10.1993 НЦПИ был заключен первый договор на обеспечение пользователей базой данных правовой информации, в этот день получившей название «ЭТАЛОН».

1994 год ознаменовал собой начало определенного этапа развития в области обмена правовой информацией с государствами-участниками Содружества Независимых Государств, так как 21.10.1994 было подписано межгосударственное Соглашение «Об обмене правовой информацией», в соответствии с протоколом, по которому Минюст России является держателем

<sup>7</sup> См.: ВСНД и ВС РФ. 1992. № 17. Ст. 925.

правовых актов для обмена с государствами-участниками СНГ. Указанное Соглашение послужило основой для развития также двусторонних отношений в этой области с государствами-участниками СНГ

Решением Координационно-консультативного Комитета Содружества Независимых Государств от 14.07.1994 была утверждена Концепция межгосударственной подсистемы обмена правовой информацией.

Минюст России принимал участие в разработке принятых в 1994 году и, безусловно, важных для развития правовой информатизации федеральных законов: «О порядке опубликования и вступления в силу федеральных конституционных законов, федеральных законов, актов палат Федерального Собрания» (№ 5-ФЗ от 14.06.1994), «Об обязательном экземпляре документов» (№ 77-ФЗ от 29.12.1994), «О библиотечном деле» (№ 78-ФЗ от 29.12.1994).

В развитии правовой информатизации крайне важным явилось закрепление в Гражданском кодексе Российской Федерации, подготовленном с участием Минюста России, целого ряда гражданско-правовых норм, направленных на развитие информационного законодательства. Так, впервые информация в статье 128 ГК РФ определена в качестве объекта гражданских прав, в статье 139 установлены такие правовые режимы информации, как служебная и коммерческая тайна. В частности, определено, что информация составляет служебную или коммерческую тайну в случае, когда она имеет действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности ее третьим лицам, к ней нет свободного доступа на законном основании, и обладатель информации принимает меры к охране ее конфиденциальности.

Кроме того, в 1994 году были изданы Указы Президента Российской Федерации № 223 «Об образовании Федеральной комиссии по правовой информатизации при Президенте Российской Федерации» и № 607 «О взаимодействии федеральных органов государственной власти Российской Федерации в области информационно-правового сотрудничества с органами власти государств-участников Содружества Независимых Государств», утверждена соответствующая Программа.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 03.12.1994 № 2147 «О мерах по совершенствованию юридического обеспечения деятельности Президента Российской Федерации» на Минюст России возложена функция генерального заказчика межгосударственной системы правовой информатизации в Российской Федерации.

Для дальнейшего развития правовой информатизации Минюста России важное значение имело постановление Правительства Российской Федерации от 21.10.1994 № 1181 «О мерах по обеспечению взаимодействия органов государственной власти Российской Федерации в области информационно-правового сотрудничества с государствами-участниками Содружества Независимых Государств», которым признано

целесообразным использование для обмена созданного в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 08.05.1992 № 305 «О государственной регистрации ведомственных нормативных актов» в НЦПИ при Минюсте России банка данных ведомственных нормативных актов для информационно-правового обеспечения деятельности федеральных органов исполнительной власти. Указанным постановлением предписано федеральным органам исполнительной власти обеспечить, начиная с 1995 года, передачу в НЦПИ издаваемых ими нормативных актов не только на бумажных носителях, но и в машиночитаемой форме по каналам связи.

Решением коллегии Минюста России от 21.01.1994 №1-1 была утверждена Программа информатизации системы юстиции на 1994-1995 годы, также в соответствии с приказом Министра юстиции России от 17.06.1994 № 19-01-90-94 утвержден порядок обеспечения судов, органов и учреждений юстиции средствами вычислительной техники.

02.03.1994 утверждено Положение о региональном центре правовой информатизации, в котором предусмотрено образование его в составе органов юстиции.

В 1995 году был принят ряд федеральных законов, играющих важную роль в развитии правовой информатизации в Российской Федерации, в разработке основных положений которых специалисты Минюста России принимали активное участие.

Среди них особое место занимает Федеральный закон «Об информации, информатизации и защите информации», по праву считающийся базовым в информационной сфере, поскольку в нем заложены основы правового регулирования отношений во всех основных предметных областях информационных процессов, информатизации и в области информационной безопасности. Также были приняты федеральные законы «О связи», «О рекламе» и другие.

Указом Президента Российской Федерации от 04.08.1995 № 808 утверждена президентская программа «Правовая информатизация органов государственной власти Российской Федерации» и разработка президентских программ «Правовая информатизация органов исполнительной власти Российской Федерации» и «Правовая информатизация органов государственной власти субъектов Российской Федерации» была поручена ГПУ, Минюсту России и ФАПСИ.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 03.06.1995 № 550 «О дополнительных функциях Министерства юстиции Российской Федерации» на Минюст России было возложено проведение юридической экспертизы правовых актов, принимаемых органами государственной власти субъектов Российской Федерации, а также функции генерального заказчика межгосударственной системы правовой информатизации в Российской Федерации. Минюст России в соответствии с указанным постановлением координирует работу по созданию национальных банков данных, предназначенных для межгосударственного

обмена. В целях реализации соглашений, направленных на информационно-правовое сотрудничество, используются базы данных правовых актов, формируемые в Министерстве. Информационные ресурсы Минюста России предоставлены координирующим международный информационно-правовой обмен органам Исполнительного комитета СНГ, Республик Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Украина. Помимо этого, Минюст России активно участвует в разработке международных договоров и соглашений в сфере информационного и правового сотрудничества.

Для развития правовой информатизации Минюста России исторически важным явилось создание в 1995 году в порядке эксперимента центров правовой информатизации Минюста России в Самарской, Тульской, Владимирской и Ивановской областях.

В мае 1995 года в Египте состоялся девятый международный конгресс ООН в области предупреждения преступности и уголовного правосудия и информатизации правовой сферы. В составе делегации Российской Федерации, направленной для участия в работе конгресса, результаты информатизации правовой сферы представляли эксперты Минюста России Е.Н. Сидоренко и А.В. Морозов.

Начало 1996 года было омрачено пунктом 10 Указа Президента Российской Федерации № 117 от 31.01.96, в котором предписывалось внести предложения по ликвидации НЦПИ при Минюсте России, что в принципе ставило под угрозу существования всю систему правовой информации Минюста России. В интервью начальника отдела ГПУ Президента Российской Федерации Б.В. Гузанова «Российской газете» было заявлено, что в структуре Администрации Президента Российской Федерации будет создан Федеральный центр правовой информации, в который скоро «вольется» НЦПИ Минюста России. Только усилиями директора НЦПИ при активной поддержке высших должностных лиц – руководителей судов и правоохранительных органов удалось сохранить уникальный фонд правовой информации.

В 1996 году был принят Федеральный закон «Об участии в международном информационном обмене», создающий необходимые условия для эффективного участия России в международном информационном обмене в рамках единого мирового информационного пространства, защиты интересов Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований при международном информационном обмене, защиты интересов, прав и свобод физических и юридических лиц при международном информационном обмене.

Правовая информатизация впервые была выделена в качестве самостоятельного направления в деятельности Министерства в постановлении Правительства Российской Федерации от 17.10.1996 № 1177 «Об утверждении Концепции реформирования органов и учреждений юстиции Российской Федерации», что имеет, безусловно, историческое значение в развитии правовой информатизации Минюста России.

Ряд приказов Министерства юстиции Российской Федерации, изданных в 1996 году, также был направлен на совершенствование работ по правовой информатизации. В частности, приказом Министра от 01.07.1996 № 16-02-455-96 было образовано Управление информатизации и статистики. Кроме того, были изданы приказы от 23.12.1996 № 19-01-189-96 «Об организации автоматизированного учета правовых актов субъектов Российской Федерации», от 09.07.96 № 19-01-104-96 «О совершенствовании порядка проведения в Министерстве юстиции Российской Федерации юридической экспертизы правовых актов субъектов Российской Федерации», подготовленные Управлением информатизации и статистики.

«Продолжала развиваться система правовой информатизации Минюста России, и было образовано 22 центра правовой информатизации в субъектах Российской Федерации.

В связи с вступлением России в 1996 году в Совет Европы и включением ее информационных ресурсов в информационное пространство европейских государств, одной из важнейших задач правовой информатизации стало налаживание функционирования системы юстиции европейских государств, направленное на обеспечение соблюдения прав и свобод граждан этих государств. Сотрудничество в этой области было обусловлено внедрением в системе юстиции и судебной системе современных информационных технологий.

Представитель Минюста России А.В. Морозов был в 1999 г. включен от Российской Федерации в состав Комитета экспертов по информационным технологиям и праву, созданного в 1969 году, в качестве рабочего органа Комитета министров Совета Европы. Основными задачами указанного Комитета является выработка комплекса мер, направленных на организацию информационно-правового сотрудничества государств-членов организации. Задачей представителя государства в комитете экспертов является выступление на рабочем языке Совета Европы (английский или французский) с сорокаминутным докладом о развитии информационных технологий в правовой сфере, а также участие в подготовке проектов документов, утверждаемых профильным Комитетом Министров Совета Европы.

В соответствии с решениями Межведомственной комиссии Российской Федерации по делам Совета Европы эксперты Минюста России являются координаторами и полноправными представителями Российской Федерации в Лиссабонской сети. Европейскому суду по правам человека и Правовому департаменту Совета Европы был предоставлен доступ к базам данных Минюста России.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.07.1997 № 930 ФАПСи и Минюсту России поручено обеспечить создание единой системы информационно-телекоммуникационного обеспечения Министерства, которая представляет собой интегрированную иерархическую трехуровневую систему, от-

крытую для взаимодействия с другими автоматизированными системами в рамках единого информационного пространства органов государственной власти, где в качестве основных компонентов выделяются информационно-телекоммуникационные подсистемы.

В августе 1997 года в Минюсте России был образован Департамент правовой систематизации и информации. Продолжалось развитие системы правовой информатизации Минюста России, и было образовано еще 16 центров правовой информатизации Министерства в субъектах Федерации, в апреле 1997 года был создан Главный информационно-аналитический центр Министерства юстиции Российской Федерации (всего за 1995–1997 гг. образовано 43 центра правовой информатизации Минюста России).

Важным событием в деятельности Министерства юстиции в сфере правовой информатизации стал проведенный в июне 1997 года в рамках программы ООН в области предупреждения преступности, уголовного правосудия и информатизации правовой сферы международный семинар в Москве и Твери, в котором среди двухсот участников были эксперты США и Канады, стран Совета Европы и бывших республик СССР, ведущие фирмы и специалисты в сфере правовой информатизации. Участники семинара отметили достижения в правовой информатизации Минюста России и результаты, достойные признания на международном уровне.

С 1997 года информационные ресурсы Минюста России стали доступны для пользователей в Интернет, доступ на Web-сервер был организован через выделенный высокоскоростной канал.

Однако созданная система распределенной обработки информации позволяла обрабатывать только информацию, поступающую из органов государственной власти. Информация субъектов Российской Федерации обрабатывалась территориальными органами Минюста России или центрами правовой информатизации и передавалась в НЦПИ как центральный узел системы по коммутируемым каналам связи, в том числе с использованием сети Интернет.

В базу данных помещались не только тексты правовых актов, но и все изменяющие их акты, что позволяло при необходимости выявить историю создания и изменений актов. Средства обеспечения информационного поиска, входящие в состав операционной системы ЭВМ, создавали возможность осуществлять подбор информации по разовым запросам пользователей.

Указанный программно-технологический комплекс получил дальнейшее развитие как информационная правовая система «Фонд», первоначально предназначенная для информационно-правового обеспечения деятельности судов, органов и учреждений юстиции. В 1997 году указанная база стала доступна для широкого круга пользователей. Разделы базы данных охватывают все аспекты, как правового регулирования предпринимательской деятельности, так и вопросы правового статуса личности, защиты прав и свобод человека и гражданина.

В 1998 году в целях реализации положений статьи 15 Конституции Российской Федерации, Указа Президента Российской Федерации от 14.02.1998 № 170 «О мерах по повышению эффективности работы, связанной с формированием Свода законов Российской Федерации», упорядочения законодательства, обеспечения его стабильности, укрепления конституционной законности в Минюсте России совместно с ГПУ и органами исполнительной власти проводится работа по систематизации действующих нормативных правовых актов для включения их в Свод законов Российской Федерации.

Также были изданы приказы Минюста России от 11.08.1998 № 1994 «О деятельности учреждений Министерства юстиции Российской Федерации по правовой информатизации» и от сентября 1998 № 560; 116 «О порядке информационного взаимодействия Министерства внутренних дел Российской Федерации и уголовно-исполнительной системы Министерства юстиции Российской Федерации»,

Летом 1998 года состоялся первый семинар руководителей подразделений информатизации учреждений по регистрации прав на недвижимое имущество. Был разработан и представлен на утверждение проект концепции автоматизированной информационной системы государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним (АИС ГРП), одной из основных задач которой является создание и ведение Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним в электронной форме. Разработка и внедрение указанной системы еще в 1999 году могла позволить осуществлять оперативный доступ к достоверной всесторонней информации об объектах недвижимости, правах на недвижимое имущество и сделок с ним, моделирование деловых процессов регистрации недвижимости, устранение существующих пробелов в едином информационном пространстве государства, обеспечивать информационное взаимодействие между учреждениями юстиции по регистрации прав и их филиалами. Однако идея автономного развития учреждений по регистрации прав не позволила реализоваться этим планам.

В 1999 году Указом Президента Российской Федерации от 02.08.1999 г. № 954 утверждено Положение о Министерстве юстиции Российской Федерации.

В сентябре 1999 года состоялось заседание коллегии Минюста России, посвященное вопросам информатизации Министерства юстиции Российской Федерации. Коллегия одобрила основные положения концепции информатизации: направления развития системы правовой информации Минюста России.

Важным шагом в развитии правовой информатизации Минюста стало утверждение приказом Министерства от 21.01.2000 № 10 Концепции информатизации Министерства юстиции Российской Федерации, в которой нашли отражение состав, структура и основные подсистемы системы информатизации

Минюста России, проблемы, анализ тенденций развития, а также вопросы обеспечения информационной безопасности. Основной целью развития и совершенствования системы информатизации Минюста России на основе применения современных информационных технологий является эффективное выполнение основных задач, стоящих перед Министерством.

В 2000 году роль информационной сферы в развитии общества возрастает, развитие глобального информационного общества становится первоочередной задачей. В Окинавской Хартии Глобального информационного Общества, подписанной Президентом Российской Федерации В.В. Путиным и главами «восьмерки» 22 июля 2000 г., государства провозглашают следующий принцип: «все люди повсеместно без исключения, должны иметь возможность пользоваться преимуществами глобального информационного общества». Информационно-телекоммуникационные технологии становятся жизненно важным фактором развития мировой экономики. Выделены основные направления: электронная коммерция, электронное образование, электронное правительство, в том числе электронная юстиция, информационная безопасность.

Соответствующие задачи в сфере информационной безопасности были определены в утвержденной Президентом Российской Федерации 9 сентября 2000 г. Доктрине информационной безопасности Российской Федерации (автор в 1999 году по распоряжению Секретаря Совета Безопасности РФ В.В. Путина был назначен заместителем руководителя рабочей группы по разработке Доктрины), где под информационной безопасностью Российской Федерации понимается состояние защищенности ее национальных интересов в информационной сфере, определяющееся совокупностью сбалансированных интересов личности, общества и государства и указано на необходимость разработки проекта Концепции правового обеспечения в области информационной безопасности.

Указом Президента Российской Федерации от 10.08.2000 № 1486 на Минюст России возложено ведение федерального банка нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации – Федерального регистра нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации.

В соответствии с Положением о порядке ведения федерального регистра нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.11.2000 № 904, информационно-технологическое обеспечение ведения федерального регистра осуществляется НЦПИ и центрами правовой информатизации Минюста России в субъектах Российской Федерации.

Приказом Минюста России от 18.09.2000 № 273 был утвержден План мероприятий по реализации Указа Президента Российской Федерации от 10.08.2000 № 1486 «О дополнительных мерах по обе-

спечению единства правового пространства Российской Федерации». Из 36 пунктов плана исполнение 33 было возложено на Департамент правовой информатизации Минюста России. Не получив на реализацию поставленных задач дополнительной штатной численности и бюджетного финансирования, Департамент успешно организовал работу подразделений и учреждений правовой информатизации и разработал методику ведения Федерального регистра, позволившую с 1 января 2001 года территориальным органам Минюста России начать ведение Федерального регистра нормативных актов субъектов Российской Федерации как на бумажном носителе, так и в электронном виде.

В целях унификации банков данных правовой информации, а также обеспечения автоматизированного обмена правовой информацией между федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами прокуратуры

Российской Федерации и органами местного самоуправления Указом Президента Российской Федерации от 15.03.2000 № 511 одобрен классификатор правовых актов.

Базы данных правовой информации Минюста России (в частности, «Фонд» и «Эталон») основаны на качественной юридической обработке правовых актов, помещаемых в них, имеют возможности выявления взаимосвязей и ссылок между документами; создания актуальных редакций; определения нормативности; классификации (рубрикация) правовых актов в соответствии с утвержденным классификатором правовых актов.

В 2001 г. Советом Европы приняты Рекомендации № 2 государствам-членам Совета Европы относительно устройства и переустройства судебных систем и правовых информационных систем и Рекомендации № 3, подготовленные с участием представителя Минюста России, в которых предусмотрена обязанность государства обеспечить доступ к правовой информации в электронной форме, к электронным регистрам в правовой области, в том числе и через Интернет, а также автоматизация судебных технологий.

Межведомственной комиссией Совета Безопасности Российской Федерации по информационной безопасности одобрены «Основные направления нормативного правового обеспечения информационной безопасности Российской Федерации» (Решение № 5.4 от 27.11.2001), в разработке которых сотрудники Минюста России принимали активное участие. Указанным документом определяются цели и принципы нормативного правового обеспечения информационной безопасности Российской Федерации, направления государственной политики в области противодействия угрозам информационной безопасности и задачи их нормативного правового обеспечения, а также первоочередные меры по совершенствованию нормативного правового обеспе-

чения информационной безопасности Российской Федерации. 10.01.2002 был принят Федеральный закон «Об электронной цифровой подписи», который устанавливает правовую основу для использования электронной цифровой подписи, определяет полномочия органов, удостоверяющих открытые ключи электронной цифровой подписи, а также права, обязанности и ответственность физических и юридических лиц, участвующих в деятельности, связанной с применением электронной цифровой подписи.

В 2002 году в Минюсте России были приняты первые ведомственные нормативные правовые акты, регламентирующие использование сети Интернет и предусма-

тривающие создание автоматизированных систем: приказы Минюста России от 20.05.2002 № 130 «О внедрении единой автоматизированной системы «Делопроизводство» в центральном аппарате Министерства юстиции Российской Федерации и территориальных органах от 23.05.2002 № 133 «Об организации работы по созданию и сопровождению Интернет-сайта Министерства юстиции Российской Федерации»; от 04.06.2002 № 148 «О создании автоматизированной информационной системы службы судебных приставов»; от 13.06.2002 № 164 «Об утверждении Временного положения об использовании сети Интернет в центральном аппарате Министерства юстиции Российской Федерации».



**Б**лагодарю моих коллег Л.Е. Маршалко, Т.А. Полякову, Ю.А. Бикбулатова, Ю.В. Матвиенко, а также уже ушедшую из жизни нашу «святую информационного права» Л.В. Филатову, оказавших неоценимую помощь в построении системы правовой информации Минюста России [ 4 ].

*Сегодня НЦПИ только 45 лет. Я как директор был участником и организатором 20 и 25-летних юбилеев этой замечательной организации. В моем кабинете висят и точно ходят часы с логотипом НЦПИ (это карта Советского Союза – информация не имеет границ) и надписью 25 лет. Мне бы очень хотелось отметить с коллегами 50-летний юбилей, а моим детям его столетие.*

*Желаю Научному центру правовой информации при Министерстве юстиции Российской Федерации производственного долголетия, а его руководству стабильности и спокойствия в работе, долгой несменяемости и дальнейших успехов в реализации задач правовой информатизации России.*



---

**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*

---