

# НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 4

Москва 2016

## ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК [002 : 004.414.2 : 004.896] : 001.895

О.В. Сютюренко, О.С. Булычева

### Концептуальный облик перспективного технологического пакета информационной поддержки наукоемкого производства

*Показаны тенденции развития глобальной информационной среды и современного высокотехнологичного производства. С системных позиций рассматривается методология автоматизированного проектирования обеспечения научно-технической и технико-экономической информацией этапов цикла «исследование – разработка – производство». Представлен виртуально-синтезированный Технологический пакет непрерывной информационной поддержки жизненного цикла продукции, ядром которого является система автоматизированного проектирования. Показаны архитектура и функциональное содержание Технологического пакета, а также качественно новые характеристики процесса информационной поддержки наукоемкого производства.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, автоматизированное проектирование, инновационный цикл, интернет-ресурсы, научно-техническая информация, САПР, информационное обеспечение, высокотехнологичное производство, технологический пакет, автоматизированные информационно-библиотечные системы, базы данных, цифровая среда

## ВВЕДЕНИЕ

Инновации становятся все более важным направлением современного промышленного производства, а интенсификация инновационной деятельности в научно-промышленной сфере – приоритетной задачей экономического развития. Ежегодный оборот на мировом рынке высоких технологий и наукоемкой продукции в несколько раз превышает оборот рынка сырья, включая нефть, газ и нефтепродукты, а традиционный промышленный капитал уступил первенство человеческому капиталу, ставшему основной производительной силой в современном мире. При этом следует отметить устойчивую тенденцию снижения цен (в последние 5-6 лет) почти на все виды сырьевых ресурсов [1]. Развитие высокотехнологичного производства и переход к инновационной экономике особенно актуален для России, поскольку ежегодный спрос на ее инновационную продукцию составляет лишь \$5–7 млрд, а спрос на российское сырье и энергоносители, по оценкам экспертов Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, оценивается в размере \$500–600 млрд. На мировом рынке высокотехнологичной продукции удельный вес России составляет около 0,2%, несмотря на инвестиционный рост. Начало XXI века со всей отчетливостью демонстрирует, что логика развития мирового сообщества – это становление новой мировой «экономики, основанной на знаниях», в основе которой интеллектуальные и информационные ресурсы, наука и процессы трансфера результатов научных исследований в продукты, товары и услуги. Мир стоит на пороге смены доминирующих технологических укладов. Наступает эра Третьей производственной революции, которая будет характеризоваться широким производственным применением целого ряда новых кластеров технологий и прежде всего: нанотехнологий, биотехнологий (включая генную инженерию и регенеративную медицину), робототехники и систем искусственного интеллекта, новых материалов с заранее заданными свойствами, трехмерной 3D-печати, новых информационных технологий. Основой становления и интеграции отдельных технологических кластеров в формирующийся базовый промышленный комплекс нового технологического уклада являются информационные технологии. В этих условиях создание качественно новых технологий информационной поддержки наукоемкого производства как ключевого фактора ускоренного научно-технического и экономического развития является чрезвычайно важной и актуальной задачей, что вполне осознается и Правительством Российской Федерации [2].

## НОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЫ И РЕАЛИИ СОВРЕМЕННОГО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Доминирующим трендом новой информационной среды является быстрый рост объема цифровых данных, интернет-ресурсов и перманентное расширение глобальной сети телекоммуникаций. Развитие глобальной сети Интернет влечет смену парадигмы

функционирования системы информационного обеспечения НИОКР и производства – от иерархической к сетевой. Создание распределенных сетевых информационных ресурсов является наиболее бурно развивающимся направлением информатизации научно-промышленной сферы. Сетевые информационные ресурсы становятся одним из основных источников информации. Рост интернет-ресурсов в последние десять лет приобретает лавинообразный характер. По оценкам International Data Corporation (IDC), мировой объем информации удваивается каждые два года. К 2016 г. ежегодный объем глобального IP-трафика составит 1,3 зетабайта (один зетабайт = миллиарду гигабайт). В 2011 г. только текстовой информации появилось больше, чем за все существование человечества. По некоторым оценкам суммарный объем всех научных журналов в мире за один год составляет более 1 Тб информации [3]. Из-за огромных объемов в открытом доступе информация практически необозрима. В сегменте исследований и разработок поиск нужной информации в Интернете становится не только все более важной и востребованной задачей, но и все более сложной (и дорогой).

В целом цифровая среда включает весь континuum интернет-ресурсов, компьютерных и сетевых технологий. Следует отметить, что цифровая корпоративная (производственная) информация ежегодно растет на ~ 40%. По прогнозным оценкам количество корпоративных пользователей Интернета возрастет до 2,3 млрд в 2016 г. по сравнению с 1,6 млрд в 2011 г. [4]. Быстрое развитие цифровой среды, информационных и телекоммуникационных технологий способствовало созданию новых методов и структур, позволяющих коренным образом перестроить процесс производства. Интеграция информационных технологий с индустриальными качественно преобразует последние. Происходят глобальные, необратимые изменения в организации наукоемкого производства. Одним из основных структурообразующих элементов инновационной системы является высокотехнологичное предприятие [5]. Такой класс предприятий в своей деятельности ориентирован на создание, освоение и практическое использование совокупности инноваций. Основу этих инноваций составляют технологические инновации, охватывающие новые продукты и новые технологии производства этих продуктов. В свою очередь, технологические инновации порождают необходимость формирования принципиально новых организационно-производственных структур, сочетающих высокий уровень гибкости и автоматизации, а также использование новых методов организации и управления бизнес-процессами. Отличительными особенностями высокотехнологичного предприятия являются [6]: 1) высокая доля затрат на исследования и разработки (а также довольно длинные инновационные циклы); 2) значительная инвестиционность и фондоемкость, развитая инженерная инфраструктура; 3) наличие высококвалифицированного инженерно-технического персонала и интеграция с научными организациями (НИИ, ПКБ); 4) доминирование процесса изменения технологии над стационарным производством; 5) много-

номенклатурность и диверсифицированность продукции; 6) высокая динамичность производства, постоянное обновление его элементов, совершенствование научно-производственной структуры и систем управления; 7) усложнение разработки и проектирования из-за обременения требований экологичности, безопасности, соответствия тем или иным внешним (международным) ограничениям; 8) распределенная среда технологической подготовки производства; 9) быстрая адаптируемость к новым задачам и процессам производства.

Определяющий признак высокотехнологичного предприятия – осуществление полного цикла «исследование-разработка-производство» (И–Р–П). Главная задача предприятия состоит в том, чтобы на основе научно-технических разработок создать принципиально новые продуктовые инновации для последующей передачи их в массовое производство. На решение такой задачи нацелена организационно-технологическая структура, охватывающая научно-технические, проектно-конструкторские, технологические, пусконаладочные, и другие подразделения. Для обеспечения согласования работы всех структур, участвующих в проектировании, производстве, реализации и эксплуатации сложной техники, используется соответствующая информационно-технологическая поддержка этапов жизненного цикла промышленных изделий. Такая поддержка реализуется в рамках CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта) [7]. CALS оперирует информацией о составных частях и характеристиках оборудования, машин, систем, процессов, логистике. Однако задача обеспечения научно-технической и технико-экономической информацией в рамках технологий типа CALS не решается (и даже не ставится) [8, 9].

В настоящее время вопросы организации и реализации обеспечения научно-технической и технико-экономической информацией при создании новой продукции решаются не системно, а локально для каждой стадии цикла И–Р–П без должной увязки в рамках единой информационной технологии на основе качественно и количественно определенных целей, задач и ресурсных ограничений. В связи с этим организационно-управленческие проблемы и задачи, связанные с повышением уровня информационного обеспечения и имеющие в своей организационно-технологической основе часто рациональные, но обособленные решения, не находят должного и эффективного воплощения в конкретной научно-информационной практике как предприятий, так и в отраслях национальной экономики в целом. К числу таких проблем относится разработка и внедрение организационных форм и методов автоматизированного проектирования и управления всем комплексом работ по информационному обеспечению всех этапов цикла И–Р–П. Организация обеспечения НИОКР и производства необходимой научно-технической и технико-экономической информацией остается архаичной, это – прошлый век в прямом и переносном смысле. До сих пор как на отраслевом, так и на уров-

не предприятий не разработана методология планирования комплексного информационного обеспечения инновационного цикла, отсутствуют взаимоувязанные процедуры формирования его элементов, не определен орган управления (координации), отвечающий за комплексное информационное обеспечение всего процесса создания новой продукции, начиная с постановки научно-технической проблемы и кончая снятием продукции с производства и утилизации (например, утилизация реакторов атомных подводных лодок является весьма сложной научно-технической задачей). Таким образом, все задачи реализации информационного обеспечения этапов инновационного цикла остаются разобщенными по структурным органам и срокам без их взаимного соподчинения и координации.

Все это, в конечном итоге, приводит к тому, что практически невозможно: а) гарантировать полноту и своевременность предоставления необходимой научно-технической информации руководителям и специалистам на каждом из этапов цикла И–Р–П; б) определять уровень и оптимизировать комплексное информационное обеспечение инновационного цикла; в) оценивать размеры информационных, вычислительных, трудовых и финансовых ресурсов, необходимых для реализации информационной поддержки; г) управлять процессами информационного обеспечения инновационного цикла в целом. Рассмотренные вопросы не могут эффективно решаться без разработки машинно-ориентированной методологии (и компьютеризированной технологии) планирования, организации и управления обеспечением научно-технической и технико-экономической информацией процессов создания новой высокотехнологичной продукции по всему «циклу исследование-разработка-производство».

## **МОДЕЛЬ САПР ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИННОВАЦИОННОГО ЦИКЛА**

Несмотря на важность проблемы, до настоящего времени остается не полностью осознанным тот факт, что в современных условиях для разработки и производства новой продукции актуальным и необходимым является использование системы автоматизированного проектирования (САПР) информационного обеспечения работ по всему инновационному циклу, так же, как и использование конструкторских САПР или САПР технологической подготовки производства. Такая система позволит осуществлять проектирование и эффективное управление комплексным информационным обеспечением во взаимосвязи с актуализирующимися задачами и действующими производственными планами по всему распределенному во времени инновационному циклу [10].

Концептуальная основа новой технологии информационного обеспечения работ по всем этапам инновационного цикла базируется на следующих основных положениях:

1) автоматизированное проектирование и управление комплексным информационным обеспечением цикла исследование-разработка-производство;

2) предоставление комплексной информации, включающей научно-техническую, технико-экономическую, нормативную (в т.ч. стандарты на изделия и процессы), прогнозно-аналитическую информацию высокой степени обработки и др.;

3) функционирование системы в корпоративной интегрированной информационной среде Интранет и использование информационных ресурсов сети Интернет;

4) формирование системы целенаправленных (функциональных) задач информационного обеспечения и автоматизированного планирования их ресурсообеспечения для каждого этапа жизненного цикла изделия;

5) количественная оценка уровня организации комплексного информационного обеспечения отдельных этапов и всего инновационного цикла в целом.

Функциональные задачи информационного обеспечения формируются на основе реально существующих задач научно-технической и производственной деятельности, на основе характеристик объективных структурированных информационных потребностей специалистов и руководителей. С точки зрения совершенствования методологии организации информационного обеспечения, принципиально новой установкой системного проектирования информационной поддержки следует считать согласование и синтезирование всего комплекса работ по этапам инновационного цикла в интегральную систему, единую в методологическом и информационном аспектах, позволяющую осуществить увязку частных задач информационного обеспечения с корпоративными задачами, планами, проектами, программами, информационными, трудовыми, материальными ресурсами. Такая постановка актуализирует развитие теории и методов решения принципиально новой задачи – оценки

уровня организации комплексной информационной поддержки отдельных этапов и всего цикла исследование – разработка – производство. Система такого рода оценок должна давать ответ не на традиционные вопросы о полноте, точности, релевантности, pertinентности предоставленной информации по единичному конкретному запросу исследователя или разработчика, а на вопрос об уровне организации и предварительной подготовки многокомпонентного ресурсного обеспечения всего технологического процесса комплексного информационного обеспечения. Решение задачи оценки уровня организации комплексного информационного обеспечения позволит выявить узкие места и «белые пятна» в процессах предоставления информации по каждому этапу инновационного цикла и вовремя принять действенные меры по их устранению. Детально решение этой задачи рассмотрено в отчете по НИР (ВИНИТИ, 2006 г.) [11].

Базовой основой САПР является матрица  $p \times m$  (фрейм, в терминах систем искусственного интеллекта) – модель матричного проектирования непрерывной информационной поддержки работ по этапам инновационного цикла. Модель инвариантна, представлена в виде матрицы.

Элемент матрицы  $\hat{a}_{ij} = \langle a_{ij} R_{ij} \rangle$  (слот, в терминах систем искусственного интеллекта) функционально зависит от этапа жизненного цикла и функциональных задач информационного обеспечения, т.е.

$$\hat{a}_{ij} = \varphi(\mathcal{E}_i, \mathcal{Z}_j), \quad (1)$$

где  $\mathcal{Z}_j$ , например, задача предоставления информации по технико-экономическим параметрам отечественных и зарубежных аналогов разрабатываемого изделия.

Функциональные задачи, j	$\mathcal{Z}_1$	$\mathcal{Z}_2$	$\mathcal{Z}_3$	...	$\mathcal{Z}_m$
Этапы жизненного цикла изделий, i					
$\mathcal{E}_1$	$\langle a_{11}R_{11} \rangle$		$\langle a_{13}R_{13} \rangle$		$\langle a_{1m}R_{1m} \rangle$
$\mathcal{E}_2$		$\langle a_{22}R_{22} \rangle$			
$\mathcal{E}_3$			$\langle a_{33}R_{33} \rangle$		
...				$\langle a_{ij}R_{ij} \rangle$	
$\mathcal{E}_{n-1}$	$\langle a_{n-1}R_{n-1} \rangle$				
$\mathcal{E}_n$		$\langle a_{n2}R_{n2} \rangle$	$\langle a_{n3}R_{n3} \rangle$		$\langle a_{nm}R_{nm} \rangle$

Каждый элемент матрицы  $\hat{a}_{ij} = \langle a_{ij} R_{ij} \rangle$  представляет собой гипотетический кортеж двоек (компонент–оценка реализации) вида

$$\hat{a}_{ij} = \langle (W, r_{ij}^W), (A, r_{ij}^A), (I, r_{ij}^I), (T, r_{ij}^T), (Q, r_{ij}^Q), (G, r_{ij}^G), (C, r_{ij}^C), (N, r_{ij}^N), (F, r_{ij}^F), (V, r_{ij}^V), (P, r_{ij}^P), (H, r_{ij}^H), (D, r_{ij}^D), (E, r_{ij}^E) \rangle, \quad (2)$$

где  $W$  – перечень научно-производственных подразделений (специалистов, руководителей) участвующих в работах по  $i$ -у этапу;

$A$  – тематическая направленность информации (выражаемая в виде разделов рубрикаторов, УДК, профилей, классификаторов, вербальной модели);

$I$  – источники получения научной, технической, экономической и другой информации по интересующей проблематике;

$T$  – календарные сроки предоставления информации или время реакции информационной системы на заявленную информационную потребность;

$Q$  – ориентировочный объем информации по  $j$ -й функциональной задаче информационного обеспечения;

$G$  – требуемая (реализуемая) глубина ретроспективного поиска информации;

$C$  – оценочные затраты и источники финансирования работ по реализации  $j$ -й функциональной задачи информационного обеспечения;

$N$  – позиции номенклатуры информационной продукции (информационные карты НИОКР, периодические издания, обзоры, переводы, фрагменты БД (ЭБ) и т.д.);

$F$  – режимы поиска, формы и средства предоставления информации;

$V$  – аналитическая и логико-математическая обработка информации (выявление неявных данных в информационном потоке, зависимостей и связей между характеристиками, экстраполяция и др.), агрегирование и сжатие;

$P$  – технические, материальные, людские, финансовые ресурсы, необходимые для реализации информационного обеспечения (по  $j$ -й задаче на  $i$ -м этапе);

$H$  – подразделение системы НИИ или информационные работники (инженеры-кураторы), ответственные за реализацию  $j$ -й задачи информационного обеспечения;

$D$  – характеристики моделей информационных потребностей специалистов и руководителей научно-производственных подразделений;

$E$  – адрес (электронные реквизиты) предоставления подготовленной информации;

$r_{ij}^l$  – оценка уровня соответствия компонента требуемому,  $0 \leq r_{ij}^l \leq 1$ ,  $l = 1 \div n$ .

Каждый элемент матрицы описывает и определяет организацию решения  $j$ -й функциональной задачи информационного обеспечения на  $i$ -м этапе; слот (элемент матрицы)  $a_{ij}$  включает фиксированный (минимально необходимый) набор компонент, уровень подготовки и реализации которых определяет тот

или иной уровень организации информационного обеспечения.

Общий итерационный алгоритм проектирования и подготовки комплексного информационного обеспечения включает в себя фазы:

- определение этапов и работ инновационного цикла, требующих информационной поддержки;
- определение (выбор) необходимых для реализации информационной поддержки  $i$ -го этапа функциональных задач информационного обеспечения;
- спецификация (и уточнение требований-ограничений) компонент ( $W, A, I, T, Q, G, C, N, F, V, P, H, D, E$ ) и формирование элементов  $\{\hat{a}_{ij}\}$  матрицы;
- сопоставительная проблемно-ориентированная оценка сформированных спецификаций и требований с конкретными возможностями реализации;
- разработка и реализация мероприятий по достижению необходимого (максимально возможного) уровня информационной поддержки работ  $i$ -го этапа;
- оценка суммарных затрат (дополнительных ресурсов) на реализацию комплексного информационного обеспечения выделенных этапов;
- внесение уточнений и дополнений, итерационная корректировка проекта и оценок;
- непрерывная актуализация пула информационных материалов, подготовленных по комплексу выделенных задач информационного обеспечения по проекту.

Имитационная модель может включать модуль оценки и учета затрат на проектирование и реализацию информационной поддержки. Оценочные суммарные затраты описываются выражением

$$SZ_i = \int_{t^1}^{t^2} [ZT_i(t) + Z'D_i(t)] dt, \quad (3)$$

где  $Z_i$  – суммарные затраты на организацию решения  $j$ -й функциональной задачи информационного обеспечения;

$SZ_i$  – суммарные затраты на организацию информационного обеспечения  $i$ -го этапа в интервале времени  $t^1 \div t^2$ ;

$ZT_i(t), Z'D_i(t)$  – исходные и дополнительные затраты на организацию комплексного информационного обеспечения  $i$ -го этапа инновационного цикла

$$ZT_i(t) = \sum_{j=1}^{L_i} ZT_{ij}(t), \quad ZD_i(t) = \sum_{j=1}^{L_i} Z'D_{ij}(t), \quad (4)$$

где  $ZT_{ij}(t), Z'D_{ij}(t)$  – исходные и дополнительные затраты на реализацию  $j$ -й функциональной задачи информационного обеспечения на  $i$ -м этапе.

Система автоматизированного проектирования является инструментом организации и управления информационным обеспечением научно-технической и технико-экономической информацией процессов и работ цикла исследование – разработка – производство и включает в себя: алгоритмы расчетов, базы данных, программные средства анализа и визуализации, средства поддержки принятия решений, сервисные программные средства. Операционной основой системы является матричная модель.

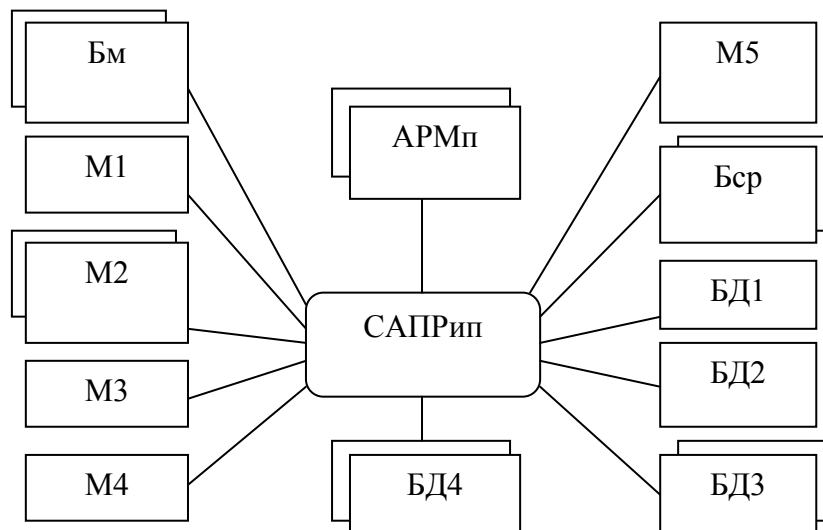


Рис. 1. Структурно-функциональная схема системы автоматизированного проектирования информационной поддержки (САПР ип)

В своей полной версии структурно-функциональная схема САПР комплексного информационного обеспечения (рис. 1) включает:

- Бм – блок модулей определения значений компонент элементов матрицы;
- М1 – модуль расчета уровня организации информационного обеспечения  $i$ -го этапа, интегрального уровня организации решения  $j$ -й функциональной задачи, интегрального уровня организации всего комплекса функциональных задач;
- М2 – модуль структурирования и поддержания общей модели матричного плана (размерности  $n \times m$ ) подготовки комплексного информационного обеспечения;
- М3 – модуль учета затрат и распределения исходных и дополнительных ресурсов (на проектирование и реализацию информационного обеспечения);
- М4 – модуль моделирования и сопоставительной оценки вариантов подготовки информационного обеспечения работ и этапов;
- М5 – модуль интерактивного интерфейса и визуализации процесса и результатов моделирования;
- Бср – блок сбора, регистрации информации по рассогласованию информационных и ресурсных характеристик  $a_{ij}$  (и сопряжения с БД информационных систем);
- БД1 – база данных с исходной информацией по «портфелю» заказов;
- БД2 – база данных с исходной информацией по параметрам сформированного комплекса функциональных задач информационного обеспечения;
- БД3 – база данных по результатам выполненных проектных разработок;
- БД4 – пул информационных материалов, подготовленных по выделенному комплексу задач информационного обеспечения текущего проекта (проектов);

- АРМп – автоматизированное рабочее место лица, принимающего решения (оператор-координатор процесса проектирования комплексного информационного обеспечения работ и этапов);

Следует отметить, что определенная специфика проектирования комплексного информационного обеспечения работ по этапам инновационного цикла обусловлена следующими причинами:

- принципиальной невозможностью полностью формализовать все процедуры принятия решений в условиях множества разнообразных задач информационного обеспечения для различных, растянутых во времени фазах инновационного цикла, дефицита и неопределенности исходной информации (информации много, но ее всегда недостаточно);
- итеративным характером процесса проектирования, вследствие необходимости внесения изменений и/или уточнений исходных данных, сроков, выходных параметров и др.;
- существенным усложнением процесса проектирования для матриц больших размерностей (для больших проектов); в этом случае решением может являться рациональное фрагментирование исходной постановки задачи.

### КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ОБЛИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПАКЕТА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ НАУКОЕМКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Задача проектирования комплексного информационного обеспечения инновационного цикла наиболее актуальна для научно-производственных объединений, концернов, крупных предприятий, технопарков, бизнес-инкубаторов, имеющих в «портфеле» заказов значительный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, решающих задачи внедрения и трансфера технологий. Средой функционирования САПР информационной поддержки должна быть специализированная платформа или, что прагматически более предпочтительно, универ-

сальная полнофункциональная автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС) предприятия. На её базе возможно хранение и ведение как внешней технико-экономической и научной информации, так и всех типов информационных ресурсов предприятия, удовлетворение различных информационных запросов специалистов, подготовку данных по сформированному пулу функциональных задач информационного обеспечения инновационного цикла, осуществление депозитарной функции и поддержку однородной информационной среды. Необходимо отметить, что на завершающих фазах ОКР, этапах технологической подготовки производства, внедрения и опытной эксплуатации превалирует потребность во внутрикорпоративной информации, что может составлять ~ 90% объема всей информации.

САПР информационной поддержки должна быть имплантирована в «тело» автоматизированной информационно-библиотечной системы, полностью интегрирована с ней (структурно, функционально, организационно). Структурная схема Технологического пакета представлена на рис.2.

При интеграции АИБС полностью сохраняет базовые функциональные процессы комплектования,

каталогизации, обслуживания пользователей, актуализации и хранения электронного каталога и фонда. Такая АИБС должна отвечать современным требованиям, предъявляемым к информационным системам [12, 13]:

- открытость решений;
- высокая функциональность и гибкость;
- возможность расширения архитектуры;
- высокая производительность платформы;
- удобство использования и возможность доступа с использованием мобильных средств;
- обеспечение дополнительных сервисов и возможности последующих доработок;
- возможность использование облачных технологий;
- интероперабельность;
- масштабируемость;
- поддержка коммуникативных форматов;
- возможность присоединения любых классификаторов, тезаурусов, рубрикаторов;
- простота настройки и администрирования;
- настройка формата записи на нужды конкретной организации.

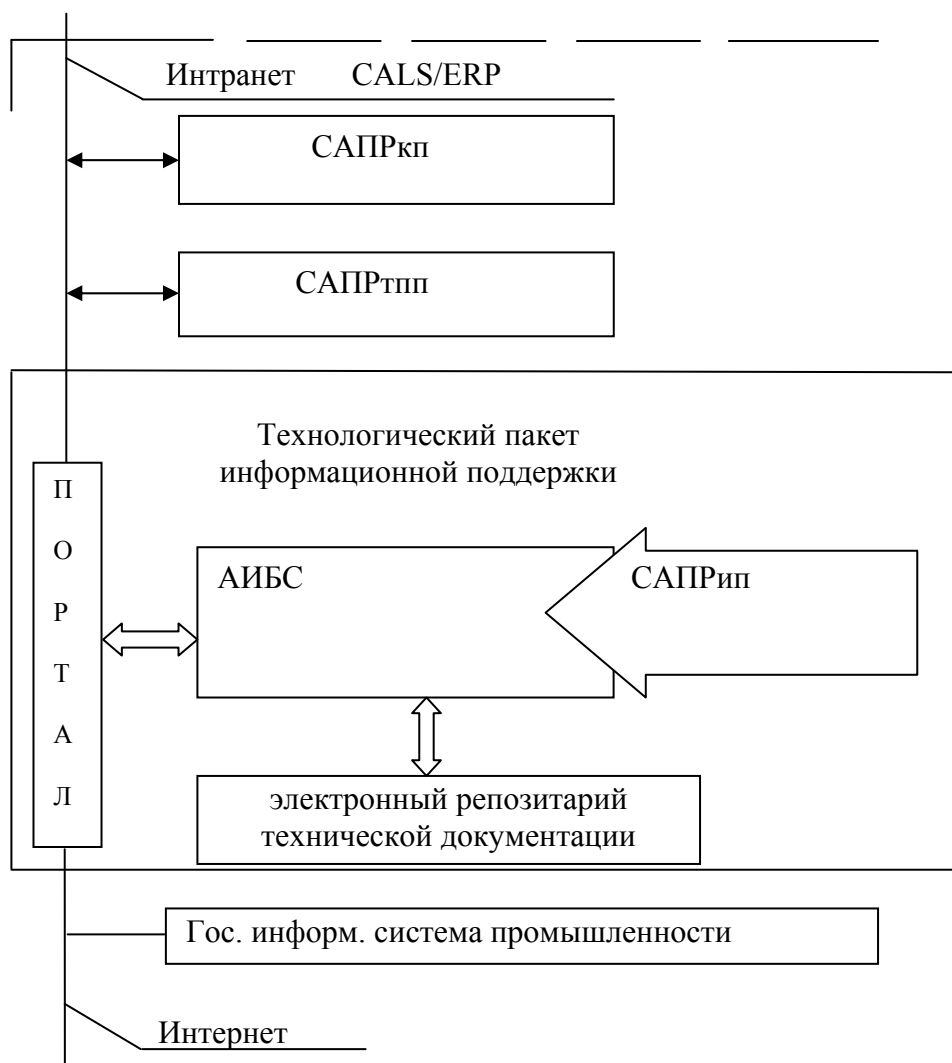


Рис. 2. Структурная схема синтезированного Технологического пакета информационной поддержки наукоемкого производства

Из отечественных автоматизированных информационно-библиотечных систем наиболее полнофункциональной и перспективной является АИБС «1С:Библиотека ПРОФ» на платформе «1С:Предприятие 8.3» [14]. Синтезированный посредством Интранет технологический пакет информационной поддержки наукоемкого производства, являясь интерактивной системой, взаимодействует с САПР конструкторской подготовки (САПРкп) и САПР технологической подготовки производств (САПРтпп), при этом этап проектирования технологической подготовки производства является наиболее трудоемким и длительным [15] в процессе создания новых видов продукции (инструменты, оснастка, процессы и режимы и т.д.). Эти системы включают большое число составных разнородных элементов и сложны в управлении, их компоненты имеют разный уровень формализации, их пользователи – это специалисты в различных областях знания, при решении задач используются разные (порой противоречивые) критерии и большой объем научно-технической и технико-экономической информации [16]. Синтезированный технологический пакет эффективно обеспечивает эти системы необходимой информацией. По существу, он обеспечивает импорт новейших достижений, знаний и идей, необходимых для успешной деятельности предприятия. Это особенно важно для предприятий высокотехнологичных отраслей, где объем информации по сравнению с предприятиями традиционных отраслей многократно возрастает. Технологический пакет может включать в себя программно-аппаратный комплекс, автоматизирующий создание электронного репозитория на основе имеющейся научно-технической документации (на бумажных носителях), который должен обеспечивать хранение, анализ, поиск и редактирование текстовой и графической конструкторской и технологической документации. Таким образом, технологический пакет является функционально связанной совокупностью технологий, обладающей системными свойствами (технологической синергией), так как технологии, входящие в пакет, взаимозависимы и взаимосвязаны.

В перспективе должно осуществляться взаимодействие Технологического пакета с разрабатываемой Государственной информационной системой промышленности [2], содержащей информацию:

- о прогнозе развития отраслей и субъектах деятельности в сфере промышленности;
- о прогнозах выпуска основных видов промышленной продукции, ее характеристиках, а также об объеме импорта промышленной продукции в Российскую Федерацию (по видам промышленной продукции);
- об использовании ресурсосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии в процессе промышленной деятельности;
- о государственных и муниципальных программах, разрабатываемых в целях формирования и реализации промышленной политики;
- об информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям и о методических рекомендациях по их применению.

В целом предлагаемая технология полностью соответствует концепции **Product Lifecycle Management** (PLM – управление жизненным циклом изделия). PLM – это концепция единого информационного пространства на основе функциональных возможностей PDM<sup>1</sup> и ERP<sup>2</sup>, осуществляющих реальную информационную поддержку продукции на всем протяжении ее жизненного цикла. Ключевым фактором в обеспечении эффективности технологий PLM является использование компьютерных программ и единой базы данных, а также средств визуализации и интеграции приложений. Информация об объекте, содержащаяся в базе данных PLM-системы, является цифровым макетом этого объекта.

Синтезированный технологический пакет может рассматриваться как дополнение к упоминавшейся выше CALS-технологии. Для обеспечения информационной интеграции CALS [16] использует стандарты IGES и STEP в качестве форматов данных.

В CALS<sup>3</sup> входят также стандарты электронного обмена данными, электронной технической документации и руководства для усовершенствования процессов.

В зависимости от профиля и приоритетных задач предприятия, структура рассматриваемого технологического пакета может быть расширена дополнительными подсистемами, онлайн-сервисами (например, визуализации химических структур молекул, инфракрасных спектров углеродных соединений и т.п.) и базами данных, в частности: фактографической подсистемой по веществам и материалам; подсистемой статистической постобработки информации с использованием методов анализа данных [17]; фактографической подсистемой по отечественным и зарубежным аналогам выпускаемой продукции, различными подсистемами виртуального моделирования, программно-подсистемой разграничения доступа. В целом это, безусловно, повысит качество информационной поддержки и уменьшит временной лаг подготовки данных (однако повлечет за собой необходимость привлечения дополнительных ресурсов по поддержанию технологического пакета в актуальном состоянии).

<sup>1</sup> **PDM-система** (*Product Data Management* – система управления данными об изделии) – организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, самолёты и ракеты, компьютерные сети и др.). PDM-системы являются неотъемлемой частью PLM-систем

<sup>2</sup> ERP (*Enterprise Resource Planning* – планирование ресурсов предприятий). ERP-система – конкретный программный пакет, реализующий стратегию ERP.

<sup>3</sup> Работа по созданию национальных CALS-стандартов в России проводится под эгидой Росстандарта: с этой целью создан Технический комитет ТК459 «Информационная поддержка жизненного цикла изделий», силами которого разработан ряд стандартов серии ГОСТ Р ИСО 10303, являющихся аутентичными переводами соответствующих международных стандартов (STEP).



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуализация разработки и внедрения Технологического пакета информационной поддержки наукоемкого производства объективно определяется следующими факторами:

- устойчивая тенденция быстрого роста объемов мировых информационных ресурсов;
- доминирующий тренд экспоненциального роста глобальной цифровой среды;
- быстрый рост глобальной сети телекоммуникаций, качественный и количественный рост доступных интернет-ресурсов;
- тенденции сокращения сроков жизни продукции и сжатия инновационного цикла (при одновременном усложнении разработки и проектирования);

Технологический пакет ориентирован на расширяющееся использование электронной информации, новых видов сервисов и интернет-ресурсов.

Применение Технологического пакета повлечет переход от спонтанно-дискретного к управляемому процессу непрерывного информационного обеспечения всего цикла «исследование-разработка-производство», в том числе в распределенной производственной среде [18] и позволит на предпроектной стадии оценивать и осуществлять подготовку информационных (вычислительных, трудовых, финансовых ресурсов), необходимых для реализации информационной поддержки инновационного цикла (во взаимосвязи с актуализирующимися задачами и действующими производственными планами).

Как следствие, это сократит временной лаг и качественно повысит интегральный уровень информационной поддержки процессов создания новой наукоемкой продукции. Опосредованно это будет содействовать повышению качества и конкурентоспособности отечественной высокотехнологичной продукции.

На концептуальном уровне предлагаемая технология не противоречит уже используемым промышленным CALS- и ERP-технологиям и может быть с ними гармонизирована (функционально их дополняя).

В процессе реализации Технологического пакета могут быть реализованы системные требования масштабируемости, модульности, открытости для расширения и развития (по функциональности и производительности).

Практическая реализация и внедрение Технологического пакета будет фактически означать появление промышленной информационной технологии обеспечения научно-технической и технико-экономической информацией процессов создания отечественной высокотехнологичной продукции.

Широкое применения в отечественных высокотехнологичных отраслях промышленности предлагаемой технологии повлечет, опосредованно, возникновение мультипликативного эффекта: а) интенсификацию НИР, ОКР, инновационной деятельности и процессов трансфера технологий; б) повышение качества и сокращение времени реализации крупных междисциплинарных научно-технических проектов; в) стимулирование процесса формирования нацио-

нальных электронных информационных ресурсов; г) качественные организационно-структурные и функциональные изменения деятельности информационных подразделений предприятий (технических библиотек); д) корректировку позитивных системных изменений в существующей государственной системе научно-технической информации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Делягин М.Г. Россия перед лицом истории. – М.: Книжный мир, 2015. – С. 82.
2. Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной политике в Российской Федерации», статья 14 Государственная информационная система в промышленности.
3. Сюттюрэнко О.В. Цифровая среда: тренды и риски развития // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2015. – № 2. – С. 1 -7; Syuntuyrenko O. V. The Digital Environment: The Trends and Risks of Development // Scientific and Technical Information Processing. – 2015. – Vol. 42, № 1. – P. 24-29/
4. Ларина Е.С., Овчинский В.С. Кибервойны XXI века. О чем умолчал Эдвард Сноуден. – М.: Книжный мир, 2014. – 351 с.
5. Моисеева Е.В. Особенности наукоемких производств и специфика управления себестоимостью наукоемкой продукции // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2011. – № 1 (14). – С. 78-81.
6. Валуйский О.А. Особенности становления высокотехнологичного производства в современной российской экономике. – URL: <http://item.imise.ru/id6-2009/osobennosti-stanovlenie-vysokotehnogo-proisvodstva-v-sovremennoy-rossiyskoy-ekonomike.html>.
7. CALS-технологии. – URL: <http://www.bestreferat.ru/referat-236518.html>.
8. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. – URL: <http://bourabai.ru/graphics/dir.html>.
9. Давыдов А., Барабанов В., Судов Е. CALS-технологии: основные направления развития. – URL: <http://quality.eup.ru/MATERIALY2/calsrazv.html>.
10. Сюттюрэнко О.В. Методология создания САПР информационной поддержки инновационного цикла // Материалы VII Международной конференции «Информационное общество. Интеллектуальная обработка информации. Информационные технологии», Москва, ВИНТИ, 24-26 октября 2007.
11. Арский Ю.М., Борисова Л.Ф., Гиляревский Р.С., Сюттюрэнко О.В. и др. Отчет по НИР «Разработка и обоснование организационной структуры национальной информационной системы научной, научно-технической и инновационной деятельности (НИСНИД). Организация мониторинга информационных ресурсов НИСНИД для национальной инновационной системы и подготовка предложений по оптимизации состава указанных информационных ресурсов». – 2006, гос. регистрационный

№ 012006.07926, инв. № 02200607015 (ЦИТиС), 192 с.

12. Булычева О.С. Функциональные и методические аспекты построения современных автоматизированных систем управления библиотеками // Тезисы 14-й Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании». – М., 2014. – URL: <http://www.1c.ru/rus/partners/training/edu/theses/?y=2014&s=85&t=2254>

13. Булычева О.С. Автоматизированные системы управления библиотеками: тенденции развития // Тезисы конференции "Новые информационные технологии в образовании". – М., 2015. – URL: <http://www.1c.ru/rus/partners/training/edu/theses/?y=2015&s=91&t=2426>

14. Булычева О.С. Главный информационный ресурс предприятия // Управляем предприятием [электронный журнал]. №6 (41). – URL: <http://consulting.1c.ru/journal-article.jsp?id=505>

15. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. – URL: <http://bourabai.ru/graphics/dir.html>

16. CALS-технологии в автоматизированном производстве. – URL: <http://sa.teahnolog.edu.ru/files/ananasenko/1.pdf/>

17. Борисова Л.Ф., Сюнтюренко О.В. Реферативный банк ВИНТИ РАН: перспективы постобработки информации с использованием методов анализа данных // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2009. – № 6. – С. 9-12.

18. Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Саломатина А.А. Организация технологической подготовки производства в распределенной среде // Изв. вузов. Приборостроение. – 2010. – Т. 53, № 6. – С. 12-15.

*Материал поступил в редакцию 25.12.15.*

#### **Сведения об авторах**

**СЮНТЮРЕНКО Олег Васильевич** – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ВИНТИ РАН, Москва  
e-mail: olegasu@mail.ru

**БУЛЫЧЕВА Ольга Сергеевна** – кандидат педагогических наук, руководитель направления фирмы «1С», Москва  
e-mail: bulo@1c.ru

## Анализ результатов индуктивного формирования баз медицинских диагностических знаний\*

*Предложен проблемно-ориентированный способ объективного формирования хорошо интерпретируемых баз знаний для интеллектуальных систем. Приведено описание комплекса программ InForMedKB, предназначенного для индуктивного формирования баз медицинских диагностических знаний, в котором реализован предложенный способ. Представлен экспертный анализ результатов применения разработанного комплекса программ – индуктивно сформированной базы медицинских диагностических знаний «Острый аппендицит» для математической модели зависимости с параметрами, которая является онтологией медицинской диагностики, приближенной к реальной.*

**Ключевые слова:** индуктивное формирование знаний, машинное обучение, модель зависимости с параметрами, хорошо интерпретируемая модель зависимости, онтология медицинской диагностики, база медицинских диагностических знаний, задача классификации, алгоритм обучения, обучающая выборка, комплекс программ

### ВВЕДЕНИЕ

Полнота математических моделей, адекватность решателей задач (механизмов вывода) и качество баз знаний, используемых в интеллектуальных (в том числе экспертных) системах, напрямую влияют на качество получаемого с их помощью результата. При этом залогом эффективного использования интеллектуальных систем является понимание (интерпретируемость) пользователем как самого результата, так и того, почему получен именно этот результат. Для обеспечения этого в структуре интеллектуальных систем используется подсистема объяснения, предоставляющая пользователю результаты анализа гипотез о соответствии решения (вывода) имеющимся данным в контексте используемой в интеллектуальной системе базы знаний [1]. В сложившейся к настоящему времени технологии базы знаний для подобных систем формируются экспертами предметных областей (ПО) вручную – при помощи редакторов знаний. Онтологический подход к моделированию ПО явно формализует связь между знаниями и данными. Такие модели зависимости между знаниями и данными хорошо интерпретируемы экспертами ПО и используются в современных редакторах знаний [2–4], особенно в случае моделей зависимости с параметрами [5, 6].

Недостатками баз знаний, формируемых экспертами ПО, являются их субъективность ввиду естественной ограниченности практической деятельности каждого конкретного эксперта, а также высокая трудоемкость и интеллектуальная сложность подобного подхода.

Альтернативным способом создания баз знаний является интеллектуальный анализ данных (Data Mining), в частности, автоматическое (индуктивное) формирование баз знаний (ИФБЗ) на основе эмпирических данных. Две главные цели интеллектуального анализа данных можно сформулировать как «Поиск решающего правила, сопоставляющего новым объектам их классы или кластеры» (т.е. построение решателя задач) и «Получение описания классов или кластеров» (т.е. получение знаний, которые затем могут быть интерпретированы экспертами предметных областей). Во втором случае неявно предполагается, что существуют объективные описания классов (кластеров), характеризующие ПО. Построение описания класса (кластера) включает в себя выявление сходства (нахождение зависимостей) между данными, включенными в этот класс (кластер). В контексте направления исследований «Обнаружение знаний в базах данных» описание классов (кластеров) считается более важным, чем поиск решающего правила. Это контрастирует с такими направлениями как «Распознавание образов» и «Машинное обучение», в которых поиск решающего правила обычно является непосредственной целью [7].

\* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты № 14-07-00270, № 15-07-03193) и КПФИ «Дальний Восток».

Недостатком баз знаний, формируемых в рамках направлений исследований, связанных с интеллектуальным анализом данных, является то, что в традиционных постановках задач этих направлений считается, что модель зависимости между знаниями и данными (классами (кластерами) и объектами) – не известна. Потому для решения этих задач используются проблемно-независимые модели знаний и алгоритмы обучения, разработанные для этих моделей, но при этом никак не связанные со спецификой конкретных предметных областей [8]. Формируемая при таком подходе база знаний получается непонятной экспертам конкретных ПО ввиду того, что она сформулирована в рамках (и в терминах) абстрактной математической модели, также непонятной экспертам. При этом, как отметил Д. Мики [9], автоматически сформированные базы знаний могут быть использованы в интеллектуальных (экспертных) системах только в том случае, если они понятны экспертам соответствующих ПО. В таком случае эти эксперты смогут не только сами пользоваться такими базами знаний в своей профессиональной деятельности, но и будут доверять интеллектуальным (экспертным) системам, использующим эти базы знаний, а также смогут проверять выводы, сформированные их подсистемами объяснений [10].

В серии работ [11–16] делается попытка объединения достоинств существующих подходов к формированию баз знаний и исключения их недостатков:

- в [11, 12] представлен обзор существующих экспериментальных исследований в области изучения свойств алгоритмов обучения, предложен общий подход к проведению экспериментальных исследований (на модельных данных) свойств алгоритмов обучения, представлена схема организации таких исследований, а также приведены примеры применения предложенного общего подхода для хорошо интерпретируемой математической модели зависимости с параметрами, которая является упрощенной онтологией медицинской диагностики;

- в [13, 14] проведены серии компьютерных экспериментов на модельных данных (в рамках предложенного в работах [11, 12] общего подхода и по представленной там схеме) по исследованию свойств двух алгоритмов обучения (алгоритма случайной расстановки границ периодов динамики и алгоритма направленного поиска) для упрощенной онтологии медицинской диагностики; в работе [15] предложена принципиальная схема распараллеливания указанных алгоритмов;

- также в работе [14] выдвинута и экспериментально подтверждена гипотеза о том, что внешние свойства алгоритма обучения (которые связаны с постановкой задачи классификации, традиционно рассматриваемой в литературе) в большей мере отражают степень разделенности классов ПО и в меньшей – свойства самого алгоритма обучения, а его внутренние свойства (которые связаны с постановкой задачи классификации, разработанной в [16]), напротив, отражают именно свойства алгоритма обучения, и в меньшей степени связаны с разделенностью классов ПО;

- в работе [16] предложены новые общие постановки основных задач индуктивного формирова-

ния баз знаний (задач классификации и кластеризации) для моделей зависимости с параметрами (заданных системами логических соотношений с параметрами), представленные как частный случай задачи оценки значений параметров модели зависимости (от которой зависит качество разработанного для нее алгоритма обучения), а также представлен и исследован на модельных данных алгоритм обучения, который решает указанные задачи (в их новых постановках) для онтологии медицинской диагностики, приближенной к реальной.

В настоящей работе представлен проблемно-ориентированный способ объективного формирования хорошо интерпретируемых баз знаний (для интеллектуальных систем) на основе решения основных задач ИФБЗ в их новых постановках, при помощи соответствующего алгоритма обучения и комплекса программ InForMedKB, реализующего этот алгоритм. В качестве примера применения предложенного способа рассмотрена ПО медицинской диагностики, а именно ее хорошо интерпретируемая математическая модель зависимости с параметрами (которая является онтологией медицинской диагностики, приближенной к реальной). На основе обучающей выборки реальных данных, содержащей истории болезни заболевания «Острый аппендицит», при помощи комплекса программ InForMedKB индуктивно сформирована база медицинских диагностических знаний, для которой проведен экспертный анализ.

## **ИЗМЕНЕНИЯ В ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ЗАВИСИМОСТИ С ПАРАМЕТРАМИ**

Неформально задача классификации в традиционной постановке, рассматриваемой в литературе, состоит в том, чтобы для некоторого множества моделей зависимости (к которому относится неизвестная зависимость между классами и объектами) разработать алгоритм классификации, который на основе описания объектов обучающей выборки строит решающее правило с возможно более высокой вероятностью правильной и точной классификации [17–20]. Задача классификации в постановке, предложенной в работе [16], состоит в поиске оценок значений параметров модели зависимости, которые характеризуют ПО (при этом значения параметров модели образуют базу знаний). Если модель зависимости является адекватной и хорошо интерпретируемой, то традиционная и новая постановки задачи классификации могут быть противопоставлены следующим образом – поиск наилучшего решающего правила против поиска адекватных знаний о ПО.

В работе [16] рассматривается хорошо интерпретируемая математическая модель зависимости с параметрами, являющаяся онтологией медицинской диагностики, приближенной к реальной. Эта онтология представлена в виде небогатой системы логических соотношений с параметрами [5] и является важным частным случаем онтологии, полученной на основе анализа медицинской литературы и опубликованной в работе [21]. В онтологии медицинской диагностики, приближенной к реальной, рассматри-

вается один вид причинно-следственных отношений – клинические проявления заболеваний, учитываются многократные наблюдения пациентов (результаты которых зависят от времени наблюдения), а наблюдаемые признаки полагаются независимыми.

Также в работе [16] представлен алгоритм обучения (алгоритм индуктивного формирования баз медицинских знаний, решающий задачи классификации и кластеризации в их новых постановках из [16]) для указанной выше онтологии и индуктивно формирующий базу медицинских диагностических знаний на основе обучающей выборки, содержащей истории болезни (ИБ) из некоторого раздела медицины. Разработанный алгоритм в первую очередь ориентирован на обработку ИБ с диагнозами, которые соответствуют заболеваниям, обладающим изменением значений признаков во времени, т.е. динамикой. Описание вариантов динамики таких заболеваний является наиболее трудоемким и сложным с точки зрения экспертов ПО, а потому наиболее востребованным. Условием применимости алгоритма обучения является хорошая обследованность ИБ, входящих в обучающую выборку (т.е. достаточно подробное и регулярное описание лечащим врачом признаков в ИБ). Если обучающая выборка содержит также и плохо обследованные ИБ, качество индуктивно сформированной базы медицинских знаний (качество описаний клинических проявлений заболеваний) зависит исключительно от доли хорошо обследованных ИБ в этой обучающей выборке. В экспериментах на модельных данных [13, 14, 16] обычно имеется возможность генерации выборок, удовлетворяющих данному условию. Но для обучающих выборок реальных данных оно может не соблюдаться, поэтому перед работой алгоритма такая выборка должна быть разделена (при помощи эксперта ПО) на две части: на хорошо обследованные и плохо обследованные ИБ. В качестве входных данных алгоритма обучения должна быть использована только первая часть обучающей выборки, а для ИБ из второй части (после формирования базы медицинских диагностических знаний) должна быть предпринята попытка отнесения их к одному из сформированных описаний клинических проявлений заболеваний. Не отнесенные ни к одному описанию ИБ следует удалить из обучающей выборки ввиду их неинформативности.

## **КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ИНДУКТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ МЕДИЦИНСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ**

В рамках проведенных в работах [11–16] исследований разработан комплекс программ InForMedKB v1.1 (INductive FORmation of MEDical Knowledge Bases), позволяющий создавать обучающие выборки (состоящие из ИБ различных разделов медицины) и на их основе индуктивно формировать базы медицинских диагностических знаний (в форме, принятой в медицинской литературе) высокого уровня интерпретируемости, а также формировать объяснения этих баз знаний на основе информации из используемых обучающих выборок [22]. В разработанном комплексе программ реализован алгоритм обучения из [16] для практически полезной и хорошо интер-

претируемой математической модели зависимости с параметрами, являющейся онтологией медицинской диагностики, приближенной к реальной (также представленной в [16]). Этот алгоритм по обучающей выборке находит значения параметров (базу медицинских диагностических знаний) указанной модели, близкие к значениям, характеризующим ПО медицинской диагностики.

Комплекс программ InForMedKB предназначен для решения следующих задач:

- создание онтологии (модели зависимости, заданной системой логических соотношений с параметрами) медицинской диагностики в структурной форме (с возможностью представления этой онтологии в виде, удобном для использования ее в качестве медицинского стандарта);
- создание обучающей выборки, состоящей из (сформированных на основе онтологии медицинской диагностики) ИБ по набору заболеваний некоторого раздела медицины (для каждого заболевания создается своя обучающая выборка – как часть целого);
- формирование подвыборки обучающей выборки (в зависимости от ряда критериев отбора ИБ, которые могут быть: числовыми, логическими, перечислимыми);
- индуктивное формирование базы медицинских диагностических знаний (которая представляет собой совокупность описаний клинических проявлений заболеваний, каждое из которых сформировано на основе соответствующей этому заболеванию обучающей выборки) в структурной форме, а также формирование объяснения этой базы знаний (также на основе информации из обучающих выборок);
- преобразование сформированной базы медицинских знаний в форму, принятую в медицинской литературе.

Комплекс программ InForMedKB включает следующие подсистемы:

- ввода онтологии медицинской диагностики и ИБ обучающей выборки;
- преобразования обучающей выборки во внутренний формат алгоритма обучения;
- индуктивного формирования баз медицинских диагностических знаний, реализующих алгоритм обучения;
- представления баз медицинских знаний в форме, принятой в медицинской литературе [23].

## **ОПИСАНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ РЕАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

При помощи комплекса программ InForMedKB, на основе обучающей выборки реальных данных индуктивно сформирована база медицинских диагностических знаний, получившая в работе экспертную оценку. Для обучающей выборки отобраны и (также с помощью комплекса программ InForMedKB) введены реальные ИБ пациентов с заболеванием «Острый аппендицит». В выборку включено 126 ИБ, предоставленных архивом Госпиталя Тихоокеанского Флота ВМФ России. Все ИБ были предварительно деперсонализированы (личные данные о пациентах, за исключением их анатомо-физиологических осо-

бенностей (пол, возраст и вес), в обучающую выборку включены не были). Отбор ИБ проводился по следующему критерию: заключительный диагноз – «Острый аппендицит», верифицированный аппендэктомией. Согласно онтологии медицинской диагностики, приближенной к реальной (представленной в [16]), в каждую ИБ обучающей выборки внесены результаты наблюдений признаков из следующих групп наблюдений: «Жалобы», «Данные объективного обследования», «Лабораторные исследования», при этом рассмотрен период течения заболевания от момента его начала до оперативного вмешательства. Момент начала заболевания является «нулевой точкой» и фиксируется непосредственно пациентом в тот час, когда он ощутил первые признаки заболевания. Все дальнейшие моменты наблюдения представляют собой число часов относительно этой «нулевой точки» (в случае нецелого значения числа, оно округляется до целого). В каждый момент наблюдения в ИБ указаны значения наблюдавшихся в нем признаков. Совокупность ИБ образует обучающую выборку.

## ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ БАЗЫ МЕДИЦИНСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Согласно онтологии медицинской диагностики, приближенной к реальной (представленной в [16]), базой медицинских диагностических знаний названа совокупность описаний клинических проявлений заболеваний, которые являлись диагнозами в ИБ, входящих в обучающую выборку, на основе которой эта база знаний была сформирована. Каждое заболевание обладает «клинической картиной» (КК) – набором таких признаков, значения которых зависят от заболевания и изменяются его клиническими проявлениями (это означает, что каждый из таких признаков хотя бы в одном из своих периодов динамики имеет хотя бы одно значение, отличное от нормального). Каждое клиническое проявление признака может иметь один или несколько вариантов динамики, которые соответствуют типу реакций организма на определенное заболевание по данному признаку. Каждый вариант динамики (ВД) заболевания по признаку представляет собой последовательность периодов динамики этого признака, количество которых задается значением параметра «число периодов динамики», а каждый период динамики (ПД) характеризуется значениями параметров: «возможные значения» признака, «верхняя граница» признака и «нижняя граница» признака.

Комплекс программ InForMedKB индуктивно формирует описание клинических проявлений признаков, входящих в клиническую картину заболевания, которое является диагнозом в ИБ, образующих обучающую выборку. В описании клинического проявления для каждого признака указывается:

- число ИБ, в которых наблюдался признак,
- число индуктивно сформированных ВД признака,
- описание всех ВД признака.

Описание каждого варианта динамики признака содержит:

- номер ВД,
- объяснение ВД,

- число ПД в ВД,
- описание всех ПД в ВД.

Объяснение ВД признака содержит:

- число ИБ, на основе которых был сформирован ВД,
- номера ИБ, входящих в определяющее подмножество ВД (исключение этих ИБ из обучающей выборки не позволит индуктивно сформировать данный ВД).

Описание каждого ПД в ВД содержит:

- возможные значения признака (в тексте базы знаний они выделяются *курсивом* и, если их несколько, разделяются союзом «ИЛИ»),
- (для всех ПД, кроме первого) значения нижней и верхней границ длительности предыдущего ПД (в случае совпадения значений границ в тексте базы знаний они указываются одним числом).

Совокупность объяснений всех индуктивно сформированных ВД каждого признака, входящего в клиническую карту заболевания, образует объяснение этого заболевания.

## ЭКСПЕРТНЫЙ АНАЛИЗ ИНДУКТИВНО СФОРМИРОВАННОЙ БАЗЫ МЕДИЦИНСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ «ОСТРЫЙ АППЕНДИЦИТ»

Представим фрагменты из основных разделов индуктивно сформированной базы медицинских диагностических знаний «Острый аппендицит»: «Жалобы», «Данные объективного обследования», «Лабораторные исследования». ВД признаков отсортированы по убыванию числа ИБ, на основе которых они сформированы. Для сокращения записи из описаний ВД исключены списки номеров ИБ, входящих в их определяющие подмножества. ВД каждого признака проанализированы экспертами настоящей работы и разделены на три группы: часто встречающиеся, редко встречающиеся и единичные случаи. Для каждого признака проведена экспертная оценка.

### 1. Фрагмент 1. Группа наблюдений «Жалобы»

#### 1.1. Признак «Боль в животе (Присутствие)»

Наблюдался в 126 ИБ, число индуктивно сформированных ВД – 3:

- вариант 1 сформирован по 124 ИБ, число ПД – 1: *имеется*;
- вариант 2 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 3: *имеется*; затем через 5 часов *отсутствует*; затем через 6 часов *имеется*;
- вариант 3 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *имеется*; затем через 1,6 суток *отсутствует*.

Экспертное заключение: признак «Боль в животе» является постоянным (100%) и обязательным симптомом острого аппендицита [24]. Вариант 1 является часто встречающимся, варианты 2 и 3 относятся к единичным случаям (они наблюдаются при осложнениях аппендицита – перитоните и аппендикулярном инфильтрате), все варианты соответствуют знаниям, имеющимся в научной и учебной медицинской литературе [24–27].

## 1.2. Признак «Боль в животе (Характер)»

Наблюдался в 95 ИБ, число индуктивно сформированных ВД – 17:

- вариант 1 сформирован по 36 ИБ, число ПД – 2: *острая*; затем через 0,2–2,3 суток *ноющая*;
- вариант 2 сформирован по 30 ИБ, число ПД – 1: *ноющая*;
- вариант 3 сформирован по 13 ИБ, число ПД – 1: *острая*;
- вариант 4 сформирован по 2 ИБ, число ПД – 2: *ноющая*; затем через 4 часа *острая*;
- вариант 5 сформирован по 2 ИБ, число ПД – 1: *тянущая*;
- вариант 6 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *тянущая*; затем через 4 часа *ноющая*;
- вариант 7 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 3: *острая*; затем через 6 часов *ноющая*; затем через 11 часов *острая*;
- вариант 8 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *сжимающая*; затем через 11 часов *острая*;
- вариант 9 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *давящая*;
- вариант 10 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *ноющая*; затем через 7 часов *ноющая* и *давящая*;
- вариант 11 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *тупая*; затем через 14 часов *острая*;
- вариант 12 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *давящая*; затем через 3 часа *ноющая*;
- вариант 13 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *острая*; затем через 4 часа *давящая*;
- вариант 14 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 3: *ноющая*; затем через 3 часа *острая*; затем через 4 часа *ноющая*;
- вариант 15 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *тупая*; затем через 11 часов *давящая*;
- вариант 16 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *колющая*;
- вариант 17 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *жгучая*.

**Экспертное заключение:** характер боли при остром аппендиците различный, но, как правило, в начале заболевания боль острая, затем ноющая или тянущая (55–65%) с различной динамикой по времени [25]. Комплекс программ InForMedKB индуктивно сформировал 17 вариантов динамики, из которых: варианты 1–3 являются часто встречающимися, варианты 4 и 5 – редко встречающимися, варианты 6–17 представляют собой единичные случаи. С типичной динамикой сформированы варианты: 1 (36 ИБ), 3 (13 ИБ), 7, 13, 14 (по 1 ИБ) – всего 52 из 95 ИБ. Варианты: 2 (30 ИБ), 5 (2 ИБ), 6, 9, 10, 12, 15 (по 1 ИБ), когда боль не острая, а ноющая или давящая также имеют место и описаны в литературе. Варианты 4 (2 ИБ), 8, 11 (по 1 ИБ), когда боль сначала ноющая, давящая, тянущая, а затем острая – не типичны для острого аппендицита и наблюдаются очень редко. Вариант 17 (боль жгучая) не характерен для аппендицита, такой характер боли встречается при язвенной болезни.

## 1.3. Признак «Боль в животе (Локализация)»

Наблюдался в 126 ИБ, число индуктивно сформированных ВД – 35:

- вариант 1 сформирован по 29 ИБ, число ПД – 2: *нелокализованная (весь живот) ИЛИ правая половина живота*; затем через 3–12 часов *правая подвздошная область ИЛИ правая половина живота*;
- вариант 2 сформирован по 28 ИБ, число ПД – 2: *эпигастральная область*; затем через 2–12 часов *правая подвздошная область ИЛИ нелокализованная (весь живот), ИЛИ правая подвздошная и околопупочная области, ИЛИ правая половина живота, ИЛИ правая подвздошная и надлобковая области*;
- вариант 3 сформирован по 16 ИБ, число ПД – 1: *правая подвздошная область*;
- вариант 4 сформирован по 10 ИБ, число ПД – 2: *верхний отдел живота ИЛИ нижний отдел живота, ИЛИ правая подвздошная и эпигастральная области*; затем через 8–46 часов *правая подвздошная область*;
- вариант 5 сформирован по 7 ИБ, число ПД – 2: *верхний отдел живота ИЛИ средний отдел живота*; затем через 3–11 часов *правая подвздошная область ИЛИ нижний отдел живота*;
- вариант 6 сформирован по 6 ИБ, число ПД – 2: *околопупочная область*; затем через 3 часа *правая подвздошная область*;
- вариант 7 сформирован по 2 ИБ, число ПД – 1: *правая подвздошная и околопупочная области*;
- вариант 8 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *верхний отдел живота*; затем через 2,8 суток *нижний отдел живота*;
- вариант 9 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *правая подвздошная и околопупочная области ИЛИ правая подвздошная и эпигастральная области*; затем через 21 час *правая подвздошная и надлобковая области*;
- вариант 10 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *правое подреберье и эпигастральная область*; затем через 14 часов *правая подвздошная область*;
- вариант 11 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *эпигастральная область*; затем через 1,1 суток *правая половина живота*;
- вариант 12 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *левая подвздошная область*, затем через 3 часа *правая подвздошная область*;
- вариант 13 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *околопупочная область*; затем через 11 часов *правая подвздошная и околопупочная области ИЛИ правая подвздошная, околопупочная и надлобковая области*;
- вариант 14 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *нелокализованная (весь живот) ИЛИ правая подвздошная, ИЛИ эпигастральная и околопупочная области*; затем через 6 часов *правая подвздошная и надлобковая области*;

- вариант 15 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *эпигастральная и околопупочная области*; затем через 4 часа *правая подвздошная область*;
- вариант 16 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 3: *правая боковая область ИЛИ правая подвздошная область*; затем через 13 часов *правая подвздошная и правая боковая области*; затем через 3 часа *правая подвздошная область*;
- вариант 17 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 3: *эпигастральная и околопупочная области*; затем через 3 часа *околопупочная область*; затем через 3 часа *эпигастральная и околопупочная области ИЛИ нижний отдел живота*;
- вариант 18 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *эпигастральная область*; затем через 5 часов *околопупочная область*;
- вариант 19 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *правая подвздошная и околопупочная области*; затем через 5 часов *правая подвздошная область*;
- вариант 20 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *правая подвздошная и правая боковая области*;
- вариант 21 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *нелокализованная (весь живот)*; затем через 5 часов *правая подвздошная и правая половина живота*;
- вариант 22 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *правая половина живота*;
- вариант 23 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 3: *эпигастральная область*; затем через 2 часа *правая подвздошная область ИЛИ правая подвздошная и эпигастральная области*; затем через 6 часов *правая подвздошная и средний отдел живота*;
- вариант 24 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *верхний отдел живота*; затем через 3 суток *правое подреберье*;
- вариант 25 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *эпигастральная и околопупочная области ИЛИ правая половина живота*; затем через 1,8 суток *правая подвздошная и правая половина живота*;
- вариант 26 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *правая и левая подвздошная области*; затем через 20 часов *правая подвздошная область*;
- вариант 27 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *нелокализованная (весь живот) ИЛИ правая подвздошная и эпигастральная области*; затем через 2,5 суток *околопупочная область*;
- вариант 28 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *правая половина живота*; затем через 10,5 суток *правая подвздошная область*;
- вариант 29 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *эпигастральная область ИЛИ правая подвздошная и околопупочная области*; затем через 12 часов *правая половина и нижний отдел живота*;
- вариант 30 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *верхний отдел живота*; затем через 5 часов *нижний отдел живота*;
- вариант 31 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *верхний отдел живота*; затем через 2 часа *правая подвздошная область и правое подреберье*;
- вариант 32 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *околопупочная область ИЛИ правая подвздошная область*; затем через 12 часов *околопупочная область и нижний отдел живота*;
- вариант 33 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *эпигастральная область*; затем через 5 часов *правая подвздошная и эпигастральная области*;
- вариант 34 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *нелокализованная (весь живот) ИЛИ правая подвздошная область*; затем через 13 часов *правая подвздошная и околопупочная области*;
- вариант 35 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *правая подвздошная область и правое подреберье*; затем через 9 часов *правая подвздошная область*.

Экспертное заключение: локализация боли зависит от локализации аппендикулярного отростка. Чаще всего начальная локализация боли отмечается (в порядке убывания частоты): в правой подвздошной области; в правой половине живота; в эпигастральной области; во всех отделах живота; внизу живота; в области пупка. Окончательная локализация болей довольно постоянна – правая подвздошная область (88,5–86,5% случаев). При атипичном положении червеобразного отростка соответственно изменяется и локализация болей. Так, при ретроцекальном или забрюшинном положении отростка боли могут быть в поясничной области, иррадиировать в правую нижнюю конечность, в область заднего прохода и т.д. При медиальном расположении отростка нередко боли возникают в левой подвздошной области. Крайне редка окончательная локализация боли внизу живота, в правых отделах живота, во всех отделах живота. Переход локализованной боли в разлитую по всему животу свидетельствует о развитии перитонита [22–26]. Комплекс программ InForMedKB индуктивно сформировал 35 вариантов динамики, из которых: варианты 1–4 являются часто встречающимися, варианты 5–7 – редко встречающимися, остальные представляют собой единичные случаи. Варианты 8, 17, 18, 27, 30, 32 – это варианты динамики с атипичной локализацией болей. Такие варианты, как 8 и 27, когда окончательная боль локализуется в нижнем отделе живота или околопупочной области более чем через 2,5 суток, вообще не характерны для острого аппендицита. Однако эти варианты сформированы из реальной выборки ИБ, хотя в используемой литературе не описаны.



## 2. Фрагмент 2. Группа наблюдений «Данные объективного обследования»

### 2.1. Признак «Осмотр живота (Форма)»

Наблюдался в 114 ИБ, число индуктивно сформированных ВД – 4:

- вариант 1 сформирован по 109 ИБ, число ПД – 1: *правильный*;
- вариант 2 сформирован по 3 ИБ, число ПД – 1: *вздутый весь*;
- вариант 3 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *правильный*; затем через 3,3 суток *вздутый весь*;
- вариант 4 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *асимметричный*.

Экспертное заключение: индуктивно сформировано 4 варианта динамики, все варианты соответствуют знаниям, имеющимся в научной и учебной медицинской литературе.

### 2.2 Признак «Напряжение мышц живота (Локализация)»

Наблюдался в 72 ИБ, число индуктивно сформированных ВД – 7:

- вариант 1 сформирован по 61 ИБ, число ПД – 1: *правая подвздошная область*;
- вариант 2 сформирован по 5 ИБ, число ПД – 1: *правая половина живота*;
- вариант 3 сформирован по 2 ИБ, число ПД – 1: *нелокализованная (весь живот)*;
- вариант 4 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *правая подвздошная и околопупочная области*;
- вариант 5 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *правая подвздошная и надлобковая области*;
- вариант 6 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *нелокализованная (весь живот)*; затем через 10 часов *правая подвздошная область*;
- вариант 7 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *нижний отдел живота*.

Экспертное заключение: комплекс программ In-ForMedKB индуктивно сформировал 7 вариантов динамики. Напряжение мышц брюшной стенки является практически постоянным и весьма важным диагностическим признаком острого аппендицита. В основе этого симптома лежит инфекционное раздражение брюшины и – в связи с ним – рефлекторное напряжение мышц брюшной стенки. По литературным данным частота его зависит от формы острого аппендицита (простой 19%, флегмонозный 34,9%, гангренозный 44,1%, перфоративный 47,8%). Наиболее часто зона мышечного напряжения ограничивается правой подвздошной областью, в отдельных случаях – может распространиться на всю правую половину живота или же на всю переднюю брюшную стенку [25]. Результаты индуктивного формирования соответствуют знаниям, имеющимся в научной и учебной медицинской литературе.

## 3. Фрагмент 3. Группа наблюдений «Лабораторные исследования»

### 3.1 Признак «Клинический анализ крови (Лейкоциты)»

Наблюдался в 111 ИБ, число индуктивно сформированных ВД – 19:

- вариант 1 сформирован по 32 ИБ, число ПД – 1: *норма* ( $4,0-9,0 \times 10^9/\text{л}$ );
- вариант 2 сформирован по 29 ИБ, число ПД – 1: *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ );
- вариант 3 сформирован по 28 ИБ, число ПД – 1: *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ );
- вариант 4 сформирован по 5 ИБ, число ПД – 2: *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ ); затем через 7–15 часов *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ );
- вариант 5 сформирован по 2 ИБ, число ПД – 2: *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ ); затем через 22 часа *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ );
- вариант 6 сформирован по 2 ИБ, число ПД – 2: *норма* ( $4,0-9,0$ ); затем через 6 часов *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ );
- вариант 7 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ ); затем через 1,3 суток *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ );
- вариант 8 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 3: *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ ); затем через 13 часов *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ ); затем через 6 часов *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ );
- вариант 9 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ ); затем через 1,1 суток *норма* ( $4,0-9,0$ );
- вариант 10 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ ); затем через 7 часов *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ );
- вариант 11 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *норма* ( $4,0-9,0$ ); затем через 19 часов *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ );
- вариант 12 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ ); затем через 1,5 суток *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ );
- вариант 13 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 1: *выраженная лейкопения* ( $<3,5$ );
- вариант 14 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ ); затем через 9 часов *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ );
- вариант 15 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ ); затем через 2 суток *норма* ( $4,0-9,0$ );
- вариант 16 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ ); затем через 1,3 суток *норма* ( $4,0-9,0$ );
- вариант 17 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *норма* ( $4,0-9,0$ ); затем через 5 часов *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ );
- вариант 18 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *норма* ( $4,0-9,0$ ); затем через 3,3 суток *выраженный лейкоцитоз* ( $>12$ );
- вариант 19 сформирован по 1 ИБ, число ПД – 2: *норма* ( $4,0-9,0$ ); затем через 1,4 суток *умеренный лейкоцитоз* ( $9,1-12,0$ ).

Экспертное заключение: у большинства больных острым аппендицитом наблюдается лейкоцитоз, степень которого зависит от патологических изменений в червеобразном отростке. Простые формы характеризуются чаще умеренными цифрами –  $8 \times 10^9/\text{л}$ – $10 \times 10^9/\text{л}$  (8000–10000); при деструктивных аппендицитах или осложнениях лейкоцитоз достигает  $14 \times 10^9/\text{л}$ – $20 \times 10^9/\text{л}$  (14000–20000). Сдвиг лейкоцитарной формулы влево отражает глубину воспалительного процесса. Приблизительно у 4% больных острым аппендицитом лейкоцитарная формула остается в нормальных границах. У 111 из 126 пациентов обучающей выборки ИБ отмечался лейкоцитоз разной степени выраженности и динамики. Все варианты, кроме варианта 13 (умеренная лейкопения), соответствуют знаниям, имеющимся в научной и учебной медицинской литературе. Вариант 13 является нетипичным для острого аппендицита и свидетельствует о плохой сопротивляемости организма бурно развивающемуся воспалительному процессу (данный вариант сформирован по ИБ с диагнозом «флегмонозный аппендицит») или может иметь место у лиц молодого возраста [26].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

База медицинских диагностических знаний «Острый аппендицит», индуктивно сформированная комплексом программ InForMedKB на основе обучающей выборки из 126 историй болезни, проанализирована врачами-экспертами: д.м.н. М.Ю. Черняховской и к.м.н. М.В. Петряевой. По мнению экспертов, сформированная база знаний представлена в форме, понятной практикующему врачу. Описание заболевания «Острый аппендицит» соответствует знаниям, имеющимся в научной и учебной медицинской литературе, а в ряде случаев дополняет их описанием вариантов динамики клинических проявлений. Для некоторых признаков сформированы варианты динамики, не соответствующие вариантам, рассматриваемым в медицинской литературе. Причиной этого является недостаточно подробное и/или регулярное описание лечащим врачом признаков в историях болезни обучающей выборки, на основе которых были сформированы эти варианты динамики. Для некоторых признаков получены варианты динамики, имеющие одинаковое число периодов динамики и одинаковые значения в этих периодах, но различную длительность соответствующих периодов динамики. Это объясняется тем, что недостаточно большой объем обучающей выборки не позволяет этим вариантам объединиться в один.

Полученная база знаний, с одной стороны, соответствует онтологии медицинской диагностики формально, а с другой – содержательно. База медицинских диагностических знаний в данной работе представлена так, как зачастую она бывает представлена в медицинской литературе (причем в литературе такие базы знаний нередко представлены с некоторыми упрощениями). В силу постановки задач, база знаний всегда правильна на обучающей выборке. Имеющиеся на данный момент результаты можно использовать для реальной онтологии медицинской диагно-

стики. Тем самым можно выяснить особенности пациентов и сформировать описания процессов, протекающих на фоне заболевания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
2. Protégé – a Free Ontology Editor and Knowledge-Base Framework. – URL: <http://protege.stanford.edu>.
3. OSTIS – Open Semantic Technology for Intelligent Systems. – URL: <http://www.ostis.net/ostis.html>.
4. Клещев А.С., Орлов В.А. Компьютерные банки знаний. Универсальный подход к решению проблемы редактирования информации // Информационные технологии. – 2006. – № 5. – С. 25–31.
5. Клещев А.С., Артемьева И.Л. Необогатенные системы логических соотношений. В 2 ч. // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2000. – № 7–8: № 7. – С. 18–28, № 8. – С. 8–18.
6. Клещев А.С., Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. В 2 ч. // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2001. – № 2–3: № 2. – С. 20–27, № 3. – С. 19–29.
7. Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / под ред. В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 704 с.
8. Загоруйко Н.Г. Когнитивный анализ данных. – Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО», 2012. – 203 с.
9. Michie D. Expert Systems // The Computer Journal. – 1980. – Vol. 23, № 4. – P. 369–376.
10. Клещев А.С. Задачи индуктивного формирования знаний в терминах непримитивных онтологий предметных областей // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2003. – № 8. – С. 8–18.
11. Клещев А.С., Смагин С.В. Организация компьютерных экспериментов по индуктивному формированию знаний // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2008. – № 1. – С. 16–24.
12. Клещев А.С., Смагин С.В. Общий подход к проведению компьютерных экспериментов по индуктивному формированию знаний // Программные продукты и системы. – 2008. – № 1. – С. 56–58.
13. Клещев А.С., Смагин С.В. Экспериментальное исследование свойств метода Монте-Карло для индуктивного формирования знаний в терминах упрощенной онтологии медицинской диагностики // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2009. – № 7. – С. 12–22.
14. Клещев А.С., Смагин С.В. О роли внешних и внутренних оценок свойств методов индуктивного формирования знаний // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2011. – № 4. – С. 22–35.

15. Клещев А.С., Смагин С.В. Распараллеливание вычислений при решении задачи индуктивного формирования баз знаний // Искусственный интеллект. Научно-теоретический журнал. – Донецк: Национальная академия наук Украины. Институт проблем искусственного интеллекта. – 2006. – № 3. – С. 421–428.
16. Клещев А.С., Смагин С.В. Задачи индуктивного формирования знаний для онтологии медицинской диагностики // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2012. – № 1. – С. 9–21.
17. MachineLearning.ru. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. – URL: <http://machinelearning.ru/>.
18. Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. «Расознавание». Математические методы. Программная система. Практические применения. – М.: Фазис, 2006. – 176 с.
19. Финн В.К. О роли машинного обучения в интеллектуальных системах // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 1999. – № 12. – С. 1–3.
20. Витяев Е.Е. Извлечение знаний из данных. Компьютерное познание. Модели когнитивных процессов: монография. – Новосибирск: Новосибир. гос. ун-т., 2006. – 293 с.
21. Клещев А.С., Черняховская М.Ю., Москаленко Ф.М. Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». В 2 ч. // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2005. – № 12. – С. 1–7; – 2006. – № 2. – С. 19–30.
22. Смагин С.В. Комплекс программ для индуктивного формирования баз медицинских знаний // Программные продукты и системы. – 2014. – № 4. – С. 108–113.
23. Смагин С.В. Программный комплекс InFogMedKB для индуктивного формирования баз медицинских знаний в форме, принятой в медицинской литературе // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014610984. Дата 22 января 2014 г.
24. Кригер А.Г., Федоров А.В., Воскресенский П.К., Дронов А.Ф. Острый аппендицит. – М.: Медпрактика, 2002. – 244 с.
25. Седов В.М. Аппендицит. – СПб.: ООО «Санкт-Петербургское медицинское изд-во», 2002. – 232 с.
26. Русанов А.А. Аппендицит. – Л.: Медицина. – 1979. – 176 с.
27. Никифорова Н.Ю., Черняховская М.Ю. База знаний заболевания «Острый аппендицит» – составляющая информационного наполнения банка медицинских знаний // Информатика и системы управления. – 2008. – № 3(17). – С. 63–71.

*Материал поступил в редакцию 12.11.15.*

#### **Сведения об авторах**

**КЛЕЩЕВ Александр Сергеевич** – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Лаборатории интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток  
e-mail: [kleschev@iacp.dvo.ru](mailto:kleschev@iacp.dvo.ru)

**ПЕТРЯЕВА Маргарита Вячеславовна** – кандидат медицинских наук, научный сотрудник Лаборатории интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток  
e-mail: [margaret@iacp.dvo.ru](mailto:margaret@iacp.dvo.ru)

**СМАГИН Сергей Владимирович** – кандидат технических наук, доцент Кафедры прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения Школы естественных наук Дальневосточного Федерального Университета, Владивосток, о. Русский, поселок Аякс  
e-mail: [smagin.sv@dvfu.ru](mailto:smagin.sv@dvfu.ru)

**ЧЕРНЯХОВСКАЯ Мери Юозефовна** – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник Лаборатории интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток  
e-mail: [chernyah@iacp.dvo.ru](mailto:chernyah@iacp.dvo.ru)

В.В. Мокеев, А.А. Шляпина

## Рейтинговая оценка деятельности предприятий методом собственных состояний\*

*Рассматривается решение задачи построения рейтинга предприятий. Основой методики рейтингового анализа предприятий является создание эталонной модели, которая описывает деятельность предприятий, отвечающих требованиям эффективного функционирования. Для построения эталонной модели предприятий используется метод собственных состояний. Рейтинг предприятий формируется на основе рейтингового индикатора, который получается путем сравнения фактической и эталонной деятельности предприятий. Эффективность предлагаемой методики демонстрируется на примере построения рейтинга трубных предприятий России.*

**Ключевые слова:** рейтинг предприятия, анализ главных компонент, метод собственных состояний

### ВВЕДЕНИЕ

Эффективность национальной экономики возможна только при устойчивом развитии всех ее отраслей, а развитие отрасли определяется эффективностью функционирования входящих в нее предприятий. Поэтому одной из важнейших задач управления национальной экономикой является рейтинговая оценка финансового состояния предприятий и анализ этого состояния. Сравнение рейтингов предприятий позволяет определить основные тенденции развития отрасли. Рейтинги задают основные ориентиры, которыми руководствуются при обосновании решений приемлемого уровня надежности.

Методы рейтингового анализа можно разделить на группы. **Первая группа** включает методы, которые используют либо относительные и абсолютные финансовые коэффициенты, либо обобщенные показатели, полученные на их основе [1-4]. В работе [1] обобщенный показатель финансовой устойчивости определяется как среднее геометрическое девяти финансовых коэффициентов. Сравнительная оценка, основанная на разработке системы баллов, исходя из фактического уровня значений коэффициентов финансовой устойчивости, описывается в работах [2-3]. **Вторая группа** методов использует для построения рейтинга факторный и кластерный анализ [5-9]. Для построения рейтингов используют ранжированные классы предприятий. Таким образом, под рейтингом понимается порядковая переменная, с помощью которой предприятие относится к соответствующему классу [9]. В работе [5] описывается пятифакторная рейтинговая модель для оценки риска банкротства в среднесрочной перспективе.

**Третья группа** методов при построении рейтинга использует отклонение показателей от среднего уровня или объекта-эталона. Например, в качестве объекта-эталона может использоваться организация, имеющая наилучшие результаты по всем показателям.

В настоящей работе при формировании рейтинга предприятий в качестве объекта-эталона предлагается использовать модель, построенную методом собственных состояний, который используется при анализе таких сложных систем как компания (предприятие), город, регион [10-16]. В работе [11] метод собственных состояний используется для оценки эффективности работы энергосбытовых предприятий, получены коэффициенты эффективности работы филиалов, а также показаны источники их неэффективной деятельности. В работе [12] для решения задачи анализа финансовой устойчивости компании используется метод собственных состояний. Деятельность предприятия представляется в виде набора различных процессов, одни из которых обладают финансовой устойчивостью, другие – наоборот, дестабилизируют работу предприятия. Основной задачей управления финансовой устойчивостью является ограничение влияния дестабилизирующих процессов, поэтому для решения задачи формируется модель, использующая только те собственные состояния, которые удовлетворяют условиям финансовой устойчивости компании. В работе [13] метод собственных состояний используется для интерпретации бизнес-процессов предприятия и их анализа в зависимости от целевых установок и параметров производственной деятельности. Инвестиционная привлекательность региона исследуется методом собственных состояний в работе [14], а в работе [15] предлагается методика оценки устойчивого развития регионов Российской Федерации, апробация которой на тестируемой группе регионов позволила

\*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-01-00054).

определить параметры их приближенности к траектории устойчивого развития. В работе [16] эффективность процессов развития города исследуется с помощью модели, построенной методом собственных состояний.

Целью настоящей работы является разработка методики рейтингового анализа предприятий. В рамках этой методики предприятия объединяются в классы, исходя из объема производства, численности персонала и т.п. Основа методики – создание модели, описывающей эталонную деятельность предприятий, отвечающей условиям их эффективного функционирования. Коэффициенты собственных состояний получаются при решении задачи собственных значений матрицы внутриклассовых различий. Эталонная деятельность предприятий описывается моделью с переменным числом собственных состояний. Эффективность метода демонстрируется при примере сравнительного анализа устойчивости развития предприятий.

## МЕТОДИКА РЕЙТИНГОВОГО АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЙ

Построение рейтинга предприятий выполняется по показателям, описывающим деятельность предприятия в различные периоды наблюдений. Методика рейтингового анализа включает следующие шаги.

1. Формирование набора показателей, описывающих развитие предприятий. Показатели должны описывать как финансовые, так и производственные, и экологические процессы. Все показатели должны быть нормализованы. Нормализация включает устранение ошибок, внесение пропущенных данных, а также выравнивание диапазонов изменения показателей (т.е. показатели должны меняться в одном диапазоне чисел, например от 0 до 1000). Все предприятия группируются в классы по размеру собственного капитала, объему производства продукции или численности персонала.

2. Формулировка требований эффективности деятельности предприятий. Требования представляют ограничения на значения коэффициентов, характеризующих эффективность функционирования предприятия. Таким показателями могут быть коэффициенты финансовой устойчивости, деловой активности, ликвидности и т.д. Выбор коэффициентов эффективности зависит от сферы деятельности и отраслевой принадлежности предприятия.

3. Определение собственных состояний предприятий. Весовые коэффициенты собственных состояний определяются по собственным векторам матрицы внутриклассовых различий:

$$A_{\omega} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{m_k} (x_j^k - \bar{x}_k)(x_j^k - \bar{x}_k)^T, \quad (1)$$

где  $k$  – индекс класса;  $j$  – индекс предприятия;  $x_i^k$  – вектор, содержащий значения всех показателей  $k$ -го класса  $j$ -го предприятия;  $m_k$  – число предприятий в классе;  $K$  – число классов,

$$m = \sum_{k=1}^K m_k, \quad \bar{x}_k = \frac{1}{m_k} \sum_{i=1}^{m_k} x_i^k.$$

Каждый собственный вектор имеет ту же размерность, что и вектор состояния экономической системы, и коэффициенты собственного вектора интерпретируются как весовые коэффициенты показателей собственного состояния. Таким образом, каждый собственный вектор описывает собственное состояние предприятия, которое характеризует определенную тенденцию его развития. Все выделенные собственные состояния являются независимыми (первое свойство собственных состояний), т.е. развитие одной тенденции (собственного состояния) не влияет на развитие других тенденций (собственных состояний). Таким образом, удаление одних собственных состояний не приведет к изменению других собственных состояний. В рамках каждой тенденции (собственного состояния) показатели меняются пропорционально весовым коэффициентам собственного состояния (второе свойство собственных состояний).

4. Выбранные собственные состояния используются для формирования эталонной модели, описывающей деятельность предприятия, отвечающей условиям эффективного функционирования. Полученная модель является идеализацией реальной деятельности и служит эталоном для исследуемого предприятия.

Различаются модели с постоянным и переменным числом собственных состояний. Модель с постоянным числом собственных состояний использует для вычисления показателей одно и то же число собственных состояний:

$$x_{ki}^{et} = \bar{x}_i + \sum_{f=1}^p V_{hi} z_{kh}, \quad (2)$$

где  $h = l(f)$ ,  $l(\dots)$  – список номеров собственных состояний,  $p$  – число собственных состояний, используемых для построения модели.

Модель с переменным числом собственных состояний меняет число собственных состояний в зависимости от знака главных компонент. При этом различаются три группы собственных состояний:

- 1) постоянные собственные состояния;
- 2) собственные состояния с положительными главными компонентами;
- 3) собственные состояния с отрицательными главными компонентами.

Собственные состояния первой группы используются всегда, собственные состояния второй группы применяются только, если соответствующие им главные компоненты – положительные, и, наконец, собственные состояния третьей группы используются только, если главные компоненты – отрицательные.

$$x_{ki}^{et} = \bar{x}_i + \sum_{f=1}^{p_1} V_{hi} z_{kh_1} + \sum_{f=1}^{p_2} \begin{cases} V_{h_2i} z_{kh_2} & \text{если } z_{kh_2} \geq 0 \\ 0 & \text{если } z_{kh_2} \leq 0 \end{cases} + \sum_{f=1}^{p_3} \begin{cases} V_{h_3i} z_{kh_3} & \text{если } z_{kh_3} \leq 0 \\ 0 & \text{если } z_{kh_3} \geq 0 \end{cases}. \quad (3)$$

Здесь  $h_1 = l_1(f)$ ,  $h_2 = l_2(f)$ ,  $h_3 = l_3(f)$ , где  $l_1(\dots)$ ,  $l_2(\dots)$ ,  $l_3(\dots)$  представляют списки собственных состояний первой, второй и третьей группы,  $p_1, p_2, p_3$  – число главных компонент первой, второй и третьей групп.

5. Для построения рейтинга предприятий предлагается использовать рейтинговый индикатор. Значения рейтингового индикатора определяются сравнением фактических и эталонных значений показателей с использованием метода штрафных функций. Эталонные значения показателей вычисляются с помощью модели по формуле (2).

При вычислении рейтингового индикатора можно использовать следующие принципы: нормативный, затратно-результатный, смешанный.

При нормативном принципе вычисления рейтингового индикатора значение штрафной функции показателя вычисляется следующим образом. Если относительное отклонение фактического значения показателя от его эталонного значения по абсолютной величине больше величины допустимого отклонения  $\varepsilon_{\text{доп}}$ , то значение штрафной функции вычисляется по формуле:

$$f_{kj} = \left| (x_{kj} - x_{kj}^{\text{эт}}) / x_{kj} \right| - \varepsilon_{\text{доп}}, \quad (4)$$

где  $j$  – индекс показателя,  $k$  – номер наблюдений,  $\varepsilon_{\text{доп}}$  – допустимые отклонения.

В противном случае значение штрафной функции показателя равняется нулю.

При затратно-результатном принципе вычисления рейтингового индикатора значение штрафной функции зависит от типа показателей (затратные и результатные). Если относительное отклонение фактического значения затратного показателя от его эталонного значения больше величины допустимого отклонения  $\varepsilon_{\text{доп}}$ , то значение штрафной функции вычисляется по формуле (4). В противном случае значение штрафной функции показателя равняется нулю.

При смешанном принципе вычисления рейтингового индикатора все показатели делятся на нормативные, затратные и результатные. Величина штрафной функции определяется в зависимости от типа показателя.

Рейтинговый индикатор предприятия может быть получен по формуле:

$$I_y = 1 - \bar{f}_k, \quad (5)$$

где  $\bar{f}_k$  – среднеквадратическое значение штрафных функций показателей, которое определяется по формуле:

$$\bar{f}_k = \sqrt{\frac{1}{r} \sum_{j=1}^r f_{kj}^2}. \quad (6)$$

В формуле (6)  $f_{kj}$  обозначает значение штрафной функции  $j$ -го показателя для  $k$ -го наблюдения,  $r$  – число показателей, используемых для построения рейтингового индикатора.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ РЕЙТИНГОВОГО АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЙ

Рейтинговый анализ финансового состояния выполнялся для девяти предприятий одной отраслевой принадлежности. Для анализа финансового состояния использовались показатели за 2010-2013 гг., которые представлены в открытых бухгалтерских и годовых отчетах предприятий. Все предприятия обозначены буквенными идентификаторами.

На первом этапе для построения рейтинга использовались известные методики, описанные в работах [1, 5]. В [1] для расчета финансовой устойчивости предприятий предлагается использовать обобщенный показатель финансовой устойчивости, который рассчитывается по формуле:

$$\Phi_y = \sqrt[9]{\frac{K_{мл} * K_{фз} * K_n * K_{ав} * K_{фр} * K_m * K_{на} * M_{ск} * K_{осс}}{K_{фр} * K_m * K_{на} * M_{ск} * K_{осс}}}, \quad (7)$$

где  $K_{мл}$  – коэффициент текущей ликвидности,  $K_{фз}$  – коэффициент финансовой зависимости,  $K_n$  – коэффициент финансирования (покрытия долгов),  $K_{ав}$  – коэффициент автономии,  $K_{фр}$  – коэффициент финансового рычага,  $K_m$  – коэффициент маневренности,  $K_{на}$  – коэффициент постоянного актива,  $M_{ск}$  – мультипликатор собственного капитала,  $K_{осс}$  – коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами.

Деятельность предприятия можно интерпретировать, имея в виду различные значения показателя, следующим образом: высоко-устойчивая ( $\Phi_y \geq 0,8$ ), устойчивая ( $0,8 > \Phi_y \geq 0,6$ ), неустойчивая ( $0,6 > \Phi_y \geq 0,3$ ), критическая ( $\Phi_y < 0,3$ ).

Результаты расчета обобщенного показателя финансовой устойчивости из работы [1] за период с 2010 по 2013 гг. девяти предприятий представлены в табл. 1.

В случае, если хотя бы один из девяти коэффициентов имеет отрицательное значение, коэффициент  $\Phi_y$  не вычисляется (в табл. 1 вместо значения  $\Phi_y$  стоит прочерк), а состояние предприятия в аспекте финансовой устойчивости оценивается как критическое. Анализируя данные табл. 1, можно сделать ряд выводов. Во-первых, высокой финансовой устойчивостью (обобщенный показатель финансовой устойчивости больше 0,8) обладают предприятия ВТ и СИТ, ВМ занимает промежуточную позицию между высокоустойчивым и устойчивым. Финансовое состояние предприятия ВМ оценивается как высокоустойчивое в 2011 и 2014 гг., а как устойчивое – в 2012-2013 гг. Во-вторых, результаты деятельности предприятий БТ и АТ в 2011-2014 гг. позволяют их характеризовать, по критерию работы [1], как финансово-устойчивые.

Рейтинговые показатели фактической деятельности предприятий

Предприятие	2011		2012		2013		2014	
	$\Phi_y$	$K$	$\Phi_y$	$K$	$\Phi_y$	$K$	$\Phi_y$	$K$
АТ	0,761	2,173	0,752	1,389	0,738	1,306	0,728	1,225
БТ	0,660	1,367	0,736	1,886	0,704	1,546	0,711	1,623
ВТ	0,925	2,228	0,894	1,691	0,994	2,021	1,013	2,182
ВМ	0,837	3,101	0,782	2,126	0,742	1,623	0,831	2,065
ПН	–	0,384	–	–3,038	–	–2,296	–	–2,569
СТ	–	0,484	–	0,467	0,710	1,225	–	–0,487
СИТ	0,963	1,749	0,853	1,471	0,791	1,415	0,823	1,822
ТМ	–	–0,710	–	–1,636	–	–2,114	–	–1,637
ЧТ	0,304	1,824	–	0,669	–	–0,194	1,002	1,403

Для остальных предприятий оценка финансового состояния по методике [1] оценивается как критическое. Это связано с тем, что ряд коэффициентов, входящих в состав обобщенного показателя финансовой устойчивости, имеют отрицательные значения. Например, коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами является отрицательным, что в соответствии методикой работы [1] приводит к отрицательным значениям обобщенного показателя финансовой устойчивости и характеризует критическое финансово-экономическое состояние предприятия. Однако нехватка собственных оборотных средств может быть как признаком кризиса предприятия, так и признаком его активного развития.

В работе [5] описывается методика рейтингового анализа, в которой для оценки риска банкротства в среднесрочной перспективе предлагается использовать пятифакторную модель Сайфулина – Кадыкова:

$$K = 2 * K_{occ} + 0,1 * K_{мл} + 0,08 * K_{инт} + 0,45 * K_{мен} + P_{ск} \quad (8)$$

где  $K_{инт}$  – коэффициент интенсивности оборота авансируемого капитала,  $K_{мен}$  – коэффициент менеджмента,  $P_{ск}$  – рентабельность собственного капитала. При полном соответствии финансовых коэффициентов их нормативным значениям, коэффициент риска банкротства ( $K$ ) будет равен единице, и организация имеет удовлетворительное финансовое состояние. Финансовое состояние предприятия с коэффициентом риска банкротства менее единицы, характеризуется как неудовлетворительное, а если коэффициент риска банкротства существенно больше единицы ( $K > 1,5$ ), то финансовое состояние предприятия можно оценить как высокоустойчивое.

Результаты расчета рейтинговой оценки девяти предприятий за период с 2010 по 2013 гг. по пяти-

факторной модели Сайфулина – Кадыкова представлены в табл. 1.

Полученные результаты хорошо согласуются с рейтинговой оценкой, полученной по обобщенному показателю финансовой устойчивости [1]. Анализ оценки риска банкротства [5] показывает, что финансовое состояние предприятий ВТ и ВМ оценивается как высокоустойчивое. Финансовое состояние предприятий БТ, АТ и СИТ можно оценить как устойчивое, так как коэффициент риска банкротства больше 1. Деятельность остальных предприятий по пятифакторной модели Сайфулина – Кадыкова оценивается как неудовлетворительная.

Анализ применения методик работ [1, 5] для построения рейтинга финансового состояния предприятий показывает, что полученные результаты хорошо интерпретируются в случае положительных значений коэффициентов финансового состояния и оба метода позволяют построить рейтинги, незначительно отличающиеся друг от друга. К серьезным недостаткам рассмотренных методов можно отнести тот факт, что анализ финансовой устойчивости выполняется на ограниченном наборе финансовых показателей. Финансовая устойчивость определяется как состояние финансовых ресурсов, при котором предприятие способно эффективно их использовать, обеспечив бесперебойный процесс производства и реализации продукции. Поэтому при анализе финансовой устойчивости необходимо оценивать не только состояние финансовых ресурсов, но и состояние процесса производства и реализации продукции.

На втором этапе рейтинговый анализ выполняется с использованием уже описанной методикой рейтингового анализа предприятий методом собственных состояний. Для вычисления собственных состояний используются 29 показателей, которые можно разбить на две группы: производственные и финансовые. Все предприятия сгруппированы в четыре клас-

са – по величине собственного капитала. В первый класс входит предприятие ВМ, во второй класс – предприятия ВТ и ЧТ, в третий класс – предприятия СИТ, СТ, ТМ, ПН, в четвертый класс – предприятия АТ и БТ. Построим модель эталонной деятельности предприятий, под которой понимается такая деятельность, которая оценивается по критериям работ [1, 5] как устойчивая или высокоустойчивая, т.е.  $\Phi_y \geq 0,74$  и  $K \geq 1,4$ .

Эталонная модель строится из собственных состояний, вычисленных по матрице внутриклассовых различий пяти предприятий, показавших наилучшие финансовые результаты. В качестве таких предприятий были выбраны ВТ, СИТ, ВМ, АТ, БТ. Всего было вычислено семнадцать собственных состояний. Для моделирования эталонной деятельности предлагается использовать модель с переменным числом собственных состояний. В результате экспериментальных исследований была сформирована эталонная модель из пяти собственных состояний. Одно собственное состояние относится к группе постоянных собственных состояний, три – к группе собственных состояний с положительными главными компонентами и одно собственное состояние – к группе собственных состояний с отрицательными главными компонентами.

В табл. 2 представлена оценка эталонной деятельности предприятий, проведенная с помощью обобщенного показателя финансовой устойчивости и коэффициента риска банкротства.

Как видно из таблицы, эталонная деятельность предприятий характеризуется как устойчивая или высокоустойчивая, что и позволяет в дальнейшем использовать ее в качестве «эталона» для рейтинговой оценки. Эталонная деятельность предприятия БТ и АТ характеризуется как устойчивая или высокоустойчивая. Деятельность всех остальных предприятий в аспекте финансовой устойчивости характеризуется как высокоустойчивая.

В соответствии с описанной методикой рейтингового анализа предприятий, рейтинг формируется с помощью комплексного рейтингового индикатора, который определяется сравнением фактической и эталонной деятельности предприятия. В связи с тем, что деятельность предприятий описывается финансовыми и производственными показателями, комплексный рейтинговый индикатор будет учитывать как состояние финансовых ресурсов, так и состояние процесса производства и реализации продукции.

Рейтинг предприятий формируется с использованием затратно-результатного принципа. Показатели, которые используются при вычислении рейтингового индикатора, делятся на две группы: затратные (запасы, себестоимость продаж) и результатные (объем производства продукции; отгрузка продукции; средняя заработная плата; объем денежных средств, направленных на социальное обеспечение; производительность труда; выручка от реализации; прибыль до налогообложения; чистая прибыль; прибыль от продаж).

Величина допустимых отклонений устанавливается равной 10%. Значения комплексного рейтингового индикатора представлены в табл. 3. Предприятия ВТ, ВМ, БТ и АТ имеют один из самых высоких рейтингов, и их можно отнести к классу высокоустойчивых предприятий. Полученные оценки хорошо согласуются с результатами рейтинга, полученными по методикам работ [1, 5].

Предприятие СИТ по методикам работ [1, 5] оценивается как устойчивое и имеет достаточно близкие рейтинговые коэффициенты с 2011 по 2014 гг. Из табл. 3 видно, что комплексный рейтинговый показатель в 2011 г. имеет значение 0,58. Это связано с тем, что, хотя значения производственных показателей соответствуют их эталонным значениям, чистая прибыль имеет значение на 60% меньше эталонной величины. В целом предприятие СИТ можно отнести к классу устойчивых.

Таблица 2

Рейтинговые показатели эталонной деятельности предприятий

Предприятие	2010		2011		2012		2013	
	$\Phi_y$	$K$	$\Phi_y$	$K$	$\Phi_y$	$K$	$\Phi_y$	$K$
АТ	0,74	1,49	0,85	1,92	0,93	2,25	0,94	2,25
БТ	0,74	1,49	0,74	1,49	0,74	1,50	0,81	1,76
ВТ	0,96	2,02	0,96	2,02	0,99	2,14	1,01	2,22
ВМ	0,8	2,24	0,8	2,23	0,8	2,23	0,81	2,27
ПН	0,94	1,98	1	2,24	1,03	2,38	1,01	2,31
СТ	0,86	1,63	0,86	1,64	0,93	1,92	0,93	1,93
СИТ	0,86	1,63	0,86	1,64	0,87	1,66	0,9	1,79
ТМ	0,86	1,63	0,86	1,63	0,86	1,63	0,88	1,7
ЧТ	1,02	2,24	1,09	2,54	1,1	2,56	1,12	2,66



## Комплексный рейтинговый показатель деятельности предприятий

Предприятие	Период наблюдения			
	2011	2012	2013	2014
АТ	0,87	0,78	0,79	0,87
БТ	0,75	0,81	0,79	0,75
ВТ	0,87	0,87	0,94	0,96
ВМ	0,90	0,89	0,83	0,84
ПН	0,70	0,66	0,64	0,66
СТ	0,86	1,00	1,00	0,68
СИТ	0,58	0,69	0,87	0,96
ТМ	0,52	0,48	0,54	0,69
ЧТ	0,78	0,75	0,64	0,63

В соответствии с анализом финансового состояния по методикам работ [1, 5] результаты деятельности предприятий ПН, СТ, ТМ и ЧТ оцениваются как критические. Это означает, что предприятию не хватает денежных средств для нормального функционирования. Однако анализ деятельности предприятия СТ по предлагаемой методике показывает, что состояние финансовых ресурсов этого предприятия позволяет обеспечить устойчивое функционирование процессов производства и реализации продукции. Наиболее высокий рейтинг предприятие СТ имеет с 2012-2013 гг., но в 2014 г. его рейтинг уменьшается из-за снижения прибыли. По результатам деятельности в 2011-2014 гг. предприятие СТ можно отнести к классу устойчивых.

Финансовые средства предприятия ЧТ в 2011 г. позволяют обеспечить нормальное функционирование процесса производства и отгрузки продукции, однако в 2012-2013 гг. появляются отклонения в значениях производственных показателей от их эталонных значений, что приводит к снижению прибыли и рейтинга. В 2014 г. производственный процесс начинает соответствовать «шаблону», хотя прибыль продолжает падать, что препятствует росту рейтинга предприятия. В целом ЧТ можно отнести к классу устойчивых предприятий.

Для предприятия ПН характерно, что нехватка денежных средств приводит к снижению объемов производства и отгрузки продукции. Однако при этом получаемая прибыль от производственной деятельности соответствует эталонным величинам. Все это позволяет отнести предприятие к классу устойчивых.

И, наконец, деятельность предприятия ТМ характеризуется снижением объемов производства, прибыли, что приводит к самому низкому рейтингу. Предприятие ТМ по результатам деятельности в 2011-2014 гг. можно отнести к классу неустойчивых.

Таким образом, полученные результаты показывают, что при построении рейтинга предприятий необходимо анализировать как финансовые, так и производственные показатели. Классические подходы к

оценке финансовой устойчивости не анализируют производственные показатели и поэтому активно развивающиеся предприятия могут относиться к классу финансово-неустойчивых. Применение описанной выше методики позволяет даже при отрицательных коэффициентах финансовой устойчивости оценивать предприятие как финансово-устойчивое, но только если нехватка финансовых средств не приводит к падению уровня производства и уменьшению прибыли.

## ВЫВОДЫ

Рассмотрена задача построения рейтинга предприятий, для решения которой используется метод собственных состояний. Описана методика построения рейтинга предприятий, которая базируется на модели с переменным числом собственных состояний. Выбор собственных состояний при построении рейтинговой модели осуществляется по коэффициентам финансовой и экономической устойчивости деятельности предприятий. Рейтинговый индикатор вычисляется с помощью метода штрафных функций на основе нормативного или затратно-результатного принципа. Эффективность методики демонстрируется на примере построения рейтинга развития девяти предприятий. Полученные результаты, имея явные преимущества, сравниваются с рейтингами предприятий, построенными с помощью других методик.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горшенина Е.В., Хомяченкова Н.А. Мониторинг устойчивого развития промышленного предприятия // Российское предпринимательство. – 2011. – № 1-2. – С. 63-69.
2. Донцова Л.В., Никифорова Н.А. Анализ финансовой отчетности: учебник. - 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело и Сервис, 2009.
3. Тарасова Т.М. Рейтинговый анализ как метод оценки финансового состояния предприятия // Наука и образование транспорту. – 2014. – № 1. – С. 141-144.

4. Омельченко И.Н., Саврасов А.Б. Построение интегрального показателя оценки организационно-экономической устойчивости деятельности компании // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2005. – № 1. – С. 74-80.
5. Шеремет А.Д., Сайфулли Р.С., Негашев Е.В. Методика финансового анализа. – М.; ИНФРА-М, 2000. – 208 с.
6. Altman E.I. Financial Ratios. Discriminate analysis, and the prediction of corporate bankruptcy // Journal of Finance. – 1968. – Vol. 23, № 4. – P. 589–609.
7. Давыдова Г.В., Беликов А.Ю. Методика количественной оценки риска банкротства предприятий // Управление риском. – 1999. – № 3. – С. 13–20.
8. Чипизубова В.Н. Рейтинговая оценка эффективности использования экономического потенциала предприятия на основе экономико-статистического подхода // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2006. – № 2. – С. 79-81.
9. Тинякова В.И. Рейтинговый анализ предприятий-кредитозаемщиков // Современная экономика: проблемы и решения. – 2011. – № 8 (20). – С. 146-153.
10. Мокеев В.В., Воробьев Д.А. Анализ эффективности процессов в социально-экономических системах методом собственных состояний. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2014. – Т. 14, № 2. – С. 31-40.
11. Мокеев В.В. Об оценке деятельности предприятий методом собственных состояний // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2014. – № 9. – С. 3-14.
12. Мокеев В.В., Бунова Е.В., Крепак Н.А. Анализ экономической устойчивости динамической системы на основе метода собственных состояний // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2014. – Т. 14, № 4. – С. 73-81.
13. Шикина С.А., Плужников В.Г. К вопросу об анализе параметров бизнес процессов производства методом собственных состояний на примере промышленного предприятия // Управление экономическими системами. – 2014. – №10 (70). – С. 56-64
14. Буслаева О.С. Использование метода собственных состояний для оценки инвестиционной привлекательности региона. // Проблемы современной экономики. – 2014. – №3. – С. 6-24.
15. Карпушкина А.В., Воронина С.В. Устойчивое развитие региона: теоретические и методические аспекты // Управление экономическими системами (электронный журнал). – 2014. – № 10. – С. 9-16.
16. Mokeyev V.V., Vorobiev D.A. Analysis of socio-economic system processes performance with the help of eigenstate models // Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modeling, Programming and Computer Software. – 2015. – Vol. 8, №1. – P.47-56.

*Материал поступил в редакцию 18.08.15.*

#### **Сведения об авторе**

**МОКЕЕВ Владимир Викторович** – доктор технических наук, зав. кафедрой информационных систем Южно-Уральского государственного университета (Национальный исследовательский университет), г. Челябинск.  
e-mail: [mokeyev@mail.ru](mailto:mokeyev@mail.ru)

**ШЛЯПИНА Анастасия Андреевна** – студентка Южно-Уральского государственного университета (Национальный исследовательский университет)  
e-mail: [anastasia9002@ya.ru](mailto:anastasia9002@ya.ru)

## Теоретико-информационный анализ бизнес-процессов энергосбытовых предприятий

*Описываются методики сравнения бизнес-процессов различных энергосбытовых предприятий для поиска их общих системных свойств посредством различных математических моделей.*

*Теоретико-информационный анализ этапов бизнес-процессов энергосбытовых предприятий позволил выявить основные базовые функциональные блоки процесса расчёта стоимости. В результате построена модель типового бизнес-процесса, необходимого для разработки методики автоматизированного расчёта их стоимости потреблённой электроэнергии и для проектирования отраслевых информационных систем.*

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, параметры объекта электроснабжения, параметры расчёта стоимости электроэнергии

Работа энергетических предприятий и их удалённых подразделений в единой концепции производственного процесса, а также техника его совершенствования, позволяет избежать лишних затрат, приводит к стандартизации в отрасли, прозрачности ценообразования и соблюдения требований раскрытия информации [1]. Для решения этих задач требуется использование современных отраслевых информационных систем, поддерживающих этапы бизнес-процесса энергетического предприятия, для разработки таких информационных систем необходимо проведение теоретико-информационного анализа этапов бизнес-процессов предприятий.

Основным производственным процессом энергосбытового предприятия является процесс поэтапного определения объёмов и стоимости потреблённой электроэнергии. Для построения типового бизнес-процесса энергосбытовых предприятий в течение нескольких лет было проведено обследование десяти предприятий отрасли в разных регионах России, что позволило определить основополагающие объекты функциональной, организационной, технической структуры этих организаций, а также структуры управления и отразить их бизнес-процессы в различных стандартах и нотациях.

При обследовании энергосбытовых предприятий одним из аналитических этапов исследования стал сравнительный анализ реестров операций и функций, выявленных во всех обследованных предприятиях. Применяя формализованный в [2] метод экспертной классификации, при котором производится обоснованный перенос классификационных решений, полученных для одного объекта, на некоторые другие объекты, сравнивалось отношение доминирования, которое, в свою очередь, строится из соотношений свойств каждой операции и каждой функции. Таким образом формировались множества функций и опе-

раций, в которых проявлялись их основные свойства пересечения, объединения, конгруэнтности и разности, когда каждому элементу множества соответствует множество признаков и множество значений этих признаков с набором одинаковых существенных и разных несущественных характеристик, таким образом, что они могут однозначно характеризовать бизнес-процесс [3].

Для того чтобы изучить свойства бизнес-процессов на различных предприятиях отрасли, найти их общие системные признаки и построить типовой бизнес-процесс для всех выявленных бизнес-процессов, были построены математические модели с применением теории множеств, теории графов и теории абстрактных автоматов.

Общим подходом для сравнения бизнес-процессов различных предприятий стал предложенный в [4] метод построения метрики  $\rho$  на множестве бизнес-процессов, по определению, обладающей следующими свойствами:

$$\rho(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y; \rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z); \rho(x, y) = \rho(y, x),$$

где  $x, y, z$  – бизнес-процессы из множества бизнес-процессов (это выражение показывает сходство трёх бизнес-процессов). Степень сходства авторы методики предложили отобразить величиной  $sim$ , которую можно определить следующим образом:

$$sim(x, y) = (m - \rho(x, y)) / m \mid m = \max \forall x, y, \rho(x, y).$$

В этом выражении значение  $sim(x, y)$  может принимать значения из отрезка  $[0...1]$ . Если  $sim(x, y) = 0$ , то  $x$  и  $y$  – различны, а если  $sim(x, y) = 1$ , то бизнес-процессы полностью сходны.

Для определения признаков системности, сходства и различия исследуемые бизнес-процессы поэтапного расчёта стоимости были выражены через графы зависимостей по методике, предложенной в [5]. Граф зависимостей – это набор, состоящий из непустого конечного множества вершин, соответствующих этапам бизнес-процесса, из множества дуг, которые описывают соотношения функциональных блоков бизнес-процесса. Так же, этот граф можно описать матрицей. Согласно используемой методике, элемент этой матрицы равен единице, при наличии дуги, принадлежащей множеству вершин, и равен нулю – в обратном случае. В таком выражении метрика степени различия  $\rho$  будет равна сумме квадратов всех элементов разности матриц. В процессе теоретико-множественного анализа бизнес-процессов применение такой метрики дало возможность наглядно и количественно определить степень сходства бизнес-процессов в различных энергосбытовых предприятиях.

При анализе бизнес-процессов, по которым на разных предприятиях проводился поэтапный расчёт стоимости, требовалось для их сравнения выделить из общего бизнес-процесса некие подпроцессы, которые уже можно сравнивать с бизнес-процессами других предприятий, определяя отношение эквивалентности в структурах этих бизнес-процессов. В этом случае задача сравнения сводится к задаче установления изоморфизма между соответствующими графами, описывающими бизнес-процесс. В работах [6, 7], предложен подход, позволяющий при определённой организации стратегии поиска изоморфного подграфа достигать полиномиальной сложности, что дало возможность использовать такой метод на практике.

Применяя этот метод, на этапе сравнения различных бизнес-процессов, проводилась предварительная обработка множества построенных графов выявленных бизнес-процессов, а затем с помощью методики из работы [6], в построенных графах выделялся подграф, изоморфный графу из предварительно обработанного множества. Изоморфизм преобразований требуемого поведения автомата указывает на их «одинаковость» [8]. Применение такого способа давало численные значения  $sim(x,y)$  и чётко выявляла задвоенные и несущественные ветви в бизнес-процессах.

Функциональные блоки бизнес-процессов получают на вход конечное число команд и в зависимости от конечного числа управляющих сигналов, выдают конечное число выходов, требуемых на входе следующего функционального блока бизнес-процесса. Это свойство позволяет выразить бизнес-процесс расчёта стоимости потреблённой электроэнергии в форме аннотированного детерминированного конечного автомата. Такого рода автомат можно описать как

$$A = \{Q, \Sigma, \delta, q_0, F, QA\},$$

где  $Q$  – конечное множество состояний;  $\Sigma$  – конечное множество сообщений; функция  $F = \delta(Q, \Sigma)$  определяет множество переходов с начальным состоянием  $q_0 \in Q$  и конечным состоянием  $F \subseteq Q$ . Если множе-

ство состояний конечно и при этом  $F = \delta(Q, \Sigma) \rightarrow Q$ , то работу автомата  $A$ , можно выразить через функцию  $A = f(Q, E)$ , где  $E$  – конечное отношение состояний и логических термов, таких как *ЕСЛИ*, *И*, *ИЛИ* и т.д. Таким образом, моделирование бизнес-процесса, описанного в нотации и применяющего эти термы, может заключаться в рекурсивном разборе спецификации бизнес-процесса с одновременным построением соответствующего автомата, а расстояние между бизнес-процессами может быть вычислено как расстояние между соответствующими автоматами [9].

Применение математических моделей для изучения бизнес-процессов, позволили наглядно выявить сходства и различия бизнес-процессов в различных энергосбытовых организациях через совпадение множества операций и функций, из которых состоят выполняемые процессы, и нахождение базовых функциональных блоков бизнес-процесса. Задачей теоретико-информационного анализа стало определение всевозможных сочетаний элементов, базовых функциональных блоков и большого количества базовых потоков информации. В процессе определения величин и стоимости энергопотребления на энергосбытовых предприятиях базовые функциональные блоки имеют следующее содержание:

**Блок базовых функций расчёта**  $A = a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ :

- Функция  $a_1$  – регистрация договорных и технических условий энергоснабжения  $P^O$  (формирует на выходе параметры расчёта объёмов и стоимости электроэнергии и мощности);
- Функция  $a_2$  – построение расчётных схем и формирование расчётных моделей (формирует на выходе расчётную модель электроснабжения);
- Функция  $a_3$  – сбор, регистрация, расчёт и хранение данных об объёмах энергопотребления (формирует на выходе массивы данных об объёмах энергопотребления);
- Функция  $a_4$  – регистрация данных о ценах и тарифах на электроэнергию, формирование предельных уровней цен и расчёт средневзвешенных цен на электроэнергию и мощность (формирует на выходе массивы данных о ценах на электроэнергию);
- Функция  $a_5$  – расчёт стоимости потреблённой электроэнергии и мощности (формирует на выходе данные о величинах энергопотребления и их стоимости).

**Блок базовых технических и организационных условий электроснабжения**  $C = C^L, C^{Ag}, C^{Sh}$ :

- $C^L$  – требования отраслевого законодательства;
- $C^{Ag}$  – договор электроснабжения (купли-продажи);
- $C^{Sh}$  – схема и топология электроснабжения.

**Блок базовых механизмов расчёта величин энергопотребления**  $M = M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, M_7$ :

- $M_1$  – система обработки информации (информационная биллинговая система – ИБС) и её база данных;
- $M_2$  – автоматизированная система коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ) и её база данных;
- $M_3$  – приборы учёта;

- $M_4$  – договорное подразделение энергосбытового предприятия (договорной отдел – ДО);
- $M_5$  – техническое подразделение энергосбытового предприятия (производственно-технический отдел – ПТО);
- $M_6$  – экономическое подразделение энергосбытового предприятия (планово-экономический отдел – ПЭО);
- $M_7$  – расчётное подразделение энергосбытового предприятия (расчётный отдел – РО).

**Блок базовых информационных потоков и параметров**  $P=P^O, P^V, P^C$ .

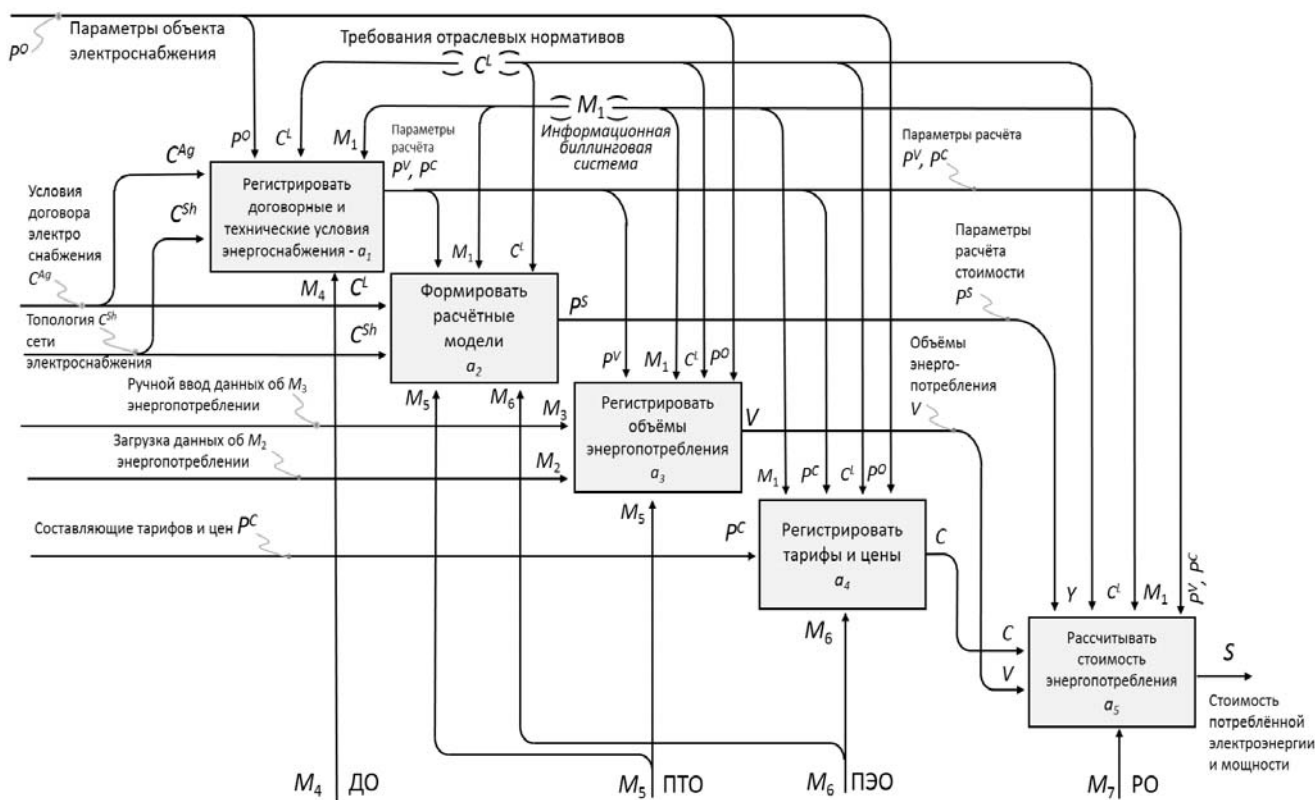
К первому базовому подмножеству информационных потоков блока  $P$  относится набор данных о параметрах объектов электроснабжения  $P^O$ . Ко второму базовому подмножеству информационных потоков относится набор данных о параметрах расчёта объёмов энергопотребления  $P^V$ . К третьему базовому подмножеству информационных потоков относится набор данных о параметрах расчёта цен на электроэнергию  $P^C$ . К четвёртому базовому подмножеству информационных потоков относится набор данных, в совокупности определяющих стоимость потреблённой электроэнергии (в настоящей статье не рассматривается).

Все эти базовые информационные потоки были описаны с применением теории графов через множе-

ство вершин и с применением теории автоматов через множество состояний.

Проанализировав законодательство Российской Федерации, бизнес-модели ретейлеров Евросоюза, наложив юридические требования на ранее определённые функции биллинговых систем, были выделены основные этапы бизнес-процесса энергосбытового предприятия. Определив входную и выходную информацию на каждом этапе, можно сформулировать требования к информационной биллинговой системе.

Визуальное представление этих результатов приведено на рисунке. Графическое и математическое описание процесса сбора и обработки данных о величинах энергопотребления для расчёта стоимости потреблённой электроэнергии и мощности, позволяют говорить о нём как о целостной совокупности элементов, об объективном единстве закономерно связанных сущностей, процессов и сведений о предметной области, обладающей многими признаками системности. К таким признакам можно отнести целостность, членность, интегративность, автономность, иерархичность, управляемость. При этом такая система обладает устойчивыми связями элементов и организацией, что может проявляться в снижении энтропии системы в целом по сравнению с системообразующими элементами и факторами.



Визуальное представление результатов теоретико-информационного анализа типового бизнес-процесса энергосбытового предприятия.

Выделение этапов бизнес-процесса расчёта величин энергопотребления позволило в дальнейшем разработать организационно-техническую систему расчётов величин энергопотребления для энергосбытового предприятия, основанную на модулях обработки информации из блока базовых функций расчётов, блока базовых условий электроснабжения, блока базовых механизмов расчёта и блока базовых информационных потоков. Это, в свою очередь, позволило определить требования к моделям измерений в базах данных отраслевых информационных систем и формализовать принципы их построения, которые были предложены в [10], а также сконструировать универсальную структуру базы данных [11], удовлетворяющую требованиям отраслевого законодательства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомин И.Н. Методика поэтапного автоматизированного расчёта стоимости потреблённой электроэнергии // Труды Академэнерго. – 2013. – № 3. – С. 103-115.
2. Соловьев С.Ю., Стельмашенко Д.Е. Применение принципов экспертной классификации для анализа формальных понятий // Бизнес и информатика. – 2013. – № 4(26). – С. 53–57.
3. Вендеров А.М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов (обзор) // JetInfo Информационный бюллетень. – 2004. – № 10 (137).
4. Грекул В.И., Таратухин В.В., Вилков Л.А., Пырлина И.В., Михайлова О.Д. Предпроектная оценка эффективности внедрения информационных систем // Автоматизация и современные технологии. – 2006. – № 10 (2).
5. Bae J., Liu L., Caverlee J., Rouse W.B. Process Mining, Discovery, and Integration using Distance Measures // Proc. of IEEE International Conference on Web Services (ICWS'06). – Chicago, 2006.
6. Messmer B.T., Bunke H. Subgraph Isomorphism in Polynomial Time // Technical Report IAM 95-003. University of Bern. Institute of Computer Science and Applied Mathematics. – Bern. Switzerland, 1995.
7. Bunke H., Shearer K. A Graph Distance Metric Based on the Maximal Common Subgraph // Pattern Recognition Letters. – 1998. – № 19.
8. Сытник А. А., Шульга Т. Э. Об управлении поведением регистров на основе свойств функциональной избыточности // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2009. – Т. 3, № 1. – С. 107-114.
9. Wombacher A., Fankhauser P., Neuhold E. Transforming BPEL into annotated Deterministic Finite State Automata for Service Discovery // Proceedings of the IEEE International Conference on Web Services (ICWS'04). 2004;
10. Фомин И.Н., Шульга Т.Э. Принципы построения организационной и расчётной моделей измерений электроэнергии в информационных системах энергосбытовых организаций // Вестник СГТУ. – 2013. – № 4 (73). – С. 181-190.
11. Фомин И.Н., Сердюкова Н.В. Расчётная модель измерения электроэнергии в информационных биллинговых системах // Бизнес-Информатика, НИУ ВШЭ. – 2014. – № 4. – С. 38-42.

*Материал поступил в редакцию 02.03.16.*

## Сведения об авторе

**ФОМИН Игорь Николаевич** – ассистент, аспирант кафедры «Прикладная информатика и программная инженерия», Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.  
e-mail: ignik16@yandex.ru

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ТЕКСТА

---

УДК 81'322'367 : 34

Л.В. Савинич

## Интонационные стратегии незавершённости в юридическом дискурсе

*Основной чертой юридического дискурса является точность информации, которая отражается в сложной синтаксической структуре высказываний, содержащих определительные, уточняющие и пояснительные конструкции. Автором исследованы коммуникативная структура и интонационная стратегия незавершённости, поддерживающая связность синтаксических комплексов в линейной последовательности речи выступающих. Проиллюстрированы интонационные конструкции ИК-3, ИК-4, ИК-6, ИК-2, используемые для поддержания незавершённости дискурса.*

**Ключевые слова:** коммуникативная структура, незавершённость, интонационные стратегии, юридический дискурс

### ВВЕДЕНИЕ

Настоящая статья является продолжением исследования специфики коммуникативных и линейно-акцентных стратегий, принятых в юридическом дискурсе. Материалом служат записанные на аудионесителе в режиме реального времени 13 судебных заседаний.

Судебное заседание проводится по строго установленному регламенту и выстраивается из последовательных эпизодов (например, представление участника судебного процесса; проверка явки лиц; установление личности подсудимого; выступление государственного обвинителя; опрос свидетелей; оглашение приговора и т.д.). Эпизоды представляют собой микрожанровые ситуации, различающиеся по содержанию, структуре, стилю, а также форме проведения. Для иллюстрации коммуникативных и линейно-акцентных особенностей судебного дискурса нас будут интересовать на данном этапе прежде всего тексты нарративного типа изложения в коммуникативной функции информирования [1, с. 39], например, такие, как выступление государственного обвинителя, или перечисление в определённой последовательности присутствующих на заседании лиц, или оглашение судьёй заключительного приговора. Изложение представляемого материала осуществляется выступающими в режиме озвучивания написанного текста.

Характеризуя основную стилевую черту судебной, как и вообще официально-деловой речи, исследователи выделяют «точность, не допускающую интолкования» [2, с. 175]. Эта главная черта выражается в юридическом дискурсе приведением конкретных дат, указанием точного времени, а также фактического адреса места действия, подробным описанием деталей, необходимых для квалификации происшествия, точным названием действующих законодательных документов и пр.

Указанная стилевая черта реализуется в распространённых предложениях сложной синтаксической структуры с множеством определительных, уточняющих и пояснительных конструкций. Используемые конструкции максимально выражают основную цель судебного расследования – предельно точно описать произошедшее событие и квалифицировать его в рамках действующего законодательства.

Поскольку в судебном процессе подготовленные тексты сложной синтаксической структуры озвучиваются членами заседания устно, перед нами стояла основная задача – рассмотреть, как сложные синтаксические комплексы оформляются в линейной последовательности речи выступающих, т.е. определить коммуникативную структуру зачитываемых текстов; проанализировать, к каким интонационным стратегиям прибегают говорящие для поддержания связности текста и какими средствами она выражается.

## 1. АКЦЕНТ ИК-3 ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ СВЯЗНОСТИ ТЕКСТА

Анализ коммуникативной структуры и интонационных стратегий мы начнём фрагментом из выступления государственного обвинителя, зачитывающего содержание происшествия. Полуужирным шрифтом выделены словоформы, носители акцентов; стрелки после словоформ показывают направление движения тона, а буквами в скобках обозначены фрагменты, формирующие синтаксическую структуру и коммуникативную структуру предложения.

(1) (а) **Плунга**↗ (б) 28 декабря 2010 года ↘, (в) примерно в 23 часа 16 минут ↗, (г) в нарушение требований пункта 2 и 1. 11.1. Правил пользования Московским **метрополитеном**↗, (д) утверждённых постановлением правительства **Москвы** ↘ № 8-4-4 от 16 сентября 2008 года ↗, (е) находясь в состоянии алкогольного **опьянения**↗, (ж) в общественном **месте**↗, (з) на платформе станции «**Полянка**»↗ (к) Серпуховско-Тимирязевской **линии** ↘ Московского **метрополитена**↗, (л) расположенного по адресу: город Москва, улица Большая Полянка, дом **26**↗, (м) **нарушал**↗ общественный **порядок** ↘.

В приведённом фрагменте (1) синтаксическая структура предложения осложнена: распространённым определением (к); причастными оборотами (д), (л); уточняющими конструкциями (б), (в), (ж), (з); причинной конструкцией (г); деепричастным оборотом (е).

Как строится коммуникативная структура, выраженная подобными сложными синтаксическими комплексами и каким образом осуществляется их

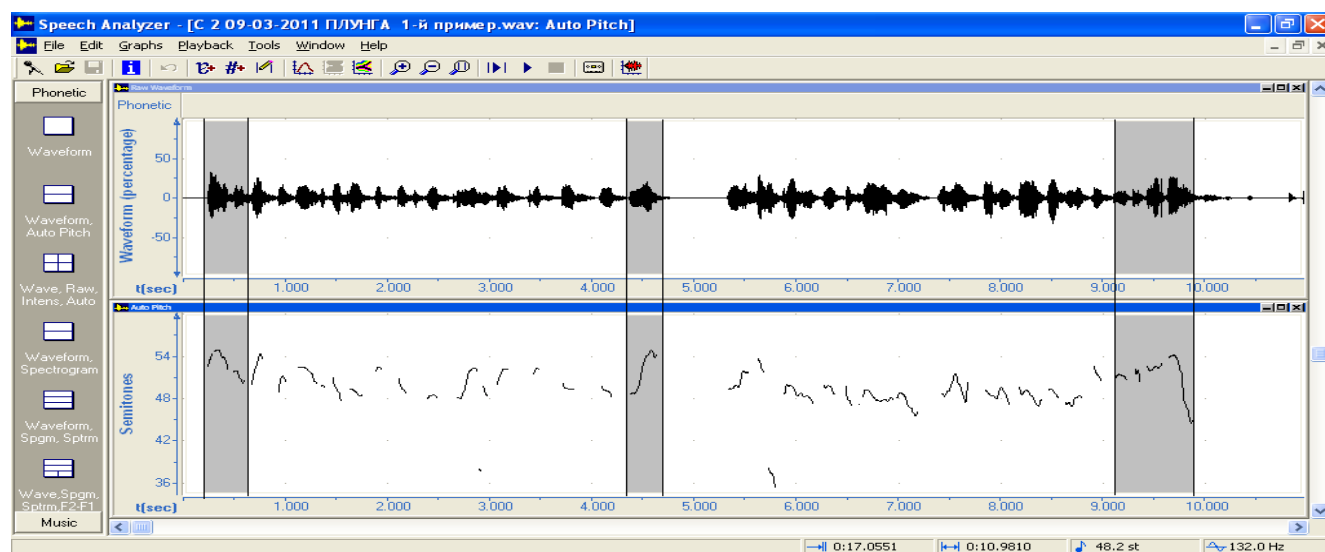
связь? Для сохранения связности звучащего линейного текста, поддержания его незавершённости, характерна коммуникативная стратегия, которая основана на принципе множественных тем и заключается, по определению Т.Е. Янко, в том, что «неконечные предложения фрагмента, реализующего эту стратегию, играют роль тем, конечное предложение – рема» [3, с. 141].

В приведённом нами отрывке большая часть тем завершается словоформой-акцентоносителем с восходящим акцентом ИК-3 [4] с повышением тона на ударном слоге акцентоносителя и падением на заударных слогах, если они есть: **Плунга**↗, **минут**↗, **метрополитеном**↗, **года**↗, **опьянения**↗, **метрополитена**↗, **дом 26**↗. Два акцентоносителя темы – **месте**↗, «**Полянка**»↗ – завершаются акцентом ИК-6 (↗↘), о котором речь пойдёт подробно в следующем разделе. В быстрой речи акцент ИК-6 является фонетическим вариантом ИК-3 при выражении темы. (Отметим также, что в приведённом фрагменте исключение составляет словоформа **года** ↘, а словоформы **Москвы** ↘ и **линии** ↘ в атрибутивных группах произносятся говорящим с большей интенсивностью и понижением тона.)

Завершающая часть (м) **нарушал общественный порядок** ↘ является заключительной ремой всего фрагмента. Словоформа-акцентоноситель ремы **порядок** ↘ произносится понижающимся тоном по типу ИК-1, маркируя конец предложения.

На нижней панели *Тонограммы 1* представлены примеры интонационного повышения на отдельно взятых акцентоносителях тем.

Тонограмма 1



**Плунга**↗ 28 декабря 2010 года, примерно в 23 часа 16 минут ↗, в нарушение требований пункта 2 и 1. 11.1. Правил пользования Московским **метрополитеном**↗



Курсорами выделены словоформы, акцентоносители незавершённости, в которых тональные пики фиксируют повышение тона на ударном слоге акцентоносителя темы и падение на заударных слогах, если они есть, по типу ИК-3 (*Плунга, метрополитеном*). При отсутствии заударных слогов, тональный пик приходится на ударный гласный завершающего слога акцентоносителя темы (*мину́т*).

Подытоживая данный раздел, можно заключить, что в юридических текстах нарративного типа изложения, со сложными синтаксическими комплексами, коммуникативная структура строится по принципу множественных тем и завершающей ремы. Для поддержания связности текста может использоваться акцент ИК-3, который является основным в русском языке немаркированным восходящим акцентом.

## 2. АКЦЕНТ ИК-4 ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ СВЯЗНОСТИ ТЕКСТА

Кроме рассмотренного восходящего акцента ИК-3, для поддержания связности текста могут также использоваться акценты ИК-4 и ИК-6, которые привносят в предложение свою особую семантику.

Нисходяще-восходящий акцент ИК-4 (↘↗) характеризуется падением тона на ударном слоге, за которым следует подъём на заударных, если они есть. Если заударных слогов нет, восходящий участок сдвигается на ударный слог. Таким образом ИК-4 подвергается компрессии (англ. *compression*), при которой весь нисходяще-восходящий рисунок кривой основного тона без потерь фиксируется на единственном слоге акцентоносителя.

В русском и в западных языках акцент ИК-4 имеет различные функции. В русском языке акцент соотносится с маркированными значениями, выражающими контраст, сопоставление, противопоставление, выбор из упорядоченного множества [3, с. 164]. Между тем, например, в английском, немецком и польском языках акцент типа ИК-4 – это немаркированный акцент незавершённости текста [см. 3, с. 219–223].

В имеющихся аудиозаписях судебных заседаний акцент ИК-4 также встречается в функции поддержания связности текста.

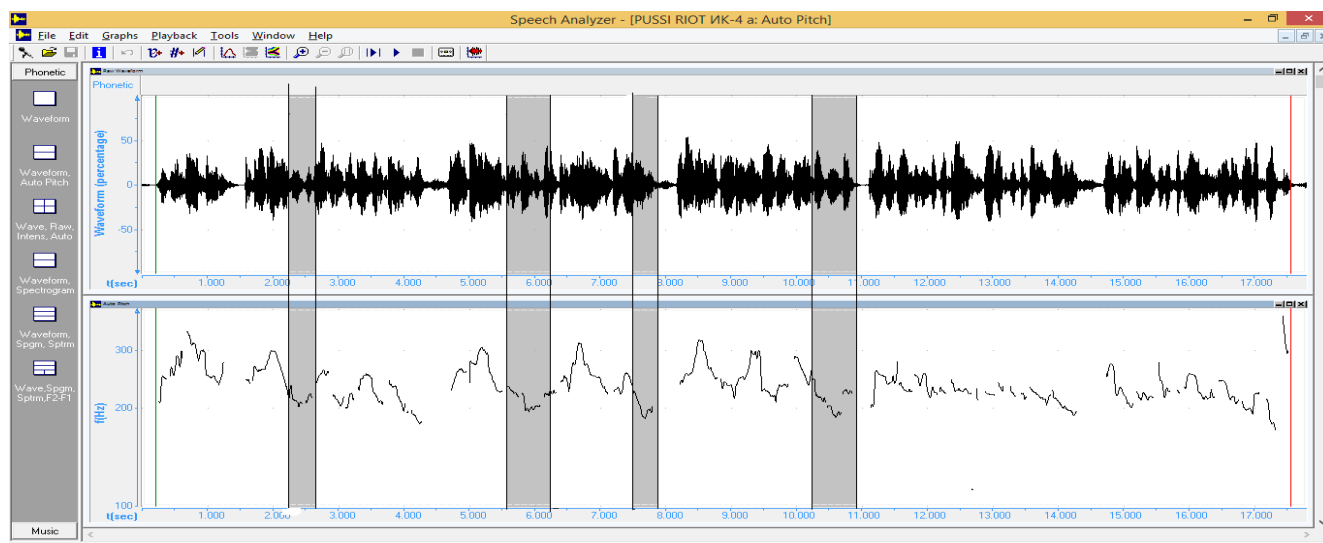
(2) (а) Для совершения своих противоправных *де-е-йствий*↘↗ (б) *Толоконникова*↘↗, *Самуцевич*↘↗, *Алёхина*↘↗ и неуставленные *соучастники*↘↗ (в) *распределили между собой роли*↘↗ и (г) *намеренно приобрели для облачения одежду*↘↗, (д) *явно и очевидно противоречащую общим церковным правилам*↘↗, *требованиям порядка*↘↗, *дисциплины*↘↗ и *внутреннего уклада церкви*↘↗.

В приведённом фрагменте (2) синтаксическая структура предложения осложнена: конструкцией, указывающей на целенаправленность действий (а); конструкциями с однородными подлежащими (б) и однородными сказуемыми (в), (г); причастным оборотом, осложнённым однородными членами (д).

Коммуникативная структура представлена множественными темами (а), (б) и сложной рематической составляющей из трёх рем (в), (г), (д), причём завершающая рема (д) является определением предшествующей ремы (г).

Акцент ИК-4 на конечных акцентоносителях коммуникативных составляющих употребляется в функции поддержания связности дискурса, однако используется с разной семантикой. На акцентоносителях первой темы *де-е-йствий*↘↗ ИК-4 несколько модифицирован из-за удлинения говорящим ударного слога. На нижней панели *Тонограммы 2*, в первом фрагменте, ограниченном курсорами, тонограмма опускается и, плавно описывая дугу, поднимается вверх. Завершая конструкцию (а) о целенаправленности совершённых действий, данный акцент дискурсивной незавершённости, таким образом, выражает ожидание последующего изложения событий. На акцентоносителях второй темы *соучастники*↘↗ ИК-4 завершает множественные темы высказывания. На двух последующих акцентоносителях простых рем *роли*↘↗ и *одежду*↘↗ ИК-4 употребляется с характерной для него семантикой, выражающей очерёдность осуществлённых действий.

Тонограмма 2



Для совершения своих противоправных *де-е-йствий*↘↗ *Толоконникова*, *Самуцевич*, *Алёхина* и неуставленные *соучастники*↘↗ *распределили между собой роли*↘↗ и *намеренно приобрели для облачения одежду*↘↗, *явно и очевидно противоречащую общим церковным правилам, требованиям порядка, дисциплины и внутреннего уклада церкви*.

Таким образом, акцент ИК-4 может использоваться в функции незавершённости текста, связывая как тематические, так и рематические составляющие коммуникативной структуры. Помимо указанных в начале раздела значений – контраста, сопоставления, противопоставления, выбора из упорядоченного множества – семантика акцента может выражать очерёдность осуществления происходящего, а при описании целенаправленных действий – ожидание последующего изложения этих действий.

### 3. АКЦЕНТ ИК-6 ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ СВЯЗНОСТИ ТЕКСТА

В имеющихся на аудионосителе записях судебных заседаний фигурирует восходящий акцент ИК-6, который характеризуется подъёмом тона на ударном слоге и ровным движением тона или слабо нисходящим тоном на заударных слогах. Он используется при назывании предметов в определённой последовательности и с необходимой полнотой. Данный акцент вносит в семантику перечисления оттенок растянутого, монотонного, рутинного изложения, например, при представлении участников заседания в установленном порядке, при перечислении подробных данных из биографии обвиняемого и пр. Это акцент стандартной длительности. (О квази-ИК-6 с продлённой длительностью см. [3, с. 165]).

Для иллюстрации акцента ИК-6 (обозначается ломаной стрелкой ↗) приведём фрагмент из оглашения судьёй обвинительного приговора, который начинается с представления в определённом порядке и с требуемой полнотой участников процесса. Иерархия представления участников устанавливается судебными нормативными инструкциями. Требуемая полнота представления выражается, например, в зачитывании судьёй удостоверения защитника подсудимого, свидетельствующего о квалификации приглашённого адвоката. При этом удостоверения других присутствующих штатных юристов не зачитываются.

(3) (а) *Нагатинский* ↗ районный суд города *Москвы* ↗ (б) в составе *председательствующего* ↗ федерального судьи *Плеханова* ↗, (в) с участием государственного обвинителя, помощника *Нагатинского*

*межрайонного прокурора города Москвы Третьяковой* ↗, (г) подсудимого *Фельд* ↗, (д) защитника *Хайрулина* ↗, (е) представившего удостоверение номер *10945* ↗ (ж) ИОРГА 986/11 от 7-го октября 2011 года Коллегией адвокатов *Юрком* ↗, (з) потерпевшая *Макишакова* ↗, (к) прессекретаря *Петрухина* ↗, (л) рассмотрев материал уголовного дела в отношении *Фельд* ↗ *Дениса Александровича* ↗, [...] (м) *установил* ↗.

Синтаксическая структура фрагмента осложнена рядом однородных несогласованных определений [(б), (в), (г), (д), (ж), (з), (к)], согласованным определением (е) и деепричастным оборотом (л). Коммуникативная структура фрагмента (2), аналогично первому примеру (1), основана на принципе множественных тем.

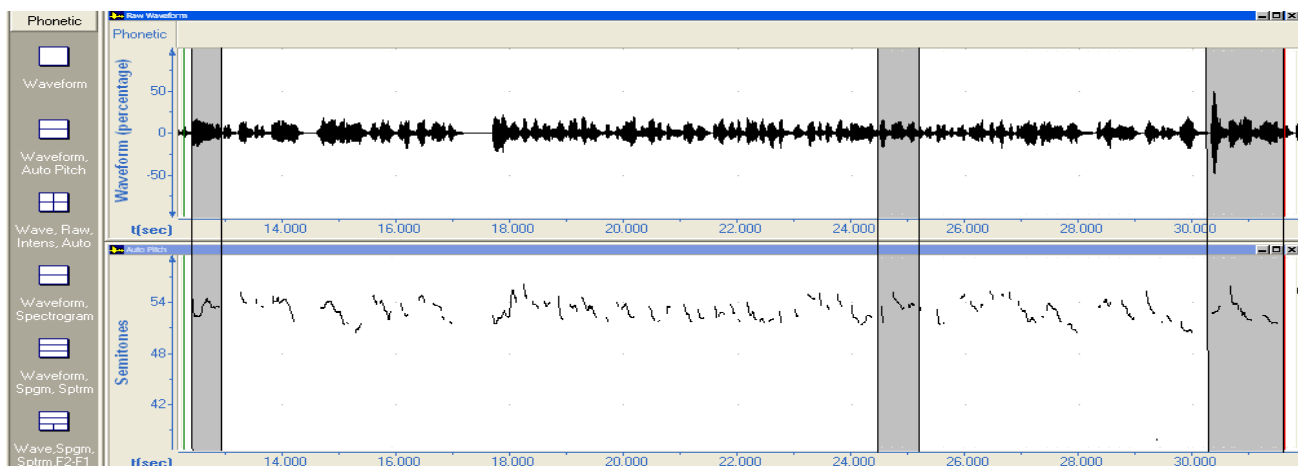
Каждая отдельная тема завершается словоформой-акцентоносителем. Начиная со второй темы, все выделенные акцентоносители – *Плеханова* ↗, *Третьяковой* ↗, *Фельд* ↗, *Хайрулина* ↗, *пять* ↗, *Юрком* ↗, *Макишакова* ↗, *Петрухина* ↗, *Александровича* ↗ – произносятся однотипно с повышением тона на ударном слоге словоформы и ровным движением тона или слабо нисходящим тоном на заударных слогах (см. *Тонограмму 3*). Завершающая словоформа *установил* ↗ с понижающимся тоном типа ИК-1 является ремой и маркирует конец предложения.

На нижней панели *Тонограммы 3* иллюстрируются отдельно взятые словоформы, акцентоносители незавершённости.

Во фрагментах, ограниченных курсорами, тональные пики приходятся на ударный гласный акцентоносителя. Далее наблюдается незначительное понижение и последующее ровное движение тона на заударных слогах акцентоносителя по типу ИК-6.

В результате можно заключить, что в коммуникативной структуре, строящейся по принципу множественных тем и завершающей ремы, для поддержания связности произносимого текста может также использоваться акцент ИК-6 с семантикой перечисления предметов в определённой последовательности и с необходимой полнотой.

Тонаграмма 3



...*Хайрулина* ↗, представившего удостоверение номер *10945* ИОРГА 986/11 от 7-го октября 2011 года Коллегией адвокатов *Юрком*, потерпевшая *Макишакова* ↗, прессекретаря *Петрухина*, рассмотрев материал уголовного дела в отношении *Фельд Дениса Александровича* ↗...

#### 4. «ЭКСПАНСИЯ» АКЦЕНТА ИК-2 ДЛЯ ВЫРАЖЕНИЯ НЕЗАВЕРШЁННОСТИ. ФУНКЦИИ АКЦЕНТА ИК-2

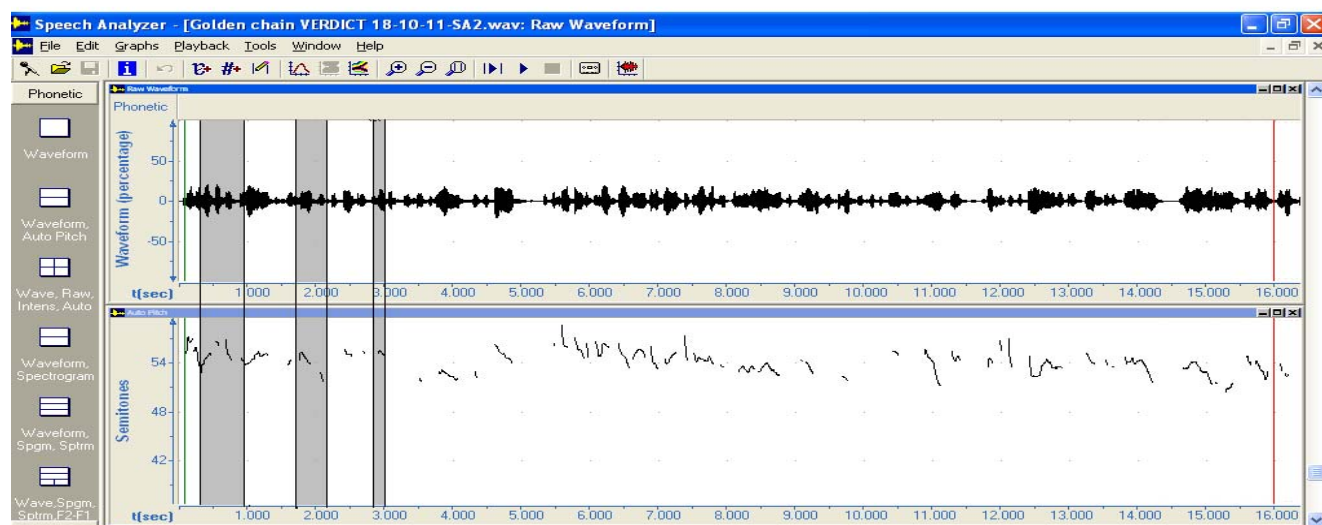
В проанализированном выше фрагменте (3) отмечены также словоформы с понижающимся акцентом. Данные акцентоносители – *Нагатинский* ♫, *Москвы* ♫, *председательствующего* ♫, *Фельд* ♫ – произносятся однотипно с понижением тона по типу ИК-2.

Акцент ИК-2 характеризуется повышением тона на предупредных, если они есть, для набора высоты и падением на ударном слоге, в отличие от постепенного понижения тона на ударном и заударных слогах в акценте ИК-1. Графики *Тонограммы 4* и *Тонограммы 5*

между курсорами иллюстрируют падение тона на ударном слоге по типу ИК-2. Однако функции этого акцента разные.

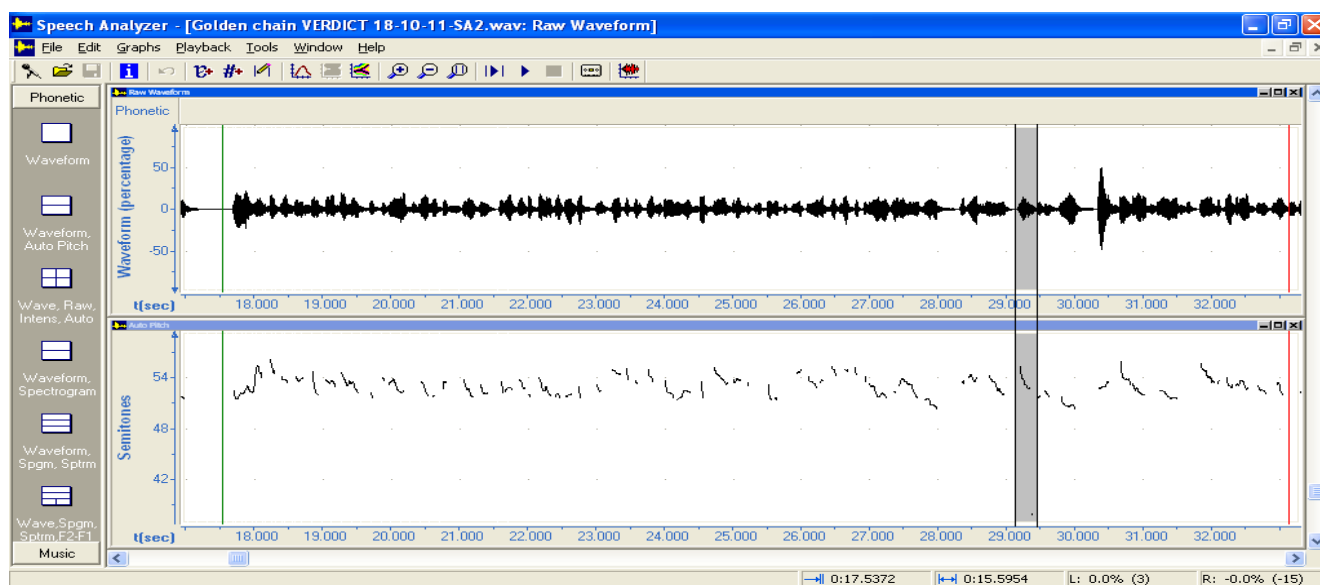
Стратегическое использование акцента ИК-2 на словоформе *Нагатинский* ♫ служит прагматическим целям – при обращении к аудитории для привлечения внимания присутствующих и для интенсивного, отчётливого выделения названия одного из районных судов города. При нейтральном произнесении название суда звучало бы с акцентом на последнем слове: *Нагатинский районный суд города Москвы* ♫, – в соответствии с правилами расстановки акцентов в именных группах [5, с. 190].

*Тонограмма 4*



*Нагатинский* ♫ *районный суд города Москвы* ♫ в составе *председательствующего* ♫ *федерального судьи Плеханова*...

*Тонограмма 5*



в отношении *Фельд* ♫ *Дениса Александровича*



Словоформа-акцентоноситель *Москвы* ♫ (см. *Тонограмму 4*) завершает первую тему фрагмента (*Нагатинский* ♫ *районный суд города Москвы* ♫). Употребление акцента ИК-2 в данном случае не является регулярным. Так как предложение не заканчивается и за первой следует вторая тема – атрибутивная группа, выраженная несогласованным определением (*в составе председательствующего* ♫ *федерального судьи Плеханова* ♫), после первой темы ожидался бы акцент в функции дискурсивной незавершённости, то есть типичный акцент ИК-3 или используемый во фрагменте акцент ИК-6. Замена интонационной модели может выражать «внутренний нажим», «усиленную интенсивность» речи говорящего. Данная просодическая стратегия названа Т.Е. Янко «экспансией ИК-2» в подготовленной публичной речи (лекторов и дикторов) и подробно описана в [6, с. 299]. (В указанной работе автором рассматриваются композиции «лекторского выделения» с разными коммуникативными значениями в пределах одной коммуникативной составляющей: «лекторского выделения» и темы, «лекторского выделения» и ремы.)

Далее, во второй теме приведённого фрагмента, носитель акцента – словоформа *председательствующий* ♫ – также произносится по типу ИК-2 с усиленной интенсивностью, свойственной лекторскому выделению. На *Тонограмме 4*, в третьем выделенном фрагменте, курсорами зафиксирован ударный слог *-да-* словоформы (*предсе-да-тельствующего* ♫).

Наконец, на графике *Тонаграммы 5*, между курсорами, отмечено крутое падение тона на словоформе *Фельд* ♫. Акцент ИК-2 на фамилии обвиняемого в данном случае выполняет функцию идентификации.

Резюмируя сказанное, следует отметить, что, наряду с восходящими акцентами ИК-3, ИК-6 и нисходяще-восходящим ИК-4, для поддержания связности текста может нерегулярно использоваться нисходящий акцент ИК-2. Изменение интонационной модели выражает «внутренний нажим», «усиленную интенсивность» речи говорящего. Данная просодическая стратегия названа «экспансией ИК-2» в подготовленной публичной речи. Помимо указанного, акцент ИК-2 может выполнять в речи функцию привлечения внимания, функцию выделения и функцию идентификации.

## 5. АКЦЕНТ ИК-3 ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ НЕЗАВЕРШЁННОСТИ ДЕЙСТВИЙ

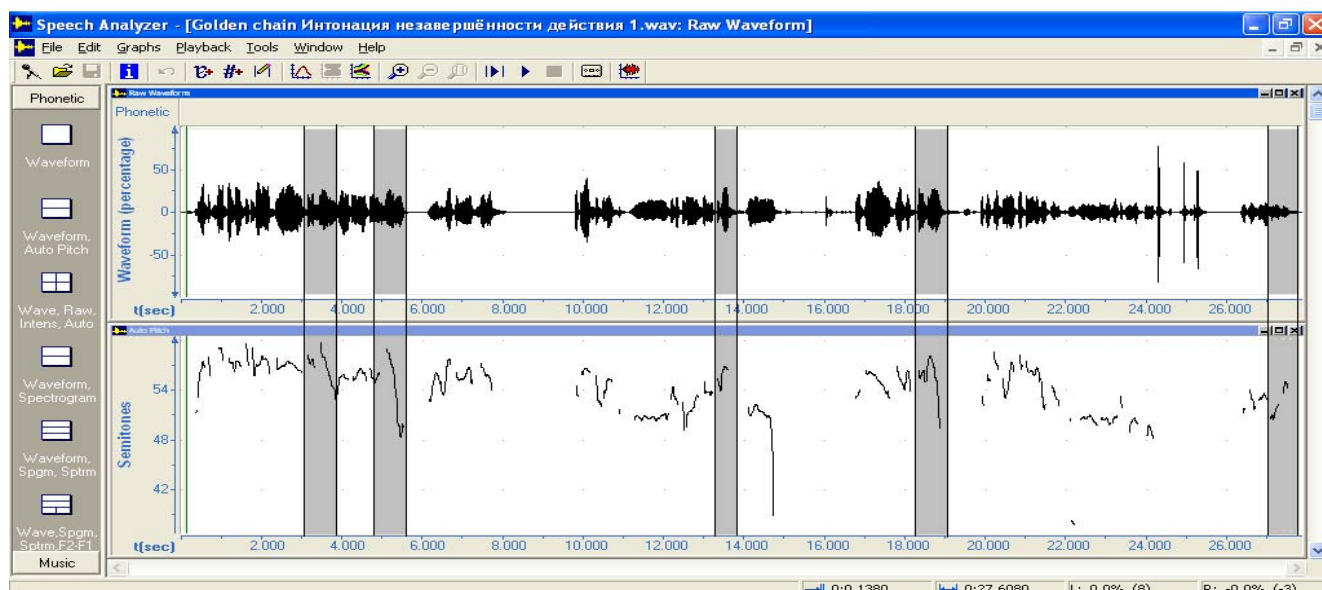
Рассмотренный ранее акцент ИК-3, как указывалось, является типичным восходящим акцентом незавершённости, используемым для связывания множественных тем коммуникативной структуры.

В данном разделе мы приведём одно нерегулярное употребление акцента ИК-3 для выражения незавершённости дискурса и для указания незаконченного действия. Записанная ниже ситуация также имела место в зале суда и предвляла зачитывание вердикта.

(4) (а) – *Значит, сейчас тогда суд удалется на-а совещание* ♫, для принятия *решения* ♫ ... (б) *Ну, где-то минут через... 15–20 э-э-э будет решение суда* ♫. Э-э-э... (в) *Пока-а все ждут в коридоре* ♫. (г) *Потерпевшая, а вы в письменном виде ♫ оформите своё заявление.* (д) *Вон адвокат вам может помочь* ♫. (е) *Вот лист бумаги возьмите* ♫.

На *Тонаграмме 6*, на акцентоносителях, выделенных курсорами, зафиксирован подъём тона на ударных слогах и его последующее понижение на заударных слогах, если они есть.

*Тонаграмма 6*



*Значит, сейчас тогда суд удалется на-а совещание* ♫, для принятия *решения* ♫... *Ну, где-то минут через... 15–20 э-э-э будет решение суда* ♫. Э-э-э... *Пока-а все ждут в коридоре* ♫. *Потерпевшая, а вы в письменном виде оформите своё заявление.* *Вон адвокат вам может помочь.* *Вот лист бумаги возьмите* ♫.

Отличие от приведённого нами ранее примера (1) заключается в том, что там акцент ИК-3 использовался говорящим для связывания множественных тем фрагмента сложной синтаксической структуры, а конечное предложение выступало завершающей ремой множественных тем. При этом акцентоноситель ремы произносился с понижающимся акцентом ИК-1, свойственным завершению повествовательного предложения.

В новом примере (4) все выделенные полужирным конечные словоформы выступают акцентоносителями не темы, а ремы, и говорящий, делая сообщение или указание, должен был бы произносить их с понижением тона, маркируя конец предложения:

(5) (а) – *Значит, сейчас ↗ тогда суд удаляется на совещание ↘, для принятия решения ↘...* (б) *Ну, где-то ↗ минут через... 15–20 ↘ э-э-э будет решение суда. Э-э-э...* (в) *Пока-а ↗ все ждут в коридоре ↘.* (г) *Потерпевшая ↘, а вы ↗ в письменном виде ↘ оформите своё заявление.* (д) *Вон адвокат ↗ вам может помочь ↘.* (е) *Вот лист бумаги ↘ возьмите ↗.*

Как известно, понижение тона на акцентоносителе рематической составляющей выполняет локальную, то есть в пределах одного предложения, функцию, относящуюся к формированию отдельного речевого акта [3, с. 128, 137]. Повышение тона по типу ИК-3 на конечных словоформах, носителях рематического акцента, выполняет дискурсивную функцию поддержания связности текста, а в ситуации нашего судебного заседания – для указания незавершённости действия и его последующего продолжения. При совпадении акцентоносителя ремы и акцентоносителя незавершённости на одной словоформе, дискурсивное значение «подавляет» значение локальное.

Такой тип выражения коммуникативного и дискурсивного значений одной словоформой назван Т.Е. Янко синтетическим и прослеживается в предложениях (а), (б), (в) нашего примера (4). В последнем предложении (е) рематический акцент и акцент дискурсивной незавершённости приходятся на разные словоформы и относятся к типу, названному аналитическим [3, с. 128–129].

Возвращаясь к коммуникативной структуре первого предложения (а), необходимо отметить, что завершающая его конструкция – *для принятия решения* – является уточняющей ремой, которая рассматривается как частный случай контраста или разновидность контрастных рем [3, с. 140–141]. Таким образом, данное предложение иллюстрирует пример композиции на одной словоформе локальных коммуникативных значений – ремы и контраста, а также значения дискурсивной незавершённости.

В нашем примере (4) конечные словоформы являются различными членами предложения: локальным детерминантом (*на совещание ↗, в коридоре ↗*), несогласованным определением (*решение суда ↗*), сказуемым в императиве (*возьмите ↗*). (О конечном сказуемом как показателе незавершённости см. в монографии [3, с. 131–138].)

Таким образом, в судебном дискурсе, в ситуации полуформального общения, как и в разговорной речи, может использоваться интонационная стратегия поддержания связности текста с повышением тона по типу ИК-3 на конечной словоформе предложения. Помимо этого, говорящий обращается к данной стратегии для выражения незаконченности действия, для

разъяснения и указания о ходе предстоящих событий. Его речь может сопровождаться такими просодическими характеристиками, как паузы, растяжка гласных. Ожидание продолжения действия может оказаться длительным. Судя по приведённому примеру, после последнего произнесённого предложения «*Вот лист бумаги возьмите ↗.*» судья удаляется из зала заседания на 15–20 минут для написания заключительного обвинительного приговора.

## 6. СМЕЩЕНИЕ АКЦЕНТОНОСИТЕЛЕЙ ДИСКУРСИВНОЙ НЕЗАВЕРШЁННОСТИ

В разделе 3 мы приводили пример использования акцента ИК-6 для поддержания дискурсивной незавершённости в юридическом тексте нарративного типа изложения. Указанный акцент с семантикой перечисления предметов в определённом порядке и с необходимой полнотой вносил в сообщение оттенок монотонного, рутинного изложения.

В нашем новом примере аналогичная интонационная стратегия используется при зачитывании в имеющейся последовательности комплекта документов, представленных для судебного разбирательства:

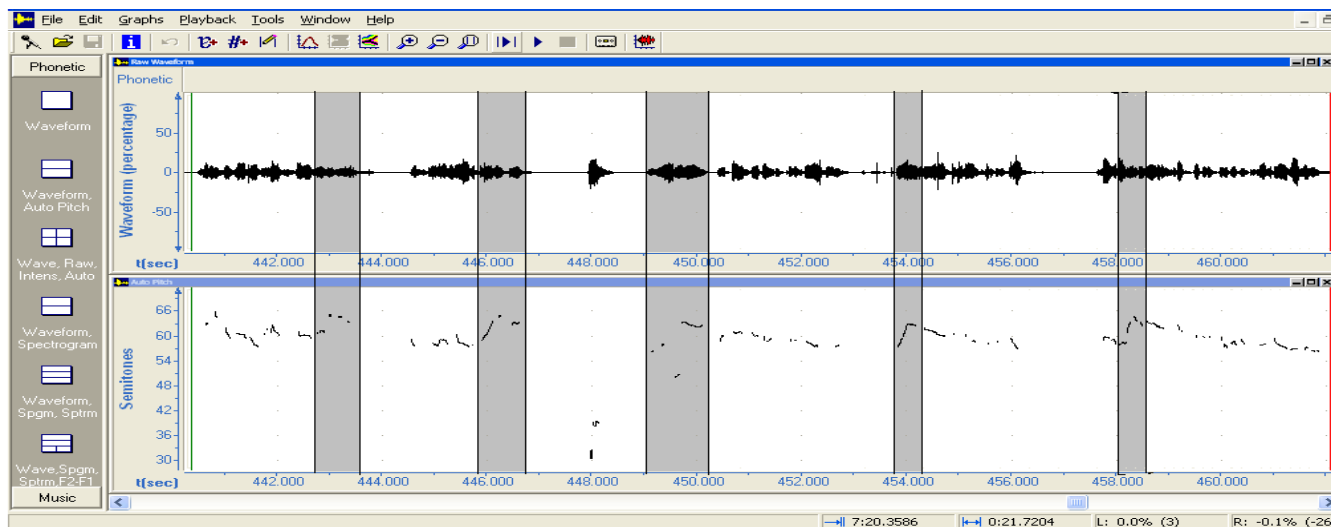
(6) *С у д я я: Оглашаются ↗ материалы дела ↘: <...> исковое заявле-е-ние ↗, первоначальные доку-ме-е-нты ↗, разреше-е-ние ↗ на установку металлического гаража, пла-а-ны ↗ земельных участков, устав, договоры аре-е-нды ↗ земельного участка, который истёк в 2008 году, копия завещания ↘.*

На *Тонограмме 7*, между курсорами, зафиксирован подъём тона на ударных слогах и последующее слабо нисходящее движение тона на заударных слогах словоформ-акцентоносителей по типу ИК-6.

В коммуникативной структуре предложения (6), оформленного в данном варианте как простое предложение, осложнённое группой однородных членов, выделяется тема *оглашаются ↗* и синтаксически сложная рема, включающая первую ремю – обобщающее словосочетание *материалы дела ↘* с рематическим падением тона ИК-1, паузой, двоеточием на письме – и вторую рематическую часть, не уточняющую, а раскрывающую содержание обобщающего понятия.

Вторая часть по форме представляет собой эллиптическую конструкцию с элиминированной темой и множественными ремами. Она образуется из ряда синтаксических составляющих, каждая из которых выражена именной группой, отделённой запятой на письме и акцентом дискурсивной незавершённости ИК-6 при произнесении. Акцентоноситель заключительной синтаксической составляющей – *копия завещания ↘* – произносится понижающимся тоном по типу ИК-1, маркируя конец предложения.

В этом примере обратим внимание на изменение правила выбора акцентоносителей ремы. Две первые синтаксические составляющие (*исковое заявление ↗* и *первоначальные документы ↗*) представляют собой атрибутивные словосочетания, в которых прилагательное предшествует существительному. Акцент приходится на конечные словоформы атрибутивной конструкции в соответствии с правилами расстановки акцентов в именных группах [3, с. 44; 5, с. 190; 7, с. 99].



Оглашаются материалы дела: исковое заявле-е-ниеГ, первоначальные докуме-е-нтыГ, разреше-е-ниеГ на установку металлического гаража, пла-а-ныГ земельных участков, устав, договоры аре-е-ндыГ земельного участка, который истёк в 2008 году, копия завещания.

Словоформы-акцентоносители атрибутивных конструкций одновременно выступают носителями акцента незавершённости, иллюстрируя синтетический тип оформления связности дискурса, когда акцентоноситель ремы и акцентоноситель незавершённости совпадают на одной словоформе.

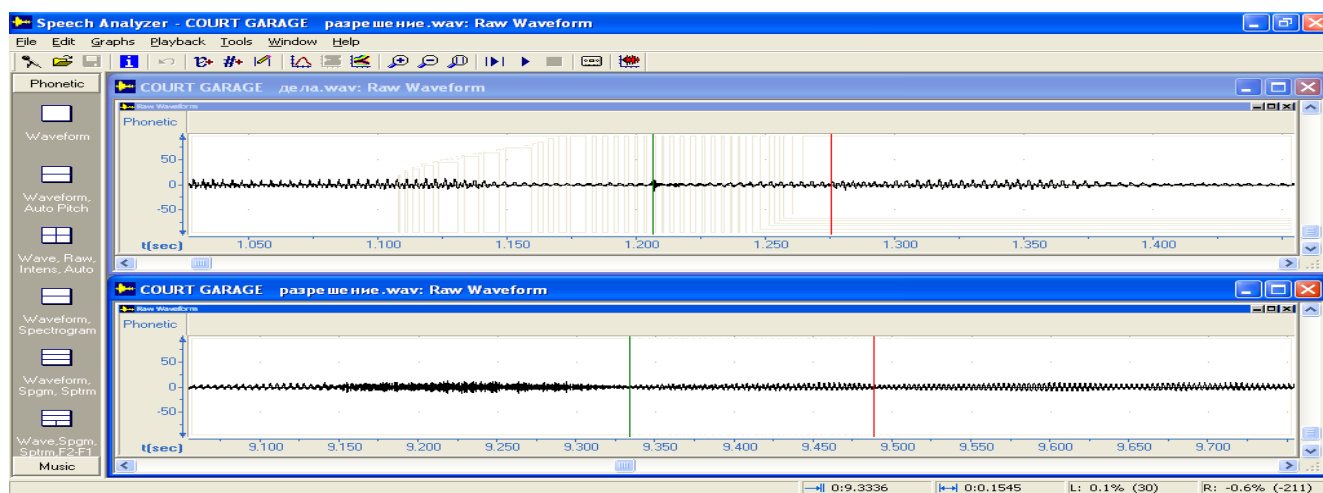
Последующие синтаксические составляющие (*разрешениеГ на установку металлического гаража, планыГ земельных участков, договоры арен-дыГ земельного участка*) представляют собой субстантивные словосочетания. Более сильное ударение в них, в соответствии с нормой, должна нести на себе предложно-падежная словоформа [3, с. 41; 7, с. 99–100]. То есть, согласно норме, указанные субстантивные словосочетания должны произноситься следующим образом: *разрешение на установку металлического гаража́, планы земельных уча́стков, договоры аренды земельного участка́*. Сдвиг нормативного акцента в спонтанной речи может объясняться следующими причинами. Во-первых, Н.Д. Светозарова отмечает, что, по ее наблюдениям, «общая тенденция устной речи к усилению начала речевой единицы, соединяясь с необходимостью просодическими средствами объединять слова в блоки, выражающие одно, но сложное понятие, ведёт к переакцентуации, к появлению иной модели просодического объединения – сильноначальной, наряду с сильноконечной» [5, с. 197–198]. Во-вторых, в контексте описанной ситуации, смещение акцентоносителей может объясняться прагматической установкой говорящего: при перечислении выделять наиболее значимые в смысловом отношении понятия, существенные для судебного расследования.

О наличии определённой прагматической установки говорящего свидетельствует и другая особенность речи – растягивание ударных слогов рематических акцентоносителей. (О различных функциях растяжки гласных см. [8, с. 145–148]).

Для визуального сравнения на *Осциллограмме* ниже представлены длительности ударных слогов двух акцентоносителей сложной ремы. На верхней панели курсорами отмечена длительность слога *де-*словоформы *дела*, произнесённой говорящим в обычном темпе. Длительность его составляет 0,0688 сек. На нижней панели курсорами ограничено звучание только одного растянутого ударного гласного *-е-* в словоформе *разреше-е-ние*. Длительность его равна 0,1782 сек. Звучание других ударных гласных акцентоносителей также перцептивно растянуто и отличается большей протяжённостью: *заяв-ле-е-ние* (0,1629 сек.), *доку-ме-е-нты* (0,1341 сек.), *а-ре-е-нды* (0,1068 сек.).

Используемый интонационный контур и более длительное звучание ударного слога акцентоносителя рем свойственны одному типу уникальных иллокутивных актов, который назван автором «интонацией ментальной деятельности» и который отражает средствами интонации различные мыслительные процессы – припоминание, недоумение, погружение в мечты [3, с. 109–110].

Происходящий в конкретной ситуации судебного заседания мыслительный процесс может выражать осмысление говорящим имеющихся документов для моделирования результата или исхода судебного расследования.



Таким образом, можно заключить, что в условиях определённой прагматической установки и в процессе ментальной деятельности, в спонтанной речи выступающего произошёл перенос нормативных акцентов ремы. Соответственно, при синтетическом, т.е. нерасчлнённом типе оформления связности дискурса, когда акцентоноситель ремы и акцентоноситель незавершённости совпадают на одной словоформе, также изменились носители акцента незавершённости.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проанализированных юридических текстов нарративного характера можно сделать следующее обобщение:

1. Синтаксическая структура предложений осложнена множеством определительных, пояснительных, уточняющих конструкций, отражающих основную черту официально-деловой речи – «точность, не допускающую инотолкования». Коммуникативная структура подобных сложных синтаксических комплексов строится по принципу множественных тем и конечной, завершающей всё предложение, ремы. Основной интонационной стратегией в сложных комплексах является стратегия незавершённости, поддержания связности нарративного текста.

2. В качестве средств, указывающих на текстовую незавершёность, были выявлены восходящие акценты ИК-3, ИК-6, нисходяще-восходящий акцент ИК-4 и падающий акцент ИК-2. Акценты различаются по своей семантике. Восходящий акцент ИК-3 является основным немаркированным акцентом незавершённости. В коммуникативной функции информирования акцент используется при чтении юридических текстов нарративного типа изложения и поддерживает связность множественных тем сложной коммуникативной структуры.

3. Восходящий акцент ИК-6 используется с семантикой перечисления предметов в определённой последовательности и с необходимой полнотой; акцент может вносить оттенок монотонного, рутинного изложения. Подобно предыдущему акценту, ИК-6

также связывает множественные темы коммуникативной структуры.

4. Нисходяще-восходящий акцент ИК-4 используется в функции незавершённости текста, связывая как тематические, так и рематические составляющие коммуникативной структуры. Помимо указанных в разделе значений – контраста, сопоставления, противопоставления, выбора из упорядоченного множества, семантика акцента может выражать очерёдность осуществления происходящего, а при описании целенаправленных действий – ожидание последующего изложения этих действий.

5. Падающий акцент ИК-2 выражает «усиленную интенсивность» речи говорящего. Зафиксированный в нерегулярном использовании – в функции дискурсивной незавершённости, ИК-2 подавляет другие, свойственные данной функции акценты ИК-3, ИК-4 и ИК-6. Подобное явление названо «экспансией ИК-2» [6, с. 299].

6. В разговорной речи и в ситуации полупормального общения интонационная стратегия с акцентом ИК-3 на акцентоносителе ремы может указывать на незаконченность происходящих действий. Подобное использование отмечено в предложениях несложной синтаксической структуры и нейтральной коммуникативной структуры, когда тема каждого отдельного предложения предшествует реме.

7. В процессе мыслительной деятельности или следуя определённой прагматической установке, говорящий может спонтанно изменять рематические акценты коммуникативной структуры. При этом происходит смещение носителей акцента дискурсивной незавершённости.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бергельсон М.Б. Социокультурная мотивированность нарративов // Труды международной конференции «Диалог 2007». – М., 2007. – С. 38–43.
2. Кожина М.Н. Стилистика русского языка. – М.: Просвещение, 1983. – 223 с.

3. Янко Т.Е. Интонационные стратегии русской речи в сопоставительном аспекте. – М.: Языки славянских культур, 2008. – 312 с.
4. Брызгунова Е.А. Интонация // Русская грамматика. Т. 1. – М.: Наука, 1980. – С. 96–122.
5. Светозарова Н.Д. Акцентно-ритмические инновации в русской спонтанной речи // Проблемы фонетики. Вып. I. – М., 1993. – С. 189–199.
6. Янко Т.Е. Материалы к речевому портрету лектора и диктора. Элементы русской просодии // Семантика и прагматика языковых единиц / ред. Е.А. Земская, А.Н. Еремин. – Калуга, 2004. – С. 298–309.
7. Ковтунова И.И. Современный русский язык / Порядок слов и актуальное членение предложения. – М.: Просвещение, 1976. – 240 с.
8. Барина Г.А. Некоторые особенности интонации разговорной речи // Русская разговорная речь. – М.: Наука, 1973. – С. 129–150.

*Материал поступил в редакцию 14.01.16.*

#### **Сведения об авторе**

**САВИНИЧ Людмила Владимировна** – кандидат филологических наук, старший научный сотрудник Института передачи информации им. А.А. Харкевича РАН.

e-mail: savinitch@iitp.ru