

# НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

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

---

Издается с 1961 г.

№ 8

Москва 2014

---

## ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

---

УДК 002 : 001.891

И.А. Либкинд

### Определение научного уровня заданной совокупности публикаций\*

*Излагается подход, методы и алгоритмы для определения научного уровня заданной совокупности публикаций. Научный уровень определяется как по отношению к конкретным тематическим разделам (категориям Web of Science), так и как некоторый интегральный показатель по отношению ко всему спектру тематик, которым соответствуют публикации из заданного массива. В качестве исходных данных используются публикации, индексируемые в Web of Science (WoS), а также важнейшие элементы данных, описывающие конкретные публикации: журналы, в которых они опубликованы; места работы авторов, научные фонды, поддерживавшие эти публикации и т.д. В качестве исходных показателей используются ставшие уже классическими библиометрические показатели: число публикаций, значения импакт-фактора журнала, значения агрегированного импакт-фактора тематической категории WoS. Вводятся показатели, производные от классических. Расчет научного уровня основывается на совместном применении производных и классических библиометрических показателей. Приводятся примеры результатов расчета научного уровня.*

**Ключевые слова:** публикационная активность, библиометрические показатели, научный уровень, Web of Science, тематическая категория WoS, Journal Citation Reports, средневзвешенный импакт-фактор

---

\* Работа поддержана грантом Российского гуманитарного научного фонда (проект М-02-00135)

## ВВЕДЕНИЕ

Нет необходимости детально обосновывать важность и актуальность проблемы оценки публикационной активности исследовательских коллективов и научного уровня того или иного массива публикаций. Достаточно сказать, что в настоящее время финансирование исследовательских организаций, проектов, направлений исследований в значительной степени зависит от оценки этого уровня. Причем в этом качестве все чаще используются такие показатели, как значения импакт-фактора журналов, в которых публикуются ученые данной организации (страны и т.д.), число ссылок в расчете на одну публикацию\*, индекс Хирша и т.п. [1–3]. В методическом приложении к Постановлению № 979 от 01.11.2013 г. Председателя Правительства РФ Д. Медведева «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2009 г. № 312» (<http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=613a30f8-1475-4d9a-a6a3-75df1501be7a>) отмечается, что научные организации и вузы должны предоставлять сведения за последний пятилетний период о числе публикаций организации в Web of Science и SCOPUS, их цитируемости и значениях импакт-фактора научных журналов, в которых эти работы были опубликованы. Отметим, что в одном из наиболее престижных рейтингов университетов – Шанхайском рейтинге (ARWU) эти показатели составляют около 70% баллов, присуждаемых университету. Лейденский рейтинг, публикуемый с 2008 г., полностью основан на библиометрических показателях. Не отрицая важности приведенных выше показателей, следует, однако, указать на их недостаточность и, что нередко бывает, не совсем корректное применение этих показателей для оценки научного уровня исследований.

Действительно, ни абсолютные значения импакт-фактора журналов, в которых опубликованы работы данной научной организации (другой структурной, организационной или географической единицы), ни суммарное число ссылок на работы этой организации, ни среднее число ссылок в расчете на одну публикацию не являются достаточными при создании методики для формальной (количественной) оценки научного уровня этих работ (напомним, что именно эта задача поставлена в настоящей работе). Дело в том, что, как известно, в различных областях науки и/или направлениях исследований принята различная практика (и этика) цитирования. Далее, в различных направлениях исследований в мире (в стране и т.д.) принимают участие неравное число исследователей, а, следовательно, и неравное число цитирующих ав-

торов. Все это существенным образом сказывается на значениях импакт-фактора соответствующих журналов и на значениях агрегированного импакт-фактора тематических категорий WoS, а также на значениях индекса Хирша. Так, если в категории WoS «Прикладная математика» (247 журналов в Journal Citation Reports – JCR) медианное значение импакт-фактора журнала меньше 1 (немногим более 0,8), то для тематической категории «Сердечно-сосудистые системы» (124 журнала в JCR) соответствующее значение почти в 3 раза больше (близко к 2,4). Сравнение по значениям агрегированного импакт-фактора этих категорий дает еще более разительное различие: 1,080 и 3,847 соответственно. Очевидно, что «глобальное» сравнение по значению импакт-фактора здесь оказывается совершенно некорректным (см. также сноску 1).

В настоящей статье излагается подход, методика, приводится комплекс производных наукометрических показателей и алгоритмы для расчета научного уровня некоторого заданного массива публикаций. Предлагаемые производные показатели основываются на таких ставших уже классическими показателях, как число публикаций, импакт-фактор журнала и агрегированный импакт-фактор тематической категории Web of Science. Этот подход и методика, а также комплекс показателей были разработаны автором совместно с группой коллег (В.А. Маркусова, А.Н. Либкинд и Ю.С. Богачев). Следует сказать, что излагаемая методика и некоторые из этих показателей частично описаны в предыдущих наших работах [4–9]. Однако указанные описания все же фрагментарны и не достаточно полны, что и вызвало потребность в более систематическом изложении.

Ниже описан комплекс показателей, последовательное применение которых позволяет, как нам представляется, в значительной степени решить проблему количественной (формальной) оценки научного уровня исследований в том или ином научном направлении, осуществляемых в той или иной организации, регионе, стране в целом. Подчеркнем, что речь идет именно о формальной, а не содержательной оценке этого уровня: последнее слово, естественно, остается за экспертами в данной области исследований. Предлагаемый же здесь формальный инструментарий, вернее, результаты его применения могут выявить наиболее перспективные направления исследований, выполняемых в данной организации, регионе, стране. Или, напротив, обнаружить те направления, которые стагнируют, теряют актуальность либо нуждаются в дополнительном к себе внимании и поддержке.

Отметим, что речь здесь идет о применении описанных ниже показателей только для оценки научного уровня. При этом некоторые из этих показателей могут быть использованы и для оценки масштабов исследований, а также при оценке степени влияния этих исследований на отечественную и/или мировую науку.

Предлагаемый комплекс показателей и их корректное применение представляют собой комплексную, достаточно целостную и непротиворечивую методику. Эта методика была неоднократно применена для оценки состояния исследований в различных

\* Безусловно, очень большое число ссылок на конкретную работу является, как правило, указанием на то, что в этой работе была решена некоторая важная задача и/или поставлена очень серьезная проблема. Но это касается именно конкретной работы. Однако в случае совокупности статей, используя значение среднего числа ссылок на одну статью, всегда необходимо учитывать, к какой области или направлению исследований относится рассматриваемая совокупность публикаций. В значительной степени это справедливо и в отношении индекса Хирша и других библиометрических показателей и индексов.

отечественных организациях, регионах и направлениях исследований [5–9]. При этом методика основывается на ставшем уже классическим библиометрическом подходе и, естественно, предполагает использование соответствующих библиографических и сопутствующих им исходных данных, а также применение соответствующих показателей.

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИСХОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

**Исходные данные:** анализируемые библиографические описания публикаций (статьи и обзоры, далее, для краткости – статьи), а также дополнительные данные (адреса организаций, страна, научные фонды). Такой массив данных может быть сформирован в результате поиска по выбранным параметрам (ключевые слова, или страна, или организация и т.п.) в информационной системе WoS. Описание процесса импорта (выгрузки) и обработки массива (реструктуризации, идентификации и т.д.) выходит за рамки задач настоящей статьи.

**Основные элементы данных, содержащиеся в массиве и используемые для определения научного уровня:** название организации/места работы авторов; город, страна; название и ISSN журнала; номер гранта (исследовательского проекта), поддержанного научными фондами или агентствами (далее – фонды); название фонда; названия тематических категорий WoS, к которой относится та или иная статья из данного массива.

**Исходные показатели:** значения 2-летнего импакт-фактора журналов [1], в которых опубликованы статьи из данного массива; агрегированный импакт-фактор тематических категорий WoS, к которым отнесены публикации из конкретного массива (эти данные приводятся в ежегодных выпусках JCR). Напомним, что физический смысл этих показателей состоит в том, что они оценивают среднее число ссылок в заданном году на одну статью, опубликованную (некоторым журналом или в рамках некоторой тематической категории WoS) в течение 2-летнего периода, предшествующего заданному году.

## 2. ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

- Ожидаемый отклик на подмассив статей из заданного массива, которые опубликованы в данном журнале и соответствуют данной категории WoS;
- Ожидаемый отклик на подмассив всех статей из данного массива, которые соответствуют данной категории WoS;
- Ожидаемый отклик на подмассив статей из данного массива, которые опубликованы в данном журнале и соответствуют различным предметным категориям WoS;
- Суммарный ожидаемый отклик на все статьи из данного массива;
- Средневзвешенный импакт-фактор подмассива статей из данного массива, которые соответствуют заданной категории WoS;
- Средневзвешенный импакт-фактор заданного массива статей;

- Научный уровень подмассива всех статей из заданного массива, которые соответствуют данной конкретной категории WoS. Определяется по отношению к мировым публикациям в этой конкретной категории WoS;

- Ожидаемый агрегированный отклик на подмассив всех тех статей из заданного массива, которые соответствуют данной категории WoS (промежуточный показатель; используется только для расчета обобщенного научного уровня статей из заданного массива);

- Суммарный ожидаемый агрегированный отклик на все статьи заданного массива;

- Квази-суммарные показатели: квази-суммарное число статей в заданном массиве, квази-суммарный ожидаемый отклик на статьи из заданного массива, квази-суммарный агрегированный ожидаемый отклик на статьи из заданного массива (промежуточные показатели; используются только для расчета обобщенного научного уровня статей из заданного массива);

- Средневзвешенный агрегированный импакт-фактор заданного массива статей;

- Обобщенный научный уровень заданного массива публикаций в ситуации, когда научный уровень необходимо определить не по отношению к конкретной категории WoS, а по отношению к некоторому мировому подмассиву статей, который по своей тематической структуре (в соответствующих пропорциях) аналогичен заданному (рассматриваемому, реальному) массиву.

Кратко поясним «физический смысл» предложенных выше производных показателей. Соответствующие алгоритмы и формулы их расчета приводятся в разделах 3.1. и 3.2.

**а) Ожидаемый отклик** – представляет собой оценку суммарного числа ссылок в заданном году на некоторый заданный массив статей, опубликованных в течение двух лет, предшествующих заданному году. Следует подчеркнуть, что речь действительно идет только об *оценке* числа ссылок, а не о фактическом значении этого числа. На это указывает и название этого показателя – «ожидаемый отклик». Вычисляется с учетом количества статей из данного массива (подмассива), опубликованных в данном журнале, и импакт-фактора каждого такого журнала. Вычисление достигается последовательным проведением расчетов, выполняемых согласно пп. б–д, приведенным ниже.

**б) Ожидаемый отклик на подмассив тех статей из данного массива, которые опубликованы в данном журнале и соответствуют данной категории WoS.** Представляет собой произведение числа этих статей на значение импакт-фактора журнала, в котором они опубликованы.

**в) Ожидаемый отклик на подмассив всех тех статей из данного массива, которые соответствуют данной категории WoS.** Представляет собой сумму значений ожидаемого отклика (п. б), взятую по всем журналам, статьи из которых соответствуют данной категории WoS.

**г) Ожидаемый отклик на все те статьи из данного массива, которые опубликованы в данном журнале.** Представляет собой произведение числа всех

тех статей из данного журнала, которые включены в заданный массив, на значение импакт-фактора этого журнала.

д) Суммарный ожидаемый отклик на весь заданный массив статей. Представляет собой сумму значений предыдущего показателя (п. г).

е) Средневзвешенный импакт-фактор подмассива всех тех статей из заданного массива, которые соответствуют данной категории WoS. Представляет собой результат деления: в числителе – значения ожидаемого отклика на указанный подмассив статей (п. в), в знаменателе – число статей в этом подмассиве.

ж) Средневзвешенный импакт-фактор заданного массива публикаций. Представляет собой результат деления суммарного ожидаемого отклика на статьи из данного массива на общее число статей в массиве. Физический смысл этого показателя аналогичен физическому смыслу импакт-фактора журнала (если рассматривать данный массив как некоторый аналог журнала). Используется при вычислении обобщенного научного уровня заданного массива, хотя в ряде случаев целесообразно использовать и как самостоятельный показатель.

з) Квази-суммарное число статей в заданном массиве. Представляет собой сумму числа статей, взятую по всем тем категориям WoS, которым соответствуют статьи из этого массива. Поскольку одна и та же статья может одновременно соответствовать двум и более категориям (т.е. распределение статей по тематическим категориям в общем случае является не разбиением, а покрытием множества), то полученное число может оказаться большим, чем реальное число статей в массиве. Именно поэтому мы называем эту сумму квази-суммарным числом статей. Этот показатель не имеет самостоятельного значения – он необходим для вычисления обобщенного научного уровня статей заданного массива.

и) Ожидаемый агрегированный отклик на подмассив тех статей из заданного массива, которые соответствуют данной категории WoS. Представляет собой значение ожидаемого отклика на этот подмассив в предположении, что средневзвешенный импакт-фактор этого подмассива статей равен значению агрегированного импакт-фактора указанной категории.

к) Квази-суммарный ожидаемый агрегированный отклик на заданный массив статей. Представляет собой сумму значений ожидаемого агрегированного отклика на подмассив тех статей из заданного массива, которые соответствуют данной категории WoS (п. и), взятую по всем тем категориям, которым соответствуют статьи из данного массива.

л) Средневзвешенный агрегированный импакт-фактор заданного массива статей. Представляет собой результат деления, в числителе которого – значение квази-суммарного ожидаемого агрегированного отклика на все статьи массива, а в знаменателе – значение квази-суммарного числа статей этого массива.

м) Обобщенный научный уровень заданного массива публикаций. Представляет собой результат деления значения средневзвешенного импакт-фактора заданного массива (п. ж) на значение средневзвешенного агрегированного импакт-фактора этого массива (п. л).

### 3. ПРИНЦИПЫ И АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА НАУЧНОГО УРОВНЯ

#### 3.1. Научный уровень по отношению к конкретной категории WoS

Идея определения научного уровня по отношению к мировому в данной категории WoS достаточно проста и состоит в сопоставлении значения средневзвешенного импакт-фактора тех статей из заданного массива, которые соответствуют данной категории WoS, со значением агрегированного импакт-фактора этой категории.

В качестве таких наборов статей ( $P_{Select}$ ) могут, в частности, выступать:

- ✓ Массив статей данной организации;
- ✓ Массив всех тех статей данной организации, каждая из которых поддержана одним или более фондами;
- ✓ Массив всех тех статей, каждая из которых поддержана фондами данной страны;
- ✓ Массив всех тех статей данной организации, каждая из которых поддержана некоторым конкретным фондом.
- ✓ Массив всех тех статей данной организации, которые выполнены в соавторстве с некоторой другой конкретной организацией, с отечественными и/или зарубежными организациями.

До тех пор, пока мы остаемся в рамках конкретных категорий WoS, задача определения научного уровня является достаточно несложной и сводится к следующему:

3.1.1. Осуществляем распределение (группировку) статей по журналам и – внутри каждого журнала – по тем тематическим категориям WoS, которым соответствует та или иная статья из данного журнала. Группируя по категориям статьи в журнале  $j$ , мы тем самым приписываем каждой категории число тех статей  $m_{j,l}$ , которые попали в данную категорию  $l$  из журнала  $j$ .

3.1.2. Вычисляем ожидаемый отклик  $ER_{j,l}$  на каждую сформированную таким образом группу  $Gr_{j,l}$  статей. Для этого умножим значение импакт-фактора  $IF_j$  данного ( $j$ -го) журнала на число статей  $m_{j,l}$  в группе  $Gr_{j,l}$ :

$$ER_{j,l} = IF_j * m_{j,l}. \quad (1)$$

3.1.3. Вычисляем суммарный ожидаемый отклик  $ER_l$  на все статьи, которые соответствуют категории  $l$  в массиве  $P_{Select}$ . С этой целью суммируем ожидаемый отклик  $ER_{j,l}$  по всем тем журналам, статьи из которых попали в данную категорию  $l$ :

$$ER_l = \sum_{j=1}^n ER_{j,l}, \quad (2)$$

где  $n$  – число журналов, статьи из которых попали в данную ( $l$ -ю) категорию.

3.1.4. Определяем суммарное число статей  $s_l$  в данной категории  $l$ . Эти статьи образуют подмассив  $Gr_l$ :

$$s_l = \sum_{j=1}^n m_{j,l}, \quad (3)$$

где  $n$  – число журналов, статьи из которых попали в категорию  $l$ .

3.1.5. Определяем значение средневзвешенного импакт-фактора  $Weigt\_IF_l$  подмассива  $Gr_l$ , т.е. того подмассива статей, которые попали в данную тематическую категорию  $l$ . С этой целью разделим суммарный ожидаемый отклик  $ER_l$  подмассива статей  $Gr_l$  на число этих статей  $s_l$  в этом подмассиве:

$$Weigt\_IF_l = \frac{ER_l}{s_l}. \quad (4)$$

Подчеркнем, что показатель  $Weigt\_IF_l$  учитывает как значения импакт-фактора тех журналов, статьи из которых попали в категорию  $l$ , так и число таких статей из каждого журнала.

3.1.6. Определяем значение научного уровня  $Lev_l$  подмассива статей  $Gr_l$ , которые попали в данную тематическую категорию  $l$ . Научный уровень  $Lev_l$  определяется как отношение значения средневзвешенного импакт-фактора  $Weigt\_IF_l$  статей, попавших в данную категорию  $l$ , к значению агрегированного импакт-фактора этой категории  $Agg\_IF_l$  (значения  $Agg\_IF_l$  приводятся для соответствующих тематических категорий WoS в JCR и обозначаются в этом ресурсе как Aggregate Impact Factor):

$$Lev_l = \frac{Weigt\_IF_l}{Agg\_IF_l}. \quad (5)$$

Отметим, что если значение научного уровня для данного массива (данной организации) в данном направлении (данной категории WoS) оказывается существенно ниже единицы, то это может указывать на недостаточный научный уровень исследований в данном направлении. При значениях, близких к единице, можно говорить, что эти исследования находятся на мировом уровне (или на уровне исследований, проводящихся в стране, регионе и т.п.<sup>†</sup>). В случае, когда значения этого показателя заметно превышают единицу, появляются основания утверждать, что научный уровень этих исследований очень высок.

## 3.2. Обобщенный научный уровень

Ситуация оказывается более сложной в случаях, когда необходимо определить некоторый обобщенный научный уровень  $Lev_{M_{Select}}$  выбранного массива статей  $P_{Select}$ . То есть, когда необходимо определить

научный уровень заданного массива статей по отношению к среднему мировому уровню не в конкретной тематической категории WoS, а по отношению ко всем тем категориям, по которым оказались распределены эти статьи. Именно для таких случаев мы вводим понятие средневзвешенного агрегированного импакт-фактора заданного массива статей ( $Weigt\_Aggr\_IF_{M_{Select}}$ ). Этот показатель учитывает как значения агрегированного импакт-фактора каждой категории, в которую попали статьи из заданного массива  $P_{Select}$ , так и число (вес) таких статей в соответствующей категории. Именно поэтому этот показатель мы назвали средневзвешенным агрегированным импакт-фактором.

Кратко изложим алгоритм определения обобщенного научного уровня  $Lev_{P_{Select}}$ .

3.2.1. Определим квази-суммарный ожидаемый отклик  $q\_ER_{P_{Select}}$  на все статьи массива  $P_{Select}$ :

$$q\_ER_{P_{Select}} = \sum_{l=1}^k ER_l, \quad (6)$$

где  $k$  – число категорий, по которым распределены статьи из массива  $P_{Select}$ . Показатель  $q\_ER_{P_{Select}}$  получил префикс «квази» потому, что значения этого показателя могут быть выше фактического суммарного отклика (напомним, что одна и та же публикация может соответствовать нескольким категориям).

3.2.3. Определим квази-суммарное число статей  $q\_m_{P_{Select}}$  в массиве  $P_{Select}$ :

$$q\_m_{P_{Select}} = \sum_l m_{j,l}.$$

3.2.4. Разделим квази-суммарный ожидаемый отклик  $q\_ER_{P_{Select}}$  на квази-суммарное число статей  $q\_m_{P_{Select}}$ . Получим значение средневзвешенного импакт-фактора  $Weigt\_IF_{P_{Select}}$  всего массива  $P_{Select}$ :

$$Weigt\_IF_{P_{Select}} = \frac{q\_ER_{P_{Select}}}{q\_m_{P_{Select}}} \quad (7)$$

3.2.5. Определим значение ожидаемого агрегированного отклика  $Aggr\_ER_{l,s}$  подмассива тех статей из массива  $P_{Select}$ , которые попали в категорию  $l$ , в предположении, что все эти статьи опубликованы в журналах, значение импакт-фактора каждого из которых равно значению агрегированного импакт-фактора этой категории  $Agg\_IF_l$ , т.е., в предположении, что их научный уровень равен мировому в данном направлении исследований:

$$Aggr\_ER_{l,s} = Agg\_IF_l * s_l, \quad (8)$$

где  $Agg\_IF_l$  – значение агрегированного импакт-фактора категории  $l$  согласно JCR.

3.2.6. Вычислим значение квази-суммарного ожидаемого агрегированного отклика  $q\_Aggr\_ER_{P_{Select}}$ :

$$q\_Aggr\_ER_{P_{Select}} = \sum_{l=1}^k Aggr\_ER_{l,s}. \quad (9)$$

<sup>†</sup> В случаях сравнения научного уровня заданного массива публикаций с уровнем некоторой страны или некоторого региона, потребуются осуществить более сложные расчеты, которые в настоящей статье не приводятся из опасения существенно затемнить настоящий текст.

3.2.7. Рассчитаем значение средневзвешенного агрегированного импакт-фактора  $Weight\_Aggr\_IF_{P_{Select}}$  всего массива  $P_{Select}$ . Этот показатель является отношением квази-суммарного ожидаемого агрегированного отклика  $q\_Aggr\_ER_{P_{Select}}$  на все статьи массива  $P_{Select}$  к квази-суммарному числу  $q\_m_{P_{Select}}$  статей этого массива:

$$Weight\_Aggr\_IF_{P_{Select}} = \frac{q\_Aggr\_ER_{P_{Select}}}{q\_m_{P_{Select}}}. \quad (10)$$

3.2.7. И, наконец, вычислим значение обобщенного научного уровня  $Gen\_Lev_{P_{Select}}$  массива публикаций  $P_{Select}$ . Этот показатель является отношением средневзвешенного импакт-фактора  $Weight\_IF_{P_{Select}}$  массива  $P_{Select}$  к средневзвешенному агрегированному импакт-фактору  $Weight\_Agg\_IF_{P_{Select}}$  этого массива:

$$Gen\_Lev_{P_{Select}} = \frac{Weight\_IF_{P_{Select}}}{Weight\_Agg\_IF_{P_{Select}}}. \quad (11)$$

Как и случае определения научного уровня статей для данной тематической категории WoS, если численное значение обобщенного научного уровня для данного массива (данной организации, города, региона, страны, научного фонда, статей данной организации, опубликованных в соавторстве с другими организациями, странами и т.п.) оказывается существенно ниже единицы, то это может указывать на недостаточный научный уровень исследований, соответствующих данному массиву. При значениях, близких к единице, можно говорить, что эти исследования находятся на мировом уровне (или на уровне исследований, проводящихся в стране, регионе и т.п.). В случае, когда значения этого показателя заметно превышают единицу, появляются основания утверждать, что научный уровень этих исследований очень высок.

#### 4. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МЕТОДИКИ

В качестве первого примера выберем две тематические категории WoS: «Астрономия и астрофизика» и «Клеточная биология». Зададимся целью определить, в какой степени наличие или отсутствие конкурсного финансирования влияет на научный уровень российских исследований в этих направлениях, а также попытаемся определить характер изменения научного уровня в зависимости от того, какими фондами (отечественными или зарубежными) были поддержаны соответствующие исследования (табл. 1).

В качестве второго примера определим влияние конкурсного финансирования на обобщенный науч-

ный уровень исследований МГУ им. М.В. Ломоносова (табл. 2). Расчет результатов для табл. 1 выполнялся по данным о статьях, журналах и категориях WoS, прошедших соответствующую обработку (нормализация, идентификация и пр.) В частности, в результате операций группировки определяется количество статей в каждом журнале, соответствующих данной категории, и ожидаемый отклик на эти статьи. На следующем этапе, также с помощью операций группировки, суммируется количество статей по всем журналам данной категории, полученное на предыдущем этапе по всей категории, а также суммируется ожидаемый отклик (т.е. суммируются соответствующие данные, полученные на предыдущем этапе). Отношение второй суммы (суммарный ожидаемый отклик) к первой (суммарное количество статей) даст нам значение средневзвешенного импакт-фактора, а отношение значения средневзвешенного импакт-фактора к значению агрегированного импакт-фактора категории даст значение научного уровня статей заданного массива (подмассива) в данной категории. Аналогичным образом рассчитывались и данные для табл. 2. Однако примененный алгоритм был существенно сложнее (в частности, за счет применения методов тройной группировки).

В настоящей статье не ставится задача детального анализа влияния конкурсного финансирования на научный уровень. Тем не менее данные, представленные в табл. 1 и табл. 2, дают нам основание утверждать, что конкурсное финансирование оказывает существенное влияние на повышение уровня исследований. А если быть более точным, то следует говорить, что научные фонды отбирают такие проекты, которые в конечном итоге действительно обладают более высоким научным уровнем.

Еще одно небольшое замечание. Тот факт, что научный уровень тех исследований, которые поддерживаются российскими фондами, как правило, уступает показателю, характеризующему фонды зарубежные, еще не говорит о некачественном отборе проектов отечественными фондами. Дело в том, что основная задача отечественных фондов состоит в поддержке российской науки и они стремятся охватить как можно большое число российских исследований. Зарубежные фонды при поддержке российских исследований могут руководствоваться несколько иными соображениями. А именно, поддержать те из российских исследований, которые соответствуют основным направлениям этих фондов и, более того, можно предположить, – только те, которые удовлетворяют интересам соответствующих стран. Не исключено, что в результате анализа всего массива проектов, поддержанных, например, фондами США, показатель научного уровня этих проектов окажется ниже, чем показал наш анализ в отношении фондов этой страны.

Расчет научного уровня статей для заданной категории (массив российских публикаций за 2010–2011 гг., отраженных в SCIE)

Заданный массив (подмассив) статей	Тематические категории WoS, показатели и их значение									
	Астрономия и астрофизика				Клеточная биология					
	Число статей	Ожидаемый суммарный отклик	Средневзвешенный импакт-фактор	Агрегированный импакт-фактор категории	Научный уровень	Число статей	Ожидаемый суммарный отклик	Средневзвешенный импакт-фактор	Агрегированный импакт-фактор категории	Научный уровень
Массив статей российских авторов за 2010–2011 гг., в т.ч.:	2320	6916,2	2,980	4,247	0,70	487	1551,5	3,186	6,036	0,53
подмассив статей, не поддержанных ни одним фондом	646	1369,1	2,120	4,247	0,50	278	683,3	2,458	6,036	0,41
подмассив статей, поддержанных любыми (отечественными и/или зарубежными) фондами	1674	5542,2	3,310	4,247	0,78	209	868,2	4,154	6,036	0,69
подмассив статей, каждая из которых поддержана отечественными фондами (поддержка зарубежными фондами не обязательна, но не исключается)	1340	4100,1	3,060	4,247	0,72	166	657,3	3,960	6,036	0,66
подмассив статей, каждая из которых поддержана фондами США (поддержка фондами других стран не обязательна, но не исключается)	1048	5094,9	4,862	4,247	1,14	39	221,0	5,668	6,036	0,94
подмассив статей, каждая из которых поддержана фондами Германии (поддержка фондами других стран не обязательна, но не исключается)	338	1577	4,670	4,247	1,10	17	91,6	5,389	6,036	0,89
подмассив статей, каждая из которых поддержана фондами Франции (поддержка фондами других стран не обязательна, но не исключается)	168	801,3	4,770	4,247	1,12	8	64,6	8,072	6,036	1,34
подмассив статей, каждая из которых в обязательном порядке поддержана фондами США, Германии и Франции (поддержка фондами других стран не обязательна, но не исключается)	124	614,6	4,956	4,247	1,17	0	-	-	6,036	-

**Зависимость обобщенного научного уровня статей МГУ им. М.В. Ломоносова от степени и характера их поддержки научными фондами (2010–2011 гг.)**

Массив (подмассив) статей	Число статей	Средне-взвешенный импакт-фактор	Средне-взвешенный агрегированный импакт-фактор	Обобщенный научный уровень
Массив статей МГУ им. М.В. Ломоносова за 2010–2011 гг., в т.ч:	6471	1,827	2,635	0,69
подмассив статей, не поддержанных ни одним фондом	2347	1,619	2,607	0,62
подмассив статей, поддержанных любыми (отечественными и/или зарубежными) фондами	4124	1,948	2,652	0,73
подмассив статей, каждая из которых поддержана отечественными фондами (поддержка зарубежными фондами не обязательна, но не исключается)	3665	1,749	2,608	0,67
подмассив статей, каждая из которых поддержана фондами США (поддержка фондами других стран не обязательна, но не исключается)	460	3,761	3,144	1,20
подмассив статей, каждая из которых поддержана фондами Германии (поддержка фондами других стран не обязательна, но не исключается)	442	3,688	3,020	1,22
подмассив статей, каждая из которых поддержана фондами Франции (поддержка фондами других стран не обязательна, но не исключается)	204	3,776	2,900	1,30
подмассив статей, каждая из которых в обязательном порядке поддержана фондами США, Германии и Франции (поддержка фондами других стран не обязательна, но не исключается)	91	5,306	3,351	1,58

## ВЫВОДЫ

Предложена методика для формального определения научного уровня заданной совокупности публикаций. В качестве такой совокупности могут выступать публикации исследовательского коллектива, конкретной организации, города, региона и т.д. Методика основывается на использовании как классических библиометрических показателей (число публикаций, импакт-фактор журнала, агрегированный импакт-фактор тематической категории), так и предложенных показателей (ожидаемый отклик, средне-взвешенный импакт-фактор заданной совокупности публикаций и т.д.), которые являются производными от классических. При практическом применении методики в качестве исходных данных следует использовать публикации, зарегистрированные в Web of Science, а также данные о журналах и тематических категориях, содержащихся в Journal Citation Reports.

Изложенная методика была использована в ряде исследований. При применении методики важно иметь в виду, что результаты оказываются надежными только в случае относительно большого количества публикаций, насчитывающих по крайней мере несколько десятков статей. Следует также учитывать,

что получаемые результаты являются чисто формальной оценкой и могут служить только отправной точкой для содержательного анализа состояния исследований в той или иной организации, регионе, научном направлении и т.п.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Garfield E. The history and meaning of the journal impact factor // JAMA-Journal of the American Medical Association. – 2006. – Vol. 295, № 1. – P. 90–93.
2. Гиляревский Р.С., Мульченко З.М., Терехин А.Т., Черный А.И. Опыт изучения Science Citation Index // Прикладная документалистика / АН СССР. Науч. совет по кибернетике. – М.: Наука, 1968. – С. 32–53.
3. Bensman S.J. Garfield and the impact factor // Annual Review of Information Science and Technology. – 2007. – Vol. 41. – P. 93–155.
4. Aversa E., Markusova V. Bibliometric Indicators and their Impact on Russian University Rankings // COLLNET Journal of Scientometrics and Information management. – 2010. – Vol. 4, № 1. – P. 1–8.

5. Markusova V.A., Libkind A.N., Mindeli L.E., Jansz M. Bibliometric performance in two main research domains: the Russian Academy of Sciences and the Higher Education sector // 9th International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics (WIS) and 14th COLLNET Meeting. August 15–17, 2013. Tartu, Estonia.
6. Маркусова В.А., Либкинд А.Н., Крылова Т.А., Либкинд И.А., Богачев Д.Ю. Фундаментальные исследования в Новосибирском регионе: библиометрический анализ 2004–2009 гг. // Научно-техническая информация. Сер.1. – 2011. – № 7. – С. 30–42.
7. Markusova V.A., Libkind A.N., Varshavsky A.E., Libkind I.A., Jansz M. Trends in Russian research output in post-soviet era // Scientometrics. – 2009. – Vol. 89, № 2. – P. 249–260.
8. Богачев Ю.С., Либкинд А.Н., Маркусова В.А., Либкинд И.А. и др. Результаты фундаментальных и прикладных исследований в организациях – партнерах российских компаний, обеспечивающих перспективные направления их технологического развития // Инновационное развитие России: проблемы и решения. – М.: АНКИЛ, 2013.
9. Markusova V.A., Libkind A.N., Varshavsky A.E., Jansz M. Research performance and collaboration in the Novosibirsk region. // Proceedings of the 13th International conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics. – Durban, South Africa, 2011. – P. 534–545.

*Материал поступил в редакцию 14.05.14.*

#### **Сведения об авторе**

**ЛИБКИНД Илья Александрович** – ведущий программист Финансового университета при Правительстве РФ, Москва

e-mail: libkind\_ilya@hotmail.com

## Полиаспектный анализ при проектировании систем поддержки принятия решений

*Предлагается рассмотреть методiku построения систем поддержки принятия решений, которая позволяет проанализировать исследуемую предметную область с различных позиций: деятельности, ситуации и системы. Анализ этих взаимосвязанных аспектов приводит к построению четырех концептуальных планов: процессов, функциональной структуры, организованности объектов и свойств материала. Концептуальные планы дают возможность соединить любые процессуальные представления о предметной области, в том числе эволюционно-генетические со структурными и организационными представлениями, упрощая выбор интеллектуально-информационных модулей для систем поддержки принятия решений.*

**Ключевые слова:** система поддержки принятия решений, акт деятельности, категориальная схема, ситуационный анализ, концептуальная структура, системный анализ, концептуальные планы.

### ВВЕДЕНИЕ

Непрерывный рост человеческой активности, существенно усложняет системы, использующиеся во многих сферах деятельности. Наиболее сложно принимать решения в социальной деятельности, для решения задач определенного рода необходимо проводить анализ трудноформализуемых проблем с большой степенью их неопределенности, прогнозирования и планирования. Системы поддержки принятия решений (СППР) в современных условиях являются необходимым средством для решения таких проблем. Очевидно, что лицо, принимающее решение, будет успешнее применять систему, если она будет основываться на интеграции интеллектуальных и информационных систем.

Известно, что наиболее трудоемкими этапами разработки подобных систем является: детальный анализ предметной области и проектирование задач, решаемых интеллектуально-информационными системами. Разработка крупных проектов интеллектуально-информационных систем невозможна без применения специальных CASE-средств (Computer Aided Software/System Engineering), которые охватывают обширную область поддержки многочисленных технологий проектирования. Ввиду разнообразной природы CASE-средств было бы ошибочно делать какие-либо безоговорочные утверждения относительно реального удовлетворения тех или иных ожиданий от их внедрения [1].

В настоящей статье предлагается несколько иная методика проектирования СППР, основанная на синтезе ситуационного, системного анализа и деятельностного подхода (ССД-анализ). Социальная проблема

рассматривается не просто как разновидность сложных систем, в которых сложность – это интегральная характеристика, а как системы принципиально иной природы. Сложность социальных систем обусловлена такими характеристиками: полиструктурность, полифункциональность, недетерминированность, стохастичность, ситуативность, целеполагаемость и т.д.

Основные идеи методики, разрабатываемой для социальной деятельности, заключаются в следующем:

- Вербальное описание предметной области рассматривать как иерархию деятельности, при этом выделяя элементарную часть – акт деятельности, который может быть представлен как категориальный шаблон для всей деятельности.
- Концептуальное описание акта деятельности рассматривать как графический язык ситуационного анализа, тем самым обеспечивается описание моделируемой деятельности в соответствии с разработанным шаблоном и поддерживается процесс принятия решения. Язык ситуационного анализа генерируется программным комплексом «VUE (Visual Understanding Environment) + Решатель», который предназначен для редактирования базы знаний на уровне концептуальных структур (VUE) и имеет собственные редакторы продукционной базы знаний (Решатель) [2].
- Описать каждый акт деятельности как систему, т.е. выделить из базы знаний деятельности четыре концептуальных плана: процессуальный, функциональной структуры, организованности объектов и свойств материала.

Далее необходимо установить соответствие концептуальных планов с интеллектуально-информационными моделями и произвести их интеграцию,

эти этапы проектирования СППР представляют собой самостоятельную и достаточно сложную тематику, описание которой заслуживает отдельной статьи. В этой связи, в данной работе более подробно рассматривается ССД-анализ.

## ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ПОДХОД

### Описание деятельности

Получить конечное рассудочное определение понятие «деятельность» сложно, так как это универсальная общенаучная категория предельной абстракции и используется в форме объяснительного принципа. В мире все может рассматриваться как деятельность, при этом она носит объясняющий характер того, что происходит в мире, хотя сама в обосновании не нуждается. Поэтому одно из важнейших свойств деятельности – универсальность.

Свойство универсальности означает, что деятельность способна учитывать специфические особенности различных предметных областей, которые могут быть различны как по функциональному составу, так и по структуре. Свойство универсальности деятельности в этом контексте порождает методологические свойства – полифункциональность и полиструктурность. Таким образом, деятельность представляется системой с многочисленными и весьма разнообразными функциональными и материальными компонентами, и связями между ними. В каждом из компонентов протекают индивидуальные процессы, характеризующиеся определенными законами, правилами и связями. При этом все компоненты деятельности взаимосвязаны между собой, вследствие чего образуется множество структур разного вида.

Таким образом, система человеческой деятельности оказывается полиструктурой, т.е. состоит из многих как бы наложенных друг на друга структур, а каждая из них, в свою очередь, состоит из

многих частных структур, находящихся в иерархических отношениях друг с другом [3]. Свойство полиструктурности позволяет деятельности развернуться в самые разные структуры и занимать определенное пространство окружающей действительности. При этом пространство действительности обладает свойствами целостности и логической однородности. Другими словами, существует возможность логически перейти от любого элемента этой структуры к другому элементу этой же структуры.

В зависимости от целей и задач в деятельности можно выделять различные структурные единицы и представлять их в виде автономных систем, между которыми существуют определенные типы связанности, такое представление будет являться иерархическим, при этом возможны различные формы ее структуризации. Соответственно количество уровней в структуре определяется не произвольно, а согласно внутренней природе, как самой деятельности, так и получаемых при этом частей.

Ввиду интереса автора настоящей статьи к социальным проблемам [4–6.], им была создана иерархическая структура социально-организационной деятельности (рис.1).

Социально-организационная система представляет собой достаточно сложную иерархическую структуру, включающую «частные» изображения деятельности: сферы деятельности, виды деятельности и акты деятельности.

Каждая сфера деятельности связана с другими сферами фактором взаимопомощи, что в конечном счете, вызывает их эволюцию. Внутри сферы деятельности находятся средства преобразования исходного материала в продукт, а также субъекты, осуществляющие эти преобразования объектов, поэтому она может быть представлена как сложная организованная сеть различных видов деятельности.

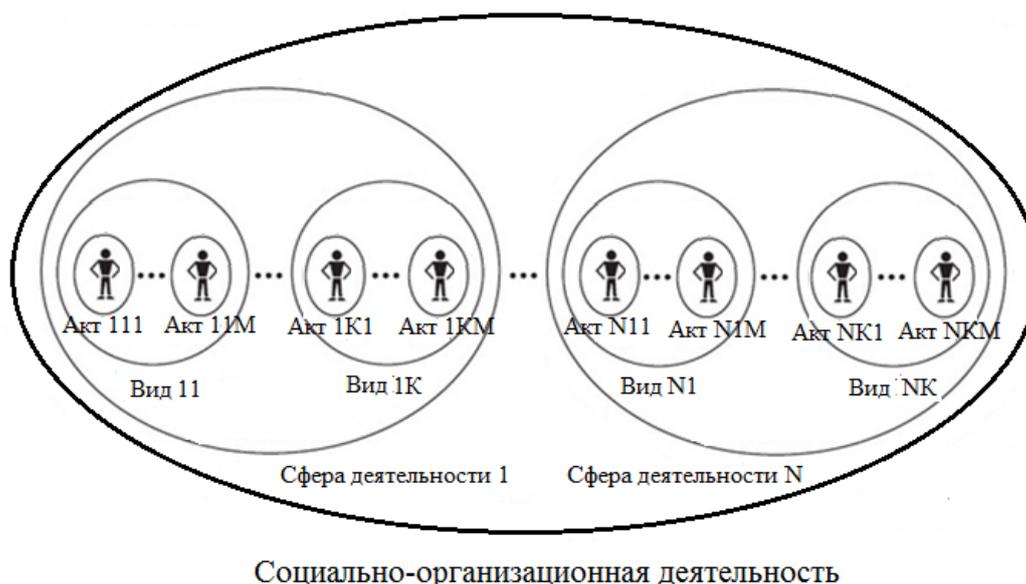


Рис.1. Иерархическая структура социально-организационной деятельности

Вид деятельности – совокупность различных форм организованной активности субъектов, которые связаны с формированием некоторого результата. Социально-организованная активность субъектов может быть классифицирована по некоторым основаниям, например: исследование, анализ, проектирование, планирование, регулирование, контроль и др. Эти основания составляют жизненный цикл сферы деятельности и, по большому счету, представляют фазы интеллектуального управления. Соответственно каждый вид деятельности локализован во времени и существует в некой последовательности по отношению к другим видам деятельности. Каждый вид деятельности может быть разбит на элементарные единицы, которые называются актом деятельности.

Акт деятельности выполняется конкретным субъектом (группой субъектов) в соответствии с функциональными особенностями имеет временные и пространственные ограничения, заканчивается созданием продукта. Однако сама деятельность непрерывна, т.е. представляет собой поточную систему, существующую в циклах воспроизводства, когда индивид, завершив один акт деятельности, тут же начинает другой.

Изложенное представление показывает, что можно выделить любую единицу деятельности и рассматривать ее как автономную систему, установить связи и перейти к рассмотрению другой системы, при этом могут применяться как правила дедукции («частная» выводится из «общей» деятельности), так и правила индукции («общая» выводится из «частной» деятельности). В случаях, когда деятельность на каком-либо уровне иерархии недостаточно изучена или необходимо произвести верификацию системы, можно применять оба правила в комплексе, т.е. использовать подход к формированию иерархической структуры «сверху» и «снизу» одновременно.

Для этапа вербального описания деятельности характерны следующие проблемы:

- знания, собранные на этом этапе, окажутся заведомо избыточными и недостаточными, т.е. будет много «мусора» при отсутствии действительно нужных знаний, что связано с отсутствием методологии, увязывающей воедино все этапы;
- выбор любой модели представления знаний требует существенного нового поиска того, что имеется.

Для решения этих проблем предлагается создать конструктивный «паттерн» единицы деятельности, т.е. шаблон, который можно отображать на деятельность различного масштаба. Поскольку деятельность имеет иерархическую структуру, то, очевидно, таким «паттерном» будет являться акт деятельности. Использование шаблона проектирования акта деятельности снизит сложность разработок за счет уже готовых абстракций, тем самым производится унификация решений и снижается количество ошибок при проектировании систем деятельности.

### Категориальная схема акта деятельности

Всякая деятельность строится в соответствии с определенными нормами (правилами), без которых она не существует. Эти правила представляют интерес, когда используются многократно при построении

других видов деятельности, при этом можно выделить обобщающие нормы, которые будут представлять некий шаблон.

Дизайн шаблона должен, с одной стороны, соответствовать определенной предметной области акта деятельности, с другой – быть общим, чтобы удалось учесть функциональные особенности других актов деятельности. Поэтому описание элементов дизайна паттерна, отношений между ними, определяющих смысловую структуру акта деятельности, является важным начальным этапом анализа.

Единого методологического подхода к рассмотрению акта деятельности не существует, поэтому каждая его модель имеет свою особую практическую область применения. Однако анализ отечественной научной литературы позволил сделать вывод, что для построения схемы акта деятельности целесообразно рассмотреть «... совсем абстрактные, собственно методические представления деятельности в виде набора блоков» [3]. Шаблон акта деятельности должен представлять собой категориальную схему акта деятельности, каждый элемент которой может «разворачиваться» в выбранном направлении деятельности (рис.2).

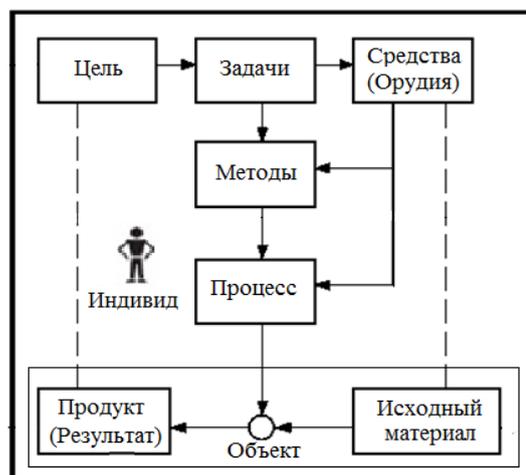


Рис.2. Категориальная схема акта деятельности

Элементы в категориальной схеме акта деятельности (рис.3) представлены в виде различных процессов трансформаций, последовательностей и соответствий, рассмотрим их более подробно.

**Объект акта деятельности.** Априори каждый акт деятельности направлен на трансформацию некоторого объекта деятельности, поэтому он представлен двумя состояниями: начальное состояние, которое определено как исходный материал и конечное – продукт.

На исходный материал не накладывается никаких ограничений и по своей природе он может быть разнообразным, выступать в качестве вещей, индивидумов, знаний и т.д. Как правило, исходный материал за пределами акта деятельности имеет сложноорганизованную структуру, так как продукты одной деятельности переходят в другую, становятся ее исходным материалом или средством. В результате деятельности воплощается объектная иерархия, которая представляет собой механизм наследования трансформаций состояния объекта.

Продукт в некоторых случаях может быть представлен определенным результатом, который формируется свойствами средств акта деятельности для исходного материала. Результат акта деятельности должен соответствовать поставленной цели, при этом цель может описывать желаемый, но возможно ещё не достигнутый результат. Очевидно, что преобразование материала в продукт (результат) порождается процессами деятельности.

Процесс акта деятельности можно рассматривать двояким образом и как искусственный процесс действия человека по отношению к объекту, и как естественный процесс взаимодействия объектов. Поэтому процесс может относиться как к объектной, так и к субъектной структуре. Однако в обоих случаях он определен цепью преобразований, связывающих исходный материал и конечный продукт. Эти преобразования разделены во времени, причем их длительность является ситуационной величиной, зависящей от многих причин – изношенность орудий, усталость субъекта и др. Изложим, сказанное на формальном уровне:

$$Об \equiv ИМ \xrightarrow{П} Пр \quad (1)$$

где *Об* – объект; *ИМ* – исходный материал; *Пр* – продукт; *П* – преобразование, процесс акта деятельности;

Деятельность представляет собой совокупность процессов, процесс раскладывается на отдельные операции, в свою очередь каждая операция определяется действиями. Таким образом, действия являются элементарными частями деятельности, которые можно, исходя из формулы (1), изобразить следующей цепочкой:

$$ИМ_1 \xrightarrow{\delta_1} ИМ_2 \xrightarrow{\delta_2} ИМ_3 \xrightarrow{\delta_3} \dots \xrightarrow{\delta_n} Пр, \quad (2)$$

где  $\{\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_n\}$  – множество действий.

Формулу (2) можно изобразить в следующем виде:

$$Пр = \delta_n (\delta_{n-1} (\dots (\delta_3 (\delta_2 (\delta_1 (ИМ_1))) \dots))) \quad (3)$$

Последовательность  $(\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_n)$  будет представлять собой алгоритм преобразования исходного материала в результат деятельности.

Цель ставится субъектом как стремление к идеальному образу результата (продукта) деятельности, при этом задаются требования к конечному продукту и содержатся указания на условия, при которых он должен быть получен. Концептуальная структура цели содержательно представлена единством идеализации (субъектная составляющая) и реализации (объектная составляющая) продукта. Однако цель может быть задана тем или иным алгоритмом (законом, предписанием, правилом), фиксирующим состояние деятельности, за которой признаются свойства самоорганизации, саморазвития, саморегулирования и т.д. Тогда цель может относиться только к объектной части деятельности и для ее достижения постановки задачи не требуется.

Определим цель следующим образом:

$$Ц = \langle Ц_{суб}, Ц_{об} \rangle, \quad (4)$$

где *Ц* – цель акта деятельности; *Ц<sub>суб</sub>* – цель как стремление к идеальному образу (субъектная часть деятельности); *Ц<sub>об</sub>* =  $\langle Ц_{тр}, Ц_{ал} \rangle$  – цель как объектная часть деятельности может быть представлена:

требованием к конечному продукту или алгоритмом, фиксирующим состояние деятельности.

В акте деятельности цели имеют определенную последовательность, которая отражена в формуле:

$$Ц_n \rightarrow Ц_{n_1} \rightarrow Ц_{n_2} \rightarrow \dots \rightarrow Ц_{n_n} \rightarrow Ц_k, \quad (5)$$

где *Ц<sub>n</sub>* – начальная цель;  $\{Ц_{n_1} \rightarrow Ц_{n_2} \rightarrow \dots \rightarrow Ц_{n_n} \rightarrow Ц_k\}$  – промежуточные ведущие к конечной цели; *Ц<sub>k</sub>* – конечная цель.

Выбор цели определяет подбор всех остальных компонентов, однако, нельзя непосредственно перейти от цели к подбору остальных составляющих структуры акта деятельности. Для этого нужно выполнить постановку задачи на осуществление данной деятельности.

Задача устанавливает соответствие между продуктом, исходным материалом, методом, действиями, средствами и разворачивается постепенно: уточняется цель, выбирается метод достижения желаемого результата, устанавливается исходный материал, а также средства и процессы, которые требуются для данного метода. Таким образом, задачу можно представить следующей формулой:

$$З = \langle Ц_k, Д, У \rangle, \quad (6)$$

где *З* – задача; *Ц<sub>k</sub>* – конечная цель (результат); *Д* – исходные данные, удовлетворяющие требованиям необходимости и достаточности для получения результата; *У* =  $\langle С, М \rangle$  – условия, конкретизирующие отношения между *Ц<sub>k</sub>* и *Д*; *С* – средства для решения задачи; *М* – метод решения.

Если удастся получить выражение, связывающее цель со средствами, то задача практически всегда решается. Однако при ее решении может возникнуть положение, когда для применения выбранного метода нет соответствующих средств или исходного материала, тогда необходимо искать другой метод, если его найти не удалось, необходимо скорректировать цель в соответствии с имеющимися средствами и материалами. При этом цель переводится в операциональную плоскость, что предполагает построение определенного вида модели для решения задач в условиях неопределенности и изучение взаимосвязей, определяющих возможные последствия принимаемых решений.

Средства в процессе акта деятельности не изменяются, хотя участвуют в преобразовании объекта. Каждое средство имеет два аспекта, которые отражены в формуле:

$$С = \langle О_p, С_n \rangle, \quad (7)$$

где *С* – средства акта деятельности; *О<sub>p</sub>* – объективный аспект, выступает в качестве специального орудия, осуществляющего преобразование исходного материала; *С<sub>n</sub>* – субъективный аспект, выступает в качестве интеллектуальных способностей индивида.

Орудия, в соответствии со способностями индивида, обеспечивают протекание процесса деятельности, вступая с ним в сложные отношения. До начала акта деятельности орудия обладают атрибутивными (безразличными к успешному осуществлению деятельности) свойствами, в период деятельности свойства меняются либо на функциональные, которые способствуют осуществлению деятельности и дос-

тижению ее конечной цели, либо на дисфункциональные свойства, которые приводят к затруднению или полному прекращению деятельности.

*Метод* определяет знаковую форму организации средств акта деятельности в процессе решения задачи определенной предметной области и в силу ограниченности рамками действий и результата, является знанием о способе выполнения акта деятельности.

Для решения многих нестандартных задач требуются нетрадиционные методы, использующие как формализованные методы решения (математические), так и неформализованные (методы искусственного интеллекта) [7]. Поэтому именно способности человека определяют метод решения задачи.

*Индивид (И)* осуществляет акт деятельности и может представлять как отдельного человека, так и группу людей. Основная характеристика индивида – его активность, своими действиями он связывает объективную часть акта деятельности с субъективной частью.

Построение категориальной схемы акта деятельности (рис.3) дает возможность не только обозначить категории, но и установить внутренние связи и отношения между ними. Внутренние связи (сплошная стрелка) показывают процессы трансформаций одной категории в другую, отношения (пунктирная линия) – указывают на соответствие одних наполнений элементов другими. При этом необходимо учитывать, что материал, средства и субъект деятельности не создаются в данном акте деятельности, а вносятся извне, являясь продуктом каких-то других актов деятельности.

Представим описание категориальной схемы акта деятельности в формальном виде:

$$Aкт = \langle Aкт_o, Aкт_c, O_{Aкт} \rangle, \quad (7)$$

$$Aкт_o = \langle Об(ИМ, Пр), П, Цоб, З, Оп, М \rangle, \quad (8)$$

$$Aкт_c = \langle П, Цсуб, Сп, И \rangle, \quad (9)$$

где *Aкт* – акт деятельности; *Aкт<sub>o</sub>* – объективная часть акта деятельности; *Aкт<sub>c</sub>* – субъективная часть деятельности; *O<sub>Aкт</sub>* – множество отношений в акте деятельности; *И* – индивид.

Исследование категориальной схемы акта деятельности для решения задачи проектирования СППР позволяет сделать следующие обобщения: использование категорий и отношений между ними дает возможность установить общую структуру акта деятельности, однако, при этом не решается проблема принятия решений, для установления наполнений (знаний) о каждой категории необходимо проводить ее глубокий анализ.

Для разрешения этих проблем необходимо провести перевод *ИМ* → *Пр* (2,3) различными способами, тогда реализуются разнообразные процессы акта деятельности, которые должны приводить к семейству однотипных результатов определенной предметной области, тем самым формируется область допустимых решений. При этом изменяются некоторые наполнения категорий и внешние связи с другими актами деятельности (в соответствии с предоставленной свободой выбора).

Естественно, что при предоставлении прав самостоятельности в принятии решений подсистемы могут

формировать взаимно противоречащие («конфликтные») цели и решения, что затрудняет управление, но является в то же время одним из условий повышения эффективности функционирования системы [8]. Необходимо отметить, что в этом случае процесс воспроизводства заменяется процессом эволюции.

Поскольку деятельность универсальна, ее можно представить любой знаковой системой, однако, она должна учитывать не только ситуационный характер принятия решений, но и структуру категориальной схемы акта деятельности. Поэтому предлагается описать категориальную схему акта деятельности на графическом языке моделирования (язык ситуационного анализа).

## СИТУАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

### Основные принципы ситуационного анализа

В основе метода ситуационного анализа лежат три основных принципа [2].

*Первый* устанавливает ведущую роль языка при проектировании СППР и констатирует, что необходим язык, аналогичный естественному, который сможет обеспечить адекватность описания проблемы принятия решения. Создатели языка ситуационного анализа [2] исходили из следующего факта: особенности человеческого восприятия таковы, что текст вместе с графическим изображением воспринимается легче, чем один только текст. А графическое изображение с текстом — еще легче, тем самым создается пространство визуального осмысления принятия различных решений.

Язык ситуационного анализа как формальный искусственный язык имеет синтаксис, семантику и прагматику, предназначен для графического построения концептуальных моделей предметной области и создания базы знаний в виде продукционных правил. Концептуальная модель предметной области (КМПРО) представляется как некоторый алфавит образов реальной и прогнозируемой ситуаций, т.е. объединяется множество имен (знаков): объектов, свойств, отношений и действий:

$$КМПРО = \langle X, C, R, G \rangle, \quad (10)$$

где *X* = (*x1, x2, ..., xn*) – множество имен объектов моделируемой предметной области; *C* = (*c1, c2, ..., cm*) – множество имен существенных свойств объектов *X*; *R* = (*r1, r2, ..., rn*) – множество имен отношений, в которые могут вступать объекты *X* и свойства *C*; *G* = (*g1, g2, ..., gk*) – множество имен действий, которые допустимы над объектами *X*.

Таким образом, язык ситуационного анализа определяет понятийную структуру предметной области и по существу является процессом выявления системы элементов, составляющих проблемную ситуацию, установление связей между ними и закономерностей их поведения. При этом необходимо учитывать, что использование языка может быть разнообразным:

- служит адекватным средством коммуникации между определенным сообществом людей, участвующих в проектировании системы;

- является не только средством создания базы знаний о предметной области, но и средством вери-

фикации КМПРО, т.е. при создании базы правил делаются формальные заключения о непротиворечивости и согласованности концептуальных структур единичных решений.

*Вторая* концепция метода базируется на принципе классификации ситуаций. При создании СППР могут быть выделены многообразные управленческие ситуации, которые классифицируются в зависимости от порождаемых решений. Для каждой управленческой проблемы необходимо создать самостоятельную классификацию, таким образом, создается неопределенная область поиска допустимых решений, удовлетворяющих целям функционирования СППР. Поэтому можно говорить о случаях, когда число возможных ситуаций ( $S$ ) либо соизмеримо с числом решений ( $U$ ), либо самих решений достаточно много, чтобы их заранее перечислить, т. е.  $S \approx U$ , либо множество  $U$  достаточно велико и открыто [2].

Ситуация здесь рассматривается как состояние в заданный момент времени, которое определено и зафиксировано в КМПРО.

$$S_{\text{ПРО}}(t) = \langle X(t), C(t), R(t) \rangle. \quad (11)$$

Общеизвестно, что переход из одного состояния в другое осуществляется в соответствии с определенными закономерностями, выполняются различные действия. Действия – всегда целенаправленные мероприятия, которые переводят начальную ситуацию ( $S_n$ ) в целевую ( $S_c$ ). Тогда описанный путь поиска решения можно отобразить следующей цепочкой:

$$S_c = g_j (g_{j-1} (\dots (g_3 (g_2 (g_1 (S_n))) \dots))) \quad (12)$$

Последовательность действий ( $g_1, g_2, g_3, \dots, g_j$ ) будет представлять собой алгоритм решения задачи, который может быть описан не единственным способом.

*Третий* принцип метода предполагает наличие аппарата, позволяющего строить модель управления объектом на основе обучения этих моделей принятию решений [2]. Обучение заключается в предоставлении совокупности сведений о предметной области либо экспертом, либо на основе опыта решения задач управления, накапливаемого ситуационной моделью управления в процессе функционирования. Сведения должны включать как информацию о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, так и о правилах использования этой информации для принятия решений. Обучение состоит в формировании самой модели объекта, а затем модели принятия решений по управлению. Этот принцип обеспечивает создание моделей, способных к усовершенствованию функций принятия решений, и адаптации к изменяющимся условиям работы.

### Концептуальная структура акта деятельности

В соответствии с принципами ситуационного анализа необходимо действие отождествлять с определенным единичным решением (*decision* –  $d$ ). Единичное решение рассматривается как связанная структура следующих элементов ( $X$ ): субъект действия (*action subject* –  $Xas$ ) – действие (*action* –  $Xa$ ) – объект действия (*action object* –  $Xao$ ) – компоненты действия (*action components* –  $\{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\}$ ), влияющие на решение. При этом действие образует структуру из трех возможных типов связующих звеньев

(*link* –  $L$ ): СД ( $Las$ ) – связь между субъектом действия  $Xas$  и действием  $Xa$ , ОД ( $Lao$ ) – связь между объектом действия  $Xao$  и действием  $Xa$ , КД ( $\{Lac_1, Lac_2, \dots, Lac_N\}$ ) – связь между компонентами действия  $\{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\}$  и действием  $Xa$ .

Рассматривая эту структуру (рис.3), можно четко представить: субъектную ( $S$ ) и объектную часть ( $O$ ):

$$S = \langle Xas, La \rangle \quad (13)$$

$$O = \langle Xao, \{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\}, Lao, \{Lac_1, Lac_2, \dots, Lac_N\} \rangle \quad (14)$$

Субъективные и объективные элементы, вступая в структурную связь через действие, утрачивают часть своих свойств, которыми они потенциально обладали в свободном состоянии. Иными словами, структурная связь через действие обеспечивает перенос вещества, энергии и информации. Поэтому необходимо учитывать структурную связь между элементами и их свойствами (*property* –  $P$ ), которая представлена тремя видами связующих звеньев: СС ( $Lsp$ ) – связь между субъектом действия и его свойством ( $Ps$ ), ДС ( $Lap$ ) – связь между действием и его свойством ( $Pa$ ), ОС ( $Lop$ ) – связь между объектом (компонентами) действия и его свойствами ( $Po$ ). Представим эти рассуждения в виде структурной схемы единичного решения.

Структурную схему единичного решения (рис.3) можно представить в формализованном виде (15) как содержание метода решения задачи, которое разделяется на две части: функционально-целевую ( $f$ ) и обеспечивающую часть ( $q$ ).

$$d = f \cup q. \quad (15)$$

Содержание функционально-целевой части выражено формулой:

$$f = Lsp(Ps, Xas) \cup Las(Xas, Xa) \cup Lap(Xa, Pa) \cup Lao(Xa, Xao) \cup Lap(Xao, Po). \quad (16)$$

Таким образом, функционально-целевая часть – это ядро того множества знаний, которые составляют задачу.

Представим содержание обеспечивающей части в виде формулы:

$$q = Las(Xas, Xa) \cup \{Lac_1, Lac_2, \dots, Lac_N\}(Xa, \{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\}) \cup \{Lop_1, Lop_2, \dots, Lop_N\}(\{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\}, \{Po_1, Po_2, \dots, Po_N\}). \quad (17)$$

Обеспечивающая часть – это условия задачи, существующие возможности и ограничения в отношении компонентов действия.

Используя формулы (8, 9, 13, 14, 16, 17), построим отображение шаблона деятельности на вершины структурной схемы (рис.4).

Очевидно, что субъектно-объектные вершины структурной схемы могут быть связаны между собой различными взаимоотношениями (*ratio* –  $R$ ), которые являются выражением связи в сознании эксперта. Тогда связующие звенья (связи) между элементами – первичны, а субъективные оценки эксперта (отношения) – вторичны.

В концептуальной структуре акта деятельности выделяется три типа двунаправленных бинарных отношений: взаимодействие, отношение и соотношение (рис.5). Результатом таких семантических выражений может быть либо правда (1), либо ложь (0).

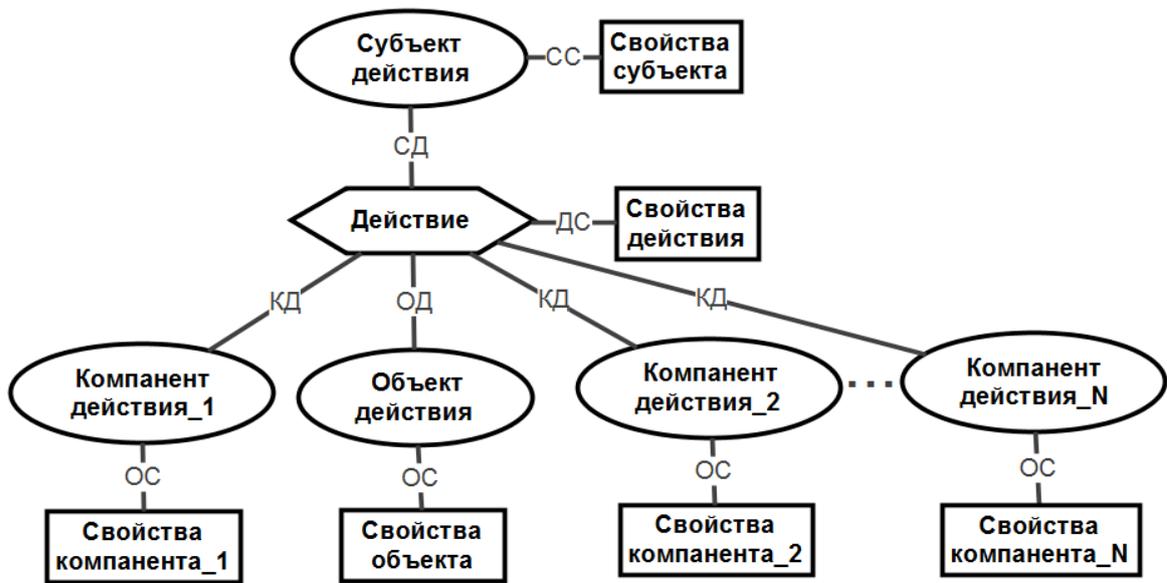


Рис.3. Структурная схема единичного решения.

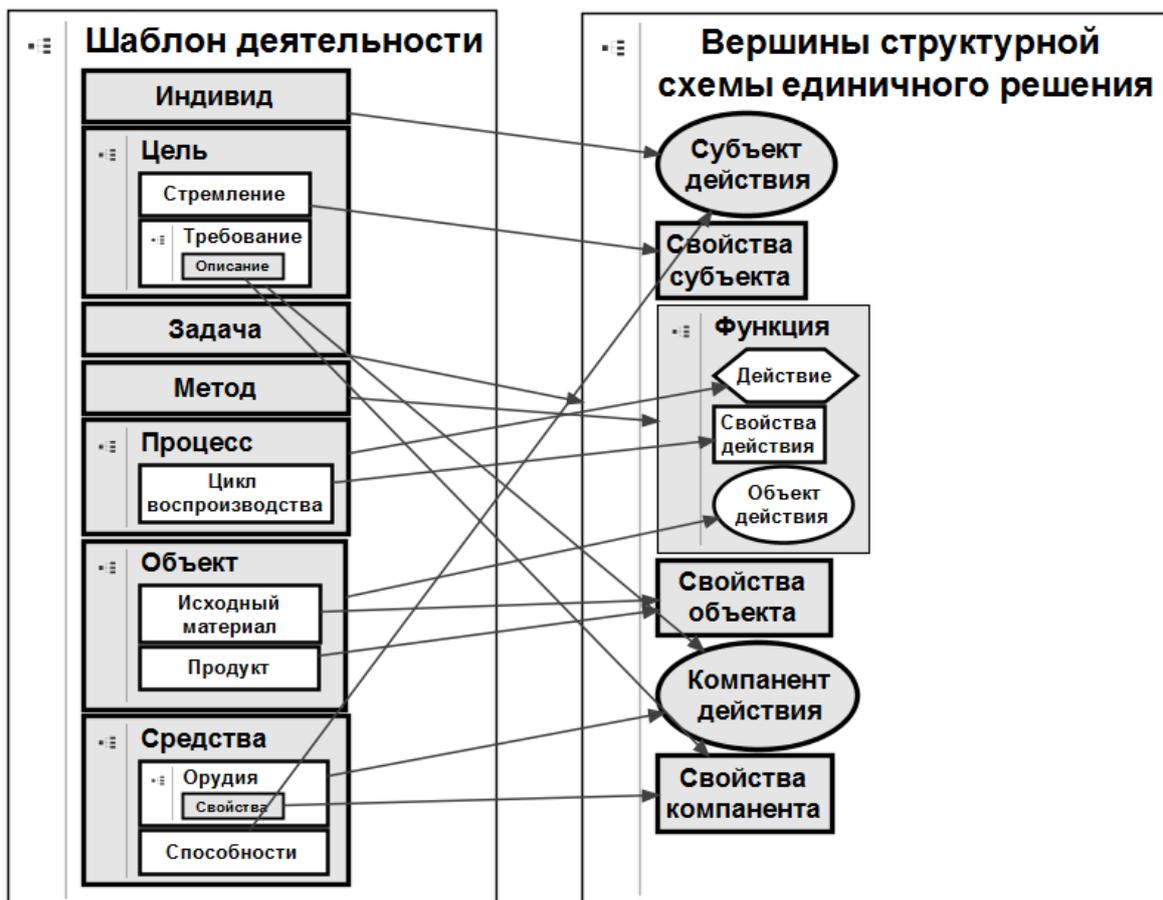


Рис.4. Отображение шаблона деятельности на вершины структурной схемы единичного решения.

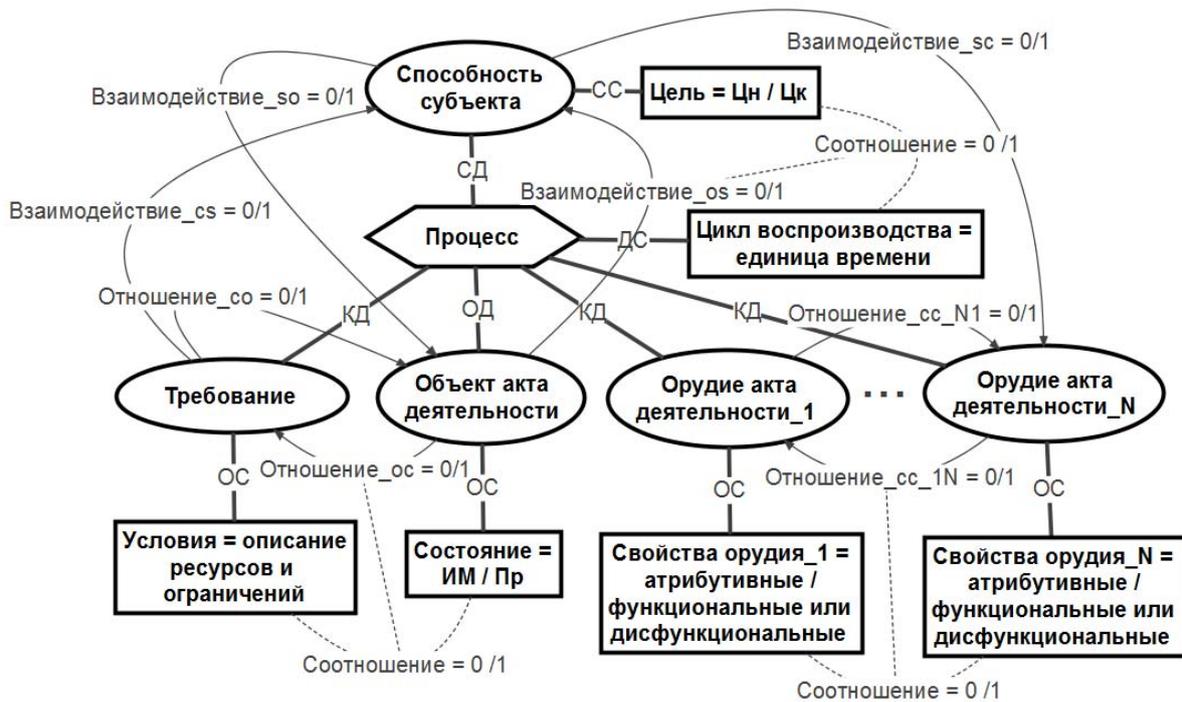


Рис.5. Шаблон концептуальной структуры акта деятельности.

Взаимодействие – это вертикальные опосредованные отношения, которые выражаются через процесс (действие  $Xa$ ) и связующие звенья ( $Las, Lao, \{Lac_1, Lac_2, \dots, Lac_N\}$ ). Таким образом, реализуются следующие типы конструкций: субъект – объект ( $Rso$ ) или объект – субъект ( $Ros$ ), субъект – компонент ( $\{Rsc_1, Rsc_2, \dots, Rsc_N\}$ ) или компонент – субъект ( $\{Rcs_1, Rcs_2, \dots, Rcs_N\}$ ).

В отличие от взаимодействий, отношения расположены в объектной части концептуальной структуры акта деятельности и характеризуются виртуальными связями, которые реализуются между разделенными объектами в процессе принятия решения. Следовательно, отношение – есть эмпирическое выявление зависимости между объектами и обусловлено следующими конструктами: объект – компонент ( $\{Roc_1, Roc_2, \dots, Roc_N\}$ ) или компонент – объект ( $\{Rco_1, Rco_2, \dots, Rco_N\}$ ), компонент  $J$  – компонент  $N$  ( $Rcc_{JN}$ ) или – наоборот. Данные горизонтальные отношения, как правило, осуществляют функции координации, пространственной или логической связанности и т.д.

Каждое горизонтальное отношение или вертикальное взаимодействие вследствие виртуальной или реальной связанности приводит к активности взаимосвязанных элементов, т.е. изменению их свойств. Соответственно между свойствами каждого такого элемента возникают условия истинности отношений (взаимодействий) – соотношения ( $Rp$ ).

Представим конструкт соотношение  $Rp_{so}$  – взаимодействие  $Rso$  в виде выражения (18), аналогичным образом могут быть представлены другие конструкты КСАД.

$$(Rp_{so}(Ps(Xas), Po(Xao)) = 1) \rightarrow (Rso(Xas, Xao) = 1). \quad (18)$$

Шаблон концептуальной структуры акта деятельности обозначается формулой (19) через множество единичных решений ( $D$ ).

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}, d_i = f_i \cup q_i, i = \overline{1, m}. \quad (19)$$

Таким образом, вершины  $d_i$  задают границы каждого действия, определяют операциональное (процедурное) содержание выделенных элементов, которые обладают набором свойств  $P(d_i)$ , образующих множество концептов  $C(d_i)$ , представленное формулой:

$$C(d_i) = \{X(d_i), L(d_i), P(d_i), R(d_i)\}. \quad (20)$$

Тогда концептуальная структура является результатом их логического объединения:

$$C(D) = \bigcup_{i=1}^n C(d_i) \quad (21)$$

Следовательно, для проектирования СППР необходимо рассмотреть концептуальную структуру акта деятельности с позиции свойств иерархичности и целостности, т.е. с позиции системного анализа.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

### Определение понятия «система»

Деятельность носит системный характер, однако, широкое использование термина «сложная система» в различных сферах деятельности создает трудности в однозначном определении этого понятия. При этом необходимо учитывать, что системный анализ не существует в виде строгой методологической концепции и тесно связан с различными направлениями современной науки. Поэтому, в зависимости от того, какое определение будет взято за первооснову, зави-

сит решение вопроса о специфических признаках исследования системного объекта. Вследствие того, что направление данных исследований относится к проектированию, можно выделить две группы определений.

Первая группа определений трактует сложную систему как некоторую целостность, в которой задается набор системных элементов и структура связей между ними [3]. Эта группа определений задает конкретный набор процедур проектирования:

1) анализ характеристик эмпирически заданного объекта как целого и фиксация различных его сторон в знаковой форме;

2) декомпозиция целого объекта на элементы;

3) анализ полученных частей объекта по разным характеристикам и фиксация их в знаковых формах;

4) агрегирование элементов в целое с помощью специально установленных связей и структуры этих связей;

5) тестирование основных характеристик вновь созданной структуры целостности.

При этом утверждается: если характеристики исходного целостного объекта и вновь полученного совпадают, то система спроектирована адекватно. В основе этого представления лежат материальные элементы и объединяющая их структура, однако, отсутствует выявление и описание процессов, протекающих в системе, поэтому представленные процедуры применяются для решения экономических и технических задач – там, где роль человека как элемента системы не очень велика [9]. Социальные и социотехнические системы, в которых роль людей достаточно велика, не могут быть описаны с помощью этой группы определений.

Вторая группа определений опирается на совсем другие системные категории, которые представляют объект в виде процессуальной системы. Непременным условием существования процесса является преобразование материальных объектов, поэтому вторая группа определений «вбирает» первое понятие целиком, но относит его к структурному плану. Такие определения имеют ряд преимуществ: возможность соединить любые процессуальные представления о системе; возможность взаимодействия систем на уровне преобразований материала, что никак не влияет на целостность системы.

Суть нового подхода можно выразить в весьма простом принципе: рассмотреть какой-либо объект в виде сложной системы – значит представить его последовательно в четырех категориальных планах – процессов какого-то одного вида, функциональной структуры, организованностей материала, морфологии, – а затем разложить план морфологии еще раз по всем указанным выше планам и продолжать эту процедуру до тех пор, пока не получится необходимое нам конкретное представление объекта [3].

Другими словами, чтобы представить объект как сложную систему, надо много раз описать его таким образом, чтобы установить связи между четырьмя плановыми представлениями.

## Плановые представления

Предлагается выделить из концептуальной структуры изложенные представления.

• *Процессуальный план* (рис.6) можно рассматривать двояким образом: как последовательную смену состояний стадий развития системы, или как совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата.

Первое представление процесса, согласно формулам (11, 12), приводит к построению общеизвестного графа поиска решений, где вершины графа – состояния ( $S_i$ ), в которых может находиться система в различные моменты функционирования, а ребра графа изображают действия или операции ( $g_j$ ). После выбора решения рассматривается второе представление.

При втором условии процесс определяется как упорядоченная последовательность действий, которые направлены на преобразование объекта. Согласно формулам (2, 3) процессуальный план представлен на рис. 6 где, при необходимости, операции могут быть разложены на действия.

Между операциями существует несколько типов связи:

*Тип последовательной связности* – исходная операция или действие должно полностью завершиться, прежде чем начнется выполнение другого действия, такой тип связи моделирует причинно-следственные зависимости.

*Тип логической связности* имеет место тогда, когда операции или действия собираются вместе вследствие того, что они попадают в общий класс или набор элементов, но необходимых функциональных отношений между ними не обнаруживается. Эта связь представлена логическими операторами «И/ИЛИ» и завершение одного действия может инициировать начало выполнения сразу нескольких других действий, или наоборот – определенное действие может требовать завершения нескольких других действий для начала своего выполнения.

• *План функциональной структуры* (рис. 7) описывает сущность функционирования системы. В процессе функционирования система выступает как целостное образование, в котором между ее структурой и функциями существует взаимосвязь и взаимобусловленность. Функционирование системы обязательно опирается на ее структурные изменения [10].

Любая система взаимодействует с внешней и внутренней средой, поэтому ей свойственно наличие внутренних и внешних функций, которые объясняют практически все основные проблемы не только функционирования, но и развития систем. Внешние функции ориентированы на реализацию целей системы и взаимодействие с внешней средой, а внутренние – регулируют процессы внутри системы.

Между функциями существует несколько типов связи:

*Тип коммуникационной связности*, когда функции группируются вследствие того, что они используют одни и те же входные данные и/или производят одни и те же выходные данные.

*Тип последовательной связности*, когда выход одной функции служит входными данными для следующей функции с меньшим доминированием, при этом моделируются причинно-следственные зависи-

мости. При последовательной связности имеет место обратная связь, когда выход функции становится входом другой, с большим доминированием. Такая связь используется для описания циклов.

*Тип функциональной связности*, при которой существует полная зависимость одной функции от другой. Выход одной функции служит управляющим воздействием для другой, менее доминирующей, но обе направлены на достижения одной цели.

- *План организованности материала* (рис.8) определяется множественностью проявляемых элементов концептуальной структуры акта деятельности, которые характеризуются бинарными взаимодействиями ( $R_{so}, \{R_{sc1}, R_{sc2}, \dots, R_{scN}\}$ ) и отношениями ( $\{R_{oc1}, R_{oc2}, \dots, R_{ocN}\}$ ), тем самым, с одной стороны, устанавливается положение объектов относительно друг друга, с другой стороны, процесс приводит к изменению полярности семантических выражений.

Организованность материала не только формируется процессом акта деятельности, но и сама способна формировать этот процесс, тем самым ограничивает его определенными рамками и задает определенное направление течения.

Материал складывается из структуры взаимодействий и отношений, которые упорядочивают его относительно элементов системы. При этом упорядоченность материала может быть ориентирована по разным основаниям.

*Пространственная организация* характеризуется отношениями пространственных размеров (целое, часть и т.д.), взаимодействиями и отношениями пространственной согласованности (координации и субординации).

*Временная организация* характеризуется отношениями существования и взаимодействием при функционировании элементов (длительность, последовательность, временная принадлежность и т.д.)

- *План морфологии* фиксирует факт редукции целостных образований на различные составляющие. Такое представление дает возможность исследовать конкретные элементы системы и рассматривать их в различных аспектах. При этом из поля зрения выпадают связи и отношения между элементами системы, однако, данное представление устанавливает связь со следующими четырьмя плановыми представлениями. Редукция продолжается до тех, пока не будет выявлено конкретное представление об акте деятельности как системном объекте, тогда морфологический план заменяется планом материала.

- *План материала* (рис.9) определяется множественностью проявляемых свойств элементов концептуальной структуры, которые характеризуются бинарными соотношениями ( $R_p$ ), тем самым фиксируются закономерности преобразования материала для достижения определенных целей.

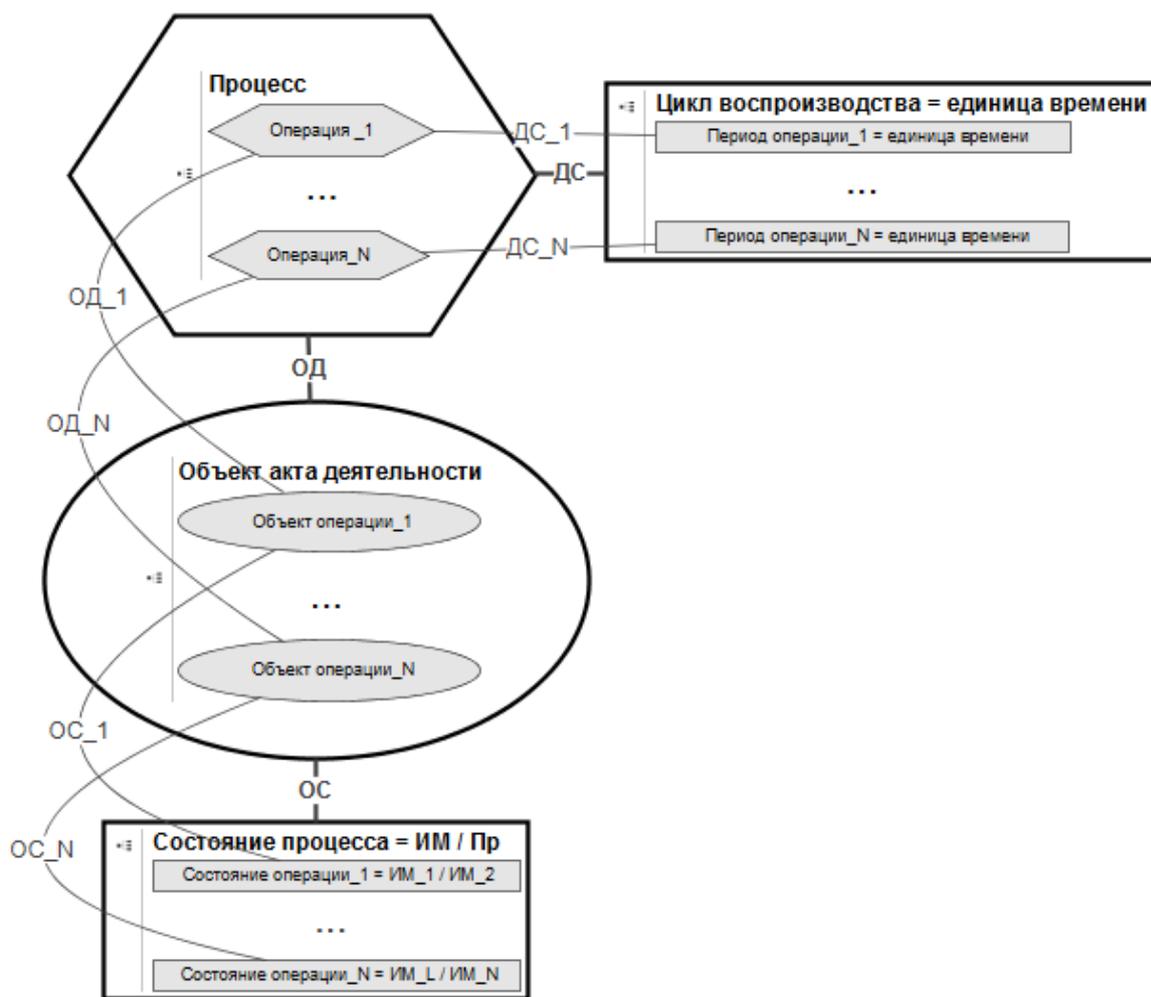


Рис. 6. Процессуальный план.

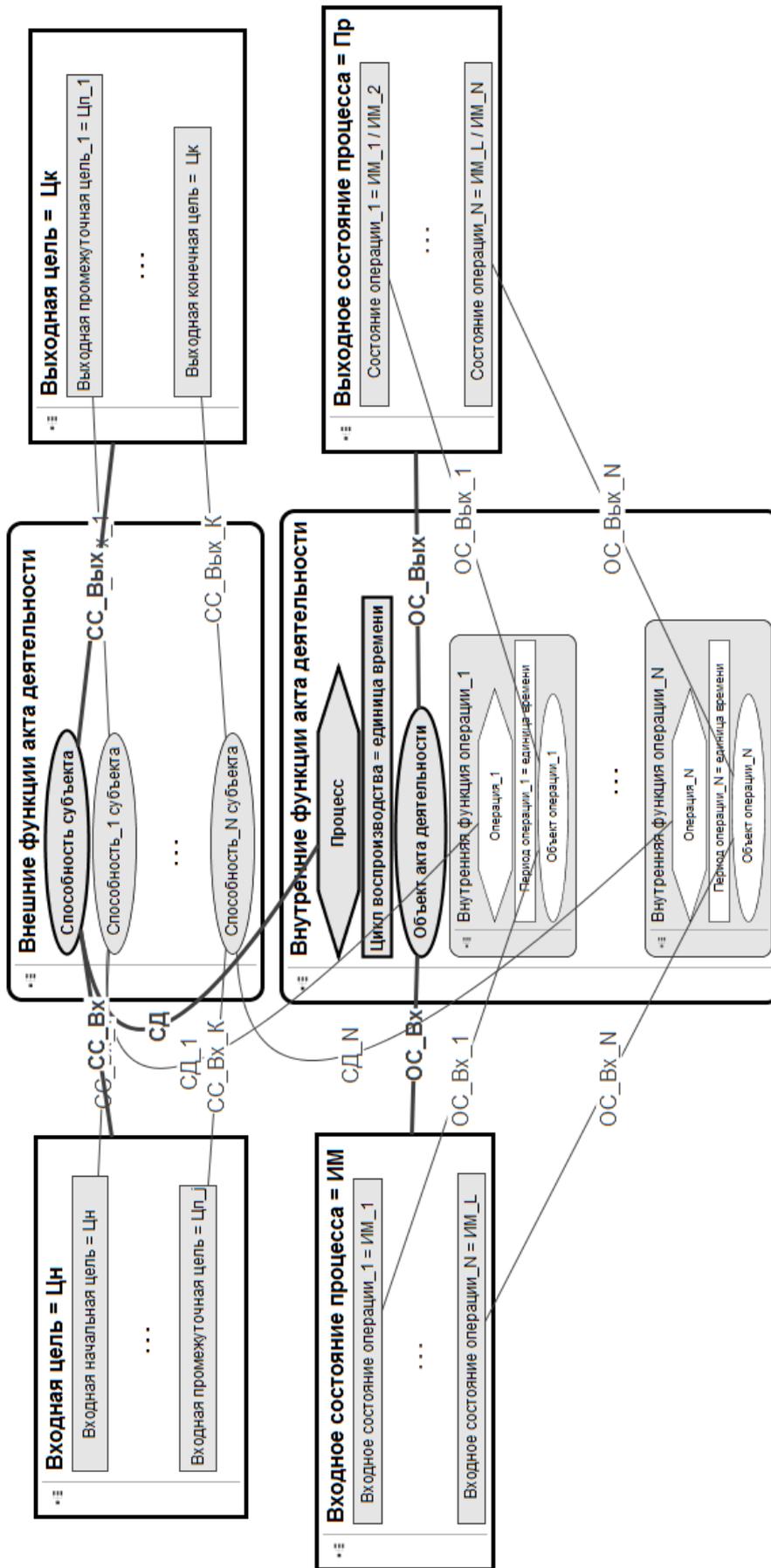


Рис. 7. План функциональной структуры.

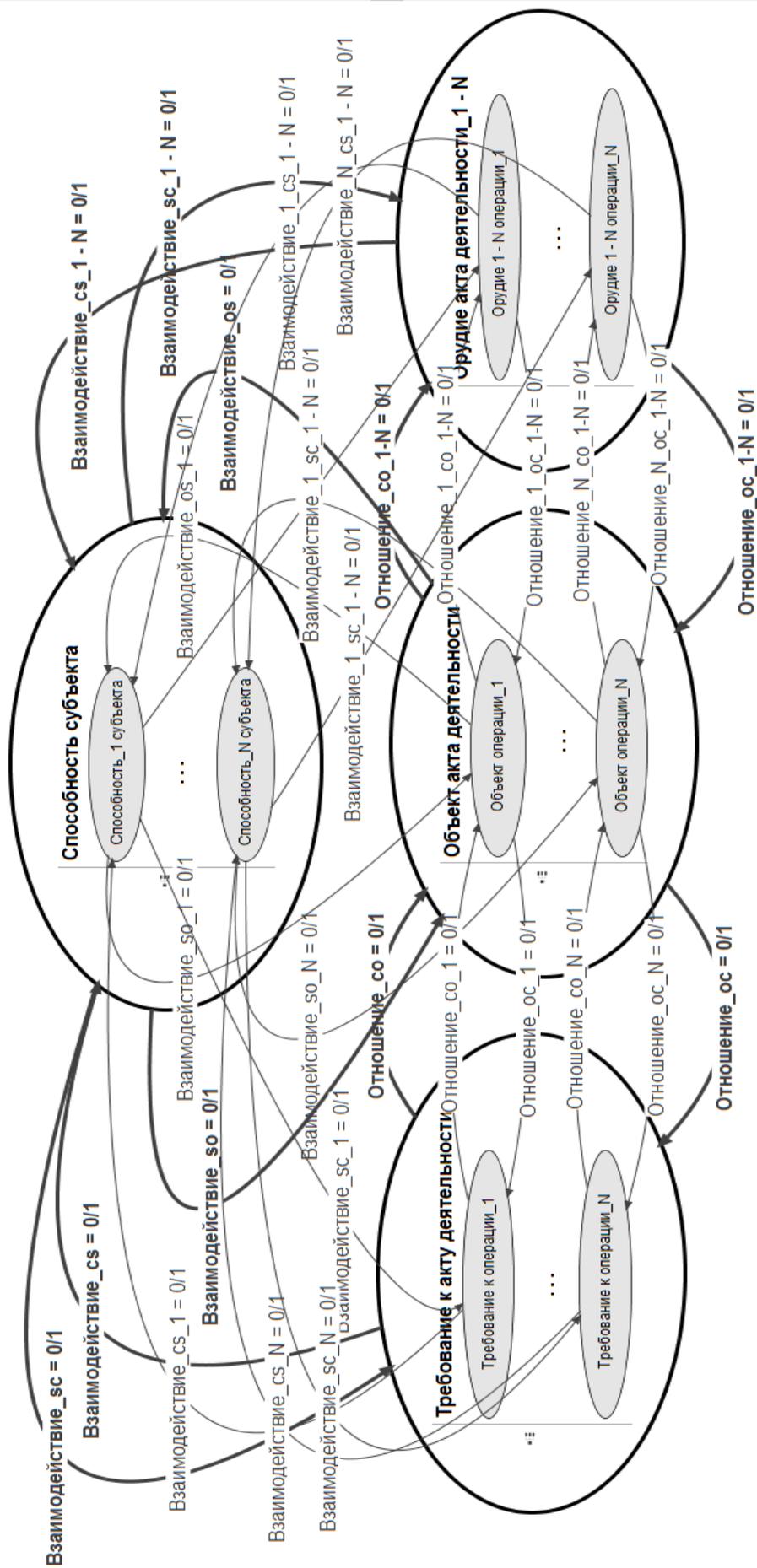


Рис. 8. План организованностей материала.

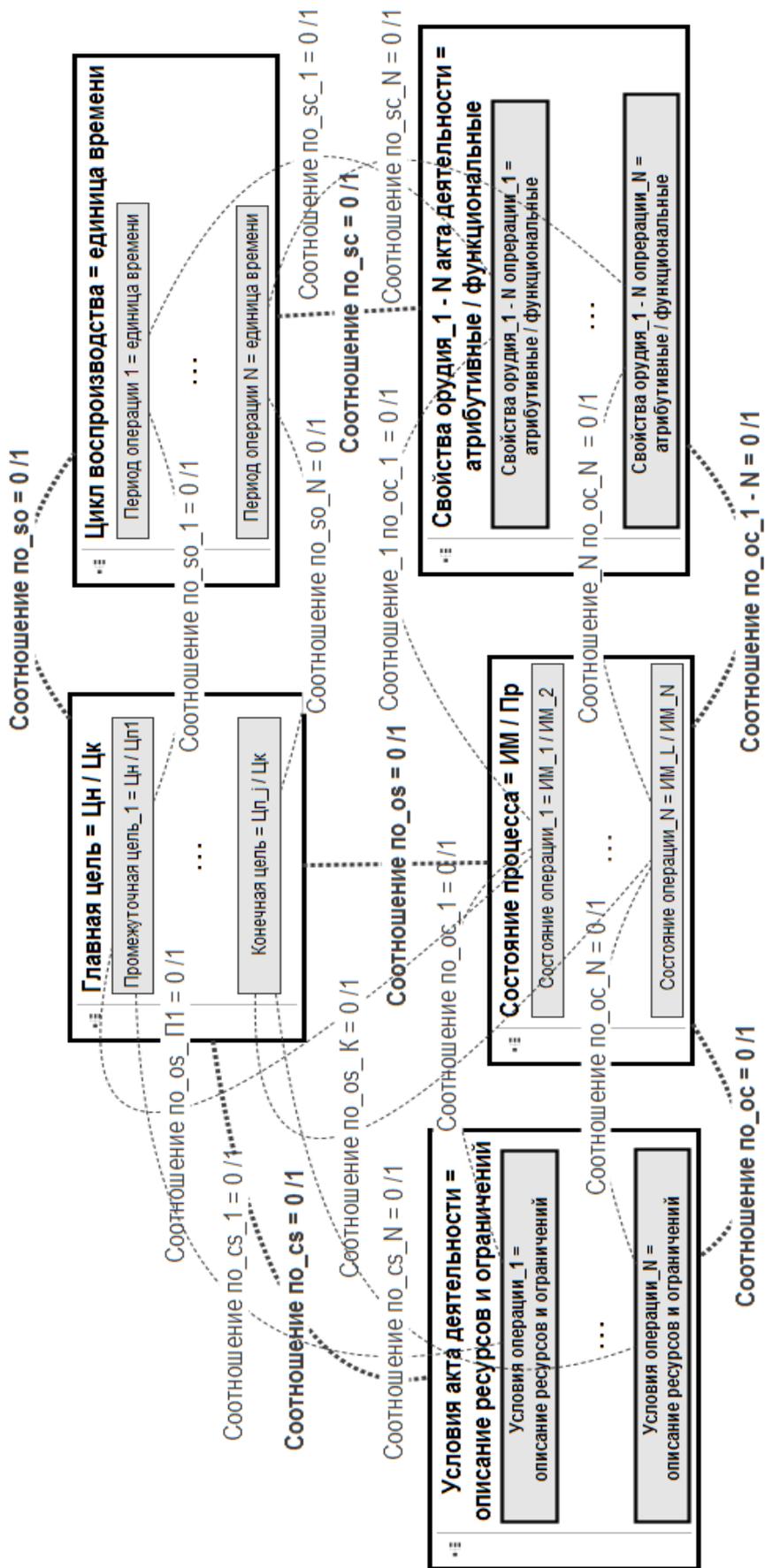


Рис. 9. План материала.

Важной составной частью системного анализа является целеполагание, которое определяется представленным планом как регулятор деятельности. Цель сводится к предстоящему состоянию свойств системы, которые могут быть обусловлены самыми различными соотношениями между свойствами элементов. Вместе с тем, соотношения свойств могут быть направлены и на другие состояния.

Представленный системный анализ выделяет четыре разных содержания акта деятельности, но выраженный в одной концептуальной структуре акта деятельности, которая объединяет их в единое целое. Следовательно, противоречий между планами не существует – они не только дополняют друг друга, но и, в известной степени, должны применяться параллельно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Социальные проблемы не только мало изучены и имеют неопределенные характеристики, но и обладают стохастическими и длинными связями между элементами различных сфер деятельности. Иными словами, социальные системы «переплетены» между собой, при этом решение определенной проблемы может быть найдено совсем в другой сфере деятельности. Для того чтобы разрубить этот «Гордиев узел», надо применять неординарные и, одновременно, высокоэффективные методы решения, которые, как правило, лежат на стыке различных областей знаний.

Предложенный ССД-анализ основан на достаточности известных и зарекомендовавших свою эффективность методов, которые как бы накладываются друг на друга, тем самым реализуется полиаспектное видение социальной проблемы через множество актов деятельности, ситуаций и плановых представлений. Тем самым, поддерживаются наиболее трудоемкие этапы жизненного цикла СППР: идентификация, анализ и проектирование, которые предполагают строгое и наглядное описание разрабатываемой интеллектуально-информационной системы.

Полиаспектный анализ позволяет не только получать корректные решения, но и обеспечивает технологически правильный процесс их создания. Однако следует иметь в виду, что использование ССД-анализа требует высокой квалификации системных аналитиков, поэтому его имеет смысл использовать в сложных проектах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вендров А.М. CASE–технологии. Современные методы и средства проектирования инфор-

- мационных систем. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
2. Болотова Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 663 с.
3. Щедровицкий Г. П. Избранные труды. – М.: Шк.Культ.Полит, 1995. – 800 с.
4. Болотова Л.С., Сорокин А. Б. Применение гибридных интеллектуальных информационных систем для противодействия развитию инфекционных заболеваний // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2013. – № 1. – С. 120 – 132.
5. Болотова Л.С., Сорокин А. Б. Информационная поддержка решений в интеллектуальной системе предотвращения и развития инфекционных заболеваний // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2013. – № 4. – С. 41 – 53.
6. Болотова Л.С., Сорокин А. Б. Интеллектуальная система управления скрытыми труднодоступными группами населения // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2014. – №1. – С. 96 – 111.
7. Геловани В. Л., Башлыков А. А., Бритков В.Б., Вязилов Е. Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нестандартных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 304 с.
8. Теория систем и системный анализ в управлении организациями. Справочник: учеб. пособие / под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 848 с.
9. Сорокин А. Б. Моделирование работы системы управления водоснабжением на базе нечеткой логики // Природообустройство. – 2013 – № 3. – С. 68 – 72.
10. Сурмин Ю. П. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. – К.: МАУП, 2003. – 368 с.

*Материал поступил в редакцию 05.05.14.*

## Сведения об авторе

**СОРОКИН Алексей Борисович** – аспирант Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА), Москва.  
e-mail: ab\_sorokin@mail.ru

## Информационная система сбора данных трафика морской акватории

*Рассматривается задача сбора данных, необходимых в исследовательских целях для моделирования коллективного движения судов. Обсуждается перспектива сбора данных с помощью радара, видеокамеры, приёмника Автоматизированной идентификационной системы и сайтов, отображающих положение судов. Показан практически реализованный способ сбора и обработки необходимых данных с открытого сайта [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com). Рассмотрены возникающие при этом проблемы и их решение, приведены результаты работы информационной системы на примере акватории порта Владивосток, обсуждаются возможности по решению научно-исследовательских задач.*

**Ключевые слова:** управление движением судов, моделирование движения судна, АИС, траектория судна, обработка данных

### ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности коллективного движения судов в акватории морских портов представляет собой самостоятельный раздел науки об управлении. На практике эта задача решается специализированными техническими средствами – системами управления движением судов (СУДС).

Разработка эффективных алгоритмов навигации и управления, обеспечивающих максимальную безопасность движения судов, является актуальной инженерной и научной проблемой, привлекающей внимание значительного количества исследователей [1-7].

Вывод о применении, эффективности и надежности того или иного метода обеспечения безопасности движения может быть сделан по результатам экспериментов. Постановка натурных экспериментов, связанных с движением судов, как правило, ведёт к значительным временным, организационным и материальным затратам; нередко такие натурные эксперименты вообще не осуществимы. Поэтому как в исследовательской работе, так и при отладке конкретных СУДС, зачастую прибегают к вычислительным экспериментам и моделированию движения судов [3, 5].

Моделирование движения судов, в принципе, позволяет оценить работу алгоритмов в типичных ситуациях. Вместе с тем, при отработке алгоритмов, связанных с коллективным движением, важно «проиграть» их работу в ситуациях, характерных для конкретной акватории. Простое моделирование траекторий движения судов, даже с привлечением экспертов (судоводителей, диспетчеров), не может гарантировать полноту вычислительного эксперимента. Это служит побудительным мотивом для создания базы данных, хранящей ретроспективную информацию о

реальном движении судов в той или иной акватории, а также использования её при изучении работы алгоритмов СУДС. Например, идея такого подхода использована авторами работы [2].

Ещё один аспект использования данных о реальном движении судов – обучение интеллектуальных подсистем СУДС [6, 8-13]. Зачастую только таким способом можно обеспечить валидность их настраиваемых параметров.

Настоящая работа посвящена описанию информационной системы, используемой для сбора данных о движении судов в акватории морского порта в исследовательских целях. Система апробирована на акватории порта Владивосток.

### СПОСОБЫ СБОРА ДАННЫХ О ДВИЖЕНИИ СУДОВ

Для исследования задач коллективного движения судов требуются наборы данных, содержащие координаты нескольких судов, движущихся одновременно и оказывающих влияние на безопасность движения друг друга, т. е. расположенных в одной акватории. Требуются непрерывные выборки данных продолжительностью около 1 часа и более, с небольшим интервалом между положениями судов (не более 1-2 минут). Кроме того, учитывая типичные размеры судов, точность определения координат должна быть не менее нескольких десятков метров [3, 7]. Дополнительными параметрами движения, важными для последующего анализа, являются скорость и курс судна.

Сведения о движении судов в конкретной акватории могут быть получены различными способами: с установленного на судне или берегу радара, с помощью визуального мониторинга (видеокамера) или от автоматической идентификационной системы (АИС).

Рассмотрим преимущества и недостатки каждого метода.

**Радар.** Применение радара позволяет получать информацию обо всех объектах, находящихся в его зоне видимости, независимо от типа рассматриваемого судна и оборудования, работающего на нём. При этом точность получаемых сведений зависит только от характеристик используемого радара, данные не могут быть непропорционально искажены судоводителем наблюдаемого судна. Зона, наблюдаемая радаром, определяется его местоположением, так как используемые для морской навигации радары работают лишь в пределах прямой видимости. Важным моментом при использовании радара является сложность обработки получаемых показателей в условиях зашумленности: качество поступающих данных сильно зависит от погодных условий. Для сопряжения радара и компьютера используется радар-процессор [14].

**Видеокамера.** Использование видеонаблюдения для автоматического определения параметров движения судна требует решения чрезвычайно сложной задачи распознавания объектов на изображении (подобная задача в значительно упрощённом виде решается и для обработки сигнала от радара). Видеонаблюдение, как и использование радара, ограничено местом расположения оборудования, кроме того, в отличие от радара, видеонаблюдение невозможно применять в ночное время и при плохих метеоусловиях. Такой метод может рассматриваться только как теоретически возможный, но практически он трудно реализуем и мало полезен. Однако видеонаблюдение может эффективно использоваться для визуального контроля движения судов в светлое время суток [15, 16].

**АИС** – Автоматическая идентификационная система (AIS – Automatic Identification System) – в судоходстве служит для идентификации судов, их габаритов, курса и других параметров с помощью радиоволн ОВЧ/УКВ-диапазона. Существуют два класса АИС: системы класса А обеспечивают надёжную передачу сообщений о своём судне другим судам с системой АИС благодаря особому, гарантирующему доставку пакетов информации, протоколу; системы класса В гарантируют, что вы получите информацию от приёмника класса А, но не обещают, что другое судно «услышит» вас – только если для вас останется свободное место в протоколе передачи.

В Международном Регламенте Радиосвязи закреплено для использования в целях АИС два канала: AIS-1 (87В – 161,975 МГц) и AIS-2 (88В – 162,025 МГц), которые должны использоваться повсеместно, за исключением регионов с особым частотным регулированием. Пропускная способность каждого канала – до 2000 сообщений в минуту. В соответствии с Конвенцией SOLAS 74/88 установка АИС является обязательной для судов водоизмещением свыше 300 регистровых тонн, совершающих международные рейсы, судов водоизмещением более 500 регистровых тонн, не совершающих международные рейсы, и всех пассажирских судов. Суда и яхты с меньшим водоизмещением могут быть оборудованы устройством АИС класса В. Передача данных осуществляется на

международных каналах связи AIS 1 и AIS 2 в протоколе SOTDMA (Self Organising Time Division Multiple Access). Применяется частотная модуляция с манипуляцией GMSK [17].

Для информации, передаваемой через АИС существует строгая регламентация о периодах отправки данных о судне (см. таблицу).

### Периоды отправки данных через АИС

Тип судна	Период отправки
Судно на якорю или в процессе швартовки, перемещающееся со скоростью не более 3 узлов (морских миль в час)	3 минуты
Судно на якорю или в процессе швартовки, перемещающееся со скоростью более 3 узлов	10 секунд
Суда идущие со скоростью до 14 узлов	3 – 10 секунд
Суда идущие со скоростью от 14 до 23 узлов	2 – 6 секунд
Суда идущие со скоростью свыше 23 узлов	2 секунды
Спортивные плавсредства	30 секунд

Использование информации, полученной от АИС, имеет целый ряд очевидных преимуществ: относительная простота обработки информации о местоположении судов, высокая точность координат (точность определения координат по GPS составляет примерно 10 метров), использование радиочастот, не требующих прямой видимости, радиус зоны покрытия зависит от высоты установки антенны и может составлять до 40 миль. Однако существует и ряд недостатков: не все суда оснащены устройствами АИС, в случае неисправности или преднамеренного вмешательства в работу оборудования, система может выдавать неверные координаты судна, которые невозможно проверить. Кроме того, система АИС не позволяет получать информацию об иных плавучих объектах: айсберги, упавшие в воду грузы и другие объекты, представляющие опасность для мореплавания.

В настоящее время, учитывая особенности каждого метода, управление портами осуществляется, как правило, с применением одновременно нескольких методов, что позволяет использовать преимущества каждого из них и нивелировать недостатки их раздельного применения. Вместе с тем, задача моделирования движения в интересах научных исследований предъявляет меньшие требования к надёжности и достоверности используемой информации, чем задача непосредственного управления движением, поэтому можно ограничиться использованием наиболее простого и доступного метода, которым является получение данных с Автоматической идентификационной системы.

## **СБОР АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ДАННЫХ О ДВИЖЕНИИ СУДОВ**

Получение данных напрямую от АИС связано с проблемой приобретения или получения физического доступа к соответствующему оборудованию, это является сложной задачей для исследовательских коллективов, не имеющих налаженных связей с промышленной средой, особенно на начальном этапе научной работы. Вместе с тем, существуют интернет-сайты, которые публикуют в открытом доступе (или по подписке) информацию о движении судов, полученную через сеть приёмников сигналов АИС (ряд сайтов дает возможность любому владельцу приёмника передавать данные на их сайт с помощью специализированных программ). Использование таких сайтов позволяет полностью отказаться от использования реального оборудования, что даёт ряд очевидных преимуществ: минимальные финансовые затраты на получение информации, отсутствие ограничений по местоположению оборудования для сбора данных, возможность получения информации о сотнях портов по всему миру. Однако отметим следующие недостатки: не гарантируется постоянная работа сервиса, небольшая частота обновления информации (порядка 1-5 минут).

Примерами таких сайтов являются: [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com), [www.vesseltracker.com](http://www.vesseltracker.com), [www.vesselfinder.com](http://www.vesselfinder.com), [shipfinder.co](http://shipfinder.co). Указанные сайты достаточно похожи по предоставляемой информации (это обусловлено единым основным источником, которым служит передатчик АИС) и по реализации со стороны клиента, однако различаются как зоной охвата (определяемой источниками информации), так и условиями получения информации (определяется лицензией).

Рассмотрим каждый сайт более подробно.

[www.vesseltracker.com](http://www.vesseltracker.com) – для просмотра положений судов требуется регистрация (это осложняет автоматическую загрузку данных), кроме того, при бесплатной регистрации доступна информация только о пассажирских судах, что делает сайт малоприменимым для сбора необходимых данных.

[www.vesselfinder.com](http://www.vesselfinder.com) – информация предоставлена в свободном доступе, однако, на данном сайте нет информации о судах находящихся в портах Дальнего Востока России.

[shipfinder.co](http://shipfinder.co) – информация предоставлена в свободном доступе, зона покрытия аналогична сайту [www.vesselfinder.com](http://www.vesselfinder.com).

[www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com) – информация предоставлена в свободном доступе, зона покрытия включает в себя порт Владивосток (является в настоящий момент основным исследуемым объектом авторов), Находка (данные не всегда доступны) и Советская Гавань. К сожалению, другие порты Дальнего Востока не представлены.

Учитывая зону покрытия и условия предоставления информации, в качестве основы разработанной системы сбора данных был выбран сайт [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com), который позволяет получать сведения бесплатно и

без регистрации. Кроме того, данные с этого сайта включают в себя достаточно много служебной информации о судне (название, флаг, длина и MMSI-номер). Сбор данных с сайта и обработка их до вида, пригодного для моделирования движения судов, является основной задачей разработанной информационной системы.

Сайт в наглядном виде предоставляет информацию о судах, находящихся в зоне действия приёмников АИС, которые передают информацию на его серверы. На странице с картой Земли (в качестве основной карты используется сервис Google Maps) можно выбрать любой интересующий регион, однако, данные по судам доступны не для всех портов (например, порты Залива Петра Великого, Славянка и Зарубино на этом сайте не представлены, а порт Находка доступен не всегда). Информация на сайте обновляется достаточно редко: намного реже указанных в таблице обязательных периодов отправки данных. Кроме того, информация по каждому судну даётся с указанием возраста данных (в минутах от текущего момента). Это приводит к тому, что данные, полученные в одном сеансе диалога с сайтом, могут относиться к разным моментам времени для разных судов (например, может быть указано, что информация о судне «1» получена пять минут назад, а о судне «2» – три минуты назад). Эта особенность делает такую информацию не пригодной для использования без предварительного её накопления и обработки. Кроме того, на сайте явно указано, что информация с него не может быть использована для обеспечения безопасности движения судов, так как не обладает необходимой полнотой и актуальностью. Тем не менее, данные сайта достаточно точны для применения в задачах моделирования коллективного движения судов в исследовательских целях [1, 3, 7].

К сожалению, указанный сайт также не обладает публичным интерфейсом для выгрузки сведений о судах, именно поэтому для сбора данных потребовалось разработать специальный программный модуль. Программа анализирует запросы, на базе которых браузер отображает карту с находящимися на ней судами. В ходе анализа был установлен минимальный набор запросов, позволяющий получить информацию о судах, находящихся в определённой акватории.

### **РАБОТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ТРАФИКА МОРСКОЙ АКВАТОРИИ**

Информационная система выполняет следующие функции:

1. Сбор данных с сайта, их предварительный анализ и удаление ошибочных данных.
2. Разделение постоянных и переменных данных о судне, занесение информации в базу данных.
3. Преобразование относительных временных меток в абсолютные.
4. Экспорт данных в различные форматы.

Данные, получаемые с сайта системой, представляют собой запись следующего вида:

[ ... ,  
[43.06146, 131.7068, "NADEZHDA", 9, 30, 21, "RU",  
273199300, 109, 1],  
[43.021, 131.7477, "NEKSU", 7, 266, 12, "MN",  
457073000, 66, 3],  
[43.07449, 131.7513, "VLADIMIR VYSOTSKIY", 8,  
37, 72, "RU", 273152400, 152, 4],  
... ].

Запись – это строка, для акватории порта Владивосток она содержит информацию в среднем о 80 судах и её длина около 5500 символов.

При сопоставлении информации, отображаемой на сайте, был определён формат полученных данных:

43.06146 – широта (координаты судна в десятичных долях),  
131.7068 – долгота (координаты судна в десятичных долях),  
"NADEZHDA" – название судна,  
9 – тип судна,  
30 – курса судна,  
21 – скорость судна указана в узлах, умноженных на 10,  
"RU" – флаг судна,  
273199300 – MMSI-идентификатор судна,  
109 – длина судна в метрах,  
1 – возраст данных в минутах от текущего момента.

Объём собираемых показателей можно оценить следующим образом. Данные загружаются каждую минуту, что составляет  $24 \cdot 60 \cdot 30 = 43200$  записей в месяц. Средний размер записи по акватории, например, порта Владивосток, около 5 КБ. Таким образом, за месяц собираются данные объёмом примерно 220 МБ. Такой объём данных вполне может быть обработан обычной настольной рабочей станцией без привлечения дорогого серверного оборудования.

Разработанная система реализует разделение процедур сбора данных с сайта и загрузки их в базу данных, что позволяет решить ряд технических задач: отслеживание изменения формата данных, их недоступности, объединение данных, загруженных разными серверами, сохранение полной исходной информации на случай необходимости повторной обработки.

Полученные данные о судах проходят обработку для приведения к истинным временным отметкам (с точностью до минуты). При этом отбрасывается множество дублирующих данных, которые возникают, например, если с сайта в первую минуту получена информация с возрастом в 2 мин., а во вторую минуту получена информация об этом же судне с возрастом в 3 мин. В этом случае обе записи относятся к одному и тому же моменту времени и, соответственно, не несут никакой дополнительной информации. Статистика, собранная за сентябрь 2012 г., показала, что примерно из 1 600 000 записей с информацией о положении судна, лишь 512 000 (примерно треть) являются уникальными.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Собранные системой данные позволили решить целый ряд судоводительских практических и исследовательских задач, связанных с движением судов в

акватории порта Владивосток. Так, например, «наложение» координат движущихся судов на карту акватории наглядно показало основные зоны и фарватеры движения судов, позволило оценить интенсивность трафика на том или ином участке акватории в зависимости от времени года и времени суток.

Был проведён анализ решения задачи по распознаванию опасного сближения судов и выделения различных уровней опасности способом, описанным в статье [7]. Сближающиеся суда, движущиеся прямолинейно и равномерно, считаются имеющими уровень опасности «Red» (высокий уровень опасности). Маневрирующие сближающиеся суда считаются имеющими уровень опасности «Yellow» (низкий уровень опасности). Анализ дал представление о частоте возникновения и географической привязке опасных ситуаций того или иного типа. Было замечено, что наибольшее количество тревог возникает во внутренних портовых водах, где суда располагаются близко друг к другу, и высока интенсивность движения малых плавсредств (катеров, буксиров). Оба уровня тревоги имеют место и при движении судов вне портовых вод: Амурском, Уссурийском заливах, проливе Босфор Восточный. Доля тревожных сигналов уровня «Yellow» составляет около 20%, места их генерации не образуют устойчивых зон. Тот факт, что на конкретной акватории доля ситуаций уровня «Yellow» достаточно значительна, говорит о том, что их выделение способно существенно снизить нагрузку на операторов СУДС.

К настоящему времени авторами собраны сведения о движении судов в акватории порта Владивосток (осень-зима 2012-2013 гг.). Имеется возможность использовать систему для сбора данных по другим акваториям. Данные представляют собой исключительную ценность для проведения исследований в области управления коллективным движением судов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tam C. K., Bucknall R. Collision risk assessment for ships // *Journal of Marine Science and Technology*. – 2010. – Vol. 15, № 3. – P. 257-270.
2. Silveira P.A.M., Teixeira A.P., Guedes Soares G. Use of AIS data to characterise marine traffic patterns and ship collision risk off the coast of Portugal // *Journal of Navigation*. – 2013. – Vol. 66, № 6. – P. 879-898.
3. Гриняк В.М., Головченко Б.С., Малько В.Н. Распознавание опасных ситуаций системами управления движением судов // *Транспорт: наука, техника, управление*. – 2011. – №8. – С. 11-14.
4. Некрасов С.Н., Капустин И.В., Старов М.С. Оценка и прогнозирование опасных навигационных ситуаций // *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова* – 2013. – №2. – С. 98-100.
5. Мироненко А.А. Модель программного движения судна в стеснённых водах // *Мехатроника, автоматизация, управление* – 2013. – №2. – С. 65-70.
6. Гриняк В.М., Трофимов М.В. Нечеткое сопровождение траектории движения судна // *Жур-*

- нал университета водных коммуникаций – 2012. – №1. – С. 119-124.
7. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Прогнозирование опасных ситуаций при управлении движением на море // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2004. – №3. – С. 127-136.
  8. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Нейронечеткая модель сопровождения траектории судна обзорной РЛС // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2013. – №8. – С. 14-21.
  9. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Нейронечеткая обучаемая система распознавания воздушных объектов // Информационные технологии. – 2013. – №11. – С. 58-63.
  10. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Классификация движущихся объектов типа «надводный-воздушный» в лингвистических переменных // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2013. – №11. – С. 20-25.
  11. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Нечеткая система распознавания воздушных объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – №7. – С. 9-14.
  12. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Нечеткая система экспертных оценок характера движения судна // Информационные технологии. – 2012. – №8. – С. 66-70.
  13. Гриняк В.М., Трофимов М.В. Мультимодельное сопровождение траектории движущихся судов с нечетким критерием детекции маневра // Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. – 2011. – №3. – С.112-121.
  14. Техническое описание радар-процессоров. – URL: <http://www.ipmce.ru/custom/navigation/radar-process/>
  15. Лавров Е.В. Локализация объектов на изображении морского горизонта // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2013. – №2. – С.22-26.
  16. Лавров Е.В. Генерация панорамного изображения в судовой автоматизированной системе визуального наблюдения // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2013. – № 3. – С.33-37.
  17. Маринич А.Н. Судовая автоматическая идентификационная система АИС. – М.: Судостроение, 2004. – 180 с.

*Материал поступил в редакцию 18.04.14.*

#### Сведения об авторах

**ГРИНЯК Виктор Михайлович** – кандидат технических наук, доцент кафедры Прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения Дальневосточного федерального университета, Владивосток  
e-mail: Viktor.Grinyak@vvsu.ru

**ГОЛОВЧЕНКО Борис Сергеевич** – инженер кафедры Информационных систем и прикладной информатики Владивостокского государственного университета экономики и сервиса  
e-mail: Boris.Golovchenko@vvsu.ru

## Направления развития переносных значений лексем с исходным значением 'прямой' (в русском, английском и китайском языках)

*Настоящее исследование посвящено производным значениям прилагательных семантического поля 'прямой' в русском, английском и китайском языках. Выявленные закономерности и особенности лексики данного поля в каждом из языков могут быть полезны для практических целей, например, для развития систем машинного перевода.*

**Ключевые слова:** *прямой, китайский язык, типология, семантическое поле, переносные значения*

Концепт прямизны является одним из базовых, поэтому существование языков, в котором оно отсутствует, крайне маловероятно. Даже если и существует язык, в котором отсутствует лексикализация свойства прямизны в отношении формы объекта (что сомнительно), в нем как минимум должно быть представление о прямом пути как кратчайшем расстоянии между двумя объектами на местности. Кроме того, концепт 'прямой' имеет широкую область переносных значений, в отличие от некоторых других прилагательных, которые во всех языках развивают очень мало метафор либо не развивают вовсе.

Наиболее подробное описание метафор для слов со значением 'прямой' в разных языках приводится в работе [1], однако она не претендует на полное описание системы значений этого семантического поля хотя бы в одном из языков. В статье [2] на примере упрощенной семантической карты поля 'прямой' для английского и французского языков объясняются принципы построения таких карт, а именно принципы разделения на значения полисемичных слов.

Есть несколько небольших статей-обзоров, приводящих только поверхностное описание значений лексики семантического поля прямизны-кривизны [3, 4], либо, как в работе [5], подробно описывающих лишь некоторую часть этого поля. Ни в одной из этих работ не рассматривался материал китайского языка.

Наше исследование можно считать первым типологическим описанием этого семантического поля, и подробное описание его в китайском и русском языках стало первым шагом на пути создания общей типологической базы для прилагательных с семантикой базовых форм объектов, а также послужило источником идей для исследований в области процессов грамматикализации в признаковой лексике.

Основной объем лексики современного китайского языка (более 70%) составляют двусложные слова, однако минимальной единицей китайского языка, со-

единяющей в себе звучание, графическое изображение и смысл, является иероглиф, который соответствует одному слогу. Однослоги могут использоваться самостоятельно, а также входить в состав двуслогов (и реже – более многосложных слов). При этом однослоги, по сравнению с соответствующими двуслогами, обладают значительно более широкими системами производных значений, а двуслоги обычно имеют более конкретное значение и, соответственно, более узкую сочетаемость.

В поле прямизны в китайском языке есть один однослог со значением 'прямой' (直 zhí) и практически у каждого его значения существуют двусложные аналоги, хотя их сочетаемость может не вполне совпадать. Это связано, кроме прочего, с ритмическими особенностями китайской речи: однослоги лучше сочетаются с однослогами, а двуслоги (и более многосложные слова) с двуслогами.

Работа посвящена подробной ревизии значений однослога 直 zhí 'прямой' с русским и английским языками в качестве типологического фона. Также нас интересовали двуслоги, в состав которых входит этот однослог (直接 zhíjiē, 直爽 zhíshuǎng, 直率 zhíshuài и др.). Мы исследуем в первую очередь лексемы с исходным значением 'прямой' в отношении формы объекта либо пути между двумя точками: в русском языке это прилагательное *прямой* и наречие *прямо*, в английском – лексемы *direct, directly, straight*, в китайском – однослог 直 zhí и производные от него двуслоги.

Нас интересует, какие существуют общие направления развития для лексем с исходным значением 'прямой', т.е. какие переносные значения встречаются хотя бы в двух из трех рассматриваемых языков. Однако тут есть некоторые сложности: в разных языках могут быть похожие значения, но все-таки не совсем совпадающие, например, они могут иметь разную сочетаемость, особенно если она узкая. Для разрешения таких случаев в лексической типологии использу-

ется понятие фрейма, которое как раз объединяет значения, семантически указывающие на одну ситуацию. Кроме того, нас интересует, есть ли у однослога 直 zhí значения, нехарактерные для русских и английских лексем с исходным значением ‘прямой’.

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПЕРЕНОСНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЛЕКСЕМ СО ЗНАЧЕНИЕМ ‘ПРЯМОЙ’, ОБЩИЕ ДЛЯ ТРЕХ ЯЗЫКОВ

На основании рассмотренного нами материала английского, китайского и русского языков можно выделить два направления метафоры для концепта ‘прямой’, которые реализуются во всех трех языках: это обозначение непосредственной связи между точками пространства (физического и абстрактного) и характеристика коммуникации.

Рассмотрим эти значения подробнее:

### 1а) Непосредственность: связь между точками пространства

Значение ‘непосредственно следующий/соединяющий’ получается из исходного (характеризующего форму объекта) путем метафорического переноса. Речь идет о кратчайшем пути, причем не обязательно абсолютно прямо геометрически: важно то, что на этом пути не предполагаются промежуточные остановки или другие отклонения от маршрута.

Сразу заметим, что мы не будем разделять подзачтения, связанные транскатегориальной метонимией (т.е. метонимическим переходом от прилагательного к наречию или наоборот – точное направление часто бывает трудно определить), если смысл у них один и тот же. То есть, будем считать, что лексема *прямой* в сочетании *прямой рейс* и лексема *прямо* в контексте *ехать прямо в Москву* имеют одно и то же значение.

Основная сочетаемость слова *прямой* (в англ. *direct*) в этом значении – существительные, обозначающие установленные пути сообщения или способы связи: *прямой рейс*, *прямой маршрут*; *direct flight*.

Еще один сочетаемый класс у слова *прямой* в русском языке в этом значении – существительные, обозначающие средства передвижения:

*Из России идут в Барнаул два прямых поезда.*  
[Эдуард Лимонов. Книга воды (2002)]

*From May 1993 there will be a direct train service to Manchester Airport. (BNC)<sup>1</sup>*

В адвербиальной функции *прямо* в этом значении (в англ. *directly, straight*) употребляется перед предложной группой, указывающей на конечную (или начальную) точку перемещения, и сочетается со словами, обозначающими это передвижение:

*Но она уже высказала все, что хотела. – Мы едем прямо в клуб? Тебе куда заезжать не надо? [Анатолий Мельник. Авторитет (2000)]*

*He said that when the hijacker commandeered the plane over Austria, he had at first ordered the crew to fly directly to New York, but had been persuaded of the need to refuel. (BNC)*

*Will I see you tomorrow or will you go straight to work? (BNC)*

В китайском языке 直zhí ‘прямой’ в этом значении также сочетается с глаголами достижения мест назначения и некоторыми абстрактными обозначениями фиксированных путей сообщения (1)\*.

Однако, в отличие от русского и английского языков, 直zhí в этом значении не сочетается с обозначениями транспортных средств.

Из двуслогов в этом значении употребляется 直接zhíjiē ‘непосредственно’ (‘прямой’ + ‘получать, принимать’) и 径直jìngzhí (‘кратчайший путь’ + ‘прямой’) (2).

Кроме этого, в словарях дается еще некоторое количество устойчивых сочетаний, но при ближайшем рассмотрении они оказываются именно сочетаниями однослога 直zhí ‘прямой’ с некоторыми предлогами или глаголами: 直达zhídá ‘непосредственный, без посредников’ (+ ‘достигать, доходить’); 直到zhídào ‘вплоть до...; непосредственно до...’ (+ ‘доходить до’); 直至zhízhì ‘вплоть до’ (+ ‘доходить до’) и др. Хотя сочетание 直达zhídá ‘непосредственный, без посредников’ в некоторых контекстах почти неотличимо от слова – настолько тесная связь между его компонентами (так что можно считать, что оно постепенно лексикализуется). В таких случаях на русский язык это сочетание обычно переводится одним словом, например, перед существительными, обозначающими средства передвижения (3).

广州 –	巴黎	直航	今天	开通。
Guǎngzhōu	Bāilí	zhí háng	jīntiān	kāitōng
Гуанчжоу	Париж	прямой рейс	сегодня	открывать.RES

Сегодня открывается **прямой** рейс Гуанчжоу – Париж. (CCL)

通过	贡噶	航空港	可	直	达	北京、
tōngguò	Gònggá	hángkōnggǎng	kě	zhí	dá	Běijīng
через	Гонгкар	аэропорт	мочь	прямо	достигать	Пекин
成都、	重庆	和	加德满都	等	地。	
Chéngdū	Chóngqìng	hé	Jiādémǎndū	děng	dì	
Чэнду	Чунцин	и	Катманду	и т.д.	место	(1)

*Через аэропорт Гонгкар можно **напрямую** попасть (лететь) в Пекин, Чэнду, Чунцин, Катманду и др. места. (CCL)*

<sup>1</sup> BNC – British National Corpus. Далее по тексту: CCL – Корпус Пекинского Университета (URL:

[http://ccl.pku.edu.cn:8080/ccl\\_corpus/index.jsp?dir=xiandai](http://ccl.pku.edu.cn:8080/ccl_corpus/index.jsp?dir=xiandai)); Leeds – корпуса из коллекции университета г. Лидс (URL:

<http://corpus.leeds.ac.uk/>). Русские примеры взяты из Национального корпуса русского языка (URL: [www.ruscorpora.ru](http://www.ruscorpora.ru)).

\* Группы примеров обозначаются цифрой в круглых скобках

这 zhè этот	次 cì раз	在 zài LOC	北戴河 běidāihé Бэйдайхэ	开完 kāi wán открыть. закончить	会 huì собрание		
直接 zhíjiē непосредственно	到 dào в	辽宁 Liáoníng Ляонин	来, lái, DIR	就是 jiùshì именно	想 xiǎng хотеть	看看 kàn kàn смотреть	朝阳。 zhāoyáng рассвет

*В этот раз после собрания в Бэйдайхэ приехал **прямо** в Ляонин, чтобы посмотреть на рассвет. (CCL)*

客机 kèjī пассажирский. самолёт	径直 jìngzhí <b>прямо</b>	飞往 fēi wǎng лететь. LOC	昆明, kūnmíng, Куньмин	不在 bùzài NEG. LOC
-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------------

重庆  
chóngqìng  
Чунцин

降落。  
jiàngluò  
приземлиться

*Авиалайнер **прямо** в Куньмин, в Чунцине посадки не совершал. (XHCD [6])*

(2)

高速 gāosù высокий. скорость	电梯 diàntī лифт	像 xiàng как	直达车, zhídá.chē <b>прямой</b> . машина	只 zhǐ лишь	在 zài LOC	高层 gāocéng высокий. этаж
区段 qūduàn участок	服务, fúwù, служить	不 bù NEG	在 zài LOC	低层 dīcéng низкий. этаж	区段 qū duàn участок	停靠。 tíngkào остановиться

(3)

*Высокоскоростные лифты как **прямые** поезда, обслуживают только верхние этажи, не останавливаются на нижних. (CCL)*

## 1b) Непосредственность: связь между людьми и/или явлениями

Следующее значение слова *прямой* – ‘непосредственно направленный на/вытекающий из’ – образовано от предыдущего при помощи метафорического переноса на пути и связи в абстрактном пространстве отношений между людьми и событиями. В этом значении *прямой* подчеркивает тот факт, что эти отношения осуществляются напрямую, без посредников. Здесь, как и в предыдущем значении, важна идея отсутствия ‘третьей точки’.

Сочетаемость слова *прямой* в этом значении – абстрактные указания на разного рода связи между людьми и событиями:

*Только после **прямых указаний** из Москвы, внутренние войска открыли огонь на поражение. [Егор Гайдар. Гибель империи (2006)]*

*То есть к вашим **прямым обязанностям** отношения не имеет. [Валериан Скворцов. Сингапурский квартет (2001)]*

*Она, по-моему, настолько не походит на отца, что трудно поверить в их **прямое родство**. [Валентин Бережков. Рядом со Сталиным (1998)]*

В том числе – имеющие отношение к выборам главы государства или обозначающие денежные обязательства перед органами власти: *прямые выборы, прямое обложение*. Сюда же попадают слова, относящиеся к сфере профессиональных отношений:

*Здесь наша тактика и стратегия – **прямые контракты** с клиентами. [Главное – вовремя*

*провести перестановку сил (2002) // «Морские вести России», 2002.04.10]*

В качестве наречия *прямо* в этом значении сочетается чаще всего со словами *указываться, быть связанным, зависеть и предусматриваться*:

*В отчете **прямо указывается** на основную ответственность швейцарской авиадиспетчерской службы «Скайгайд», что полностью признается ее руководством. [Заявления и сообщения (2004) // «Дипломатический вестник», 2004.06.29]*

*В частности, теперь **прямо предусмотрено**, что допускаются в качестве доказательств аудиозаписи, видеозаписи, материалы фото- и киносъемки. [Михаил Михайловский. Новые процессуальные кодексы // «Отечественные записки», 2003]*

В английском языке это значение покрывается лексемами *direct/directly*. Лексема *straight* в этом значении, судя по всему, не употребляется:

*One surprise offer came my way as a **direct** result. (BNC)*

*Secondly, the social consequences of the technology would be inevitable, following **directly** from the logic of the change. (BNC)*

В китайском языке сочетаемость у этого значения уже, чем в русском. К примеру, китайское *直zhí* не сочетается со словами *отношение, связь, зависимость, указание*. Однослог *直zhí* покрывает лишь область социальных отношений, а в пространстве событий непосредственные отношения описываются только при помощи двуслогов (4).

首都 shǒudū столица	直辖市 zhí xiá qū прямой.подчиняться.область	面积 miànjī площадь	2400	平方 píngfāng квадратный
-------------------------	---	-------------------------	------	------------------------------

千米, qiānmǐ тысяча.метр	有 yǒu иметь	三个 sāngè три.CLF	卫星城。 wèixīng chéng спутник.город
------------------------------	-------------------	------------------------	--

Площадь района **прямого** подчинения составляет 2400 квадратных километров, есть три города-спутника. (Leeds - Chinese Internet)

我们 wǒmen мы	家族 jiāzú клан	是 shì быть	那个 nà gè тот.CLF	国王的 guówáng de государь.ATR	直系 zhí xì прямой.связь	后代。 hòudài потомок
-------------------	---------------------	------------------	------------------------	-----------------------------------	------------------------------	--------------------------

Наш клан – потомки этого царя по **прямой** линии. (CCL)

这个 zhègè этот.CLF	提案的 tí àn de предложение.ATR	目的 mùdì цель	在于 zài yú LOC	削弱 xiāoquē ослабить	全国 quánguó весь.страна
-------------------------	------------------------------------	--------------------	---------------------	---------------------------	------------------------------

议员 yìyuán депутат	的 de ATR	直选。 zhí xuǎn прямой.выбор				(4)
-------------------------	----------------	---------------------------------	--	--	--	-----

Цель этого предложения в том, чтобы ослабить **прямые** выборы депутатов по всей стране. (Leeds - Chinese Internet)

人们 rénmen люди	都 dōu все	会 huì мочь	守 shǒu караулить	在家里 zài jiā lǐ LOC.дом.DIR	或者 huòzhě или	咖啡馆里 kāfēiguǎn lǐ кафе.DIR
----------------------	-----------------	------------------	------------------------	----------------------------------	---------------------	----------------------------------

观看 guānkàn смотреть	这场 zhè chǎng этот.CLF	比赛的 bǐsài de матч.ATR	电视 diànshì телевизор	直 zhí прямой	播。 bō трансляция	(5)
---------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	-----

Люди могут у себя дома или в кафе наблюдать за этим соревнованием по телевизору в **прямом** эфире. (CCL)

自然 zìrán природа	现象 xiànxàng явления	不 bù NEG	直接 zhíjiē непосредственно	取决于 qǔjué yú зависеть
------------------------	---------------------------	----------------	---------------------------------	-----------------------------

道德 dàodé мораль	要求。 yāoqiú. требование
-----------------------	------------------------------

Природные явления не зависят **напрямую** от требований морали. (CCL)

能否 néng fǒu можно.ли	解决好 jiějué hǎo решить.RES	人口 rénkǒu население	问题, wèntí, проблема	直接 zhíjiē непосредственно
----------------------------	---------------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------------

关系到 guānxì dào относиться.к	人民 rénmín народ	生活 shēnghuó жизнь	改善。 gǎishàn улучшать	(6)
-----------------------------------	-----------------------	-------------------------	----------------------------	-----

Возможность разрешения проблемы населения **напрямую** связана с улучшением уровня жизни людей. (CCL)

Стоит упомянуть контекст, в котором 直zhí обозначает передачу информации в эфир без предварительной обработки. 直zhí в этом значении сочетается лишь со словом 播zhíbō ‘передавать (транслировать)’ (5).

Однако сочетание 直播zhíbō ‘прямая передача (трансляция)’, возможно, произошло от сочетания

двуслогов 直接播出 zhíjiē bōchū ‘непосредственная передача (трансляция)’ и, скорее всего, является калькой с индоевропейских языков.

Двуслог 直接zhíjiē ‘непосредственно’ является основной лексемой, передающей это значение в современном китайском языке (6).

### 1с) Непосредственность: точность

В русском языке слово *прямо* может усиливать смысл стоящего после него предлога, при этом после некоторых глаголов оно не указывает на отсутствие между объектами других объектов, а конкретизирует место действия, начальную или конечную точку действия и т.п.

*При стрельбе же с прицелом «2» на дальности до 200 м траектория полета пули не превысит 5 см, что дает возможность стрелять **прямо** в цель. [Секреты индивидуальной подготовки (2004) // «Солдат удачи», 2004.11.03]*

*Через пару дней наткнулась на даму, которая подправляла макияж **прямо** в поезде. [Запись LiveJournal (2004)]*

*Короче, я стал подумывать, не поехать ли **прямо** сегодня. [Вера Белоусова. Второй выстрел (2000)]*

Однако тут очевидна связь с идеей отсутствия промежуточного положения/состояния, т.е. с идеей непосредственной связи. Ведь при наличии третьей точки, например, если выстрел отразился от чего-то и только потом попал в цель, странно было бы сказать *прямо в цель*, как в примере выше. При этом траектория полета пули не обязательно прямая линия, важна именно точность попадания.

В английском языке *straight* в этом значении употребляется в ситуациях попадания в цель, подчеркивания места или направления действия и др., правда, конструкции могут быть немного другими.

*He tried the volley again, but didn't hit it **straight** and the shot went wide. (BNC)*

Как и в русском языке, *straight* может подчеркивать значение следующего за ним предлога или умышленность совершаемого действия:

*Doyle put his foot down and drove **straight** at the men. (BNC)*

*He is grinning **straight** at the camera. (BNC)*

В китайском языке слово 直zhí в этом значении подчеркивает, что действие происходит точно в направлении чего-то, и сочетается с направлятельными предлогами (7).

Это значение иногда можно спутать с предыдущим ('непосредственность'), и они действительно довольно близки. Однако мы выделяем такие контексты в отдельное значение, потому что в них присутствует отношение говорящего к предмету беседы, как бы подчеркивается важность утверждения, в котором употреблено слово *прямо* (или его аналоги в других языках), либо преднамеренность описываемого действия. Это является первой ступенькой грамматикализации, которая в дальнейшем превращает слова со значением 'прямой' в дискурсивные или фокусные частицы.

风	一个劲儿	的	吹,	直	往	脖子	里	灌。
fēng	yīgè jīnr	de	chuī	zhí	wǎng bózi lǐ	guàn		
ветер	один.CLF.усилие	ATR	дует	<b>прямо</b>	LOC.шея.DIR	вливать		(7)

*Ветер дует не переставая, задует **прямо** в шею. (XCCD [7])*

### 1d) Частицы/дискурсивные слова

Для прилагательных со значением 'прямой' характерен путь грамматикализации, приводящий к превращению в частицы (фокусные, прагматические, дискурсивные). Дискурсивные частицы – это «...единицы, которые, с одной стороны, обеспечивают связность текста и, с другой стороны, самым непосредственным образом отражают процесс взаимодействия говорящего и слушающего, позицию говорящего: то, как говорящий интерпретирует факты, о которых он сообщает слушающему, как он оценивает их с точки зрения степени важности, правдоподобности, вероятности и т. п.» [8]. В нашем случае *прямо* усиливает оценочный компонент высказывания и употребляется в случаях, когда говорящий выражает некоторое эмоциональное или ментальное состояние: обычно это восхищение или недовольство, но может быть и что-то другое:

*У нас с вами **прямо** забег получается! [Ольга Зуева. Скажи что я тебе нужна... // «Даши», 2004]*

*Прямо* в функции частицы обычно имеет ослабленное ударение, сближаясь в этом смысле с клитиками, и часто употребляется в усеченной форме – *прям*.

*Не могу сказать, что я **прям** счастлива. [Стратегия в отношении телефонов и прочих девайсов (2012)]*

*Да я **прям** радуюсь, что мне ничего никогда не снится. [Что тебе снится, крейсер Аврора? (форум) (2007.01.04)]*

В английском языке это значение, судя по всему, появилось не так давно, поскольку упоминается только в онлайн-словаре современного сленга (Urban dictionary [9]: «Can be used as an adverb or adjective to signify emphasis» – «Может использоваться как наречие или прилагательное для обозначения эмфазы»). В этом значении *straight*, подобно русскому *прямо* в значении 'подлинно, действительно', подчеркивает эмоциональное состояние говорящего:

*That movie was so funny it had us **straight** ROLLIN'. (Urban dictionary)*

*Damn, that girl was **straight** hideous. (Urban dictionary)*

В китайском языке как дискурсивное слово чаще всего употребляется двуслог 简直 jiǎnzhí 'попросту, прямо-таки', состоящий из однослогов 简jiǎn 'просто' и 直zhí 'прямо'. Спектр сочетаемости скорее соответствует русскому *просто* в подобной функции, но покрывает и некоторые контексты, в которых 简直 jiǎnzhí естественнее перевести как *прямо/прям* (8).

Хотя в некоторых словарях встречаются примеры и с 直zhí, однако сочетаемость ограничена сравнительными конструкциями (9).

这 简直 忍受不了!  
zhè jiǎnzhí rěnrǎobùliǎo  
это просто невыносимо  
Это **просто** невыносимо! (CCL)

我 简直 不 知道 怎么 办 才好。  
wǒ jiǎnzhí bù zhīdào zěnmē bàn cái hǎo  
я просто NEG знать как делать только хорошо (8)  
Я **прямо** не знаю, что делать. (CCL)

痛得 直象 针扎 一样 难受。  
tòng de zhí xiàng zhēn zhā yīyàng nánshòu  
болеть.EV прямо.похоже игла.колоть одинаково нестерпимый (9)  
Болят нестерпимо, **прямо** как будто колется. (XHCD)

А недавно взял и **прямо** заявил, что уже давно любит ее и хочет на ней жениться. [Михаил Гиголашвили. Чертовое колесо (2007)]

I told her **straight**, the kid's right, I said. (BNC)

A real advantage of his girl, McLeish thought grimly, was that she never lied if asked **directly**. (BNC)

我 直 言 你 别 生气! 我 觉得  
wǒ zhí yán nǐ bié shēngqì wǒ juéde  
я **прямо** говорить ты NEG сердиться я думать

你的 文风 有点 拖沓。  
nǐ de wén fēng yǒu diǎn tuōtà  
ты.ATR текст.стиль иметь.немного неловкий (10)  
Я скажу **прямо**, ты не сердись! Я думаю, твой стиль изложения немного неуклюжий. (Leeds - Chinese Internet)

如今的 年轻人 说话 直接得 近乎 残酷。  
rújīn de niánqīng rén shuōhuà zhíjiē dé jīnyú cánkù  
ныне.ATR молодой.люди говорить **прямо**.EV близко жестокий  
Нынешняя молодежь говорит слишком **прямо**, на грани жестокости. (CCL)

李克农 直率地 回答了 张学良的 提问。  
likènróng zhíshuài de huídá le zhāngxuéliáng de tíwèn  
Ли Кэнун **прямо**.ATR отвечать.MOD Чжан Сюэлян.ATR вопрос  
Ли Кэнун **прямо** ответил на вопросы Чжан Сюэляна. (CCL)

邓小平 思维 敏捷, 说话 喜欢 直截了当。  
dèngxiǎopíng sīwéi mǐnjié, shuōhuà xǐhuan zhíjiéliǎodāng  
Дэн Сяопин мыслить ловкий говорить любить **напрямик** (11)  
Мышление Дэн Сяопина быстрое, говорит **напрямик**. (CCL)

## 2а) Откровенность: соответствие истине/сути дела

Другая ветвь развития исходного значения слова *прямой* – это метафорический перенос с процесса движения на процесс коммуникации. Данная метафора связана с пониманием слов как контейнеров для мыслей-объектов, которые передаются по некоторому пути во время разговора.

В сочетаемость *прямо* (как и английских *straight*, *directly* и китайского 直zhí) в этом значении входит множество глаголов речи (*говорить*, *спросить*, *заявить*, *признать*, *обвинить*, *назвать*), здесь передается идея того, что человек выражает мысли напрямую, без прикрас, говорит то, что думает (10).

Кроме однослога 直zhí в этой ветви значений в китайском языке используется несколько близких по смыслу двуслогов: во-первых, имеющий наиболее широкую сочетаемость двуслог 直接zhíjiē. Во-вторых, два двуслога и ченьюй, которые описывают только эту ветвь значений, т.е. характеризуют речевое и обычное поведение людей и их характеры: 直爽zhíshuǎng ‘откровенный, прямой’, 直率zhíshuài ‘прямо, без обиняков’ и 直截了当zhíjiéliǎodāng ‘напрямик; начистоту’ (11).

<sup>2</sup> Раньше также употреблялся просто двуслог 直截zhíjié, сейчас он встречается редко.

## 2b) Откровенность: характеристика человека

В сочетании со словами *человек, характер, душа* лексема *прямой* (как и китайская лексема 直zhí) указывает на то, человек искренен и откровенен. Здесь искренность связана уже не только с речевым поведением, часто имеется в виду поведение в целом. Это значение связано с предыдущим метонимическим переходом (12).

Как уже говорилось выше, все китайские двуслоги, которые употребляются при глаголах речи, могут сочетаться и со словами, обозначающими характер. Часто они оказываются в предикативной позиции, характеризую человека или группу людей (13).

В английском языке поведение человека (в основном речевое) описывает лексема *direct*:

*Solid and supportive, he is **direct** and straightforward rather than an organizational game player.* (BNC)

На *straight* нашелся всего один пример в корпусе British News из коллекции Leeds:

*The man who is most likely going to be our next president – is he a **straight**, honest man or is he corrupt?* (Leeds - British News)

Лексема *straight* имеет еще несколько значений, в которых она может употребляться при существительных, обозначающих людей, или в предикативной позиции (см. ниже значение 5).

## ЗНАЧЕНИЯ ЛЕКСЕМ С ИСХОДНОЙ СЕМАТИКОЙ 'ПРЯМОЙ', ВСТРЕТИВШИЕСЯ В ОДНОМ ИЛИ ДВУХ ИЗ ТРЕХ ЯЗЫКОВ

Рассмотрим подробнее эти направления и попытаемся понять, как они связаны с идеей прямоты.

### 3a) Ряд, непрерывная последовательность (английский, китайский)

Эта метафора проявляется в английском и китайском языках. Она связана с представлением о последовательности как об объектах, расположенных на одной (прямой) линии, а также с представлением о различных состояниях как объектах на временной оси. Таким образом, это значение получается путем метафорического переноса «непрерывная последовательность – это прямая линия».

*Это был честный художник, смелый и прямой человек, мужественно перенесший все трудности, связанные с работой над фильмом, и физические, и моральные. [Владлен Давыдов. Театр моей мечты (2004)]*

我们	俩	都	是	直	性子,	说起
wǒmen	liǎ	dōu	shì	zhí	xìngzi	shuō qǐ
мы	двое	все	быть	прямой	характер	говорить.DIR
话	来	不	能		适可而止。	
huà	lái	bù	néng		shì kě ér zhǐ	
речь	DIR	NEG	мочь	соответствовать.возможность.PRG.	остановиться	(12)

*Мы двое оба (с) **прямым** характером, начав говорить, не можем вовремя остановиться.* (CCL)

*If you're going to stay up for several days **straight**, you will almost certainly need caffeine of some kind.* (Leeds – Internet)

*I slept and lounged for two days **straight!*** (Leeds – Internet)

Специфичные для китайского языка значения тоже в основном связаны с этой идеей. 直zhí в этом значении может употребляться в контекстах, ограничивающих некоторый промежуток времени или область пространства, обозначая непрерывность некоего состояния внутри этой области. Это значение не имеет аналога в русском языке, поэтому при переводе приходится пользоваться словами типа *вплоть до, напролет* (14).

Двусложный аналог у этого значения – лексема 一直 yīzhí ('один' + 'прямо') (15).

В русском языке такой метафоры не существует. Слово *прямо* может подчеркивать сам момент времени или конкретизировать промежуток времени или место действия (*сейчас, сегодня, завтра, здесь*), но не может подчеркивать постоянность события или состояния в некоторой области пространства или времени.

### 3b) Постоянно, все время (китайский)

Это специфическое значение для китайского языка, в котором, как и в предыдущем, передается идея постоянства некоего события или состояния, однако кроме этого подчеркивается интенсивность данного события (состояния). Поэтому 直zhí здесь сочетается в основном с глаголами, обозначающими состояние человека (внутреннее или физическое) (16).

一直zhí в этом значении не имеет двусложных аналогов, т.к. в словаре [6] подчеркивается, что если в подобных примерах заменить 直zhí на 一直 yīzhí, то смысл предложения изменится. Китайские информанты высказали мнение, что здесь подчеркивается отсутствие препятствий к развитию действия и невозможность совершения параллельного действия, тогда как в предыдущем значении подчеркивается лишь то, что действие не прерывается. Возможно, 直zhí в этом значении можно считать дискурсивным словом.

你	是个	好人,	我	很	欣赏
nǐ	shìgè	hǎorén,	wǒ	hěnn	xīnshǎng
ты	быть.CLF	хороший.человек	я	очень	любить
你那	直爽的	个性。			
nǐ nà	zhíshuǎng de	gèxìng			
ты.тот	прямой.ATR	характер			

Ты хороший человек, я ценю твой **прямой** характер. (CCL)

她	挺	直率	——用	我们	年轻人的
tā	tǐng	zhíshuài	yòng	wǒmen	niánqīng rén de
она	очень	прямой	использовать	мы	молодой.человек.ATR
话	说:	挺	‘纯’	的。	
huà	shuō:	Tǐng	‘chún’	de	
речь	говорить	очень	чистый	ATR	

Она очень **простая** – по выражению молодых людей, очень «чистая». (CCL) (13)

雨	没有	停过,	直	下了	一	夜。
yǔ	méiyǒu	tíng guò	zhí	xià le	yī	yè
дождь	NEG	остановиться.MOD	прямо	спускаться.MOD	один	ночь

Дождь не останавливался, лил всю ночь **напролет**. (XCCD)

从	佳木斯	直到	海南岛,	全国	
cóng	Jiāmùsī	zhídào	Hǎinándǎo	quánguó	
от	Цзямусы	прямо.до	Хайнань.остров	весь.страна	
各地	都	有	大众	汽车	维修点。
gèdì	dōu	yǒu	dàzhòng	qìchē	wéixiūdiǎn
каждый.земля	все	иметь	массовый	машина	обслуживание.точка

От города Цзямусы **вплоть до** острова Хайнань, по всей стране имеются точки техобслуживания автомобилей. (XCCD) (14)

他们	从	去年	开始	一直都	在做
tāmen	cóng	qùnián	kāishǐ	yīzhí dōu	zài zuò
они	от	прошлый.год	начинать	прямо.всё	PRG.делать
这个	项目。				
zhège	xiàngmù				
этот	проект				

Они работают над этим проектом с прошлого года **до сих пор**. (БКРС [10])

这种笋	从	春天	开始	一直	可以
zhè zhǒng sǔn	cóng	chūntiān	kāishǐ	yīzhí	kěyǐ
Этот.побег	от	весна	начинать	прямо	мочь
采到	8月份。				
cǎi dào	8 yuèfèn				
собирать.до	8.месяц				

Такие побеги можно собирать с весны **вплоть до** августа. (CCL) (15)

喝了 hēle пить.MOD	不少 bùshǎo NEG.мало	酒, jiǔ вино	胃里 wèilǐ желудок.DIR	难受 nánshòu нестерпимый	极了, jíle крайне
------------------------	--------------------------	-------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------

直 zhí прямо	想 xiǎng хотеть	吐。 tù тошнить
-------------------	----------------------	---------------------

Выпил немало вина, желудку стало очень плохо, **все время** подташнивает. (XCCD)

(16)

看完 kànwán читать.RES	信, xìn письмо	王昭仪 Wáng Zhāoyí Ван.Чжаои	眼泪 yǎnlèi слезы	直 zhí прямо	往外 wǎngwài LOC.внешний	流。 liú течь
----------------------------	---------------------	---------------------------------	-----------------------	-------------------	------------------------------	-------------------

После прочтения письма у Ван Чжаои **все время** текут слезы. (XCCD)

#### 4) Немедленность (английский)

В английском языке существует интересная метафора, которая не обнаружилась в русском и китайском. Это перенос с непосредственности на немедленность некоторого действия. В основном в этом значении используются идиоматичные сочетания *straight away/straight off*, но может употребляться и просто *straight* или *directly*:

*I'll fetch up the bath to you **straight**.* (OD [11])

*Mrs Stocks 'll be here **directly**, and no hot water.* (BNC)

В русском языке *прямо* может подчеркивать немедленность действия (ср. *прямо сейчас, прямо завтра*), но само по себе обозначать ее не может (\**мы уезжаем прямо*).

#### 5) Правильность (английский)

В английском языке существует целая ветвь значений, связанная с идеей правильности, вытекающей, видимо, из идеи симметричности, заключенной в исходном значении. Действительно, *прямой* часто противопоставляется не только *кривому*, но и *косому*, откуда видно, что кроме прямизны формы в исходном значении (или близком к исходному) заключается также идея соответствия некоторой оси, отклонение от которой ведет к потере объектом характеристики *прямой* (ср. *прямой столб, колонна*, где ось перпендикулярна земле).

#### 5а) Правильно расположенный, в порядке (ровно и симметрично)

Первое вытекающее из этой идеи значение – приведение чего-либо в порядок:

*Richard stood up at once, pulled his clothes **straight**, and held out his hand to me.* (BNC)

Сами конструкции *to put it straight, to get this straight* могут употребляться в переносном смысле в некоторых контекстах, имея значение «привести в порядок информацию в голове»:

*There are a couple of things I need to put **straight** between us.* (BNC)

В некоторых контекстах так *прямо* и встречается *get thoughts straight* (буквально "сделать мысли прямыми"):

*I walked round the room wiping myself off and trying to get my thoughts **straight**.* (BNC)

#### 5b) Обычный, традиционный (разг.)

В разговорной речи лексема *straight* развивает несколько переносных значений для характеристики человека. Во-первых, эта лексема используется для описания традиционного, социально допустимого вида или поведения:

*She looked pretty **straight** in her school clothes.* (OD)

#### 5с) Гетеросексуальный (разг.);

#### 5d) Не употребляющий наркотики (разг.)

*Straight* может употребляться для обозначения гетеросексуальности или того, что человек не употребляет наркотики:

*They said it wouldn't matter if he were gay. But they added: "We know he's **straight**."* (BNC)

#### 5е) Скучный (разг.)

В Википедии даже приводится пример, когда *straight* употребляется для описания скучного, лишнего воображения человека:

*My boyfriend is **straight**.*

Специфичные для русского языка переносные значения связаны с понятием «наблюдателя». Дело в том, что описание формы неразрывно связано с субъектом – именно он оценивает внешний вид объектов, без наблюдателя нет и формы. Из связи с линией взгляда, например, возникает *прямо* в значении направления (ехать *прямо вперед*). Это значение направления легко объясняется тем, что движение происходит по прямой траектории, и понятие наблюдателя для этого вводить не требуется. Однако есть значения, которые не получается объяснить через прямизну чего бы то ни было или непосредственность – ближайшую к прямизне метафору. Вероятно, именно актуальностью для наблюдателя (т.е. прямым, а не косвенным к нему отношением) объясняется существование таких переносов.

#### 6) Безусловность (русский)

В этом значении лексема *прямой* не несет в себе идеи отсутствия посредников, а лишь подчеркивает значение идущего за ним существительного. Сочетаясь со словами, обозначающими внутреннюю по-

требность, необходимость, слово *прямой* в этом значении приобретает оттенок настоятельности:

*Словом – салфетки «Активтекс» в домашней аптечке не роскошь, а прямая необходимость. [Елена Коржицова. Бальзам на раны (2002) // «Семейный доктор», 2002.05.15]*

*Вот что делается с человеком, когда инстинкты и прямые потребности тела не дисциплинированы воспитанием. [И. А. Ефремов. Час быка (1968–1969)]*

Другой класс сочетаемости лексемы *прямой* в этом значении – слова, обозначающие негативные намерения (*вызов, агрессия, насмешка*). Здесь *прямой* означает очевидность и неприкрытость этих намерений:

*Ибо прямая агрессия против нации спланирует ее, а духовная – поражает, проникая изнутри и разлагая национальное самосознание. [Георгий Куреев. От национальной утопии к национальной идее (2003) // «Лебедь» (Бостон), 2003.06.23]*

В английском, возможно, тоже присутствует это значение – у лексемы *direct*, хотя сочетаемость, видимо, уже, чем в русском:

*It is answering a direct need of the audience. (BNC)*

## 7) Выражение возражения (русский)

В этом значении *прямо*, как и в значении (1d), выступает как дискурсивное слово, только в другой функции – функции выражения возражения в ответ на какое-то утверждение или требование. Значение *прямо* здесь настолько же абстрактное, но круг ситуаций, в которых оно употребляется, несколько уже, чем в предыдущем значении.

В этом значении *прямо* употребляется как отдельное предложение, обычно в сочетании с различными частицами (ну, уж, вот), часто в сокращенной форме *прямо*:

*– Лариса! Открой! – Прямо! Разбежалась! – грубо ответила она. [Эдуард Володарский. Дневник самоубийцы (1997)]*

Иногда после *прямо* может повторяться то слово, которое вызвало у говорящего ощущение противоречия:

*Ну прямо недорого. Средне, скорей уж. [Красота, здоровье, отдых: Косметика и парфюм (форум) (2004)]*

Во всех этих значениях слово *прямо* подчеркивает актуальность описываемой ситуации с точки зрения того, о ком идет речь в предложении. Например, в сочетании со словами *вызов, агрессия, насмешка* это проявляется как познавательный интерес (оценка вида объекта), а в сочетании со словами *необходимость, потребность* слово *прямой* указывает на пространство наблюдателя, т.е. на то, что нечто находится в непосредственной близости от субъекта.

## ВЫВОДЫ

Итак, прилагательные со значением ‘прямой’ в русском, английском и китайском языках имеют схожие направления развития переносных значений, хотя и не полностью одинаковые. На основании рассмотренного нами материала этих языков можно вы-

делить два направления метафоры для понятия ‘прямой’, которые реализуются во всех трех языках: это обозначение непосредственной связи между точками пространства (физического и абстрактного) и характеристика наиболее информативного способа коммуникации. Интересным с типологической точки зрения является развитие значений, близких к грамматическим, в которых *прямо* и его аналоги в английском и китайском выступают как дискурсивные слова, подчеркивающие отношение говорящего к высказываемому. Этот факт может послужить основой для исследования процессов грамматикализации в атрибутивной лексике (в частности, у понятия ‘прямой/прямо’ в других языках).

Таким образом, несмотря на различия в географическом положении и типологическом устройстве рассмотренных языков, нам удалось выявить некоторые общие закономерности структуры поля *прямы* в трех языках. Это позволяет говорить о том, что выделенные закономерности являются отражением некоторого общего когнитивного механизма, находящегося выше различий между конкретными языками.

Однако кроме сходства в устройстве данного семантического поля в трех языках были подробно описаны и различия:

1. В китайском языке есть отдельная специфичная ветвь развития значений, связанная с идеей непрерывности (*Дождь не останавливался, лил всю ночь напролет*). Эта идея также проявляется в английском языке в одном значении у лексемы *straight* (*scored four straight wins, slept and lounged for two days straight*), но в китайском языке сочетаемость более широкая.

Непонятно, как это значение связано с сочетаемостью исходного значения, но путь метафоризации можно предугадать: «непрерывная последовательность – это прямая линия» (здесь также проявляется представление о различных состояниях как объектах, расположенных в некоторой последовательности).

2. Особенность английского языка состоит в организации самого поля ‘прямой’: в нем существуют две основные лексемы, покрывающие большие области исследуемого поля – *straight* и *direct*. Лексема *direct* (и производная от него *directly*) покрывает в основном значения, связанные с идеей непосредственности. Это связано с тем, что *direct(ly)* изначально описывала (и описывает сейчас) не столько форму объекта, сколько кратчайшее расстояние между двумя точками (происх. от лат. *directus* ‘прямой’, от причастия прошедшего времени глагола *dirigere* ‘руководить, управлять’). Лексема *straight* – доминантная в этом поле, в нее заложено больше различных идей: форма, кратчайшее расстояние, откровенность, непрерывность, правильность.

Только в английском языке встретилось значение ‘немедленно’ (у обеих лексем), которое, вероятно, является «ответвлением» направления ‘непосредственности’.

3. Только в русском *прямо* может употребляться при возражении в ответ на какое-то утверждение или требование. Мы предполагаем, что это связано с большей проявленностью идеи «наблюдателя» в этой

лексеме по сравнению с другими языками, откуда следует более тесная связь изначальной идеи прямизны с отношением говорящего к описываемым событиям, что порождает большее число различных контекстов, в которых *прямо* может употребляться как дискурсивное слово.

4. Вопросы вызывает идея правильности/симметричности, присутствующая у лексемы *straight*, т.к. рассмотренного нами материала недостаточно, чтобы понять, насколько она универсальна. Интересно, что эта идея присутствует и у лексемы *right* (*устар.* 'прямой (не согнутый)'), хотя конкретные значения и отличаются, т.е. для английского языка идея прямизны формы тесно связана с идеей правильности. В русском языке у *прямой* таких значений нет, однако у антонимичных лексем *кривой*, *косой* идея неправильности присутствует. В китайском же языке 直 *zhí* не проявляет идеи правильности. Для этого используется отдельная лексема 正 *zhèng*, которая в исходном значении описывает не прямизну формы линии, а симметричность/ровность (*прямо висеть, поставить прямо, надеть шапку прямо, прямо сидеть*).

Хотя лексическая типология – сравнительно молодая область лингвистики, в последние два десятилетия она активно развивается и в рамках этой науки уже сделано множество открытий. Наше исследование выполнено на основе методологии Московской лексико-типологической группы. Полученная информация точна, подтверждена корпусами и информантами – носителями китайского языка. Конечно, выборка языков слишком мала, чтобы делать окончательные выводы в отношении некоторых выявленных параметров, но те результаты, которые уже есть, могут оказаться полезными для практических целей: например, для улучшения систем машинного перевода.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cienki A. STRAIGHT: An image schema and its metaphorical extensions // Alan Cienki. *Cognitive Linguistics*. – 1998. – Vol. 9, Iss. 2. – P. 107–150.
2. François Alexandre. Semantic maps and the typology of colexification: Intertwining polysemous networks across languages // *From Polysemy to Semantic Change: Towards a Typology of Lexical Se-*

*mantic Associations* / ed. M. Vanhove. – Amsterdam–New York : Benjamins (Studies in Language Companion Series, 106), 2008. – P. 163–215.

3. Бабаева Е.Э. Антонимия: проблемы толкования и реконструкции становления (на примере прилагательных с сильно развитой многозначностью // *Перспективы активного словаря русского языка* / В.Ю. Апресян и др. – М.: Языки славянских культур, 2010.
4. Генералова Е.В. Прилагательные со значениями 'прямой' и 'кривой' в русском языке XV–XVII вв. // *Вестник СПбГУ. Сер. Языкознание. Литература. История*. – 1999. – № 2. – С. 45–53.
5. Рахилина Е.В. Когнитивный анализ предметных имен: семантика и сочетаемость. – М.: Русские словари, 2000. (2-е изд. – 2008, см. на сайте [rakhilina.ru](http://rakhilina.ru)).
6. ХНCD – Xiandai hanyu cidian – Словарь современного китайского языка. – Пекин: Коммерческая пресса, 2005.
7. ХССD – Xiàndài hànyǔ xūcí cídiǎn – Словарь пустых слов современного китайского языка – Пекин : Коммерческая пресса, 2001.
8. Баранов А.Н., Плунгян В.А., Рахилина Е.В., Кодзасов С.В. Путеводитель по дискурсивным словам русского языка. – М.: Помовский и партнеры, 1993.
9. Urban dictionary. – URL: <http://www.urbandictionary.com/>.
10. БКРС – Большой китайско-русский словарь / под ред. И.М. Ошанина: в 4 т. – М.: Наука, 1983.
11. OD – Oxford Dictionary of English: Revised Edition. – Oxford University Press, 2005.

*Материал поступил в редакцию 08.05.14.*

## Сведения об авторе

**НАНИЙ Людмила Олеговна** – аспирант Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Москва  
e-mail: [naniilu@yandex.ru](mailto:naniilu@yandex.ru)

## **Центр (Отдел) научно-информационного обслуживания (ЦНИО) ВИНТИ РАН**

### **предлагает услуги по предоставлению информационно-аналитических обзоров**

ВИНТИ РАН осуществляет подготовку информационно-аналитических обзоров по инновационным и приоритетным направлениям научных исследований в области точных, естественных и технических наук. Обзоры готовятся ведущими специалистами ВИНТИ, работающими в определенных областях науки и техники. Аналитические материалы содержат результаты анализа и обобщения информации по актуальным научным проблемам, а в некоторых случаях – и прогностические выводы. Основой для составления обзоров служит отечественная и зарубежная научно-техническая литература, доступная ВИНТИ РАН: фонд НТЛ, включающий более 2 млн отечественных и иностранных журналов, книг, депонированных рукописей, авторефератов диссертаций и другой научной литературы, ретроспектива – с 1987 года. Имеется доступ к базам данных и Интернет-ресурсам: БД ВИНТИ (разработка ВИНТИ), БД SCOPUS, БД зарубежных патентов и другим. Кроме того, ВИНТИ доступны зарубежные электронные платформы ряда ведущих научных издательств, выпускающих основную часть академических рецензируемых журналов, в полнотекстовом варианте.

Основные тематические направления предлагаемых обзоров:

- Науки о жизни;
- Физико-математические науки;
- Химия и науки о материалах;
- Индустрия наносистем и материалов;
- Науки о Земле;
- Рациональное природопользование;
- Информационно-телекоммуникационные системы;
- Энергетика, энергоэффективность, энергосбережение;
- Транспортные, авиационные и космические системы;
- Производственные технологии.

Предлагается подготовка и заказ информационно-аналитических обзоров и материалов по тематике заказчика. Такие обзоры могут относиться к упомянутым выше тематическим направлениям, но могут иметь и междисциплинарный характер. В этом случае обзоры отражают актуальную научную информацию и научные достижения, происходящие на стыке наук.

Более подробная информация о приобретении, заказе и цене обзоров представлена на сайте ВИНТИ [www.viniti.ru](http://www.viniti.ru)

Приобретение и заказ обзоров от юридических лиц проводится на договорной основе. Форма договора для последующего оформления представлена на сайте ВИНТИ.

Оформление договоров и других необходимых документов производится Центром научно-информационного обслуживания ВИНТИ (ЦНИО). Возможен прием заказов от физических лиц, оплата производится на расчетный счет или в кассу ВИНТИ РАН.

Выполненные в ВИНТИ обзоры предоставляются заказчикам в печатном виде либо в электронном варианте после оплаты заказа.

#### **Обращаться в ЦНИО ВИНТИ:**

- адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20.
- телефоны: 8(499) 155 -42 -43, 8(499) 155 -42 -17
- эл. почта [cnio@viniti.ru](mailto:cnio@viniti.ru), [fdk@viniti.ru](mailto:fdk@viniti.ru).
- факс 8(499) 930 -60 -00 (для ЦНИО).