

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 001.891

DOI: 10.17212/2307-6879-2020-1-2-149-168

МЕТОДЫ РЕСУРСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ*

Н.И. ПЛОТНИКОВ

630078, РФ, г. Новосибирск, ул. Выставочная, 17, Научно-исследовательский проектный институт гражданской авиации «АвиаМенеджер», кандидат технических наук, генеральный директор. E-mail: am@aviam.org

Разработки ресурсной методологии и мягких вычислений в настоящей работе представлена как новое направление онтологического проектирования. Прикладной областью избраны объекты организаций воздушного транспорта (ВТ): компания, социальная группа, индивид. Существующее понимание ресурсов связано с понятиями «потребление», «использование», «применение», «распределение», «обеспечение» в материальных, природных, производственных, техносферных, экологических средах. «Ресурсы» – это всё, что используется потребителями. «Потребители» – это любые объекты, поглощающие ресурсы. Проблема состоит в том, что категория ресурсов не идентифицирована, не имеет гуманитарной проработки прежде всего в логике, философии, филологии. Известные классификации и виды ресурсов многочисленны, разнообразны и взаимно не сводимы. Предлагается новое понимание и логическая проработка категории «ресурс». Ресурсная методология предлагает собственные основания и источники. Теоретические основы формируются в следующем содержании: принципы, гипотезы, язык, термины, условия, процедуры. Данное содержание позволяет сформировать вывод ключевых определений. В основе ресурсного проектирования (моделирования) лежит понятие ресурсной модели. Ресурсное моделирование можно определить как отображение параметров свойств объекта из заданной области определения в область значений показателей. Выдвигаемые гипотезы состоятельности ресурсного моделирования постулируют, что средства естественного языка: слова, понятия, имена, лексика, грамматика, синтаксис, используемые в отношениях для описания объектов, могут быть трансформированы в формальные модели, пригодные для последующих вычислений и автоматизированного управления. Отображение отношений осуществляется в псевдофизической логике высказываний, что позволяет приписывать числа наблюдаемым объектам нечисловой природы. Для разработки принципов, условий и процедур проектирования и моделирования используются аналоги системологии. Базой ресурсного проектирования устанавливается формальная ресурсная модель (ФРМ), на основе которой формируются элементы: комплексы контуры, кортежи ресурсов. Таким образом, ресурсный метод позволяет осуществлять приписывание чисел свойствам объектов в слабых неметрических шкалах за счет сдвига процедур оценивания в область сильных

* Статья получена 19 мая 2020 г.

метрических шкал. Это устанавливает новые сочетания применения качественных и количественных методов научных исследований и разработок. Представлен образец практического ресурсного проектирования и моделирования объектов предметной области на примере транспортного комплекса (ТК) ВТ.

Ключевые слова: ресурсология, мягкие вычисления, моделирование, управление, свойства, состояния, ресурсный комплекс, ресурсный контур

ВВЕДЕНИЕ

Свойства объектов нечеткой природы не могут описываться и вычисляться количественными методами. Нечеткое моделирование в теории нечетких множеств (ТНМ) и в теории искусственного интеллекта (ИИ) решает задачи описания свойств объектов, их структуры и параметров путем применения классических методов оптимизации и метаэвристических алгоритмов трудности, и проблемы применения каждого из данных методов связывают с высокими вычислительными затратами ведения нечеткого вывода, поэтому «необходимо применять несколько алгоритмов и эвристик одновременно» [1]. В научной литературе существуют утверждения, что вычислительные задачи методами ТНМ являются избыточными и громоздкими. Разработки нового подхода ресурсной методологии (РМ) и применение мягких вычислений (МВ) в настоящей работе рассматривается как нетождественное ТНМ. Вероятно, данное обстоятельство является причиной того, что основатель ТНМ Л. Заде (первая публикация, 1954 г.) предложил концепцию и термин МВ спустя 40 лет (1994 г.).

Понятие «ресурс» как категория в науке и практике связано с понятиями «потребление», «использование», «применение», «распределение», «обеспечение» в материальных, природных, производственных, техносферных, экологических средах. Ресурсы – это всё, что используется потребителями. Потребители – это любые объекты, поглощающие ресурсы. Проблема состоит в том, что категория ресурсов не идентифицирована, не имеет гуманитарной проработки прежде всего в логике, философии, филологии. Известные классификации и виды ресурсов многочисленны, разнообразны и взаимно не сводимы. Некоторые ресурсы имеют соотношения. Например, материальные ресурсы пересчитываются через финансовые. Однако разнообразные классы, особенно неосязаемых ресурсов, не имеют общих оснований.

Область знаний онтологического проектирования действительности, объединяемых на ресурсной основе, понимается как новая дисциплина – **ресурсология**.

В основу ресурсологии положено ресурсное представление действительности. Ресурсный комплекс понимается как трансформируемые источники

энергии, информации и вещества, вовлеченные в целесообразную деятельность. Ресурсология имеет собственные онтологические основания. Ресурсная методология в настоящей работе представляется как оригинальное и независимое направление науки.

Ресурсная методология предлагает собственные основания и источники. Теоретические основы формируются в следующем содержании: принципы, гипотезы, язык, термины, условия, процедуры. Данное содержание позволяет сформировать вывод ключевых определений. В основе ресурсного проектирования (моделирования) лежит понятие ресурсной модели (РМ). Ресурсное моделирование можно определить как отображение параметров свойств объекта из заданной области определения в область значений показателей. Элементы объекта связаны отношениями, содержание которых устанавливается в процедурах языка ресурсного моделирования (ЯРМ).

1. ОСНОВАНИЯ МЕТОДА

1.1. ПРИНЦИПЫ РЕСУРСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Разрабатываемый метод устанавливает следующие принципы проектирования и моделирования объекта.

Принцип адекватности наблюдения. Предписывает разработку комплекса методов МВ свойств объектов. Следуя данному принципу, для каждого объекта можно разработать специфичный комплекс и методы наблюдения свойств и их изменений в состояниях.

Принцип редукции (свертки). «Проклятие размерности» связано со сложностью вычислений свойств объекта, которая возрастает с увеличением размерности задачи. Решение проблемы – уменьшить размерность пространства на подпространство меньшей размерности, выделяя главные компоненты по отбору признаков с использованием некоторого алгоритма оценок.

Аналогией является многомерное пространство S^n (n -мерное пространство, $n \geq 4$) как метафизическая абстракция трехмерного пространства. Математические модели, описывающие объект, удаётся аппроксимировать геометрическими образами: линиями, поверхностями, объемами трехмерного пространства. Это обосновывают тем, что множества сохраняют существенные свойства, подобные S^n ($n \geq 4$), аналогичные свойствам S^n ($n \leq 3$), изучение и практика которых уже имеет громадный опыт. Поэтому в мыслительной деятельности часто используют лист бумаги и рисуют схемы в виде линий, поверхностей, объемов. Так осуществляется редуцирование многомерной размерности.

В комбинаторном методе Готфрида В. Лейбница (Leibniz Gottfried Wilhelm, 1646–1716 гг.) всё сложное можно свести к простым вещам, которые являются первопринципами, алфавитом и составляют редукцию точного знания. Метод согласуется с законами гиперболических «негауссовых» распределений. Комбинации первопринципов в нечеткой изобретательной логике ведут к приращению знания. Принципы Лейбница предписывают эмпирическое и эвристическое выделение исследователем только существенных объектов предметной области, признаваемых достаточными для описания объекта. Неформальная постановка задачи редукции в проектировании объекта формулируется следующим образом: определить предельное минимальное количество наиболее важных компонент, признаваемых достаточными для адекватного описания предметной области и соответствующих экспериментальной и практической работе.

Пример: если о транспортном средстве известен только один параметр – линейное перемещение, перемещение на плоскости или в трехмерном пространстве, то назначение (наименование) объекта и параметры (масса, скорость) оцениваются с приемлемой точностью. Для линейного перемещения это поезд, для плоскости – автомобиль, для трехмерного пространства – летательный аппарат.

Принцип внешнего воздействия. Принцип основан на утверждениях: а) невозможности проектирования объекта только внутренними ресурсами и б) необходимости использования внешних ресурсов для проектирования и управления объектами. Необходимость внешнего воздействия согласуется с теоремами Курта Геделя о неполноте (1931 г.): «непротиворечивость достаточно богатой теории не может быть установлена средствами самой теории». То есть для изменений (реформ), особенно крупных объектов, требуется достаточная сложная инфраструктура научного, образовательного, технологического, социального, информационного окружения, с использованием которых возможна реорганизация и реформирование объекта.

1.2. ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ РЕСУРСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Эвристическое отображение свойств, параметров, показателей, выбор шкал и единиц оценивания осуществляется на основании знаний предметной области объекта, которые признаются аксиоматическими. Ресурсная модель включает нечеткие правила (НП), кластерный анализ (КА) для идентификации свойств объектов. Один и тот же показатель или параметр может принадлежать к нескольким объектам или кластерам с различной степенью принадлежности (например, моделирование свойства надежности, показателей возраста, времени трудовой занятости и для индивида, и для социальной группы).

Установление кластеров осуществляется постулированием аксиоматики показателей свойств: их равнозначности, независимости и полноты. Составим пример наиболее общего описания реализации потребностей субъекта в транспорте естественной или искусственной природы. Назначение перемещения задается потребностью субъекта, его целевой функцией. Ресурсный комплекс транспорта (РКТ) состоит из субъекта (С), пространства перемещения (ПП), транспортного средства (ТС), провозной емкости (ПЕ). Целевая функция определяет ресурс назначения РКТ, т. е. вид перемещения в пространстве. Покажем, как меняются требования к свойствам создающих ресурсов в зависимости от отношений потребности субъекта. Выстраиваем следующие области определений субъекта и соответствующих ПП и ТС (табл. 1).

Таблица 1

Потребности субъекта в транспорте

Области выборов	Выборы	Пространство перемещения	Транспортное средство	Провозная емкость
[упорядоченность перемещения, свобода перемещения]	A →	Железная дорога	Поезд	Вагон, купе
	Б →	Автодороги	Автомобиль	Салон
[малые расстояния, большие расстояния]	A →	Автодороги	Автомобиль	Салон
	Б →	Воздушный транспорт	Самолет	Салон
[перевозка, самоперемещение]	A →	Дорога	Велосипед	Сиденье, багажник
	Б →	Дорога, лес, поле	Пешком	Одежда, рюкзак

Ресурс назначения. Объектам предписываются требования величины ресурса, сообразного с целью деятельности. Подобное требование мы называем *назначением* деятельности. Таким образом, формируется целевая функция потребностей в понятиях ЯРМ. Следовательно, формирование целевой функции в ЯРМ имеет принципиально важное значение для установления главной категории РМ – *назначение* объекта. Ключевым понятием ресурсного метода является *ресурс назначения* (РН).

Метод решающего правила. Назначение деятельности осуществляется в соответствии с правилом. Метод решающего правила сформулирован подобно описаниям в системологии [2], здесь понимается как совокупность принципов и понятий формирования ресурсной модели. Все множества и подмножества называются ресурсами и считаются конечными. Метод основан на псевдофизической логике (ПЛ) [3] отношений времени, пространства, каузальности, других отношений и их сочетания. Обобщение любой части объекта РМ осуществляется на основе указанных отношений. Например, конкретный полет летательного аппарата (ЛА) возможно описать как вывод псевдофизической логики пространственно-временных отношений «здесь и теперь». Совокупность отношений образуют принципы формирования ключевых понятий. Насколько правильно разработаны и обоснованы принципы и понятия, возможно проверять экспертным путем.

1.3. ГИПОТЕЗЫ РЕСУРСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Для формирования ЯРМ в настоящей работе предлагаются подходы, подобные используемым в ИИ, ДСМ-методе (назван так в честь английского философа и логика XIX в. Джона Стюарта Милля) [4]. ДСМ-метод рассматривается как совокупность логико-комбинаторных технологий интеллектуального анализа на основе неклассических логик и правил правдоподобных рассуждений, правил устранения неопределенности данных. В теории ситуационного управления (СУ) выбирается следующий набор проектирования модели действительности: «первый шаг в инженерном анализе естественного языка (ЕЯ): выделение в лексике языка групп, несущих определенную функциональную нагрузку при описании объектов и ситуаций:

$$ЕЯ = \langle C, N, R, АСТ, K, M, MD, E \rangle, \quad (1)$$

где C – множество понятий; K – множество квантификаторов; N – множество имен; M – множество модификаторов; R – множество отношений; MD – множество модальностей; $АСТ$ – множество действий; E – множество оценок» [3].

В настоящей работе ЯРМ формируется принятием гипотез о богатстве ЕЯ и его достаточности для создания формального содержания. Допущение, что любой объект искусственного происхождения по содержанию и форме менее сложен, чем ЕЯ, согласуется с теорией создания искусственных объектов.

Гипотеза 1. Для описания исследуемых предметных областей деятельности и объектов любой сложности достаточно средств ЕЯ. Средства ЕЯ – слова, понятия, имена, лексика, грамматика, синтаксис, используемые в от-

ношениях для описания объектов, могут быть трансформированы в формальные модели, пригодные для последующих вычислений и автоматизированного управления. Данная гипотеза согласуется с выводами и результатами настоящей работы.

Гипотеза 2. Главным средством ЕЯ для структурного описания наблюдаемого мира являются устанавливаемые отношения слов, понятий и имен. Отображение отношений осуществляется в псевдофизической логике высказываний (ПЛВ), что позволяет приписывать числа наблюдаемым объектам нечисловой природы.

1.4. ТЕРМИНЫ РЕСУРСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Общие требования и термины ЯРМ составлены в следующем содержании.

1. *Ограниченность описания предметной области.* Содержание описания избранной предметной области деятельности составляет в пределах существующих знаний, позволяющих формализовать данные описания (например, признанные теории, методы, приемлемый математический аппарат).

2. *Язык описания.* Необходим подбор, составление и использование такого языка и алфавита, который на основании эмпирической и эвристической экспертизы позволяет правильно принимать решения в различных ситуациях.

Пр и м е р: физические колебания (вибрации) в полете оцениваются пилотом как возникшая ситуация: в одном случае это «тряска» двигателя, в другом – «болтанка» от воздействий турбулентности атмосферы. Следовательно, природа и причины колебаний различны. Момент идентификации колебания является нечетким и определяется пилотом эвристически («так может быть») и эмпирически («так было»).

3. *Решения.* Решения простые оптимизируют сложные ситуации. Пример: нечеткость содержания ситуаций в полете интегрируется в совокупность четких решений пилота в полете. Данная совокупность является классом различения стандартизованных операций полета (СОП), имеющих признаки, при которых ожидается результат не хуже заданного номинального.

4. *Действия.* Динамика отношений осуществляется в действиях и операциях: а) повелительные действия: приказ, указание; б) действия с указанием процессов: набор высоты, снижение, чтение карты проверок; действия с указанием состояния объекта: исправный самолет.

5. *Квантификаторы:* Квантификатор общности (\forall) – указание общих значений и признаков для объектов класса (например, утверждение «все воздушные суда исправны»). Квантификатор существования (\exists) – указание существования истинности утверждения хотя бы для одного элемента множества.

6. *Модификаторы* (m_i) – слова, устанавливающие признаки объектов и процессуальных состояний (например, в полете воздушного судна (ВС): «грузовой самолет», «быстрое снижение»).

7. *Модальности* (md_i) – слова, устанавливающие мерность возможности, необходимости, правдоподобия, доверия.

8. *Оценки* v_i – слова, устанавливающие признаки качества: «хорошо», «плохо», «высоко», «низко».

1.5. УСЛОВИЯ РЕСУРСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Составляются следующие условия (У) ресурсного моделирования.

У1. *Обобщаемость*: понятия отличающихся объектов должны обладать обобщающим свойством объекта более высокого уровня.

Пример: аэрокосмическая промышленность обобщает понятия: проектирование, конструирование, производство, эксплуатация летательных аппаратов (ЛА).

У2. *Квазитождественность*: понятия должны быть одного познавательного уровня, обладать приемлемой тождественностью, сходством.

Примечание. Сходство, но не одинаковость. Два водителя легковых автомобилей одинаковы. Водитель легкового автомобиля и водитель грузовика сходны.

Пример: авиакомпания и аэропорт квазитождественны, являются объектами одного уровня организаций воздушного транспорта (ВТ).

У3. *Различие*: понятия объектов одного уровня должны быть отличающимися по назначению, различаются по назначению.

Пример: авиакомпания и аэропорт квазитождественны, но и различимы по назначению.

У4. *Изоморфизм*: ресурсы образуют совокупности и классы. Ресурсы одного класса изоморфны между собой $\langle r_i \leftrightarrow r_{i+1} \leftrightarrow r_{i+n} \rangle$.

Изоморфизм, др.-греч. ἴσος – «равный, одинаковый, подобный» и μορφή «форма». Объекты называются изоморфными, если они одинаково организованы, устроены.

Пример: комплексы «водитель, машина, среда» необходимы для всех видов транспорта. Они сходны, одинаково устроены, организованы, а значит, изоморфны.

1.6. ПРОЦЕДУРЫ РЕСУРСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Для соблюдения данных условий выработаны следующие процедуры $\Pi_i(\pi)$ установления и контроля.

Процедура (Π_1). По условию квазитожественности выполняется процедура Π_1 , в которой устанавливается приемлемая тождественность понятий порождающих ресурсов, используемых для порождения ресурса более высокого уровня:

$$\Pi_1 \equiv \{\pi(r_1 \succ r_2), \pi(r_1 \succ r_3), \pi(r_2 \succ r_3)\}, \quad (2)$$

где поэлементным сравнением (π) комбинации ресурсов (r_1, r_2, r_3) признаются квазитожественными. Для этого могут применяться мыслительные приемы, такие как сведение разных понятий к единому понятию данного познавательного уровня.

Пример: ВС является машиной, ЛА также является машиной (М), то есть $ВС \cong ЛА \rightarrow М$.

Процедура (Π_2). По условию различия выполняется процедура Π_2 , в которой устанавливаются различия между понятиями в назначении (номинации) объектов. Здесь путем поэлементного сравнения устанавливается, являются ли создающие ресурсы отличающимися между собой:

$$\Pi_2 \rightarrow \{\pi(r_1 - r_2), \pi(r_1 - r_3), \pi(r_2 - r_3)\}. \quad (3)$$

Пример: ВС, по назначению, перемещается в воздушном пространстве. ЛА, по определению, перемещается в воздушном и безвоздушном пространстве. Следовательно, при поиске тождественности понятий «машина» установлено также и их различие: $ВС \neq ЛА$.

Процедура (Π_3). По условию обобщаемости выполняется процедура Π_3 , в которой осуществляется обобщение объектов в едином понятии более высокого познавательного (эпистемологического) уровня:

$$\Pi_3 : \{\pi(r_1), \pi(r_2), \pi(r_3)\} \rightarrow R, \quad (4)$$

где сопоставлением (π) ресурсов (r_1, r_2, r_3) устанавливается новый ресурс, обозначаемый термином (R). Сопоставлением предметов называем: выбор; выставление без высказывания; принятие во внимание; установление соответствия: а) взаимного, б) однозначного, в) взаимно-однозначного; г) сравнение (признаков или величин) свойств предметов [6].

Пример: объекты перемещаются по свойствам назначения в трехмерном пространстве (3D). Объект ВС предназначен перемещаться в воздушной сре-

де. Объект ЛА предназначен перемещаться в воздушной и безвоздушной среде. Субмарина (СМ) предназначена перемещаться в трехмерном пространстве водной среды. Следовательно, по условию обобщаемости мы проводим следующую процедуру мыслительного проектирования:

$$P_3 : \left\{ \begin{array}{l} \text{ВС (среда воздушная)} \\ \text{ЛА (среда воздушная + безвоздушная)} \\ \text{СМ (среда водная)} \end{array} \right\} \rightarrow 3D. \quad (5)$$

Представленное содержание ЯРМ является основанием принятия ключевых определений ресурсного моделирования.

2. ОНТОЛОГИЯ РЕСУРСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

2.1. КЛЮЧЕВЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Введем определения ресурсного моделирования.

D-1. Ресурс $\{R\}$. Элементарным ресурсом r_i называем вещественное, энергетическое, информационное свойство объекта любой природы, которое наблюдается измерением или оцениванием в состояниях (параметрах, показателях).

Пример. Тело обладает *свойством* тяжести и может пребывать в *состояниях* движения и покоя.

По требованиям логики одно понятие (здесь «ресурс») может определяться через другое понятие – «свойство», которое обладает наибольшим обобщением и является базовым в ресурсной методологии. Понятие «свойство» является категорией, то есть не может быть обобщено. Раскрыть определение понятия ресурса можно в следующем виде (табл. 2).

Таблица 2

Определение понятия ресурса

Объекты	Человек (пилот)	Машина (воздушное судно)	Среда (аэропорт)
Свойство	Параметры и показатели		
Вещественное	Рост	Масса	Длина ВПП
Энергетическое	Возраст	Скорость	Пассажировместимость
Информационное	Налет часов	Дальность	Количество отправок в год

Соотношение тех или иных показателей называем параметрами. Например, установлена параметрическая связь и соответствующие требования по соотношению массы ВС и необходимой длины взлетно-посадочной полосы (ВПП).

D-2. Любая совокупность ресурсов отображается эвристически и называется *ресурсной моделью* (РМ) предметной области.

D-3. *Ресурсный уровень* R_L – совокупность объектов назначения ресурсного комплекса R_M , определенная по $L = \{1, 2, \dots, \delta, \dots, l\}$ функциональному признаку организации комплекса.

Пример: ВТ. Уровень назначения (L), объекты и организация исполнения могут быть представлены в следующем виде (табл. 3).

Таблица 3

Ресурсная организация назначения объектов ТК

Уровень (L)	Объекты ТК	Организация исполнения
1. Отрасль	Транспорт	Министерство транспорта
2. Ведомство	Воздушный транспорт	Росавиация
3. Сектор	Авиаперевозки	Авиакомпания
4. Функция	Летная эксплуатация	Летный комплекс
5. Состав	Производство полетов	Экипаж
6. Единица	Операции	Пилот

D-4. *Ресурсный цикл* (РЦ). Ресурсный цикл – процессы (этапы) создания комплекса назначения объекта во времени.

Пример: РЦ технического объекта: идея → исследования → разработки → проектирование → конструирование (дизайн) → производство (изготовление, строительство) → испытание (тестирование) → сертификация → эксплуатация (применение, использование) → инжиниринг → обслуживание → ремонт → хранение → консервация → утилизация.

2.2. ФОРМАЛЬНАЯ РЕСУРСНАЯ МОДЕЛЬ

Следующие определения выводятся на основе аналогов системологии, называемых направленными, нейтральными, порождающими, порожденными системами [3].

D-5. Модель, для формирования которой осуществляются процедуры проектирования Π_{1-3} , называется *формальной ресурсной моделью*.

D-6. Модель, для которой существует возможность проведения процедуры Π_3 , называется *разрешимой* формальной ресурсной моделью (РФРМ).

D-7. Совокупность принципов, условий и процедур проектирования Π_{1-3} называется *правилами ресурсного моделирования* (ПРМ).

D-8. Ресурс, установленный с соблюдением условий квазитождественности (У2) и различия (У3), называется порождающим (создающим) ресурсом. Порождающий ресурс является потребляемым источником (source) r_{src} и устанавливает требования величины для создания ресурса назначения: $r_{src} : \rightarrow r_{appt}$. (Пример: транспортное средство (способность перемещения в пространстве).)

D-9. Ресурс, установленный с соблюдением условия обобщаемости (У1), называется порожденным (созданным) ресурсом. Порожденный ресурс является ресурсом назначения (appointment) и называет требования величины, сообразной с названной, номинальной (nominal) целью деятельности: $r_{appt} \langle nom \rangle$. (Пример: энергоресурс (топливо) для транспортного средства.)

Создающие или порождающие ресурсы понимаются как источники и называются *сходящимися*. Создаваемый или порожденный ресурс понимается как *исходящий*. За пределами данной совокупности ресурсы не являются конечными и обладают возможностной мерой быть порождающими или порождаемыми. Законы порождения могут быть естественными объективными или искусственными, субъективными, эвристическими.

D-10. Элементарным ресурсным контуром (ЭРК), (R_N) (ФРМ) называется четверка объектов любой природы, из которых три ресурса являются порождающими, а четвертый – новый создаваемый ресурс более высокого эпистемологического уровня, порожденный для целевой функции деятельности:

$$R_N \{r_{src}(n)\} : \rightarrow r_{appt}, \quad n \geq 2, \quad (6)$$

где r_{src} – порождающий ресурс; n – число порождающих ресурсов; r_{appt} – порожденный создаваемый ресурс.

Установление ФРМ – четверок (3→1): «три создающих ресурса → создаваемый ресурс» для формирования ресурса назначения в настоящей работе является эвристическим выбором на основе законов гиперболических распределений. Полагаем, что количество порождающих ресурсов может составлять от двух до пяти $\langle (2-5) \rightarrow 1 \rangle$. Данный выбор количества основан на принципе свертки (редукции) множества объектов к необходимому минимуму для про-

ектирования контуров ресурсного комплекса. Пример: {транспортная среда, транспортное средство, водитель}: → транспорт (рис. 1).

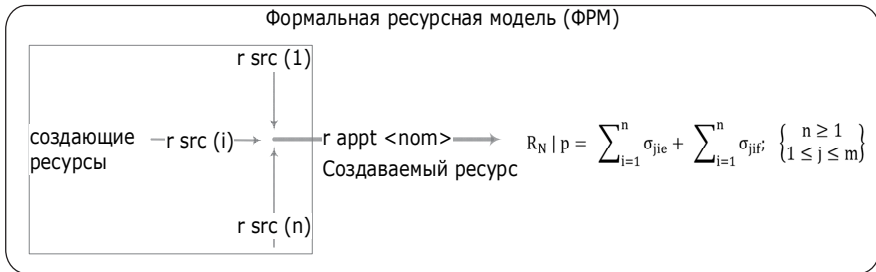


Рис. 1. ФРМ

На основе изложенного выводим другие определения и постулируем следующие аксиомы. Используя правила формальной логики для построения групп субъектов [8], с. 61], введем следующее обоснование ФРМ. Предмет ФРМ (четверка ресурсов $((r^1, r^2, r^3) \rightarrow r^4)$ есть энместный (энарный) субъект.

D-11. (r^1, \dots, r^n) есть энарный субъект, если и только если r^1, \dots, r^n суть субъекты.

Аксиомы:

A-1. $\sim (r^i \rightarrow (r^1, \dots, r^n)) \cdot \sim (r^1, \dots, r^n) \rightarrow r^i$ ($i = 1, \dots, n; n \geq 2$);

A-2. $(r^i \rightarrow r^k) \rightarrow ((r^1, \dots, r^n) \rightarrow \rightarrow ((r^1, \dots, r^n)(r^i / r^k))$ ($i = 1, \dots, n$).

Иначе никакой другой способ образования ФРМ, предлагаемый для решения теоретической или практической задачи, не принимается и не представляется возможным. Правила построения терминов, входящих в энарный субъект (ФРМ), записываются в форме утверждения: «если r есть термин, то r^i есть термин», или «если известен смысл термина r , то известен смысл термина r^i ». В дальнейшем проектирование организационных и социальных объектов постулируется следующей аксиомой.

A-3. Термин «индивид» (социальная единица) и термин «класс» (социальная группа) суть термины [«индивид»; «группа»], т. е. предмет, обозначаемый каждым из терминов, смысл которых известен.

Следствие 1. Предметы терминов ФРМ исследуются, изучаются и проектируются в отдельных смыслах, предикатах, совокупности предикатов в содержании и в объеме понятий.

Следствие 2. Предметы терминов ФРМ являются разождествленными, недопустима произвольная замена одних другими. Пример: термины «пилот» и термин «экипаж» нельзя произвольно заменять, так как они суть разные термины.

Возможно представление ФРМ в теории графов. Графом (Γ) называют множество точек (вершин, узлов) и множество линий (ребер, дуг), которые соединяют эти точки [9]. Ресурсный контур R_N – это семантический граф (СГ), некоторый класс функции с равнозначными дугами $\langle n, \tau \rangle$ из n ресурсов, τ – тип объекта. ФРМ (СГ) задана конечным множеством X , состоящим из n ресурсов ($X = \{1, 2, \dots, n\}$), называемых вершинами (создаваемыми ресурсами), и подмножества V декартова произведения $X \times X$, или ($V \subseteq X^2$), называемых множеством создающих ресурсов; ФРМ можно именовать ориентированным графом, ресурс (дугу) между вершинами i и j , $i, j \in X$ можно обозначать (i, j) , число ресурсов (дуг) – m $\{V = (v_1, v_2, \dots, v_m)\}$, $m \geq 2$. Все ресурсные комплексы проектируются как симметричные, т. е. $(i, j) \in V$ и $(j, i) \in V$. В отличие от семиотических моделей, где обобщение строится на признаках весов объектов, в ресурсном моделировании формирование контура строится на аксиоматике равнозначности некоторой совокупности ресурсов, эвристически установленных на псевдофизической логике отношений. (Пример: авиакомпания, аэропорт, аэронавигация составляются в ТК ВТ на аксиоматике организационной равнозначности.)

2.3. МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Принципиально важным шагом проектирования объекта является установление базовой исходной ресурсной модели ФРМ, соответствующей целевой функции назначения избранной предметной области. Данное установление осуществляется эвристически, на основе доктринальных (необсуждаемых) знаний предмета, однако на основании вышеизложенных гипотез, принципов, условий, процедур РМ. Для каждого из исходных ресурсов последующие контуры проектируются также набором элементов соответствующего контура. Данная совокупность контуров образует ресурсный комплекс.

D-12. Ресурсный комплекс R_M – совокупность объектов (СО), состоящая из m ресурсных контуров, состав которых устанавливается как необходимый и достаточный для проектирования предметной области деятельности (рис. 2).

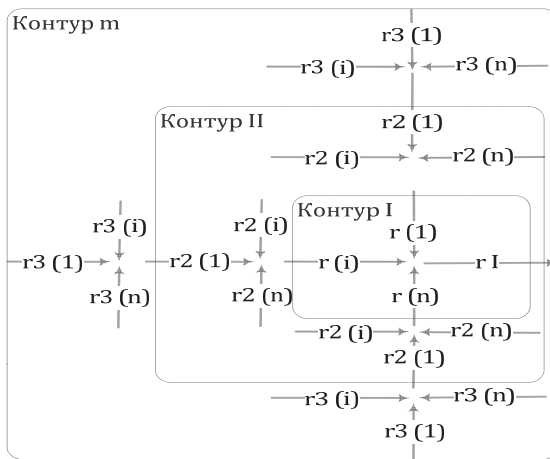


Рис. 2. Ресурсный комплекс

D-13. Ресурсный комплекс составляется из ресурсов N контуров. Ресурсный комплекс $R_M | M \geq \{2, \dots, j, \dots, m\}$, который используется для создания комплекса более высокого эпистемологического уровня, называется *порождающим* и обозначается как $\overline{R_M}$.

D-14. Ресурсный комплекс $R_M | M \geq \{2, \dots, j, \dots, m\}$, который создается другими комплексами более низкого эпистемологического уровня, называется *порожденным* ресурсным комплексом и обозначается как $R_{M \succ \overline{M}}$:

$$R_M : R_N \{2, \dots, j, \dots, m\}, m \geq 2. \tag{7}$$

В проектировании существует необходимость и возможность составления ресурсных совокупностей по функциональной специализации. Тогда совокупность ресурсов образует кортеж специализации.

D-15. *Ресурсный кортеж* R_K – совокупность объектов ресурсного комплекса R_M , состоящая из k элементов m ресурсных контуров определенной функциональной специализации деятельности:

$$R_K : R_M(k), k \geq 2. \tag{8}$$

D-16. Пример: {автошкола, автомобиль, автолюбитель}, является специализацией кортежа автовождения, ФРМ кортежа представлена (рис. 3).

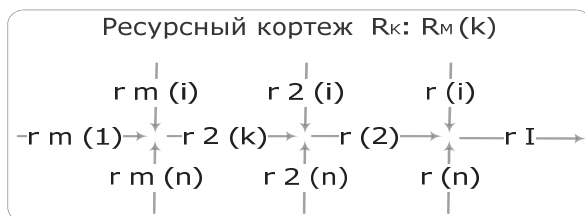


Рис. 3. Ресурсный кортеж

В исследовании и проектировании деятельности существует необходимость и возможность составления ресурсных совокупностей всей предметной области или ее части.

D-17. ФРМ, содержащая совокупность описаний ресурсов n контуров l уровней, m кортежей l' уровней, называется ФРМ предметной области проектируемого объекта.

Исходная обобщенная формула вычислений величин ресурсов СО выводится следующим образом. Пусть в описании объекта, называемого ресурсным контуром R_N , классифицировано n ресурсов $r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n$, свойство каждого из которых определяется по $1, 2, \dots, j, \dots, m$ показателям. Свойство p , или величина ресурсного контура $R_N | p$, рассчитывается как возможностная (вероятностная) мера в области определения $[0, 1]$:

$$R_N | p = \sum_{i=1}^n \sigma_{jie} + \sum_{i=1}^n \sigma_{jif}; \left\{ \begin{array}{l} n \geq 1 \\ 1 \leq j \leq m \end{array} \right\}, \quad (9)$$

где σ_{jie} и σ_{jif} – веса j -го показателя i -го ресурса, устанавливаемые на эвристической и формальной основе.

Ниже представлен образец практического ресурсного проектирования и моделирования объектов предметной области на примере ТК ВТ.

3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3.1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

ФРМ предметной области – ТК ВТ. Эвристически установить: а) центральный процесс аэрокосмической индустрии для удовлетворения потребности в воздушных перевозках – полет ВС; б) главный объект управления про-

цессом – пилот; в) составить образцы проектирования ресурсов ТК и его структурных элементов с наименованиями на ЕЯ. В соответствии с условиями, процедурами и правилами ресурсного моделирования покажем, как проектируется комплекс предметной области ТК:

I контур – «ресурсы полета»,

II-III контуры – «ресурсы авиакомпании»,

III-IV контуры – «ресурсы экипажа»,

IV-VI контуры – «ресурсы пилота»,

I-IV контуры кортежа «ресурсы пилота» → «ресурсы полета».

Полное содержание и образец прикладной разработки проектирования представлены в работе [7]. Ниже показан фрагмент онтологического проектирования и модель.

3.2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

I контур – «ресурсы полета». Контур ресурсов полета вектора \bar{V} реализуется использованием трех исходных ресурсов аэрокосмической индустрии:

$$\bar{V}: \rightarrow \{\bar{T}_1, \bar{L}_1, \bar{E}_1\},$$

где \bar{T}_1 – авиастроение, представляющее промышленную часть – проектирование, конструирование, производство ВС; \bar{L}_1 – авиакомпания, представляющая эксплуатационную часть использования ВС хозяйствующим субъектом; E_1 – аэронавигация, представляющая административную часть управления ВС в воздушном пространстве (рис. 4.)

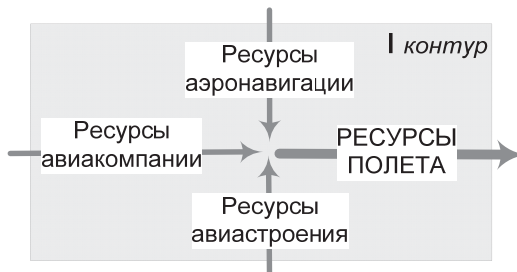


Рис. 4. Контур «ресурсы полета»

Проектирование базовой исходной ресурсной модели ТК, в данном случае «полет», осуществляется на постулате, что цель аэрокосмической индустрии концентрируется и содержится в конкретном полете ВС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан оригинальный ресурсный метод, имеющий технико-экономические и естественно-научные основания, универсальный теоретический и прикладной характер в моделировании и управлении организационными социальными экономическими объектами. Ресурсный метод обладает возможностью сокращения (свертки) описания свойств объектов любой природы, что преодолевает проблемы сложности проектирования, моделирования и управления. Метод содержит условия, правила и процедуры моделирования, основанные на теории псевдофизической логики и мягких вычислений; позволяет осуществлять приписывание чисел свойствам объектов в слабых неметрических шкалах за счет сдвига процедур оценивания в область сильных метрических шкал. Это устанавливает новые сочетания применения качественных и количественных методов научных исследований и разработок.

Основные положения ресурсного подхода создают основания разработки научной дисциплины – ресурсной методологии (ресурсологии), которая устанавливает новые возможности проектирования, моделирования и управления объектами любой природы. Метод позволяет осуществлять вычисления свойств и состояний надежности, риска и безопасности и является основанием прикладных разработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ходашинский И.А., Синьков Д.С.* Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы // Проблемы управления. – 2009. – № 4. – С. 15–23.
2. *Клир Д.Д.* Системология. Автоматизация решения системных задач. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
3. *Поспелов Д.А.* Ситуационное управление. – М.: Наука, 1986. – 286 с.
4. ДСМ-метод автоматического порождения гипотез: логические и эпистемологические основания / сост.: О.М. Аншаков, Е.Ф. Фабрикантова. – М.: Либроком, 2009. – 432 с.
5. *Plotnikov N.I.* The development of the subject domain observation complex for management purposes // 2018 14th International Scientific-Technical Conference APEIE – 44894. – Novosibirsk, 2018. – Vol. 1, pt. 1. – P. 268–272.
6. *Зиновьев А.А.* Логика науки. – М.: Мысль, 1971. – 279 с.

7. Плотников Н.И. Ресурсы безопасности транспортных комплексов: монография. – Новосибирск: АвиаМенеджер, 2013. – 286 с.

Плотников Николай Иванович, кандидат технических наук, инженер-пилот, генеральный директор Научно-исследовательского проектного института гражданской авиации «АвиаМенеджер». Основное направление научных исследований – управление организационными объектами. Имеет более 200 публикаций. E-mail: am@aviam.org

DOI: 10.17212/2307-6879-2020-1-2-149-168

Methods of resource modeling of organizational objects*

N.I. Plotnikov

Research and Design Institute of Civil Aviation "AirManager", ul. Vystavochnaya, 17, Novosibirsk, 630078, Russian Federation, candidate of technical sciences, general director. Email: am@aviam.org

The development of resource methodology and soft computing in this paper is presented as a new direction of ontological design. The objects of air transport organizations are chosen as the applied area: a company, a social group, an individual. The existing understanding of resources is related to the concepts of consumption. The problem is that the category of resources is not identified and does not have a humanitarian study, primarily in logic, philosophy, and philology. The known classifications and types of resources are numerous, diverse, and mutually irreducible. A new understanding and logical elaboration of the "resource" category is proposed. The resource methodology offers its own bases and sources. The theoretical foundations are formed in the following content: principles, hypotheses, language, terms, conditions, and procedures. This content allows you to generate output of key definitions. Resource design (modeling) is based on the concept of a resource model. Resource modeling can be defined as displaying object property parameters from a specified definition area to the area of indicator values. The proposed hypotheses of resource modeling consistency postulate that natural language tools: words, concepts, names, vocabulary, grammar, syntax, used in relations to describe objects, can be transformed into formal models that are suitable for subsequent calculations and automated management. Relations are displayed in the pseudo-physical logic of statements, which allows us to assign numbers to observable objects of non-numeric nature. Analogs of systemology are used to develop principles, conditions, and procedures for design and modeling. The basis of resource design is a formal resource model, on the basis of which elements are formed: complexes of contours, tuples of resources. Thus, the resource method allows us to assign numbers to the properties of objects in weak non-metric scales by shifting the assessment procedures to the area of strong metric scales, which establishes new combinations of applying qualitative and quantitative methods of research and development.

* Received 19 May 2020.

A sample of practical resource design and modeling of objects in the subject area is presented on the example of the air transport complex.

Keywords: resource, soft computing, modeling, management, properties, resource complex, resource contour

REFERENCES

1. Khodashinskii I.A., Sinkov D.S. Identifikatsiya nechetkikh sistem: metody i algoritmy [Identification of fuzzy systems: methods and algorithms]. *Problemy upravleniya = Control Sciences*, 2009, no. 4, pp. 15–23.
2. Klir G.J. *Architecture of systems problem solving*. New York, Plenum Press, 1985 (Russ. ed.: Klir D.D. *Sistemologiya. Avtomatizatsiya resheniya sistemnykh zadach*. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1990. 544 p.).
3. Pospelov D.A. *Situatsionnoe upravlenie* [Situational management]. Moscow, Nauka Publ., 1986. 286 p.
4. Anshakov O.M., Fabrikantova E.F., comp. *DSM-metod avtomaticheskogo porozhdeniya gipotez: logicheskie i epistemologicheskie osnovaniya* [JSM method of automatic generation of hypotheses: logical and epistemological grounds]. Moscow, Librokom Publ., 2009. 432 p.
5. Plotnikov N.I. The development of the subject domain observation complex for management purposes. *2018 14th International Scientific-Technical Conference APEIE – 44894*, Novosibirsk, 2018, vol. 1, pt. 1, pp. 268–272.
6. Zinov'ev A.A. *Logika nauki* [The logic of science]. Moscow, Mysl' Publ., 1971. 279 p.
7. Plotnikov N.I. *Resursy bezopasnosti transportnykh kompleksov* [Security resources of transport complexes]. Novosibirsk, AviaMenedzher Publ., 2013. 286 p.

Для цитирования:

Плотников Н.И. Методы ресурсного моделирования организационных объектов // Сборник научных трудов НГТУ. – 2020. – № 1–2 (97). – С. 149–168. – DOI: 10.17212/2307-6879-2020-1-2-149-168.

For citation:

Plotnikov N.I. Metody resursnogo modelirovaniya organizatsionnykh ob"ektov [Methods of resource modeling of organizational objects]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2020, no. 1–2 (97), pp. 149–168. DOI: 10.17212/2307-6879-2020-1-2-149-168.