



УДК 004.89

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ, ВЫЯВЛЯЕМЫХ ПРИ СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Шалфеева Е.А.*

** Институт автоматики и процессов управления, г. Владивосток, Россия*

shalf@iacp.dvo.ru

В данной статье показаны некоторые результаты литературного обзора классификаций экспертных задач и постановок этих задач, пригодных для практического использования на этапе системного анализа и интеллектуальной деятельности. Обоснована потребность аналитиков и разработчиков систем, основанных на знаниях, в новой открытой классификации задач с их математическими постановками, с которыми могут быть связаны известные методы решения.

Ключевые слова: интеллектуальная деятельность; экспертная задача; классификация задач; постановка задачи.

Введение

Автоматизация профессиональной интеллектуальной деятельности и управления ее качеством требует детальной разработки всех тех этапов, от которых зависит решение проблемы поддержки такой деятельности и правильности применения знаний при этом. Первый из них - этап системного анализа, в рамках которого моделируется предметная область, выявляются задачи, которые решаются специалистами и требуют программной поддержки [Клещев и др., 2014].

Множество исследований было посвящено обсуждению разных интеллектуальных задач и их постановок и предметно-независимых подходов к автоматизации их решения. *Интеллектуальные* или *экспертные* задачи (т.е. задачи, решаемые в областях деятельности человека, которые требуют мышления, определенного мастерства и накопленного опыта [Джексон, 2001]) анализируются в работах Уотермана, Хейеса-Рота, Кленси и в более поздних исследованиях.

Цель настоящего исследования – проанализировать наличие в литературе полной классификации всех экспертных задач и постановок этих задач, пригодных для их практического использования на этапе системного анализа предметной области и интеллектуальной деятельности. Это является частью исследовательской работы по созданию инструментальных средств поддержки разработки систем, основанных на знаниях, в которых форма представления знаний предусматривает возможность непрерывного совершенствования знаний на

протяжении периода эксплуатации системы [Клещев и др., 2014].

1. Цели классификации задач и постановок задач

Работы, представляющие и анализирующие постановки и классификации задач, созданы (если судить по их предисловиям) для тех, кто собирается профессионально заниматься конструированием экспертных систем [Джексон, 2001], иногда только для инженеров по знаниям, системных аналитиков, постановщиков задач [Гаврилова и др., 2000], для формирования знаний и построения обучаемых алгоритмов в прикладных задачах [Воронцов, 2012].

Цель многих «работ по онтологиям», авторы которых: Barros, L. N. (1996), Guarino (1995), Mizoguchi (1995), Calero C. (2010), - определить способы решения разных задач, чтобы обеспечить использование множества известных методов. Такова же цель в [Chandrasekaran et al., 1998].

Подходы и методы к автоматизации решения задач различают в зависимости от «сложности области приложения», «особенностей решаемых задач», «характера доступного знания» (используемых баз знаний) [Хейес-Рот и др., 1987]. Каждый из методов "эвристическая классификация", "сопоставление", "предложение и применение", "предложение и проверка" и т.п. оказывается эффективным в определенных условиях [Джексон, 2001].

Разработка и анализ методик, аналогичных *эвристической классификации*, - шаг на пути к созданию специальных инструментальных средств

инженерии знаний для этих целей [Джексон, 2001; Clancey, 1985]. И некоторые оболочки (формирующие прототип системы искусственного интеллекта) воплощают методы, применимые для решения экспертных задач [Rychener, 1985].

2. Термины в разных классификациях, определениях и постановках задач

2.1. Названия типичных задач

Термин *задача* (problem) нередко употребляется как стоящая в предметной области профессиональная задача (проблема); которая может быть декомпозирована на непустое множество под-задач (операций [Clancey, 1985]), в том числе – экспертных, связанных с синтезом или анализом некоторых систем в предметной области.

Самые популярные в доступных источниках названия решаемых экспертами задач – *диагностика, интерпретация, планирование и проектирование*. Названиями «типичных», «характерных» экспертных задач являются следующие шесть – *интерпретация, диагностика, предсказание, проектирование, планирование, мониторинг* [Хейес-Рот и др., 1987].

Уотермен к этим шести добавляет еще задачи *отладка, управление поведением*. Кроме того, добавляет задачу *ремонт* и задачу *постановка диагноза и предписание определенных действий* [Уотермен, 1989]. В [Гаврилова и др., 2000] к шести «типичным» добавляются три задачи – *обучение, управление, поддержка принятия решений*.

В более современной публикации к типовым задачам, решаемым экспертными системами, не отнесены задачи *мониторинга* и *предсказания* [Джексон, 2001]. Спектр типовых задач включает: *диагностику, проектирование, планирование* и еще две задачи: *извлечение информации из первичных данных* (что близко к Интерпретации), а также *структурный анализ сложных объектов* (который тоже чаще всего называют интерпретацией, хотя применительно к структурному анализу химических соединений в DENDRAL можно встретить формулировки «выдает диагноз в виде соответствующей химической структуры», и «решает задачу построения возможных химических структур»).

Названия вышеупомянутых шести «типичных» экспертных задач использованы и в [Clancey, 1985], но кроме них есть другие, а *интерпретация* – синоним термина *анализ*. Тот факт, что разные авторы дают разные классификации с разным числом задач, связан не только в их желании использовать классификацию, более адекватную их целям и накопленному опыту, но и с разницей в базовой терминологии. Из-за этого предлагаемые авторами подходы к решению задач трудно применимы для произвольной ситуации: различаются определения задач, их постановки,

определение сущности, по отношению к которой решается задача.

2.2. Термины для сущностей предметной области

Термин *система* часто означает проблемную область со сложными реальными объектами или явлениями [Гаврилова и др., 2000; Попов и др., 1996]. Некоторые авторы вместо термина *система* употребляют *объект* [Попов и др., 1996; Тельнов, 2000] или *ситуация*. Некоторые пользуются несколькими терминами: *system, structure, object* [Rychener, 1985].

Объект чаще встречается в задачах построения\синтеза [Rychener, 1985]. При этом часто имеют в виду *спецификацию на создание объектов* (набор необходимых документов – чертеж, пояснительная записка и т.д.) [Гаврилова и др., 2000]. Нередко термин *объект* употребляется как часть *системы* [Clancey, 1985].

Некоторые авторы задачу построения\проектирования рассматривают применительно к *системам*, технология построения которых сходна с инженерией программного обеспечения. [Clancey, 1985; Sriram et al., 1985; Rychener, 1985].

Но, рассматривая задачи анализа, Кленси имеет в виду т. наз. «системы управления», тип и основные характеристики которых зависят от пар «стимул/реакция»).

Используя термины *динамическая* предметная область (или динамическая проблемная среда), авторы говорят о задачах, учитывающих «фактор времени», например, входные данные изменяются за время сеанса работы приложения (Попов и др., 1996; Тельнов, 2000), и о задачах с событиями, упорядоченными во времени [Heyes-Roth et al., 1983]. Чаще *динамичность* относят к объектам, связывая ее с функционированием объектов [Rychener], изменением объектов с ходом времени [Хейес-Рот и др., 1987] или необходимостью их обслуживания [Rychener].

2.3. Толкования используемых терминов

Чаще всего в доступных публикациях отсутствуют формальные постановки задач, дается только их описание (характерные особенности, отличающие от других задач). При этом даже наиболее «распространенные» задачи описываются по-разному.

2.3.1. Распространенные задачи

Чаще всего *диагностика* описывается как процесс обнаружения в системе неисправностей [Гаврилова и др., 2000] некоторого класса или отклонения параметров системы от нормативных [Павлов, 2011]), но нередко отмечают другую цель задачи, а именно – выявление причин, приведших к возникновению ситуации [Clancey, 1985; Тельнов, 2000; Rychener, 1985]. Есть пример того, что в задаче *диагностики* системы учитывают свойства ее

составных элементов (если во фразе «необходимость понимания функциональной структуры ...диагностирующей системы» [Гаврилова и др., 2000] допущена опечатка и имеется в виду диагностируемая система.)

Мониторинг - непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы (обычно на основе показаний датчиков) [Гаврилова и др., 2000]. Кленси связывает мониторинг с обнаружением «отклонения в поведении» (получаемом в ответ на поданный сигнал) [Clancey, 1985]. Но иногда *мониторинг* определяется, скорее, как измерительная (не экспертная) задача (слежение за текущей ситуацией [Тельнов, 2000]).

Описания задачи *проектирование* от разных авторов похожи друг на друга: *проектирование* - определение конфигурации объектов [Тельнов, 2000]) или синтез потенциальной структурной конфигурации [Sriram et al., 1985] или построение структурной организации компонентов [Clancey, 1985], которая удовлетворяет заданным ограничениям, критериям. Вариант описания «подготовка спецификаций на создание объектов с заранее определенными свойствами» [Гаврилова Т.А., Хорошевский, 2000] можно считать аналогичным, если в спецификации-чертеже «видеть» структурную организацию компонентов объекта. Но вариант от [Rychener, 1985] «построение объекта\ системы по данной спецификации» выглядит как задача, «следующая за» проектированием (как *сборка* у Кленси).

Интерпретация (данных) - процесс определения смысла данных, результаты которого должны быть согласованными и корректными [Гаврилова Т.А., Хорошевский, 2000], формирования описания ситуаций по результатам наблюдений [Хейес-Рот и др., 1987] или определение сущности рассматриваемой ситуации [Тельнов, 2000]. Под это описание попадают два разных случая. Один – когда данные невербальны: «непосредственно реальные данные» или «естественная информация», противопоставляемые четким символическим представлениям проблемной ситуации. Второй - когда данные представляют собой символические представления - набор признаков и их значений (например, упоминаемые 16 независимых факторов, описывающих Личность в [Гаврилова и др., 2000] или «факты, на основе которых ... анализируют финансовое состояние предприятия [Тельнов, 2000]).

Не являются одинаковыми описания задачи *прогнозирование*: предсказывание хода событий в будущем (на основании модели прошлого и настоящего) [Хейес-Рот и др., 1987]; предсказание последствия некоторых событий или явлений (на основании анализа имеющихся данных) [Гаврилова и др., 2000] или предсказание последствий развития текущих ситуаций (на основе математического и эвристического моделирования) [Тельнов, 2000].

Описания задачи *планирование* от разных авторов похожи друг на друга: выбор последовательности действий по достижению поставленной цели [Тельнов, 2000; Джексон, 2001] или «нахождение планов действий» для объектов-исполнителей [Гаврилова и др., 2000]. В подробных описаниях этой задачи можно заметить, что шаги плана рассматривают как компоненты конфигурируемого решения [Джексон, 2001]. (Стоит отметить, что в [Тельнов, 2000] составление расписаний не отнесено к планированию, а выделено в отдельную задачу «Диспетчирование».)

2.3.2. Менее распространенные задачи

Управление - управление поведением (функция, поддерживающая определенный режим деятельности) сложных систем [Гаврилова и др., 2000], управление поведением системы [Уотермен, 1989]. Но у [Кленси] Управление - это «простая задача» (операция) определения того, какие стимулы (входные сигналы) следует подать на вход системе, чтобы получить желаемую реакцию [Clancey, 1985; Джексон, 2001]. Однако на практике реализация функции поддержки определенного режима функционирования системы связана с определением *управления* как составной задачи: функция ... управления поведением сложной системы в соответствии с заданными спецификациями – это «интерпретация, прогноз, планирование, моделирование, оптимизация выработанных решений, мониторинг» [Павлов, 2011]. Встречаются описания\определения *управления* как расширение другой задачи: мониторинг, дополненный реализацией действий [Тельнов, 2000].

Задачу *Управление* сводят и к «принятию решений» (например, на биржевых торгах [Тельнов, 2000]). Но *поддержка принятия решений* иногда выделяется в самостоятельную задачу (или совокупность процедур) обеспечения необходимой информацией и рекомендациями, помогающими выбрать и/или сформировать нужную альтернативу среди множества выборов при принятии ответственных решений (напр., «выбор стратегии выхода из кризисной ситуации; выбор страховой компании или инвестора» [Гаврилова и др., 2000]).

Распространенная на практике задача *коррекции* (называемая также *отладкой* или *лечением* в соответствующих предметных областях) - выработка рекомендаций по устранению неисправностей [Павлов, 2011] или рекомендации действий по исправлению отклонений от нормального состояния рассматриваемых ситуаций [Тельнов, 2000]. *Формирование курса лечения* - определение комбинации назначенных больному препаратов и их дозировок [Джексон, 2001]; *отладка* - определение способов устранения неисправностей [Уотермен, 1989]. Эту задачу часто вместе с диагностикой рассматривают как единую задачу [Тельнов, 2000]), а Уотермен дает название задаче «постановка диагноза и предписание определенных действий».

Ряд авторов упоминают и определяют задачу *определения принадлежности ситуации к некоторому классу*, при этом называют ее по-разному: задача *распознавания различных ситуаций* [Тельнов, 2000], диагностика - процесс соотнесения объекта с некоторым классом объектов [Гаврилова и др., 2000]. Часто взаимозаменяемо используют названия *классификация* и *диагностика*, поясняя, что решение задачи классификации – главный шаг диагностики или употребляя как синонимы «классифицировать вид заболевания» и «дифференциальная диагностика» [Воронцов, 2012].

2.3.3. Редкие задачи

Идентификацией в [Clancey, 1985] названа задача анализа, использующая в качестве анализируемой информации пар сигналов «стимул/реакция».

Структурный анализ сложных объектов (например, химических соединений) [Джексон, 2001].

Диспетчирование - распределение работ во времени, составление расписаний, например, планирование графика освоения капиталовложений. [Тельнов, 2000].

В [Clancey, 1985] даны задачи построения - *спецификация* (ее результат - ограничения, которым должна удовлетворять синтезируемая система) и *сборка* («реализует спроектированную систему, собирая воедино отдельные ее компоненты»).

Довольно часто при обсуждении спектра решаемых задач упоминается необходимость *определения* того, *какой информации не хватает*, чтобы получить множество решений. Обычно такую задачу совмещают с той задачей, для решения которой не хватает информации: на абстрактном уровне (задачи с неопределенными знаниями - *задачи доопределения недостающей информации* и получения множества возможных решений [Тельнов, 2000]) или на более конкретном уровне (классифицировать вид заболевания и *находить совокупности симптомов*, наиболее характерные для данного заболевания) [Воронцов, 2012].

Стоит отметить, что, характеризуя *задачу анализа* и *задачу синтеза*, авторы делают акценты на разных особенностях получения их решения. По [Clancey, 1985] и [Попов, 1996] в задачах анализа требуется определить неизвестные характеристики \ свойства системы \ модели объекта. Результатом задач синтеза считают построение модели объекта \ системы (по заданным условиям) [Попов, 1996] или изменение ее конструкции [Clancey, 1985]. В [Гаврилова и др., 2000] задачи синтеза отличают по построению \ конструированию решений из частей (компонентов или под-проблем), при этом множество решений потенциально не ограничено в отличие от задач анализа.

Параллельно с задачами анализа и синтеза, решаемыми с использованием заранее построенных баз знаний (БЗ), другие авторы определяют *задачи*

построения самих БЗ (рассматривая их даже как «прикладные задачи» - задачи классификации, регрессии и прогнозирования в самых разных областях человеческой деятельности) [Воронцов, 2012]. Накопив достаточное количество прецедентов (признаковое описание объектов: бинарных порядковых и количественных признаков, а также применявшиеся методы воздействия на объект), можно формировать знания для решения разных задач. Знания моделируют зависимости совокупных свойств от его атрибутов и воздействий на него (множества влияющих факторов) с помощью обучения по прецедентам [Воронцов, 2012]. Речь обычно идет о решении на основе таких знаний задач классификации, лечения; предсказания.

Из описания «систем экспертного типа» ясно, что отдельно могут быть рассмотрены *задачи критики принятых решений* [Кобринский 2010] (постановки таких задач не приводятся, но указывается на полезность, как минимум, в учебном процессе "критикующих систем экспертного типа», приводятся примеры системы поиска ошибок в предлагаемом решении задачи планирования предоперационной подготовки и системы оценки решения задачи *задачи доопределения недостающей информации* – «назначения дополнительного обследования больному»).

Таким образом, понимание спектра задач и сути задач у разных авторов значительно отличаются, что не позволяет выбрать какой-то один из источников для применения накопленного опыта в своих целях.

3. Собственно классификации задач

Поскольку почти всегда предлагаемые исследователями задачи нельзя рассматривать как взаимно исключающие, другие авторы занимались дальнейшим их совершенствованием.

Говоря о разных экспертных задачах, авторы чаще всего базировались на дихотомии «задача анализа - задача синтеза» [Clancey, 1985; Попов и др., 1996; Гаврилова и др., 2000; Тельнов, 2000]. (Кленси задачу анализа называет *интерпретацией*, и эта его «родовая операция» «накрывает» любые другие задачи, в том или ином виде выполняющие «описание обслуживаемой системы», например, задачу предсказания).

Но следующий уровень рассмотрения задач у разных авторов отличается. В [Гаврилова и др., 2000] задачами анализа являются: *интерпретация данных, диагностика, поддержка принятия решения*. У [Clancey, 1985] подклассы другие: *идентификация, предсказание, управление*. В этом случае появляется еще один уровень, на котором подклассы *задачи идентификации* различаются получаемым результатом: *мониторинг* и *диагностирование*.

В [Тельнов, 2000] различаются (для динамической предметной области) другие задачи

анализа: *распознавание, интерпретация, диагностика и коррекция*. При этом вводится дополнительный уровень разделения: задачи с детерминированными знаниями (задачи распознавания принадлежности ситуации к некоторому классу) и задачи с неопределенными знаниями (интерпретация, диагностика и коррекция) [Тельнов, 2000].

К задачам *синтеза* все авторы относят *проектирование* и *планирование*. Проектирование и планирование принято рассматривать на одном уровне [Rychener, 1985]. К этим двум добавляют управление в [Гаврилова и др., 2000]. А в иерархии задач синтеза [Clancey, 1985] проектирование дополнено спецификацией и сборкой (однако, судя по их описанию, это подзадачи, решаемые обычно вместе: по спецификации решается задача проектирования, после чего требуется сборка).

Кленси считает частными случаями (или частью) *проектирования* задачи *конфигурирование* и *планирование*; здесь это две взаимосвязанные подзадачи, и можно сказать, что наличие плана построения заданной конфигурации позволяет рассматривать результат проектирования как проект, реализуемый на практике. Планирование поставили на следующий уровень классификации и Reichgelt и van Harmelen (1986) [Джексон, 2001], трактуя планирование как «проектирование последовательности операций».

Другой пример следующего уровня задач «под» проектированием - *conceptual design, analysis и detailed design* [Sriram et al., 1985]. Это согласуется с мнением «решение задачи синтеза включает в себя анализ» [Попов и др., 1996], потому что процесс решения содержит, в частности, шаги: создание исследовательской модели объекта и анализ этой модели.

Формирование курса лечения - пример задачи, в которой решение конструируется [Джексон, 2001], но в классификации Кленси среди задач синтеза нет ни лечения, ни отладки.

Тот факт, что *управление* оказывается у одних задачей анализа, а у других – синтеза означает, что «управление» - наиболее неоднозначно используемый термин в качестве экспертных задач.

При рассмотрении задач в динамических областях [Попов, 1996; Тельнов, 2000] или в связи с «реальным временем» [Гаврилова и др., 2000]: предлагаются названия трех групп задач – *статические, квазидинамические, динамические* [Попов, 1996], [Гаврилова и др., 2000]. Но классификации задач здесь не появляется, а приводимые примеры показывают, что задачи анализа попадают в каждую группу.

Таким образом, нет стройной проблемно-ориентированной классификации, позволяющей сопоставить вновь выявленную или возникшую задачу некоторой ранее поставленной и/или решенной.

4. О постановках задач

Постановки задач встречаются в [Rychener, 1985] (для трех задач: *Diagnosis, Design и Planning*), в [Воронцов, 2012]. Пример постановки (для задачи диагностики) таков.

Дано: ситуация работы со сбоями, необычные признаки; стандартный набор диагностических тестов;

цели: сопоставить известной категории болезней; найти вероятные объяснения (причины) признаков; рекомендовать методы лечения;

ограничения (например): о важности выбора некоторых тестов из больших наборов, возможно, очень дорогих тестов;

шаги решения: вывести возможные причины признаков; собрать данные о ситуации через опросы и выполнение тестов; сгруппировать возможные причины в гипотезу о болезни (ошибке); отличать конкурирующие гипотезы; принимать во внимание взаимодействия нескольких причин; принимать во внимание историю системы; вести рассуждение на основе «общего причинного» знания системы, или на основе теории [Rychener, 1985].

Наличие таких постановок позволяет видеть различия и общие черты разных задач. Например, *задача проектирования* имеет те же *ограничения*, что *задача диагноза*, а *планирование* - ту же *цель*, что касается *проектирования* [Rychener, 1985].

Постановки задач не одинаковы для разных уровней подробности их рассмотрения. Так, «ограничения» для более абстрактной задачи *планирование* содержат: «непредвиденные обстоятельства в фактической процедуре выполнения; ограничения на то, как процедурные шаги взаимодействуют» [Rychener, 1985]. А для более «узкой» задачи («планирование действий робота») ограничения специфичны: «физические ограничения, предписывающие, как можно захватывать и размещать; временные ограничения на то, как связывать воедино операции захвата и размещения» [Джексон, 2001].

Очевидна нехватка полного набора постановок всех задач, которые позволили бы устанавливать соответствие своей задачи уже ранее определенной (или увидеть необходимость в уточнении постановки некоторой общей задачи).

5. Отличительные черты новой классификации

Для того чтобы при проведении системного анализа для автоматизации профессиональной интеллектуальной деятельности рационально выделять отдельные подзадачи, методы решения которых уже известны, и необходимая для решения информация специфицирована (на некотором уровне абстракции), требуется единая классификация постановок задач. Задачи новой классификации должны быть представлены так, чтобы их отличия были явны и однозначны.

Предполагается, что весь спектр задач, относящихся к области разработки систем, основанных на знаниях, должен быть охвачен этой классификацией. Однако не менее важна открытость классификации как возможность естественного добавления к ней возможных новых задач как подклассов задач, уже представленных на одном из уровней абстракции.

Основными понятиями при описании задач новой классификации должны стать достаточно абстрактные *предметные символы*, *функциональные символы*, и *предикаты* а в постановках задач должны присутствовать *база знаний* (непустое множество предложений на логическом языке, представляющее свойства предметной области) и *алгебраическая система*, представляющая систему или ситуацию в предметной области.

Предполагается провести различие не только между *задачами анализа* (или более конкретно - *задачами анализа результатов наблюдений*), и *задачами синтеза* (или более общей группы задач *анализа условий на решения*), но различать задачи *индукции* и *дедукции* (в зависимости от того, задана ли база знаний или требуется ее сформировать).

Ожидается, что новая классификация должна будет представить задачи, возникающие в предметных областях, где существует конечное множество «классов» ситуаций («пространство альтернатив»).

Аналогичное «внимание» ожидается по отношению к:

- задачам, решаемым для систем, состоящих из компонентов, с учетом пространственных отношений между ними;
- задачам, в которых определяющую роль играет время, а понятия представлены функциональными соответствиями и отношениями, зависящими от времени;
- задачам, в которых от времени зависят действия, приводящие к некоторой заданной цели (или действия упорядочены хотя бы частично);
- задачам, решаемым для ситуаций, описываемых с помощью причинно-следственных отношений.

Тогда каждая выделенная при проведении системного анализа профессиональной деятельности отдельная подзадача либо сможет быть «спроецирована» на такую классификацию либо «расширит» классификацию: будет уточнением существующей (абстрактной) задачи или будет добавлена как новая подзадача на некотором уровне.

Заключение

В данной статье обоснована потребность аналитиков и разработчиков систем, основанных на знаниях, в новой открытой классификации задач с их математическими постановками.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 15-07-03193: «Облачные технологии обеспечения жизнеспособности и качества интеллектуальных систем» и № 13-07-00024 «Облачная платформа для создания и использования интеллектуальных сервисов».

Библиографический список

- [Воронцов, 2012] Воронцов К. В. Математические методы обучения по прецедентам. 2012. [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_\(курс_лекций_К.В.Воронцов\)](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_(курс_лекций_К.В.Воронцов)).
- [Гаврилова и др., 2000] Гаврилова, Т. А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2000, 384 с.
- [Джексон, 2001] Джексон П. Введение в экспертные системы: Уч. пос. – М.: Издательский дом "Вильямс", - 2001. – 624 с.
- [Клещев и др., 2014] Клещев А.С., Шалфеева Е.А. Содержание системного анализа при автоматизации интеллектуальной деятельности на уровне отрасли // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2014): материалы IV междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 20–22 февраля 2014 года)/ редкол.: В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУИР, 2014. С. 285–290.
- [Кобринский, 2010] Кобринский Б. А. Системы поддержки принятия решений в здравоохранении и обучении // Врач и информационные технологии : Научно-практический журнал. - 2010. - N2. - С. 39-45.
- [Павлов, 2011] Павлов С. Н. Системы искусственного интеллекта : учеб. пособие. В 2-х частях. / Томск: Эль Контент, 2011. — Ч. 1. — 176 с.
- [Попов и др., 1996] Попов Э.В., И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. Статические и динамические экспертные системы, учебное пособие. - М: «Финансы и статистика», 1996, с. 318.
- [Тельнов, 2000] Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие. М.: МЭСИ, - 2000. - 81 с.
- [Уотермен, 1989] Уотермен Д. Руководство по экспертным системам: Пер. с англ. М: Мир, - 1989 г. 388 с.
- [Хейес-Рот и др., 1987] Хейес-Рот Ф., Уотермен Д., Ленат Д. Построение экспертных систем. М: Мир, - 1987. - 441 с.
- [Chandrasekaran et al., 1998] Chandrasekaran B., Josephson J. R., Richard B.V. Ontology of Tasks and Methods // The Eleventh Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management, 18-23 April, Banff, Alberta, Canada. - 1998.
- [Clancey, 1985] Clancey W. J. Heuristic Classification // Artificial Intelligence, 1985, #27, 289-350.
- [Rychener, 1985] Rychener M.D. Expert systems for engineering design // Expert Systems. - 1985. vol. 2. № 1, - P. 30-44.
- [Sriram et al., 1985] Sriram D., Maher. M. L. and Fenves, S. J. Knowledge-Based Expert Systems for Structural Design // Computers and Structures, January - 1985. - P. 1-9.

A CLASSIFICATION FOR THE TASKS REVEALED DURING INTELIGENT ACTIVITY SYSTEM ANALYSIS

Shalfeeva E. *

* The Institute of Automation and Control
Processes, Vladivostok, Russia

shalf@iacp.dvo.ru

Some results of review of expert tasks classifications and task statements suitable for practical use during system analysis are presented in this article. The need of new open classification of tasks for analysts and developers of the systems founded on knowledge is proved. Such classification has to contain mathematical statements of tasks with which known methods of task decision can be connected.