

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной и инновационной  
деятельности Национального  
исследовательского Томского  
государственного университета

доктор физико-математических наук,  
профессор



  
\_\_\_\_\_ А. Б. Ворожцов

« 06 » мая 2019 г.

### О Т З Ы В

ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» на диссертацию Дениса Алексеевича Переведенцева «Разработка методики и алгоритмов поддержки принятия решений при реализации наукоемких проектов сложных технических систем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)

Диссертация Д. А. Переведенцева посвящена разработке методики формализации наукоемких проектов сложных технических систем, методики и алгоритмов анализа данных наукоемких проектов, а также реализации методик и алгоритмов на примере экспертной системы управления наукоемкими проектами. Исследования автора направлены на повышение обоснованности и эффективности принимаемых решений при реализации наукоемких проектов создания сложных технических систем.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, раздела «Основные выводы и результаты», списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 170 источников, и приложений.

**Во введении** на основании анализа литературного обзора по фундаментальным и прикладным аспектам теории и методологии управления проектами аргументированно обосновывается актуальность выполненной работы, проанализированы используемые подходы к повышению эффективности поддержки принятия решений при реализации наукоемких проектов разработки сложных технических систем.



**В первой главе** дано определение наукоемких проектов сложных технических объектов, рассмотрена специфика их реализации и круг актуальных проблем. Представлена блок-схема рассматриваемой технической системы, реализующей в качестве целевой функции поддержку принятия решений. Приведены результаты анализа существующих методов и подходов к работе с наукоемкими проектами. Проанализированы различные аспекты проявления характеристик наукоемких проектов, представляющих собой сложную систему элементов и функциональных связей, направленную на достижение заданной цели в конкретных условиях. Представлены принципы разработки модели онтологии предметной области для формализации наукоемких проектов разработки сложных технических систем. Выявлено существенное значение данной модели для разработки базы знаний и проектирования автоматизированной информационной системы.

**Во второй главе** представлена методика построения онтологии наукоемких проектов на основе разработки концептуальной и содержательной моделей предметной области сложных технических систем. Рассмотрены этапы формализации и описания функциональных зависимостей наукоемких проектов. Для решения задачи расчета интегральной оценки проекта разработана система нечеткой логики на основе алгоритма Мамдани. На базе разработанных математических моделей построен алгоритм отбора наукоемких проектов путем решения задачи многокритериальной оптимизации. Суть алгоритма заключается в задании параметрических и функциональных ограничений множества проектов на основе набора заданных характеристик и предпочтений лица принимающего решения. Указанные алгоритм и модели формализации наукоемких проектов разработки сложных технических систем позволили сформулировать основные требования к функциональным возможностям информационно-аналитической системы поддержки процессом управления проектом и перейти к ее проектированию и реализации.

**Третья глава** посвящена разработке методики проектирования и реализации специальных систем поддержки принятия решений на основе объектно-когнитивного анализа предметной области, интегрирующей методы объектно-ориентированного анализа, онтологического анализа и семантической сети представления знаний. Представлен подход, направленный на повышение адаптивности и функциональное развитие базы знаний данной системы.

**В четвертой главе** представлен пример практической реализации разработанной методологии применительно к бизнес-инкубатору ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова» с учетом особенностей информационно-технической поддержки наукоемких проектов разработки сложных технических систем. Представлена физическая реализация разработанных моделей и



алгоритмов в виде программного комплекса, реализован графический интерфейс работы с базами данных, поддерживающий функции анализа наукоемких проектов и управления ими.

**В пятой главе** представлен пример использования разработанной методологии формализации и автоматизации процессов анализа наукоемких проектов в режиме реального времени. На основе системы нечетного логического вывода формализованы функциональные зависимости параметров проекта, что позволило разработать комплексную методику оценки наукоемких проектов, соответствующую задачам исследования. С помощью построенных моделей оценки проведен анализ наукоемких проектов, разработан и описан алгоритм оптимизации базы знаний платформы «ScientificCoin» с использованием алгоритма CART.

Основные результаты, полученные при выполнении исследований по теме диссертационной работы, обобщены и приведены в виде **основных выводов и результатов**.

Отметим **актуальность** темы исследований.

Поддержка принятия решений при разработке и реализации наукоемких проектов сложных технических систем характеризуется высокой сложностью информационной и логической декомпозиции, представления подсистем и отдельных элементов, а также наличием больших объемов данных и интенсивностью информационных потоков. В настоящее время предъявляются жесткие требования к скорости сбора, качеству обработки данных и процессам получения оперативной информации, диктуемые необходимостью повышения эффективности реализации проектов сложных технических систем и внедрения перспективных научных разработок. Перспективным подходом к решению данной задачи является системный подход.

На основании вышесказанного можно утверждать, что тема диссертационного исследования Д. А. Переведенцева, посвященная разработке методики и алгоритмов, способствующих повышению обоснованности и эффективности принимаемых решений при реализации наукоемких проектов создания сложных технических систем на основе технологий многомерного и интеллектуального анализа данных, несомненно, **является актуальной**.

**К новым научным результатам** диссертационной работы, полученным лично автором, относятся:

1. Методика разработки модели онтологии наукоемких проектов на основе концептуально-содержательного подхода к моделированию экспертных знаний о предметной области проекта, позволяющая формализовать его основные атрибуты и системные связи. Сформирована модель данных сущности



«научно-технический проект», а также описаны процессы реализации научно-технических проектов в рамках научной информационно-технической системы.

2. Методика и математические алгоритмы, отражающие функциональные зависимости параметров научно-технического проекта. На основе системы нечетного логического вывода разработана комплексная методика оценки научно-технических проектов, представляющая собой оригинальный набор агрегированных критериев и учитывающая коэффициенты влияния отдельных параметров на интегральный показатель степени привлекательности проекта. Предложен алгоритм решения задачи многокритериальной оптимизации отбора научно-технических проектов. Построена многомерная модель данных (MD-модель) научно-технического проекта, на основе MD-модели разработана логическая структура OLAP-кубов для представления и анализа данных.

3. Методика разработки самообучаемой и адаптивной базы знаний для формирования автоматических рекомендаций по работе с научно-техническими проектами разработки сложных технических систем, описывающая условия и порядок принятия управленческого решения. Данная база знаний позволяет оптимизировать и автоматизировать процессы работы с научно-техническими проектами за счет определения принадлежности текущей ситуации к одной из эталонных и формирования промежуточных выводов и итоговых рекомендаций по принятию управленческого решения. Расширение и оптимизация правил БЗ происходит на основе алгоритма машинного обучения дерева решений (CART).

4. Методика проектирования программной архитектуры и компьютерной реализации разработанных моделей в виде алгоритмического обеспечения системы анализа и обработки информации, включающей серверную часть для обработки базы данных, а также системы визуализации информации. Разработанная информационно-аналитическая система в совокупности с модулем формирования экспертных рекомендаций позволяет повысить обоснованность решений, принимаемых при реализации научно-технических проектов сложных технических систем.

### **Научная значимость полученных результатов.**

Научная значимость полученных Д.А. Переведенцевым результатов исследований заключается в следующем:

– дано определение научно-технического проекта создания сложного технического объекта, приведена его структура, функциональные связи и механизмы взаимодействия с другими подсистемами, проведен комплексный анализ процесса принятия решений при выборе методов реализации проектов;

– выявлены структурные особенности основных типов научно-технических проектов по разработке технических систем, что позволило численно



реализовать методику составления многомерной информационной модели различного типа наукоемких проектов;

– разработаны авторские алгоритмы автоматизированной оценки и отбора наукоемких проектов на основе экспертной компьютерной экспертной модели нечеткого логического вывода и многокритериальной оптимизации отбора проектов;

– разработаны шаблоны экранных форм для отчетов и многомерного анализа эффективности данных наукоемких проектов в информационно-аналитической системе;

– формализована и описана структура знаний эксперта в виде поля знаний исследуемой предметной области, заданной концептами и их атрибутами;

– определены условия и порядок принятия управленческого решения, что позволило реализовать компьютерную базу знаний для автоматического формирования промежуточных выводов и итоговых решений по работе с конкретным проектом.

#### **Практическая значимость результатов работы.**

Результаты диссертации могут быть использованы в проектной деятельности промышленных предприятий и научных учреждений в качестве информационно-аналитической системы интеллектуальной поддержки принятия решений руководством при оценке наукоемких проектов сложных технических систем, что обеспечивает системный подход к решению задач, возникающих на различных этапах функционирования предприятия. Также результаты работы могут быть использованы в процессе производственной эксплуатации систем обработки информации наукоемких проектов.

Результаты работы рекомендуется использовать в учебном процессе при изучении дисциплин «Основы теории систем», «Объектно-ориентированный анализ и проектирование», «Информационные системы в экономике» в высших технических учебных заведениях.

Практическая значимость работы подтверждается приведенными в приложении актами об использовании результатов исследований по теме диссертации.

**Достоверность** полученных в работе результатов и выводов подтверждается корректным использованием методов исследования, результатами апробирования разработанных алгоритмов на общедоступных данных и сравнительным анализом результатов работы автора с известными результатами современных исследований и разработок.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертации и защищаемые положения обсуждены на международных и всероссийских научных конференциях, достаточно полно опубликованы в 14 печатных работах, в том



числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для опубликования результатов диссертаций.

По содержанию и оформлению диссертации и автореферата необходимо сделать следующие **замечания**.

1. Автором затронут вопрос применения нечеткой логики в системах анализа информации, однако глубоко анализа применения методов нечеткой логики в работе не проведено. Также в работе не уделено должного внимания применению механизма нечеткой логики при получении экспертных оценок весовых коэффициентов целевой функции. Работа бы выиграла в случае детального рассмотрения вопросов применения теории нечетких множеств для повышения эффективности деятельности систем управления.

2. При построении иерархии коэффициентов интегрального показателя автор ссылается на хорошо известный метод C4.5 – метод построения классификационных деревьев, автор приводит обоснование получения иерархической структуры. Вместе с тем недостаточно четко сформулированы правила ее построения; автором не исследована возможность алгоритмического построения бинарных деревьев коэффициентов интегрального показателя методом CART.

3. Широко известный метод анализа иерархий Т. Саати при определенных математических постановках задачи поиска оптимального варианта решения дает не совсем корректные результаты. В диссертации не указаны границы применимости метода, полученного на его основе.

4. Для формализации внутренних бизнес-процессов предприятия автором применяется UML – унифицированный язык моделирования, однако в данной области успешно применяется стандарт IDEF0 построения схем бизнес-процессов, которому в работе не уделено должного внимания.

5. Сравнение результатов работы полученного автором алгоритма с тестовыми примерами проведено без применения корреляционно-регрессионного анализа.

Сделанные замечания и отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Д. А. Переведенцева. Проведенные автором исследования и анализ результатов этих исследований, представленные в диссертации Д. А. Переведенцева, являются теоретической основой для решения научных задач в областях исследований по п. 1, п. 4 паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

Автореферат полностью **соответствует** содержанию диссертации.

Диссертация Д.А. Переведенцева представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком квалификационном уровне на

актуальную тему. Разработанные теоретические положения и результаты исследований имеют существенное значение для развития теории повышения эффективности принятия решений при реализации наукоемких проектов создания сложных технических систем. Выводы и рекомендации, представленные в диссертации, достаточно обоснованы. Работа отвечает критериям пункта 9, предъявляемым к кандидатским диссертациям действующим Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор, Переведенцев Денис Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ и управление (в науке и технике).

Отзыв составили ведущий научный сотрудник лаборатории 201, заведующий отделом газовой динамики и физики взрыва Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор Архипов Владимир Афанасьевич и ведущий научный сотрудник лаборатории проектирования рабочих элементов ракетно-космической техники Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университета, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Жарова Ирина Константиновна.

Диссертационная работа Д. А. Переведенцева представлена и обсуждена на расширенном заседании семинара отдела газовой динамики и физики взрыва Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университета, протокол № 60 (2) от 22 мая 2019 г.

Директор Научно-исследовательского института  
прикладной математики и механики  
Томского государственного университета,  
доктор физико-математических наук  
(01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы),  
профессор

Глазунов Анатолий Алексеевич

29.05.2019

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; (3822) 52-98-52; www.tsu.ru, rector@tsu.ru)