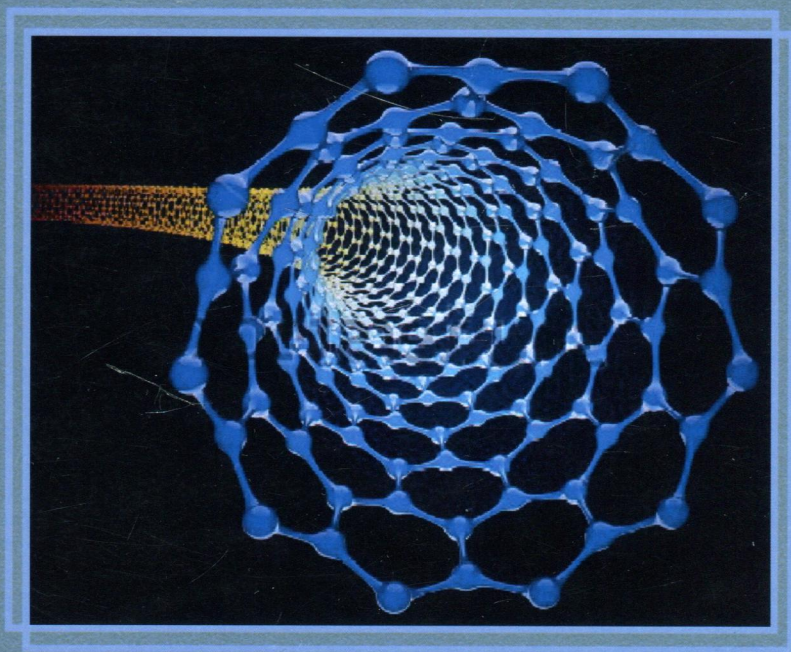


**АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
В СФЕРЕ ИННОВАЦИЙ
НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**



КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ИННОВАЦИЙ
НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**



**КАЗАНЬ
2015**

УДК 004
ББК 32.81
А64

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор **В.Д. Соловьев**;
доцент, кандидат технических наук **С.В. Громов**

А64 **Анализ и прогнозирование в сфере инноваций на основе интеллектуальных систем нового поколения / Ю.О. Красильникова, В.В. Иванов, В.Н. Поляков, А.Д. Пономарев.** Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. – 340 с.

ISBN 978-5-00019-431-7

Монография посвящена актуальной проблеме интеллектуальной обработки научно-технической информации в высокотехнологичной инновационной сфере. Книга освещает новые тренды создания интеллектуальных систем (онтология, семантическая обработка текста, прогнозирование) на примере перспективной предметной области наноматериалов и нанотехнологий. Книга написана простым, доступным языком, содержит много фактического материала по заявленной проблеме, рассчитана на инженеров-практиков в области информационных технологий, экспертов, аналитиков, сотрудников институтов и департаментов научно-технической информации, руководящих работников различных уровней, причастных к управлению научно-техническим комплексом. Книга отражает реальный опыт создания интеллектуальной системы для анализа и прогнозирования в сложной инновационной сфере по теме «Создание базы знаний по направлению работы Национальной нанотехнологической сети “Конструкционные наноматериалы” для целей анализа методов и технологий, а также для сравнения научных и технических решений в заявленной области» (госконтракт № 16.647.11.2024 от 12.09.2011). Монография окажется полезной для студентов и аспирантов как по специальностям информационных технологий, так и по специальностям наноматериалов и нанотехнологий.

Монография подготовлена при выполнении научно-исследовательской работы № 74 в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности по Заданию № 2014/113.

УДК 004
ББК 32.81

ISBN 978-5-00019-431-7

© Красильникова Ю.О., Иванов В.В., Поляков В.Н., Пономарев А.Д., 2015
© Издательство Казанского университета, 2015

Reviewers:

doctor of phisico-mathematical sciences, professor **V.D. Soloviev**;
associate professor, PhD (Engineering) **S.V. Gromov**

Analysis and forecasting in the innovation sphere on the basis of intellectual systems of the new generation / Yulia Krasilnikova, Vladimir Ivanov, Vladimir Polyakov, Andrey Ponomarev. – Kazan: Kazan University Press, 2015. – 340 p.

ISBN 978-5-00019-431-7

The monograph is dedicated to the relevant problem of processing scientific and technological information in the high-tech innovational sphere. The book reveals new trends of creating intellectual systems (ontology, semantic procession of the text, forecasting) demonstrated on the example of the perspective subject area of nanomaterials and nanotechnologies. The book is written in simple, comprehensible language, it contains a lot of factual material on the topic in question. It is intended for engineers practicing in the sphere of informational technologies, experts, analytics, employees of institutes and departments of scientific and technical information, top-workers of different levels, who deal with management of a scientific and technological complex. The book reflects the real experience of creating an intellectual system for analysis and forecasting in the complicated innovational sphere on the topic “Creation of the Knowledge Base on the Direction of the Work of National Nanotechnological Net “Constructional Nanomaterials” for the aim of analyzing methods and technologies, as well as for comparing scientific and technical solutions in the stated sphere” (state contract № 16.647.11.2024 from 12.09.2011). The monograph will be useful for students and PhD students studying informational technologies, nanomaterials and nanotechnologies.

ISBN 978-5-00019-431-7

© **Krasilnikova Yu., Ivanov V., Polyakov V., Ponomorev A., 2015**
© **Kazan University Press, 2015**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. СФЕРА НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ КАК ЛОКОМОТИВ ИННОВАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ОБЩЕСТВА.....	8
1.1. Наноматериалы.....	8
1.2. Конструкционные наноматериалы.....	12
1.3. Институциональные структуры в области наноматериалов и нанотехнологий.....	15
1.4. НИТУ «МИСиС» – часть инфраструктуры наноиндустрии РФ.....	16
1.5. Форсайт-исследования. Обзор зарубежного и отечественного опыта.....	17
1.6. Выводы по главе 1.....	18
Глава 2. АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ИННОВАЦИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	19
2.1. Цель работы. Общая остановка задачи.....	19
2.2. Границы системы.....	23
2.3. Архитектура системы.....	26
2.4. Этапы решения задачи.....	33
2.5. Опросник.....	35
2.6. Структура БД.....	35
2.7. Интерфейс.....	36
2.8. Анкета с описанием наноматериала.....	46
2.9. Выводы по главе 2.....	46
Глава 3. ОНТОЛОГИЯ «КОНСТРУКЦИОННЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ».....	48
3.1. Определение понятий: онтология, концепт, отношение, аксиома.....	48
3.2. Представление онтологии на языке OWL. Общие сведения о языках представления онтологий: RDFS, OWL и языке запросов SPARQL.....	50
3.3. RDFS.....	51

3.4. OWL	52
3.5. Структура OWL-онтологии.....	53
3.6. Базовые элементы OWL	53
3.6.1. Классы	53
3.6.2.Свойства.....	55
3.6.3. Индивиды (экземпляры классов или свойств).....	56
3.7. SPARQL.....	57
3.8. Определение содержания и границ предметной области конструкционных наноматериалов. Определение и согласование задач, возлагаемых на разрабатываемую онтологию	58
3.9. Формирование иерархической структуры лиц, заинтересованных в использовании онтологии, разработка и реализация модели запросов указанных лиц	60
3.10. Разработка базисной структуры онтологии конструкционных наноматериалов	61
3.11. Формирование объектной структуры предметной области конструкционных наноматериалов. Выделение базисных типов сущностей предметной области конструкционных наноматериалов	65
3.12. Построение иерархической объектной модели базисных типов сущностей предметной области конструкционных наноматериалов	67
3.13. Определение структуры и содержания запросов к разрабатываемой онтологии	73
3.14. Формирование базисной семантики онтологии по конструкционным наноматериалам. Согласование структуры основных аксиом и запросов онтологии	75
3.15. Определение структуры базы знаний для анализа методов и технологий, а также сравнения научно-технических решений в области конструкционных наноматериалов.....	76
3.16. Определение источников и формирование системы каталогизации информационных объектов в области конструкционных наноматериалов....	78

3.17. Формирование системы каталогизации информационных объектов в области конструкционных наноматериалов	78
3.18. Проверка уровня компетентности проектируемой онтологии.....	81
3.19. Разработка структуры базы знаний в терминах семантического языка описания онтологий для анализа методов и технологий, сравнения научно-технических решений в области конструкционных наноматериалов	82
3.20. Создание базы знаний на основе контекстной модели базисных типов сущностей предметной области конструкционных наноматериалов.....	85
3.20.1. Наполнение базы знаний фактами, терминологическими записями.....	85
3.20.2. Разработка и реализация системы каталогизации информационных источников, ассоциированных с разрабатываемой базой знаний	86
3.20.3. Разработка структуры и содержания запросов к разработанной онтологии	87
3.21. Реализация и наполнение базы знаний по тематическому направлению деятельности ННС «Конструкционные наноматериалы».....	93
3.22. Выводы по главе 3	97
Глава 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ОТДЕЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ	99
4.1 Прогнозирование как элемент управления.....	99
4.2. Прогнозирование в программном комплексе.....	114
4.2.1 Прогнозы по появлению новых значений свойств наноматериалов.....	114
4.2.2 Прогнозы по новым областям применения известных наноматериалов	115
4.2.3 Прогнозы по использованию известных технологий для получения и преобразования новых наноматериалов	115

4.2.4 Прогнозы по применению известного аналитического метода к исследованию нового наноматериала	116
4.2.5 Прогнозы по применению нового аналитического метода к исследованию известных наноматериалов	116
4.2.6 Прогнозы по объему производства наноматериала	117
4.2.7. Прогнозы по изменению потребности наноматериала	117
4.2.8. Прогнозы по использованию наноматериала для решения конкретных задач	117
4.2.9. Прогнозы по замене материалов-аналогов наноматериалами	118
4.2.10. Прогноз по цене материала	118
4.2.11 Общие требования.....	118
4.3. Фундаментальные модели, описывающие изменения научно-технических параметров	119
4.3.1. Модель бурного роста – экспонента, полином степени $N (N>1)$...	119
4.3.2. S-модель, кривая насыщения, кривая обучаемости	125
4.3.3. Функция с максимумом	130
4.4. Четырехшаговая процедура прогноза	133
4.5. Формальное описание задач прогнозирования	134
4.5.1 Задача статического прогнозирования	134
4.5.2. Задача динамического прогнозирования	138
4.6. Выводы по главе 4.....	142
Глава 5. МАСТЕР ДОРОЖНЫХ КАРТ	143
5.1. Функционал мастера дорожных карт.....	143
5.2. Описание бизнес-процесса: «Создание и сопровождение дорожных карт».....	145
5.3. Выводы по главе 5.....	147
Глава 6. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И СОПРОВОЖДЕНИЕ СИСТЕМЫ	148
6.1. Описание задачи.....	148

6.2. Требования и условия организационного и технологического характера	148
6.3. Выводы по главе 6.....	151
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	152
Приложение 1. Незаполненный опросный лист по конструкционным наноматериалам	153
Приложение 2. Заполненный опросный лист по конструкционным наноматериалам.....	158
Приложение 3. Структура реляционной базы данных «Конструкционные наноматериалы».....	234
Приложение 4. Примеры анкет, описывающих наноматериалы	251
Приложение 5. Контекстная модель базисных типов сущностей предметной области	284
Приложение 6. Полный перечень классов и свойств разработанной онтологии.....	290
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	298
ЛИТЕРАТУРА, ЦИТИРУЕМАЯ В КНИГЕ	298
ГОСТЫ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ	307
ИНТЕРНЕТ-ССЫЛКИ.....	318
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	328
ОГЛАВЛЕНИЕ	329
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	334