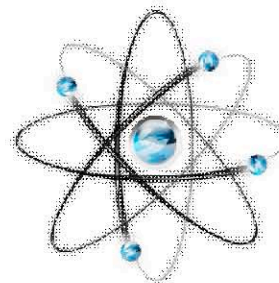


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ  
ISSN 2303-9868**



Периодический теоретический и научно-практический журнал.  
Выходит 12 раз в год.  
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.  
Главный редактор: Миллер А.В.  
Адрес редакции: 620036, г. Екатеринбург, ул. Лиственная, д. 58.  
Электронная почта: [editors@research-journal.org](mailto:editors@research-journal.org)  
Сайт: [www.research-journal.org](http://www.research-journal.org)

**Meždunarodnyj  
naučno-issledovatel'skij  
žurnal**

**№12 (19) 2013  
Часть 1**

Подписано в печать 16.01.2014.  
Тираж 900 экз.  
Заказ 12023.  
Отпечатано с готового оригинал-макета.  
Отпечатано в типографии ООО «Импекс».  
620075, Екатеринбург, ул. Толмачева, д. 16, офис 12.

Сборник по результатам XXII заочной научной конференции Research Journal of International Studies.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Полное или частичное воспроизведение или размножение, каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения авторов.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: ПИ № ФС 77 – 51217.

**Члены редколлегии:**

**Филологические науки:** Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

**Технические науки:** Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

**Педагогические науки:** Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

**Психологические науки:** Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

**Физико-математические науки:** Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

**Географические науки:** Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

**Биологические науки:** Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

**Архитектура:** Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

**Ветеринарные науки:** Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

**Медицинские науки:** Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

**Исторические науки:** Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.исп.наук, к.экон.н.

**Культурология:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

**Искусствоведение:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

**Философские науки:** Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

**Юридические науки:** Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

**Сельскохозяйственные науки:** Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

**Социологические науки:** Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

**Химические науки:** Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

**Науки о Земле:** Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

**Экономические науки:** Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

**Политические науки:** Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

**Фармацевтические науки:** Тринева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

**Екатеринбург - 2013**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS</b> .....	<b>5</b>
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	5
МОДЕЛЬ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТЕНКИ КОРПУСА РЕАКТОРА ВВЭР .....	6
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ЭНЕРГОАНАЛИЗАТОРА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ .....	13
IMBALANCE OF ELECTRON-BEAM ENERGY IN INDUCTION CYCLIC ACCELERATOR .....	17
СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИК ДАТЧИКА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА АТМЕГА16 .....	19
<b>ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY</b> .....	<b>21</b>
THE SYNTHESIS OF THE NEW LIGAND WITH PEPTIDE GROUPS AND COMPLEXES LN(III) WITH IT .....	21
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY</b> .....	<b>22</b>
ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ БЕЛГОРОДСКИХ ВУЗОВ .....	22
РОЛЬ РЕАКЦИЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ ДЕТЕЙ 6-7 ЛЕТ .....	23
МИТОХОНДРИАЛЬНЫЕ ГАПЛОГРУППЫ И ДОКЛИНИЧЕСКИЙ АТЕРОСКЛЕРОЗ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СЕКВЕНИРОВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ROSHE 454 .....	28
ПРОБЛЕМА АДАПТАЦИИ В ФИЗИОЛОГИИ СПОРТА .....	31
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ АДАПТАЦИИ .....	32
РОЛЬ СЕМЕННОГО ОБМЕНА В ПОПОЛНЕНИИ РАЗНООБРАЗИЯ ИНТРОДУЦЕНТОВ В КОЛЛЕКЦИОННОМ ФОНДЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА .....	33
ВЛИЯНИЕ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ НА СИСТЕМУ ГЕМОСТАЗА .....	35
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING SCIENCE</b> .....	<b>37</b>
ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА ВЫБОРКИ ДАННЫХ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОШИБКУ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ .....	37
МУЛЬТИАГЕНТНОСТЬ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА .....	40
ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФИЛИАЛА В ОБЛАСТИ ПОДГОТОВКИ КАЧЕСТВЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ .....	43
КРАТКИЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ МИКРОСВАРКИ И МИКРОПАЙКИ .....	45
ЙОГУРТНЫЙ НАПИТОК С ЭКСТРАКТОМ СКОРЦОНЕРЫ .....	48
КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МОЛОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ЛЮПИНА АННОТАЦИЯ .....	49
ОНТОЛОГИЯ НАНОИНЖЕНЕРИИ .....	50
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО МОЛОЧНО-СЫВОРОТОЧНОГО НАПИТКА С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ .....	67
МИКРОПЛАЗМЕННОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЦИРКОНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНВЕРТОРНОГО СРЕДНЕЧАСТОТНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ .....	70
PLASMA SPRAYING OF PROTECTIVE COATINGS FROM FERROMAGNETIC SHS-MATERIALS .....	74
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНЫХ ПРОФИЛЕЙ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ .....	77
ЭКСТРАОРДИНАРНЫЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЯЭУ И ЭНЕРГО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ АТТЕНЮАЦИИ .....	79
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И СПОСОБЫ ЕЁ УЛУЧШЕНИЯ .....	81
УПРУГИЕ И ПЛАСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОСЛЕ СВОБОДНОЙ ОСАДКИ .....	83
ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДИСТОГО ВОЛОКНА С ТЕРМОПЛАСТИЧНОЙ МАТРИЦЕЙ .....	86
ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ЛЁГКИХ БЕТОНОВ. АНАЛИЗ МИРОВЫХ ДОСТИЖЕНИЙ .....	87
ОБРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	94
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ДИСТРИБУТИВОВ LINUX .....	95
СИСТЕМА ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ БИОРЕАКТОРА ОТ БИОЛОГИЧЕСКОГО АЭРОЗОЛЯ .....	98
АНАЛИЗ РАБОТЫ ТЕПЛОВОЙ ГЕЛИОУСТАНОВКИ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО-КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА .....	99

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПУТЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ.....	102
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СМАЗКИ И СОСТАВА МОДИФИЦИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ДИЗЕЛЯ .....	103
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СБИВНОГО ХЛЕБА ИЗ МУКИ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОГО НУТА .....	105
СПОСОБ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ НЕСОСТОЯВШИХСЯ ПУСКОВ .....	106
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА.....	107
ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ИЗНОСА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.....	108
ОТКРЫТАЯ АРХИТЕКТУРА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ .....	110
СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СМЕШАННЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ .....	111
ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЩЕЛОЧНОГО КОМПЛЕКСНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ДЛЯ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ДИОКСИДА СВИНЦА .....	114
ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ПОСЛЕДНИЕ РАЗРАБОТКИ В ЭТОЙ ОБЛАСТИ.....	117
ПРИМЕНЕНИЕ ИТЕРАЦИОННЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ.....	118
БЕСПРОВОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ.....	120
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГЕОИНДУЦИРОВАННЫХ ТОКОВ .....	121
РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ НА ПЛИС ДЛЯ ИМПУЛЬСНОГО ФУРЬЕ- РАДИОСПЕКТРОМЕТРА ЯКР .....	124
ТЕХНОЛОГИЯ RS-485 В СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДОМОВ.....	127
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ФОРМЫ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ ПРИ МАЯТНИКОВОМ ШЛИФОВАНИИ ПЕРИФЕРИЕЙ АБРАЗИВНОГО КРУГА.....	128
АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ .....	134
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛЫХ МЕТАЛЛОВ АЗЕРБАЙДЖАНА.....	135

## ОНТОЛОГИЯ НАНОИНЖЕНЕРИИ

### Аннотация

Направление нанотехнологий включает в себя разработку и создание функционально законченных сложных многоуровневых приборов, устройств и систем. В последние годы получено большое количество научных результатов в области создания наносистем, нанотехники. Отдельные результаты подтверждены экспериментами и макетными или лабораторными образцами. Для построения базы знаний по разработанным технологиям микро- и наносистем используется системный подход - методология онтологического инжиниринга, на которую возлагаются следующие основные задачи: идентификация, классификация и однозначное определение терминологии и правил; постановка пользовательских вопросов; вывод ответов.

**Ключевые слова:** визуальные методы представления информации, концепт-карты, инжиниринг, нанотехнологии, наносистемы, микросистемы, онтология.

Vlasov A.I.<sup>1</sup>, Zhuravleva L.V.<sup>2</sup>, Rezchikova E.V.<sup>4</sup>, Makushin N.V.<sup>3</sup>, Shachnow V.A.<sup>5</sup>, Chebova A.I.<sup>6</sup>

<sup>1,2,4</sup>PhD in Engineering; <sup>3</sup>Senior lecturer; <sup>6</sup>student, <sup>5</sup>Doctor of engineering science

## NANOENGINEERING ONTOLOGY

### Abstract

Nanoengineering includes the development and creation of functionally complete complex multi-level devices, devices and systems. In recent years, a large number of research results in the field of nano and nanotech is given. Some of the results were confirmed by experiments and breadboard or laboratory specimens.

To build the knowledge base of the developed micro-and nano- systems technologies the approach is used - the ontological engineering methodology. It has the following main tasks: identification, classification and unambiguous definition of terminology and rules, setting user issues; displays answers.

**Keywords:** CMAP, engineering, microsystems, nanoengineering, nanosystems, ontology, visual methods of information presenting.

### Введение

В рамках ФЦП «Развитие нанотехнологий в Российской Федерации» были сформированы базовые направления нанотехнологий. Структура основных тематических направлений деятельности НСС представлена на рисунке 1. В рамках данной работы будет проведен системный анализ тематического направления – нанотехнологии.

**Нанотехнологии** – это инженерная деятельность, связанная с наноразмерными объектами и с объектами, характеризующимися размерными рядами в десятки или единицы нанометров, формируемыми методами нанотехнологий.

Среди основных направлений исследований и разработок в области нанотехнологий можно выделить (Рис. 2): микроскопия наносистем, проектирование и формирование наноструктур, комплекс испытаний, сертификации и метрологических

исследований наносистем, информационно-коммуникационные технологии в нанотехнологиях и САПР наносистем, элементная база наносистем, энергетика наносистем, наносенсорика, нанооптика, микро- и наноэлектромеханические системы.

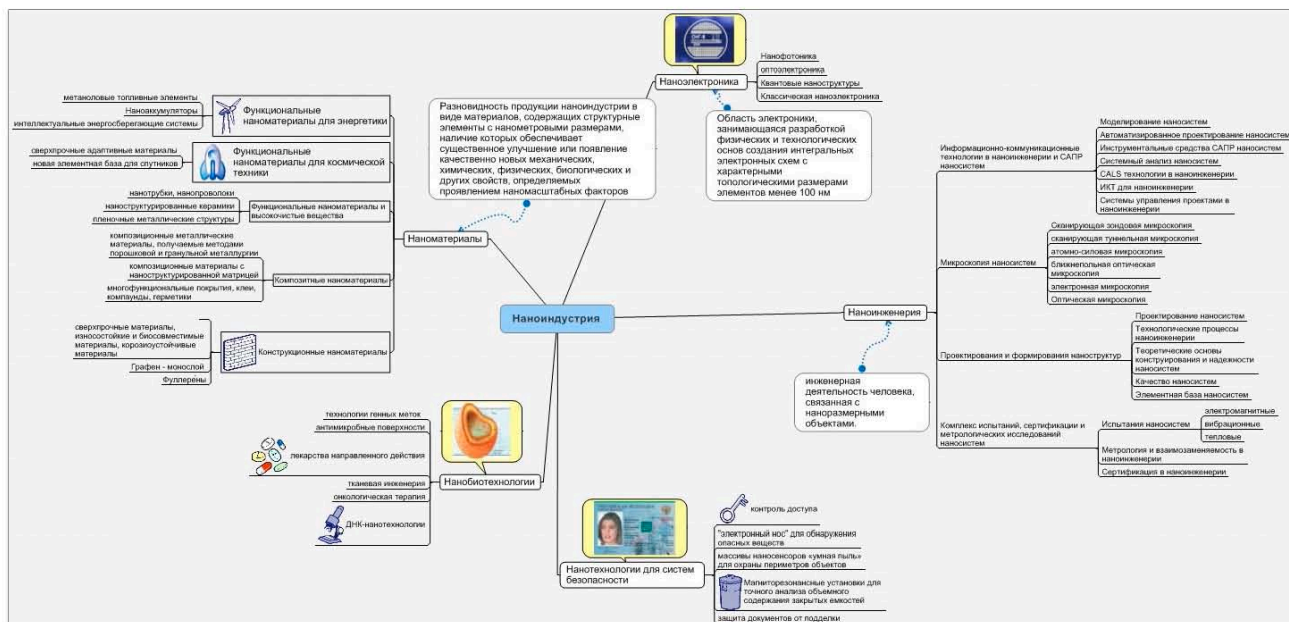


Рис. 1 - Структура основных тематических направлений деятельности национальной нанотехнологической сети (ННС)

Таблица 1- Перечень головных организаций отраслей по направлениям развития нанотехнологий

Наименование направления	Головная организация отрасли	Ведомственная принадлежность
1. Нанозлектроника	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт физических проблем имени Ф. В. Лукина»	Роспром
2. Нанотехнологии	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный институт электронной техники (технический университет)»	Рособразование
<b>Наноматериалы</b>		
3.1. Функциональные наноматериалы для энергетики	Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара»	Росатом
3.2. Функциональные наноматериалы для космической техники	Федеральное государственное унитарное предприятие «Исследовательский центр имени М. В. Келдыша»	Роскосмос
3.3. Конструкционные наноматериалы	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов „Прометей“», Федеральное государственное учреждение «Технологический институт сверхтвёрдых и новых углеродных материалов»	Роснаука
3.4. Композитные наноматериалы	Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»	Роспром
4. Нанобиотехнологии	Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт»	Роснаука
5. Нанотехнологии для систем безопасности	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт химии и механики»	ФСТЭК России

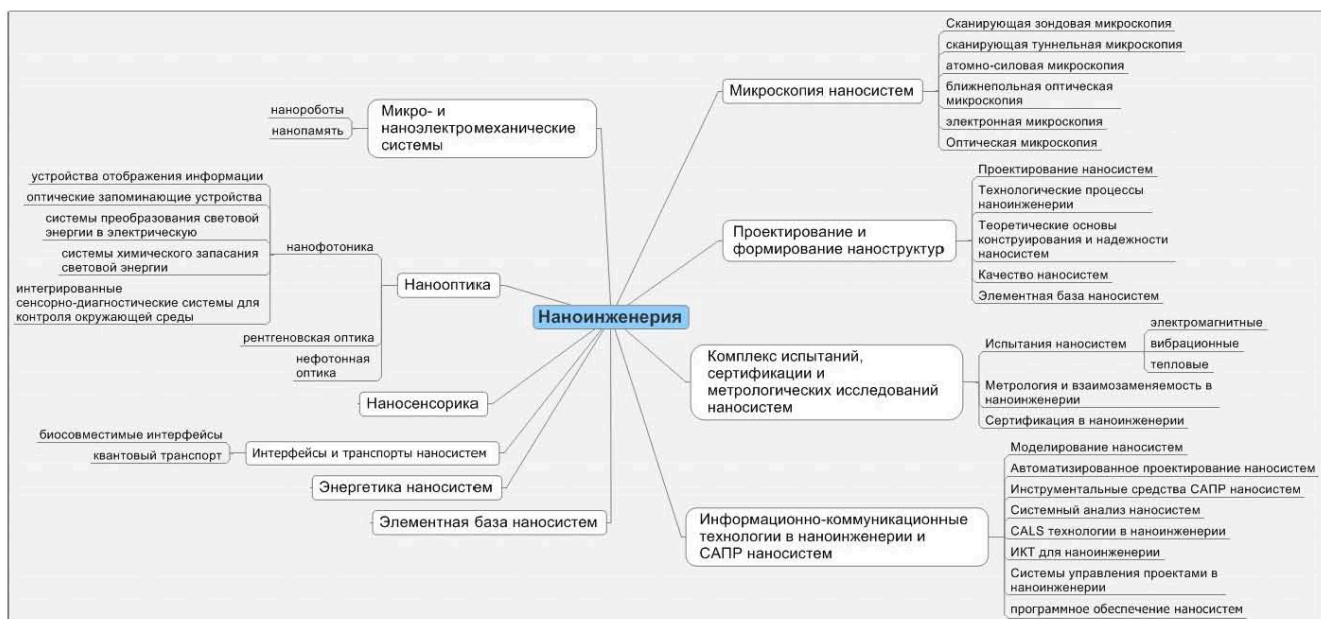


Рис. 2 - Основные направления исследований и разработок в области наноинженерии



Рис. 3 - Процентное соотношение основных направлений исследований и разработок в области наноинженерии

Направление наноинженерии включает в себя разработку и создание функционально законченных сложных многоуровневых приборов, устройств и систем, использующих элементы и блоки, имеющие размерные цепи с величинами порядка единиц - десятков нанометров, созданные с использованием нанотехнологий. К числу таких приборов, устройств и систем, например, относятся:

- различного рода информационные микро- и наносистемы, включающие системы локации и связи, системы сбора, обработки и передачи данных, датчики и сенсоры, а также устройства мехатроники на их основе;
- биомедицинские приборы и устройства, включающие как приборы и устройства диагностики, так и локальной доставки лекарств и терапии;
- технологическое оборудование для производства наноструктур, наноматериалов и наносистем;
- измерительное и аналитическое оборудование для диагностики и анализа наноструктур, наноматериалов и наносистем;
- программные комплексы и технологии моделирования и проектирования наноструктур, наноматериалов, приборов, устройств и систем на их основе;
- изделия машиностроения и приборостроения, имеющие размерные цепи с величинами порядка единиц - десятков нанометров.



Рис. 4 - Процентное соотношение продукции наноинженерии

В последние годы получено большое количество научных результатов в области создания наносистем и нанотехники. Отдельные результаты подтверждены экспериментами и макетными или лабораторными образцами. Однако переход от лабораторных образцов к промышленным достаточно сложен и до настоящего времени практически не реализован. В первую очередь это связано с необходимостью разработки как технологий, так и высокоэффективных производственных систем атомарной точности.

Основная часть инструментария наноинженерии сосредоточена в центральном Федеральном округе (Рис. 5).



Рис. 5 - Распределение инструментария наноинженерии по федеральным округам

Подготовка кадров по наноинженерии осуществляется рядом ВУЗов, НИЦ и НОЦ, в которых существуют программы подготовки и переподготовки кадров по направлениям наноинженерии, в том числе преподавателей средних и высших учебных заведений. Головная организация по подготовке кадров направления - Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана». С 2009 в МГТУ

им.Н.Э.Баумана издается научно-популярный журнал «Наноинженерия», в Калужском филиале проводится ежегодная школа – семинар «Наноинженерия».

Необходимо в дальнейшем развивать материально-техническую базу организаций, занимающихся подготовкой кадров по направлению «Наноинженерия», а также кооперацию университетов внутри одной страны и межгосударственную кооперацию университетов и ведущих научных центров и фирм; необходимо развивать сеть центров коллективного пользования, научных центров и лабораторий при университетах и организацию их тесного взаимодействия с промышленностью, что позволит обеспечить выполнение реальных проектов по заказу промышленности или в рамках исследовательских грантов. Необходимо осуществлять отбор наиболее способных студентов последних курсов обучения и привлекать их к оплачиваемой научно-исследовательской работе, выполняемой лабораториями университетов и компаниями, ассоциированными при университетах (практически каждый университет имеет свой так называемый бизнес-инкубатор, поддерживаемый рядом компаний).

### 1 Направления наноинженерии

Прикладные решения и разработки в области наноинженерии базируются на результатах фундаментальных исследований в областях квантовой физики, физики твердого тела, опто- и наноэлектроники, физики и физической химии, систем пониженной размерности, коллоидной и органической химии, сканирующей зондовой микроскопии и полупроводниковых технологий, методах синтеза наноструктур и наноматериалов, т.е. по своей сути они являются междисциплинарными. Наноинженерия включает в себя ряд направлений (Рис. 6, таблица 2).



Рис. 6 - Компонентная карта наноинженерии  
Таблица 2 - Направления наноинженерии

№	Направление	Содержание
1.	Наноинженерия	Инженерная деятельность человека, связанная с наноразмерными объектами, а также с объектами, создающимися методами нанотехнологий
2.	Микро- и наноэлектромеханические системы	Технологии и устройства, объединяющие в себе микро- и наноэлектронные, и микро- и наномеханические компоненты
3.	Нанооптика	Раздел оптики, в которой изучаются взаимодействия излучения наноразмерных полей с атомами, молекулами и нанотелами
4.	Наносенсорика	Создание систем, чувствительных к очень малым концентрациям примесей
5.	Интерфейсы и транспорты наносистем	Способы и методы взаимодействия наносистем с другими системами (компьютерами, биосистемами и т.д.)
6.	Энергетика наносистем	Технологии энергообеспечения наносистем
7.	Элементная база наносистем	Создание наноэлектронных функциональных компонентов
8.	Микроскопия наносистем	Способы глубинного исследования наносистем
9.	Проектирование и формирование наноструктур	Процессы разработки, производства и контроля производства наносистем
10.	Комплекс испытаний, сертификации и метрологических исследований наносистем	Испытания, метрологическое и методическое обеспечение наноинженерии

Направление наноинженерии включает в себя разработку и создание функционально законченных сложных многоуровневых приборов, устройств и систем, использующих элементы и блоки, созданные с использованием нанотехнологий. К числу таких приборов, устройств и систем, например, относятся:

- различного рода информационные микро- и наносистемы, включающие системы локализации и связи, системы сбора, обработки и передачи данных, датчики и сенсоры, а также устройства мехатроники на их основе;
- биомедицинские приборы и устройства, включающие как приборы и устройства диагностики, так и локальной доставки лекарств и терапии;
- технологическое оборудование для производства наноструктур, наноматериалов и наносистем;
- измерительное и аналитическое оборудование для диагностики и анализа наноструктур, наноматериалов и наносистем;
- программные комплексы и технологии моделирования и проектирования наноструктур, наноматериалов, приборов, устройств и систем на их основе.



Структура номенклатуры технических объектов нанотехнологии отражена на рис.7.

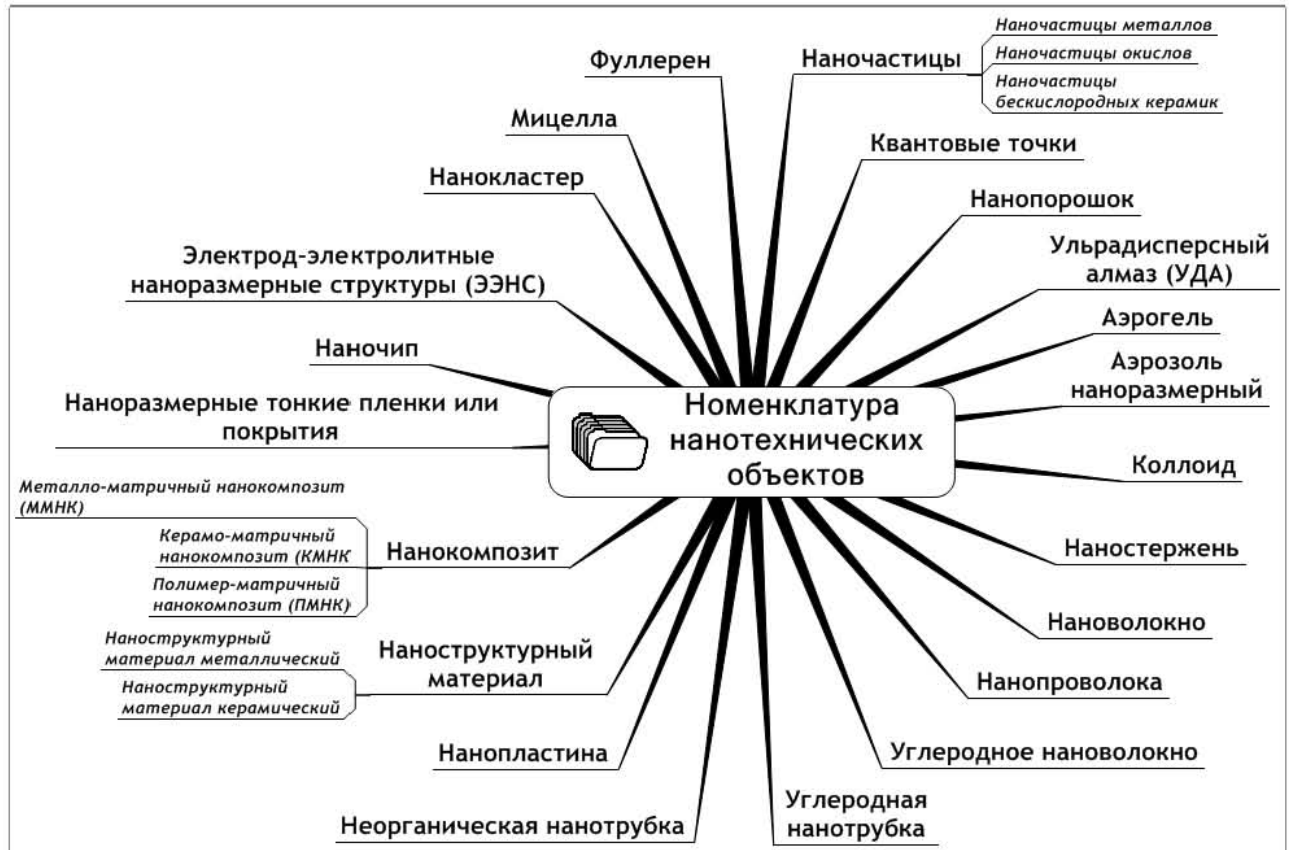


Рис. 7 - Номенклатура технических объектов, относящихся к нанотехнологии

Основными участниками разработок в области нанотехнологии на сегодня являются: во-первых, институты РАН, крупнейшие ГНЦ и Госкорпорации, реализующие федеральные целевые программы, во-вторых, научные центры и лаборатории университетов и, в-третьих, отдельные средние и малые компании (в основном специализирующиеся пока на биомедицине и измерительных системах). Сама структура распределения рынка нанопродукции между его участниками на данный момент еще не сложилась.

Для уточнения содержания и границ предметной области технологий микро- и наносистем привлечена экспертная панель (таблица 3). Работы по уточнению содержания и границ предметной области проводились в два этапа, на первом формировался базовый набор направлений предметной области, на втором проводилось его уточнение. Выявленное в рамках экспертной панели процентное соотношение основных направлений исследований и разработок в области технологий микро- и наносистем представлено на рисунке 8.

Таблица 3 - Состав участников экспертной панели

Первый этап	
Региональный срез экспертов, принявших участие в опросах	
Центральный	(49)
Северо-Западный	(6)
Южный	(4)
Приволжский	(11)
Уральский	(5)
Сибирский или Дальневосточный	(6)
Профессиональный срез экспертов, принявших участие в опросах	
Научный сотрудник	(21)
Преподаватель	(11)
Инженер	(13)
Руководитель	(7)
Чиновник	(3)
Учащийся	(26)
Второй этап	
Региональный срез экспертов, принявших участие в опросах	
Центральный	(23)
Приволжский	(9)
Северо-Западный	(4)
Сибирский и Дальневосточный	(4)
Уральский	(4)
Южный	(5)

Профессиональный срез экспертов, принявших участие в опросах	
Научный сотрудник	(20)
Преподаватель	(2)
Инженер	(4)
Учащийся	(17)
Представитель промышленности	(7)
Чиновник	(1)

Рассмотрим предметную область «Наноинженерия» семантически. Понятие «инженерия» — комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на создание, изготовление, обслуживание, ремонт, эксплуатацию и/или утилизацию изделия (предмета технологии) с номинальным качеством, оптимальными затратами и обусловленных текущим уровнем развития науки, техники и общества в целом.

Понятие «Система» широко используется в науке, технике и повседневной жизни, когда говорят о некоторой упорядоченной совокупности любого содержания. Система является фундаментальным понятием, как системотехники, так и базовых теоретических дисциплин (теории систем, исследования операции, системного анализа и кибернетики). Система — это объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, сведений, а также знаний о природе, обществе и т.п. Каждый объект, чтобы его можно было считать системой, должен обладать четырьмя основными свойствами или признаками (целостностью и делимостью, наличием устойчивых связей, организацией и эмерджентностью).

«Наноинженерия» - это комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на создание, изготовление, обслуживание, ремонт, эксплуатацию и/или утилизацию функционально законченных сложных многоуровневых оптоэлектромеханических приборов, устройств и систем, использующих элементы и блоки, имеющие микро- наноразмерные цепи, созданные с использованием микро- и нанотехнологий.

С использованием технологии «экспертных панелей» был проведен опрос экспертов по структуре и составу направлений исследований и разработок в области наноинженерии (Рис. 8).



Рис. 8 - Процентное соотношение основных направлений исследований и разработок в области наноинженерии

К числу таких приборов, устройств и систем, например, относятся:

- различного рода информационные микро- и наносистемы, включающие системы локации и связи, системы сбора, обработки и передачи данных, датчики и сенсоры, а также устройства мехатроники на их основе;
- биомедицинские приборы и устройства, включающие как приборы и устройства диагностики, так и локальной доставки лекарств и терапии;
- технологическое оборудование для производства наноструктур, наноматериалов и наносистем;
- измерительное и аналитическое оборудование для диагностики и анализа наноструктур, наноматериалов и наносистем;
- программные комплексы и технологии моделирования и проектирования наноструктур, наноматериалов, приборов, устройств и систем на их основе;
- изделия машиностроения и приборостроения, имеющие размерные цепи с величинами порядка единиц - десятков нанометров.

В последние годы получено большое количество научных результатов в области создания наносистем, нанотехники. Отдельные результаты подтверждены экспериментами и макетными или лабораторными образцами. Однако переход от лабораторных образцов к промышленным достаточно сложен и до настоящего времени практически не реализован. Выявленной в рамках экспертной панели процентное соотношение компонентов элементной базы предметной области наносистем представлено на рисунке 9.



Рис. 9 - Процентное соотношение компонентов элементной базы наносистем

По результатам анализа и обобщения экспертных панелей определены направления исследований и разработок в области нанотехнологий: микроскопия наносистем, проектирование и формирование наноструктур, комплекс испытаний, сертификации и метрологических исследований наносистем, информационно-коммуникационные технологии в нанотехнологии и САПР наносистем, элементная база наносистем, энергетика наносистем, наносенсорика, нанооптика, микро- и наноэлектромеханические системы (Рис. 10).

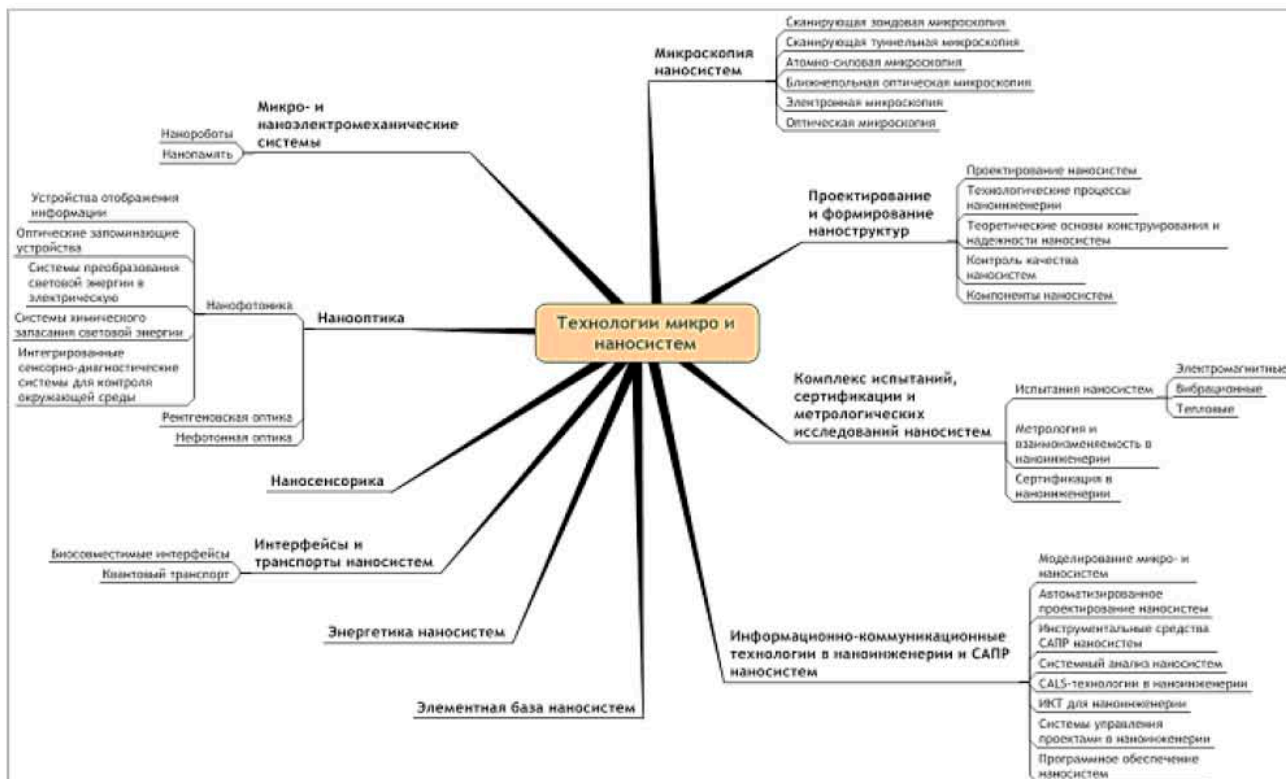


Рис. 10 - Основные направления исследований и разработок в области нанотехнологии



Рис. 11 – SMAP-карта технологий в наноинженерии

После проведения кластеризации понятий предметной области, учитывая результаты анализа экспертных панелей, в рамках декомпозиции первого уровня с использованием концептуальных карт (SMAP) было предложено выделить следующие основные группы понятий (Рис. 11), определяющие границы онтологии предметной области: маршруты проектирования микро- и наносистем на первом уровне декомпозиции, маршруты производства микро- и наносистем, компоненты микро- и наносистем, методы измерений параметров микро- и наносистем и системы компьютерного сопровождения жизненного цикла изделий (CALS технологии).

**2 Визуальные методы представления знаковой информации онтологии предметной области**

Рассмотрим методику применения для формализации состава и границ предметной области: визуальные методы представления знаковой информации онтологии предметной области в виде концептуальных семантических сетей (SMAP). Каждый из блоков на рисунке 11 является корневым узлом древовидной семантической структуры для следующих уровней декомпозиции.

Трактовка понятия «компоненты микро- и наносистем» включает в себя: компоненты, структурные единицы микро и наносистемной техники, назначение, виды преобразования, условия эксплуатации.

Маршруты проектирования микро- и наносистем – это последовательность этапов и процедур для представления процесса проектирования микро- и наносистем. Они включают в себя виды обеспечений, определяющих выполнение проектных процедур.

Маршруты производства микро- и наносистем – последовательность работ по непосредственному изготовлению микро- и нанообъектов. Маршруты производства микро- и наносистем включают в себя общую технология, технологические процессы, моделирование технологических процессов.

Методы измерений параметров микро- и наносистем – систематизированная совокупность шагов, действий, необходимых для исследования микро- и наносистем.

CALS технологии – совокупность программных компонентов направленных на информационное сопровождение жизненного цикла изделий.

При разработке SMAP карт предметной области изначально проводится анализ причинно-следственных связей - таких связей между явлениями (объектами), при которых одно явление, называемое причиной, при наличии определенных условий с необходимостью порождает или вызывает к жизни другое явление, называемое следствием. На рисунке 12 приведен пример причинно-следственной связи в виде диаграммы Исикавы.

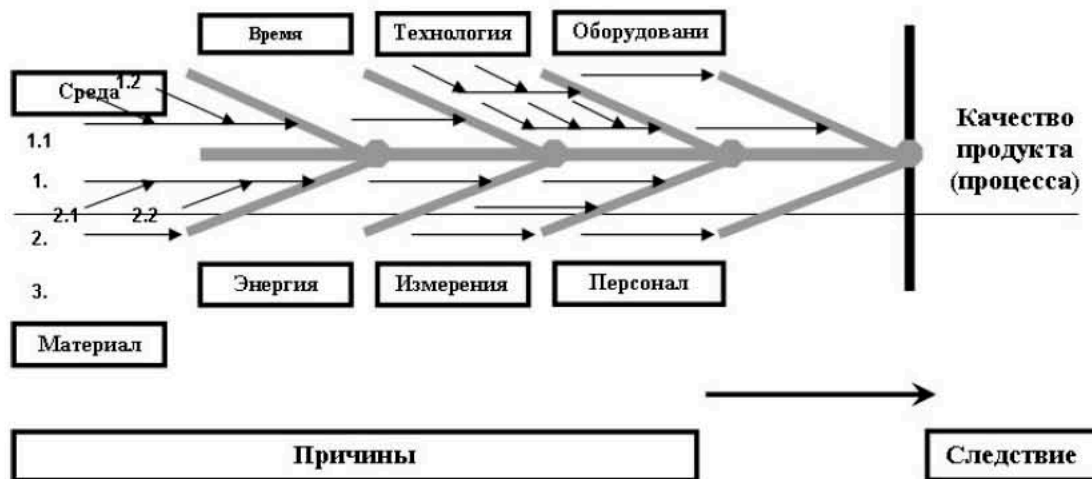


Рис. 12 - Пример анализа причинно-следственных связей для предметной области «наноинженерия»

Любая техническая задача ставит целью решение определенной проблемы в технологическом цикле или на определенной технологической операции. Проблемы могут быть различными. Важно выделить основную проблему, влияющую на результат всего цикла или операции.

Решение любой технической задачи начинается с анализа проблемы. Обычно решением проблемы становится создание некоторого технического объекта, выполняющего конкретные функции по устранению выявленной проблемы. В случае, если неизвестно, как синтезировать требуемый технический объект, возникает проблемная ситуация.

Описание проблемной ситуации – это, с одной стороны, формулирование потребностей, функций, которые нужно выполнить и, с другой стороны, описание тех факторов, которые мешают удовлетворить эти потребности или реализовать функции.

На рисунке 13 представлены два пути решения проблемных ситуаций.

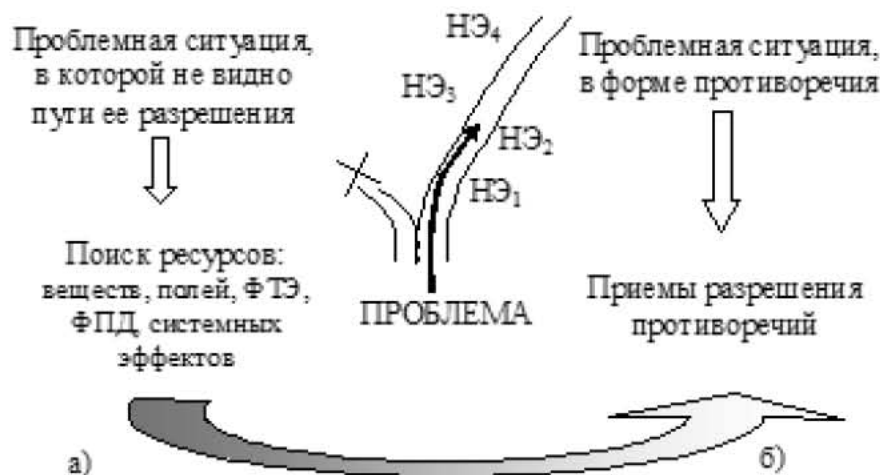


Рис. 13 – Два вида проблемных ситуаций

Синтез технического объекта, устраняющего проанализированную проблему, зачастую ведет к появлению вторичных отрицательных эффектов. Например, существует проводящий материал «Вискум». Необходимо увеличить проводимость. Решением может стать увеличение ширины проводников, соединяющих элементы в аппаратуре. Но данное решение ведет к увеличению расхода материала, что является негативным фактором.

Появление отрицательных эффектов при синтезировании технического объекта обусловлено причинно-следственной связью. На основе данных связей можно построить противоречия, возникающие в процессе решения поставленной задачи и синтеза технического объекта.

Проблемная ситуация, которая сводится к тому, что мероприятия, направленные на улучшение одного свойства технической системы, приводят к ухудшению другого важного свойства, можно назвать *операционным противоречием*, так как оно соответствует операционному стилю мышления.

Таким образом, *операционное противоречие (ОП)* описывает ситуацию, когда изменение некоторого параметра (X) приводит к появлению положительного эффекта (ПЭ), которое ведет к улучшению одного потребительного свойства, но это сопровождается появлением и нежелательных эффектов (НЭ), приводящих к ухудшению другого потребительного свойства (Рис. 14).



Рис. 14 – Схема операционного противоречия

Формулирование операционного противоречия позволяет вычлнить положительные и нежелательные эффекты, для того, чтобы провести анализ причин появления нежелательных эффектов, и, тем самым, активизирует поиск возможных направлений поиска решения проблемы.

Для исследования сложных технических объектов необходимо подробно описать, каким образом изменение одного параметра, направленное на улучшение одного потребительного свойства, приводит к ухудшению другого потребительного свойства. Эти рассуждения можно представить в виде цепочки причинно-следственных связей (Рис. 15).

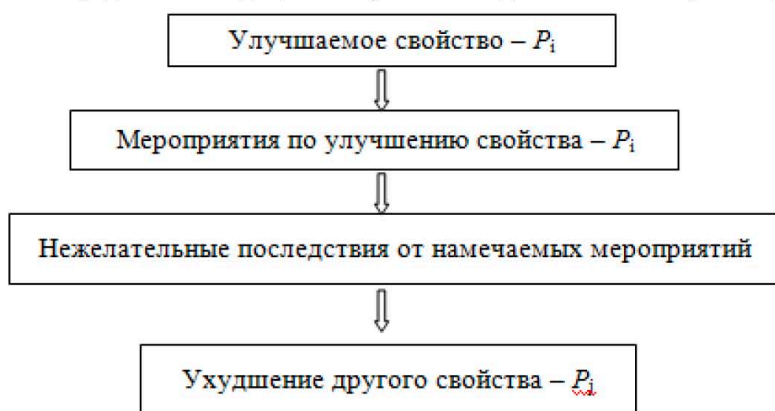


Рис. 15 – Анализ операционного противоречия

Такая цепочка позволяет систематизировать и наглядно представить взаимосвязь и взаимообусловленность положительных и нежелательных эффектов при реализации того или иного мероприятия а также поставить ряд частных задач: «как можно устранить нежелательные эффекты, сохранив полезный эффект?»

Здесь используется такая мыслительная операция, как изолирующая абстракция, – разработчик отвлекается от всех остальных факторов и рассматривает, какими способами можно решить каждую частную задачу. Таким образом можно получить спектр возможных решений.

Исходя из спектра возможных решений можно выбрать несколько карт знаний.

**Семантическая карта знаний** – это карточка, содержащая в себе описание технологического метода исследования, производства, коррекции, а также основные характеристики описываемого объекта, его аналог в природе и противоположность. Также карта знаний содержит сведения обо всех дочерних технологиях, методах и операциях.

Таким образом, исходя из требований синтезированного технологического объекта может быть выбрана одна или несколько карт знаний. Дальнейший отбор карт осуществляется в соответствии с применимостью того или иного действия, технологии, объекта к решению противоречия.

Следует отметить, что не всегда возможно составить операционное противоречие в явном виде, выявить все причинно-следственные связи. В этом случае следует проанализировать имеющиеся данные, выделить поле деятельности. При выделении поля деятельности, например, при исследовании фотошаблонов следует обращаться к полному полю деятельности «литография». Выделение поля деятельности существенно сужает круг поиска подходящих решений в виде карт знаний. Далее следует выделить известные особенности и характеристики исследуемого объекта или процесса. По исследованным характеристикам производится отбор карт знаний. Отобранное количество карт знаний может быть велико, но среди отобранных можно выделить определенные группы карт, имеющие сходные характеристики, области применения и т.д. Анализ характеристик, по которым они сгруппированы, позволит выделить группы, подходящие для исследования объекта или действия, которые позволят раскрыть неизвестные ранее характеристики объекта или процесса. Совокупность проанализированных характеристик и «вновь открытых» позволит значительно сузить круг поиска среди имеющихся карт знаний. Следующий этап – анализ карт знаний на применимость. Он аналогичен описанному ранее методу исследования на применимость.

Также одним из важных этапов является построение карты знаний. Рассмотрим на примере простого технологического действия построение карты знаний. Центральное место при построении карты знаний будет занимать действие, операция или процесс, при котором или во время которого возникают негативные эффекты, либо результат необходимо улучшить. В данном случае это формирование слоя двуокиси кремния при производстве СБИС. На рисунке 16 приведен пример размещения основной технологической операции на карте знаний.

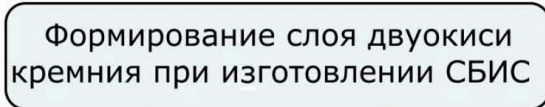


Рис. 16 – Основная технологическая операция

Исходя из того, что мы знаем о технологической операции, выделяются два основных действия, которые требуются при формировании слоя двуокиси кремния при изготовлении СБИС. Это нагревание паров окислителя и контроль прогрева участков СБИС, чтобы не допустить прогрева участков СБИС ниже слоя окисла. На рисунке 17 приведен вид карты знаний после выделения основных действий. Следует отметить, что при анализе проблемы строится нисходящая карта знаний, а при поиске решений она строится восходящей.



Рис. 17 – Карта знаний с выделенными действиями

Следующий этап построения карты знаний состоит в том, что задается вопрос: «что если критический параметр действий высокий/низкий?». Берется максимальное и минимальное значение критических параметров действий и анализируется результат, к которому они приводят, а также дефекты, возникающие в случае негативного влияния значения параметра. В рассматриваемом случае при нагреве паров окислителя критическим параметром является температура паров окислителя. Температура нагрева паров может быть высокая и низкая. Высокая температура нагрева паров обеспечивает качественный слой окисла. Низкая температура нагрева паров окислителя влечет за собой некачественный слой окисла, который включает в себя следующие дефекты: непланарность, поры и низкие диэлектрические свойства. Аналогично анализируется влияние температуры при контроле прогрева участков СБИС. Низкая температура нагрева обеспечивает получение легированных областей заданных размеров, а высокая температура - некачественную структуру активных слоев СБИС, которые включают в себя следующие дефекты: разгон легированных областей, возможные подтравы, возможное окисление проводников и отжиг материала. Все выявленные дефекты так же отражаются на карте знаний. На рисунке 18 приведен полный вид нисходящей карты знаний, как результата анализа технологической операции, основных действий и изменения критических параметров данных действий. Как видно из построенной карты знаний, получено техническое противоречие в наглядной форме поскольку получение хороших результатов действий возможно только при противоположных температурах, одновременно воздействующих на объект.

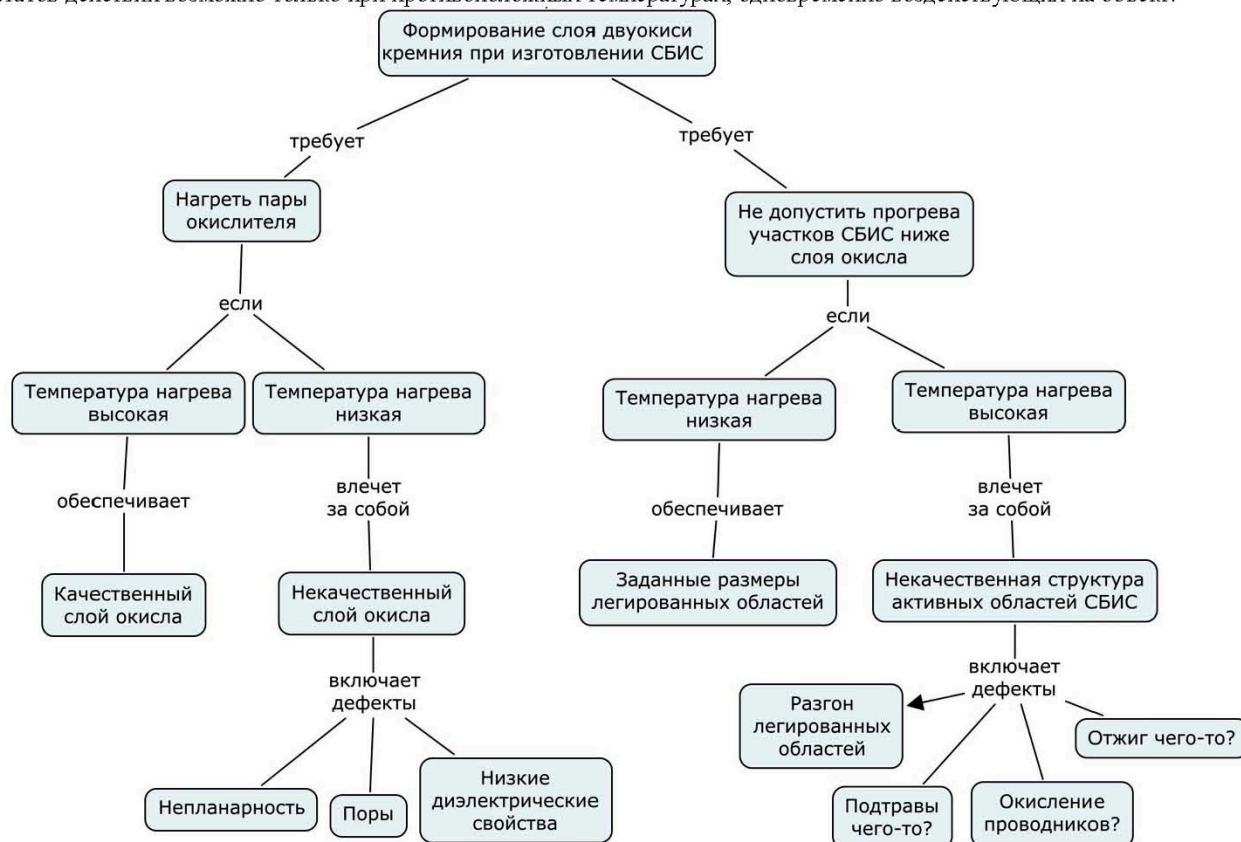


Рис. 18 – Нисходящая структура карты знаний

Далее на основе результатов анализа и построенной карты знаний ставится вопрос: «как обеспечить требуемые параметры?». Стоит отметить, что карта знаний строится восходящей. На самом веру карты знаний будет указано общее решение данной проблемы. После ответа на вопрос «Как обеспечить?» были выделены два главных параметра, которые требуется обеспечить: высокое качество пленки двуокиси кремния и высокую точность изготовления размеров легированных областей. На рисунке 19 приведен вид карты знаний после ответа на вопрос «Как обеспечить требуемые параметры?».

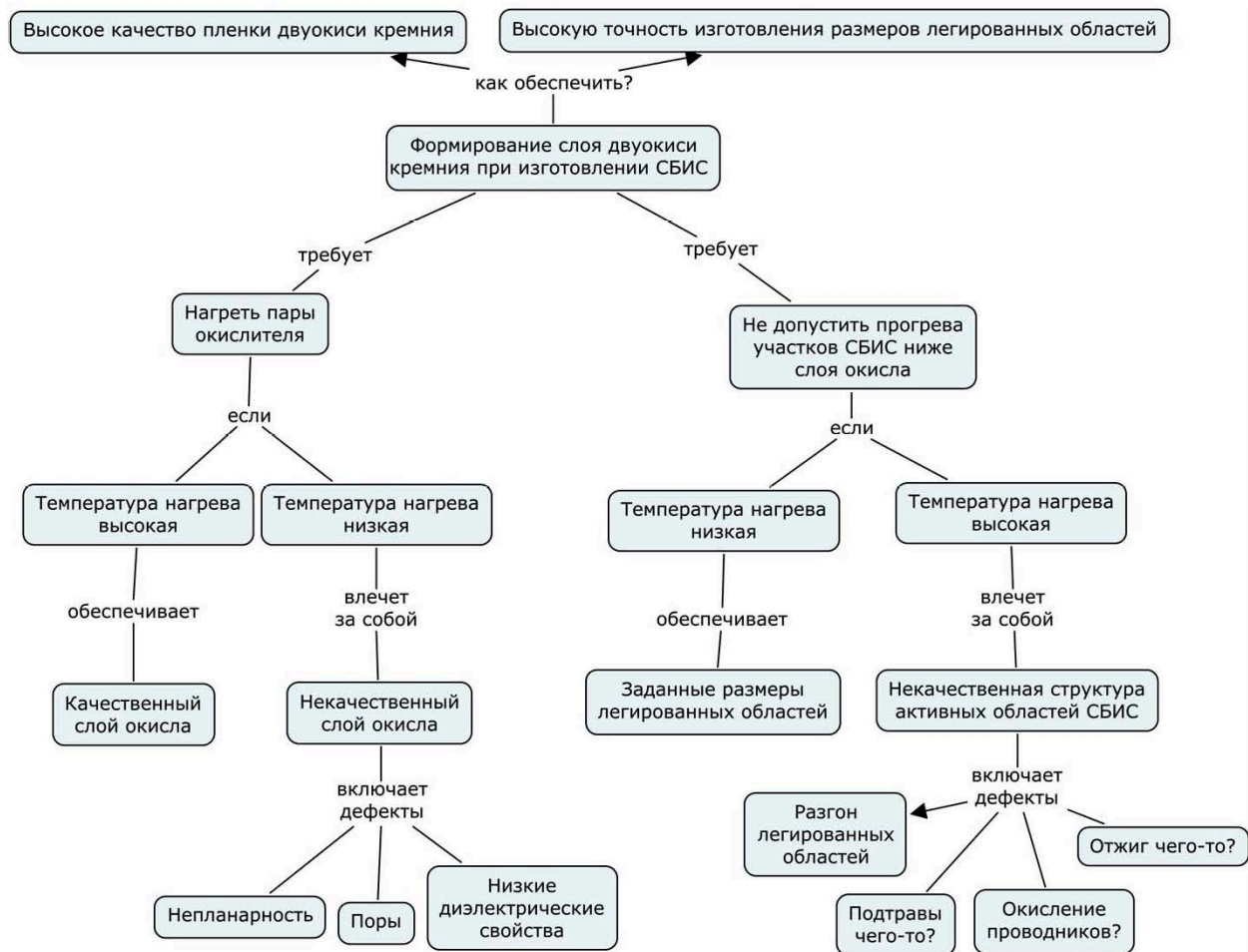


Рис. 19 – Карта знаний по параметрическому синтезу

Исходя из построенной карты знаний и пользуясь одним из 40 приемов разрешения технических (операционных) противоречий, предложенных Г. С. Альтшуллером, находим требуемое решение, позволяющее обеспечить требуемые параметры. В данном случае таким решением стал «принцип периодического действия», который реализуется в виде поочередного окисления в кислороде и парах воды кремниевой пластины СВИС. Данное решение также отражается на карте знаний, после чего данная карта может использоваться как пример решения подобных задач и проблем. На рисунке 18 приведен вид полной карты знаний для решения проблем при формировании слоя окисла при изготовлении СВИС.



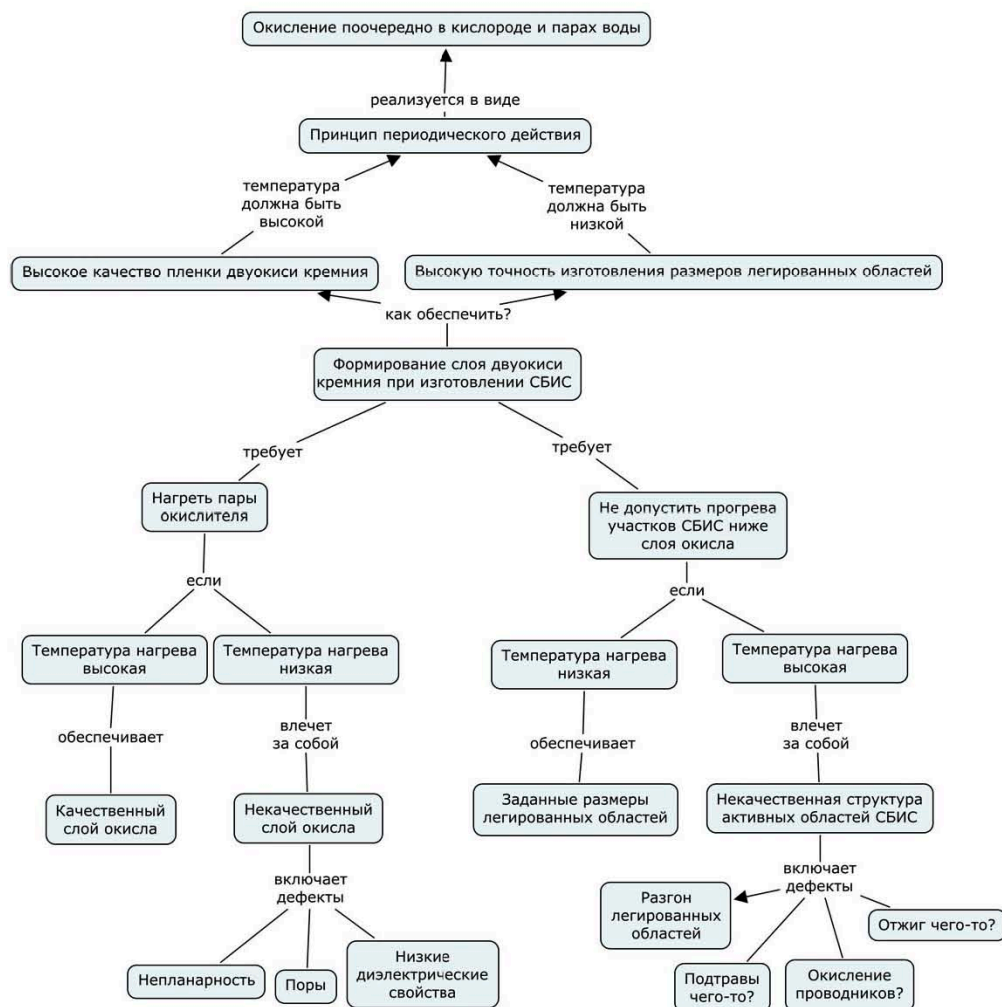


Рис. 20 – Синтезированное семантическое дерево найденного решения

Эксплуатация представленных решений направлена на развитие способностей к рассуждению и системному подходу при анализе инженерных проблем во всей полноте. Пользователи такой системы учатся анализировать поставленные задачи, выявлять основные проблемы поставленных задач, выделять области деятельности, основные технологические операции и действия, выделять критические параметры, прогнозировать и учитывать позитивные и негативные последствия при изменении критических параметров. Таким образом, у них формируется многопозиционное всестороннее восприятие поставленной задачи. В процессе анализа проблемы и вплоть до ее решения пользователь получает качественные знания в определенных областях, а также получает одно из главных умений – оперирование полученными знаниями. Таким образом построение причинно-следственных цепочек развивает целый ряд базовых навыков генерационного структурного синтеза, а инструментальная поддержка в виде БЗ позволяет развить их и получать профессиональные знания в более доступной визуальной форме.

### 3 Онтологический инжиниринг предметной области

Обычно под **онтологией** подразумевается эксплицитная, то есть явная, спецификация концептуализации, где в качестве концептуализации выступает описание множества объектов и связей между ними. Формально онтология состоит из понятий терминов, организованных в таксономию, их описаний и правил вывода.

Основной вопрос онтологии: что существует? Основные понятия онтологии следующие: бытие, структура, свойства, формы бытия (материальное, идеальное, экзистенциальное), пространство, время, движение.

Иное понимание онтологии даёт американский философ Уиллард Куайн: в его терминах онтология — это содержание некоторой теории, то есть объекты, которые постулируются данной теорией в качестве существующих.

**Онтология** – это попытка всеобъемлющей и детальной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области. Этот термин в информатике является производным от древнего философского понятия «онтология».

Онтологии используются в процессе программирования как форма представления знаний о реальном мире или его части. Основные сферы применения — моделирование бизнес-процессов, семантическая паутина (англ. Semantic Web), искусственный интеллект.

Проектирование и разработка онтологий (**онтологический инжиниринг**) - ядро концепции менеджмента знаний (KM - Knowledge Management) - является основой управления сложными "информационно наполненными" системами. Выделяют следующие этапы этапы онтологического инжиниринга:

1. Накопление - стихийное и бессистемное накопление информации;
2. Извлечение - процесс обнаружения источников данных и знаний, их "добыча" и описание (наиболее сложный и трудоемкий этап, определяющий жизнеспособность системы);
3. Структурирование – выделяются основные понятия, выработана структура представления информации, обладающая максимальной наглядностью, простотой изменения и дополнения;
4. Формализация и программная реализация - представление структурированной информации в форматах машинной обработки, т.е. на языках описания данных и знаний, и организация автоматизированной обработки и поиска информации по запросу;
5. Обслуживание - коррекция формализованных данных и знаний (добавление, обновление): удаление устаревшей информации (актуализация); фильтрация данных и знаний для поиска информации, необходимой пользователям.

На данный момент разработано достаточно много онтологий (онтологических моделей) для описания и управления сложными системами в самых различных предметных областях - от искусственного интеллекта, медицины, интернет-технологий, до систем управления организациями, отдельных видов деятельности и продукции.

**Основная задача** онтологического подхода - упорядочение знаний путем их систематизации, создания единой иерархии понятий, унификации терминов и правил интерпретации. Онтологический анализ вошел в IDEF5, один из ключевых стандартов языков описания сложных систем IDEF, и является основным средством спецификации компьютерно-ориентированных информационных систем и моделирования сложных бизнес-процессов.

Для построения эффективной онтологии предметной области необходимо решить следующий комплекс задач:

- разработать иерархию онтологий, определяющих области стандартизации;
- создать иерархию терминологий;
- фиксировать аксиомы предметной области на неформальном ("человеческом") языке;
- выбрать язык описания и перевод утверждений на формальный язык;
- реализовать релевантные данные в виде единой базы знаний, состоящей из иерархически соподчиненных баз данных для каждой области стандартизации;
- реализовать семантическое представление базы знаний как "единого" стандарта (в смысле представления) и разработка методики пользования концепцией.

База знаний по предметной области микро- и наносистем представлена в виде формализованной модели данных и построена по методологии онтологического инжиниринга. Она включает терминологию, т.е. формально определенных термины, и правила - логические отношения ограничительного характера между ними. База знаний описана с помощью визуальных семантических схем и фреймовой структуры, что позволяет применять для обработки данных и вопросов, задаваемых пользователями, дедуктивные возможности логики первого порядка. Причем главная возможность - это автоматическое извлечение скрытых истинных фактов (имплицитная информация) при наличии исходных, введенных в базу (эксплицитная или явная информация).

Для построения базы знаний по технологиям микро- и наносистем используется системный подход - **методология онтологического инжиниринга**, на которую возлагаются следующие **основные задачи**: идентификация, классификация и однозначное определение терминологии и правил; постановка пользовательских вопросов; вывод ответов.

Рассмотрим подробнее методологические принципы использования онтологии для решения задач по понятийной идентификации, классификации, стандартизации и наглядному представлению концептуальной модели предметной области в различных сферах науки и человеческой деятельности. По определению Тома Груббера, впервые применившего это понятие в области информационных технологий [7], онтология как спецификация концептуализации - уже не только философский термин, означающий учение о бытии. Сначала термин в новом значении стал использоваться в области математики, где слабо формализованные концептуальные модели всегда сопутствовали строгим математическим определениям. Сейчас онтология всё более широкое применение находит в следующих науках - менеджменте, экономике, электронном бизнесе, где структурирование и визуальное представление информации составляет значительную сложность [9]. К числу таких «размытых» междисциплинарных областей, в которых ощущается насущная необходимость определённого упорядочения на основе построения онтологии с элементами визуализации, в данной работе отнесена область технологий микро- и наносистем.

Хотя понимание термина «онтология» и само модельное представление онтологии существенно зависит от контекста и целей их использования, в дальнейшем в данной работе будем придерживаться следующего формального представления:

$$O = (C, R, A),$$

где:

C - конечное множество концептов (понятий, терминов) предметной области, которую представляет онтология;

R - конечное множество отношений между концептами;

A - конечное множество аксиом или функций интерпретации, заданных на концептах и (или) отношениях.

Область технологий микро- и наносистем постоянно развивается, что отражается в расширении, динамичном изменении понятийной системы. Создание формальной онтологии для такой предметной области является чрезвычайно сложной задачей. Поэтому для формирования исходной онтологической модели области технологий микро- и наносистем предлагается использовать методологию концептуальных карт (концепт-карт, CMAP).

Концепт-карта - это графический инструмент для организации и представления знаний. По сути, они являются циклическими графами, причём вершинами графа являются понятия (концепты - C), а рёбрами графа являются связи между понятиями (отношения - R). Концепты выражаются лексическим термином - словом (или словосочетанием). Пример концепт-карты, рекурсивно раскрывающей свою сущность, представлен на рисунке 21.

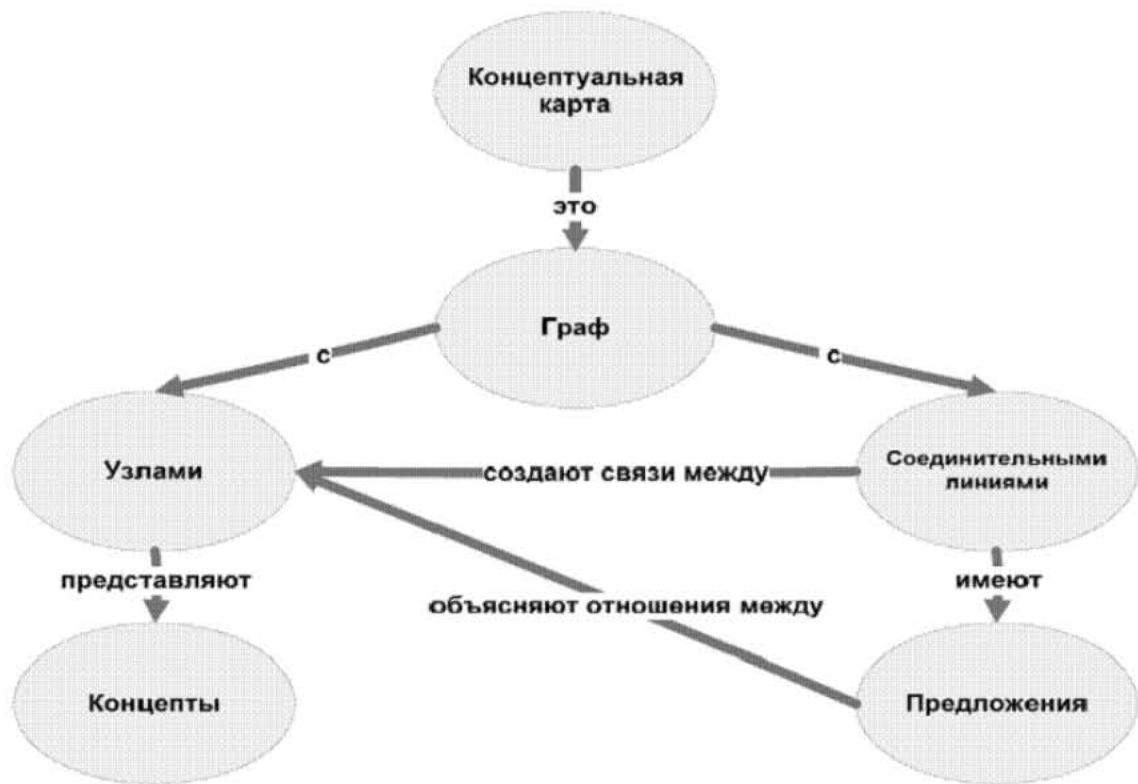


Рис. 21 – Рекурсивная модель концептуальной карты

Впервые концепт-карты были предложены в начале 70-х гг. профессором Джозефом Новаком (Joseph D. Novak) из Корнельского университета для изучения детского мышления и формирования первых научных понятий. Это исследование использовало идеи Дэвида Аушубела [7] о формировании понятийного мышления. Концепт-карты оказались эффективным инструментом отображения понятийной системы человека. Благодаря этому они стали использоваться в обучающих системах (E-learning), для формальных обоснований в химии и аргументации высказываний в биологии, затем для описания процессов проведения научных исследований и при разработке баз знаний.

Обоснованность выбора концептуальных карт для формирования онтологической модели в области различных актуальных технологий (например, военных, технических, педагогических) обусловлена следующими их достоинствами при использовании в качестве средства структурирования знаний:

1. Системность - концепт-карта представляет целостный, осмысленный взгляд на предметную область с учетом ее иерархичности, структурированности и многоаспектности;
2. Единообразие - знания, представленные в единой форме, эффективно воспринимаются и воспроизводятся;
3. Научность - построение концепт-карты базируется на положениях философии конструктивизма и достижениях когнитивной науки, связано с глубоким анализом структуры отношений предметной области, что позволяет выявить новые, ранее невербализованные логические связи во всей их полноте;
4. Универсальность - концепты и связи имеют всеобщий характер, что позволяет их использовать для установления взаимосвязей разных классов концептов предметной области;

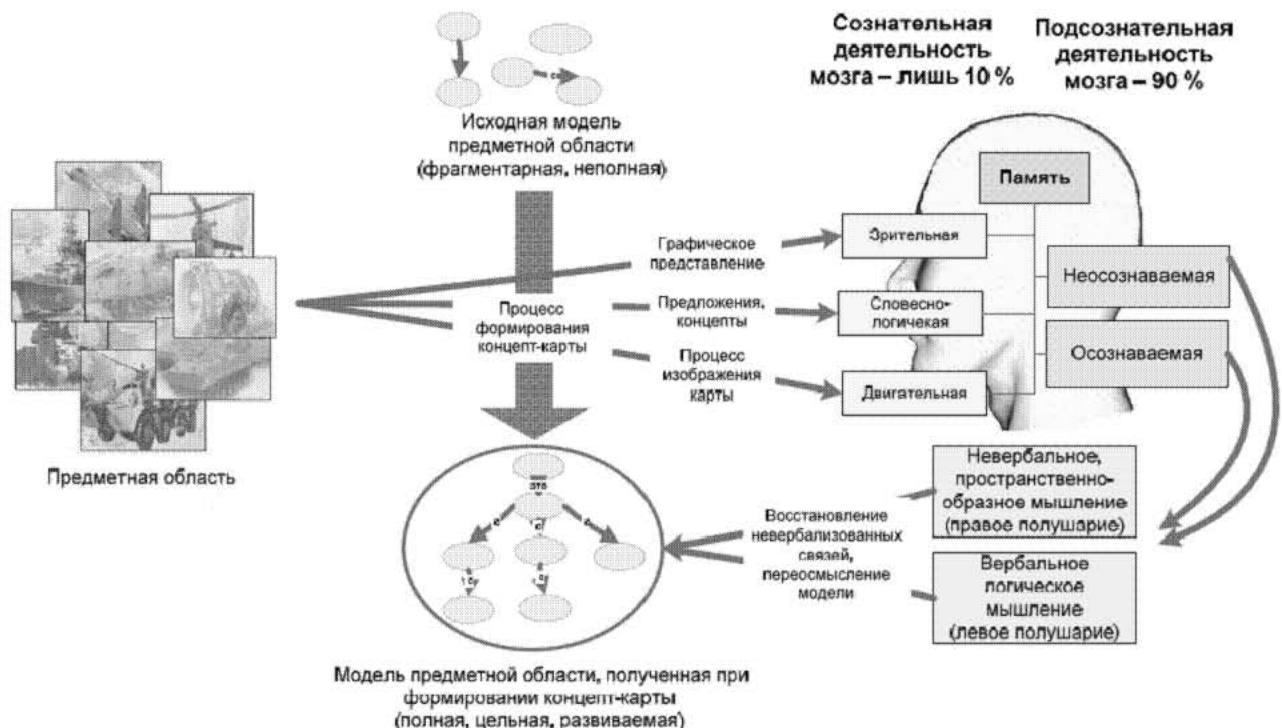


Рис. 22 – Связь процесса формирования карты с видами памяти человека

5. Когнитивность - при формировании и анализе концепт-карты используются все виды памяти человеческого мозга, что позволяет обучающимся и взаимодействующим специалистам быстро и точно усваивать представленные картами знания во всей их полноте [9] (Рис. 22);
6. Поддерживаемость (инструментальность) - для формирования концепт-карт разработан и доступен для получения и использования комплекс специального программного обеспечения, обладающий широкими возможностями для совместной работы группы специалистов, который постоянно совершенствуется Флоридском институтом человеческого и машинного познания (ИНМС);
7. Открытость к взаимодействию - разработан ряд конверторов, позволяющих транслировать в концепт-карты онтологии, представленные на других языках описания [10];
8. Инновационность – концепт-карты могут быть использованы для порождения новых знаний на ассоциативной основе.

Для этого предлагается в первую очередь создать информационный портал в сети Интернет, посвященный вопросам создания, развития и использования онтологии актуальных современных технологий. Он должен содержать онтологию верхнего уровня - онтологию технологий, открытую часть прикладных онтологий области технологий микро- и наносистем. В портале следует отражать изменения, вносимые в онтологию области технологий микро- и наносистем, предоставлять доступ к нормативным документам в области технологического домена, публикациям в этой области, содержать сведения о планируемых мероприятиях (конференциях, форумах) по развитию технологий, рекомендации по использованию онтологии области технологий микро- и наносистем в системах поддержки принятия решений и информационных системах.

Решения, реализованные в Star Tools, целесообразно использовать для создания перспективной автоматизированной системы поддержки развития онтологии технологий микро- и наносистем.

Анализируя вышеизложенное, можно сформулировать основные задачи **онтологического инжиниринга** предметной области (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Спецификация основных задач, возлагаемых на онтологию конкретной предметной области

№	Наименование задачи	Формулировка задачи	Инструменты решения задачи
1	2	3	4
1	Структуризация предметной области	Сформулировать структурированное описание предметной области, базируясь на неструктурированных источниках информации, в том числе содержащимися в материалах Учебно-методических комплексов, поставленных в рамках Государственного контракта №П761 от 12 ноября 2008 года «Закупка учебно-методического обеспечения для подготовки кадров по программам высшего профессионального образования для тематического направления ННС «Нанотехнологии»	Системный подход к изучению вопросов нанотехнологий, сбор и фиксация знаний о предметной области на бумажной носители, включающие: определение основных понятий и их взаимоотношений в выбранной предметной области; создание точных непротиворечивых определений для каждого основного понятия и отношения; определение терминов, которые связаны с основными понятиями и отношениями; согласование перечисленных компонентов онтологий. Методология научного познания.
2	Формальное описание конкретной предметной области	Разработать описание знаний в формальной форме, допускающей обработку информационными системами	Методики построения концептуальных схем, теория графов, разбиение совокупности основных терминов, используемых в онтологии, на классы; формирование концептуализации в рамках выбранного языка представления знаний.
3	Обеспечение многократного использования информации	Верификация выбранной модели представления знаний	Тестирование разработанного программного комплекса на основе выбранных тестов по информационному поиску
4	Обеспечение обмена информацией между участниками национальной нанотехнологической сети	Тестирование альфа-версии разработанного программного комплекса	Тестирование разработанного программного комплекса на основе сформулированных тестов по проверке корректности функционирования системы в сетевом режиме
5	Системность	Сформулировать целостный взгляд на технологии микро- и наносистем путем интегрирования гетерогенных источников данных	Методики онтологического инжиниринга
6	Единообразие	Представление предметной области, базируясь на неструктурированных источниках информации, в том числе содержащимися в материалах Учебно-методических комплексов, поставленных в рамках Государственного контракта №П761 от 12 ноября 2008 года «Закупка учебно-методического обеспечения для подготовки кадров по программам высшего профессионального образования для тематического направления ННС «Нанотехнологии», в единой форме.	Методики онтологического инжиниринга

7	Научность	Представить логические связи между различными понятиями, в том числе недостающие связи	Методики онтологического инжиниринга
8	Применение для задач образования	Разработать концептуальные модели, которые могут быть использованы в образовательном процессе	Методики разработки концептуальных моделей, методики обучения в высшей школе

Онтология предметной области – формальное описание предметной области, обычно применяется для того, чтобы уточнить понятия, определённые в мета-онтологии (если используется), и/или определить общую терминологическую базу предметной области.

Построение онтологии (онтологический инжиниринг) является мощным когнитивным инструментом, позволяющим определить значимые для решения задачи концепты и связи между ними. Экспертная система, реализованная на принципах **онтологического инжиниринга**, позволяет конечному пользователю по определенным критериям находить искомые решения в предметной области.

На сегодняшний день существует не менее десятка зарубежных систем, относимых к классу инструментов онтологического инжиниринга, которые поддерживают различные формализмы для описания знаний и используют различные машины вывода из этих знаний.

Наиболее известные из них:

- Protégé (<http://protege.stanford.edu>);
- CYC (<http://www.cyc.com>);
- KAON2 (<http://kaon2.semanticweb.org>);
- OntoEdit (<http://www.ontoprise.de/products/ontoedit>);
- KADS22 (<http://hcs.science.uva.nl/projects/kads22/index.html>).

Среди уже разработанных онтологий наиболее известными и объемными являются CYC (<http://www.cyc.com>) и SUMO (<http://www.ontologyportal.org/>).

Крупные онтологические проекты с точки зрения их функциональности не столько конкурируют, сколько дополняют возможности друг друга. Одновременно можно констатировать, что пока не существует проекта, который мог бы использоваться как наполненный знаниями полнофункциональный ресурс, готовый как для непосредственного использования, так и для дальнейшего развития в широком спектре интеллектуальных информационных технологий.

#### Литература

1. Бионанонинженерия : учеб. пособие / А.И.Власов, А.А.Денисов, К.А.Елсуков - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Нанонинженерия»: в 17 кн. Кн.15). - 224 с. ил.
2. Технологические процессы в нанонинженерии : учеб. пособие / П.И.Варламов, К.А.Елсуков, В.В.Макарчук - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Нанонинженерия»: в 17 кн. Кн.2). - 176 с. ил.
3. Т.И.Агеева, А.М.Афонин, А.И.Власов и др. Информационные технологии в инженерном образовании / Под ред. С.В.Коршунова, В.Н.Гузнецкова. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2007. - 432 с.: ил.:
4. И.Н.Лунина М.В.Покровская Е.В.Резчикова Об опыте интеграции педагогических технологий в техническом университете //Высшее образование в России. №2, С90-95.
5. Резчикова Е.В. Как и кого готовить для профессий, которых пока нет // Сборник докладов V Международной конференции. Триз. Практика применения методических инструментов в бизнесе. - Москва. 22-23 ноября 2013 г., МГТУ им.Н.Э.Баумана.
6. А.В.Ревенков, Е.В. Резчикова Теория и практика решения технических задач : учеб. пособие М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2013. - 384 с. : ил. - (высшее образование) - 3-е изд., испр. и доп.
7. А.И.Власов Пространственная модель оценки эволюции методов визуального проектирования сложных систем // Датчики и Системы. - 2013. - №9. - С.10-28.
8. E. Rezchikova, V. Shakhnov, A. Vlasov, L. Zinchenko Visual Learning Environment in Electronic Engineering Education // Proc. 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL) - PP. 389 – 398.
9. Власов А.И., Журавлева Л.В., Тимофеев Г.Г. Методы генерационного визуального синтеза технических решений в области микро- наносистем // Научное обозрение. 2013. №1. - С.107-111.
10. Власов А.И., Журавлева Л.В. Визуализация творческих стратегий с использованием ментальных карт // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. №1.- С.133-140.
11. Резчикова Е.В., Власов А.И. Перспективы применения концепт-карт для построения базы знаний ТРИЗ // Сборник трудов конференции "ТРИЗ. Практика применения методических инструментов". - Москва. 29 октября 2011. С.140-145.
12. Дудко В.Г., Верейнов К.Д., Власов А.И., Тимошкин А.Г. Современные методы и средства обеспечения качества в условиях комплексной автоматизации // Вопросы Радиоэлектроники, Сер. АСУПР, 1996, №2, С.54-72.
13. Поздняев А.С., Власов А.И. Становление и развитие образовательного сегмента Национальной нанотехнологической сети в современных экономических условиях // ВЕСТНИК МГТУ им.Н.Э.Баумана. Серия "Приборостроение". Спецвыпуск "Нанонинженерия". 2010. С.178-188.