

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ О МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

А.Э. Кочешков

andkocheshkov@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

---

### Аннотация

Рассмотрены основные подходы к представлению знаний о микроэлектромеханических системах, использующих концептуальные карты. Отдельно представлены примеры использования концептуальных карт. Проанализированы особенности применения предложенного подхода на примере реализованной базы знаний о микроэлектромеханических системах

### Ключевые слова

Наноинженерия, концептуальные карты, микроэлектромеханические системы, многомодальное представление информации, беспорядочный массив информации, визуализация связей между понятиями

Поступила в редакцию 30.03.2017

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

---

В последние годы в области инженерии знаний и микроэлектромеханических систем (МЭМС) появились принципиально новые подходы к хранению, представлению и обработке знаний. Такие модели хранения знаний, как концептуальные карты, включают в себя, помимо традиционных определений, информацию о связях между различными объектами, определениями, понятиями [1]. В работах [2–5] предложено применение многомодального представления информации в наноинженерии.

Целью данной работы является выявление особенностей реализации базы знаний, связанной с МЭМС, в форме концептуальных карт на основе специализированного программного комплекса ИНМС SmartTools [6], который дает возможность создавать базы знаний для выбранной предметной области.

Концептуальные карты (к-карты) или графы позволяют детально анализировать предметную область и включают отношения между концептами (понятиями). Такие к-карты состоят из различных узлов и направленных поименованных отношений, или связей, которые соединяют данные узлы. Типы связей в данном случае могут быть различного характера, например «имеет свойство», «является» и т. п. Концепты и связи имеют универсальный характер для некоего класса понятий предметной области. Поэтому разработка к-карты подразумевает анализ структурных взаимодействий между отдельными понятиями предметной области. В процессе реализации к-карты эксперт и аналитик рассматривают структуру отношений предметной области, что помогает глубже понять ее природу. Зачастую приходится генерировать новые, ранее невербализованные, связи. В результате поле знаний является более осмысленным.

Под организацией знаний, связанных с МЭМС, понимают 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- и/или наноразмерные цепи и созданные с использованием микро- и нанотехнологий.

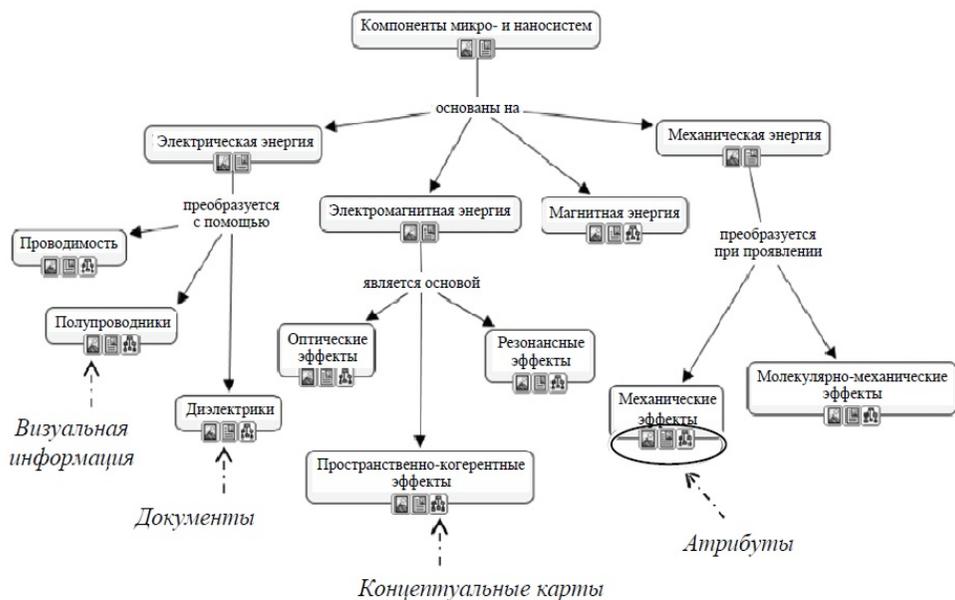
Согласно результатам опроса специалистов [1–4], к области знаний, связанной с МЭМС, относят:

- измерительное и аналитическое оборудование для диагностики и анализа наноструктур, наноматериалов и наносистем;
- различные информационные микро- и наносистемы, включающие системы локации и связи, сбора, обработки и передачи данных, датчики и сенсоры, а также устройства мехатроники на их основе;
- биомедицинские приборы и устройства диагностики и локальной доставки лекарств и терапии;
- технологическое оборудование для производства 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 десятков нанометров.

Для структурирования различных понятий данной предметной области выбрано программное обеспечение ИМС SmartTools, которое позволяет каждый новый бокс создавать одним щелчком компьютерной мыши в любом свободном месте рабочего поля.

Как показано на рисунке, рассматриваемый бокс уже содержит «заготовки для стрелок», которые можно перемещать до любой удобной точки экрана, где автоматически сгенерируется новый бокс. При «вытягивании» стрелки на ней также автоматически создается поле, которое необходимо заполнить для определения назначения данной связи. Все боксы можно свободно перемещать в пределах рабочего поля. Имеются инструменты для масштабирования, форматирования и проч. Возможность подключения мультимедийных файлов позволяет создавать весьма сложные к-карты. Пользователь может устанавливать ссылки на другие типы ресурсов (изображения, видео, звук, текст), которые помогают объяснить то или иное понятие [6].

К-карта является инструментом для организации и представления знаний. С математической точки зрения, к-карта представляет собой граф, при этом каждой вершине графа соответствует выбранное понятие из множества  $A$ , входящего в кортеж, а ребра графа несут в себе информацию о множестве связей, входящих в множество  $B$ . В таком случае информация может быть представлена с помощью следующих выражений: «известен как», «является», «приводит к», «требуется для», «вносит вклад в». Подобное представление позволяет визуализировать логическую структуру рассматриваемого объекта.



К-карта заданной предметной области

Итак, разработана к-карта заданной предметной области (см. рисунок). Концепт может включать документы, заполненные по рассмотренному выше шаблону, визуальную информацию и к-карты более низкого иерархического уровня.

Подводя итог сказанному, отметим, что стремительный рост объемов информации области в МЭМС и нанoeлектромеханических систем (НЭМС) требует использования принципиально новых способов хранения, анализа и обработки информации. Использование к-карт при разработке базы знаний в области МЭМС позволяет реализовать информационную систему достаточной гибкости, достаточной физически корректной внутренней структуры и формализации исследуемой предметной области нанотехнологий.

Применение к-карт позволило преобразовать беспорядочный массив информации в области МЭМС и НЭМС и визуализировать связи между понятиями. Использование таких карт дает возможность создать базу знаний, которая может быть использована для хранения имеющейся и поиска новой информации в целях дальнейшего развития технологий микро- и наносистем.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 15-29-01115 офи-м.*

## Литература

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000. 384 с.
2. Шахнов В.А., Зинченко Л.А. Информационные технологии в нанoинженерии // Наноинженерия. 2014. № 2(32). С. 29–35.
3. Зинченко Л.А., Власов А.И., Шахнов В.А., Резникова Е.В. Наноинженерия и инфокоммуникационные технологии // Вестник РФФИ. 2015. № 3(87). С. 97–103.

4. *Представление знаний в информационных системах с учетом свойств наноразмерных объектов и материалов* / В.А. Шахнов, А.Е. Аверьянихин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева, Л.А. Зинченко // Информационные технологии и вычислительные системы. 2014. № 3. С. 89–96.
5. *Аверьянихин А.Е., Зинченко Л.А., Шахнов В.А. Представление знаний о наноразмерных объектах в информационных системах // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2014. № 52. С. 8–11.*
6. URL: <http://smar.ihmc.us>: веб-сайт. (дата обращения: 03.20.2017)

**Кочешков Андрей Эдуардович** — студент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Научные руководители** — Л.А. Зинченко, д-р техн. наук, профессор кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация; А.И. Власов, канд. техн. наук, доцент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

## REPRESENTING KNOWLEDGE ABOUT MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS IN INFORMATION SYSTEMS

A.E. Kocheshkov

andkocheshkov@mail.ru

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

---

### Abstract

*We consider the main approaches to knowledge representation dealing with microelectromechanical systems that use concept maps. We provide separate examples of using concept maps. We analyse the specifics of employing the approach suggested using a knowledge base we implemented dealing with microelectromechanical systems as an example*

### Keywords

*Nanoengineering, concept maps, microelectromechanical systems, multimodal information representation, random data array, visualisation of connections between concepts*  
© Bauman Moscow State Technical University, 2017

---

### References

- [1] Gavrilova T.A., Khoroshevskiy V.F. Bazy znaniy intellektual'nykh system [Knowledge bases of intelligent system]. Sankt-Petersburg, Piter Publ., 2000. 384 p. (in Russ.)
- [2] Shakhnov V.A., Zinchenko L.A. Information technologies in nanoengineering. *Nanoinzheneriya* [Nano Engineering], 2014, no. 2(32), pp. 29–35. (in Russ.)
- [3] Zinchenko L.A., Vlasov A.I., Shakhnov V.A., Reznikova E.V. Nanoengineering and information technology. *Vestnik RFFI*, 2015, no. 3(87), pp. 97–103. (in Russ.)
- [4] Shakhnov V.A., Aver'yanikhin A.E., Vlasov A.I., Zhuravleva L.V., Zinchenko L.A. Nanotechnology knowledge representation in information systems taking into account nano-objects and materials properties. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy*, 2014, no. 3, pp. 89–96. (in Russ.)
- [5] Aver'yanikhin A.E., Zinchenko L.A., Shakhnov V.A. Nanotechnology knowledge representation in information systems. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2014, no. 52, pp. 8–11 (in Russ.)
- [6] URL: <http://cmap.ihmc.us: website> (accessed 03.20.2017) (in Russ.)

**Kocheshkov A.E.** — student, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Scientific advisors** — Zinchenko L.A., Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation; A.I. Vlasov, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation