

А.В. Рыбаков,  
С.А. Евдокимов,  
А.А. Краснов,  
А.Н. Шурпо

## Применение визуального мышления для средств компьютерной поддержки при обучении проектированию технологической оснастки

*На примере проектирования технологической оснастки представлены возможности использования в учебном процессе многодисциплинарных средств визуализации на основе логико – смысловой схемы (ЛСС). ЛСС выступает в качестве методической платформы для построения системы автоматизированной поддержки инженерных решений при проектировании технологической оснастки. В наглядном варианте представлены характеристики средств технологизации, в условиях компьютеризации при логико – смысловых схемах об изучаемой предметной области, а также рассмотрен пример многодисциплинарного представления для студентов курса по проектированию пресс – форм для литья под давлением пластмасс.*

**Ключевые слова:** образовательный процесс, визуализация знаний, интерактивная учебная среда, логико – смысловая схема, подход к обучению проектированию технологической оснастки (ТО) на основе ЛСС.

A.V. Rybakov,  
S.A. Evdokimov,  
A.A. Krasnov,  
A.N. Shurpo

## Using visual thinking for computer support in teaching the design of technological equipment

*The aim of the work is to substantiate the possibility of using multidisciplinary visualization tools in the educational process based on a logical-semantic scheme (LSS), which acts as a methodological platform for building a system of automated support for engineering decisions in designing technological equipment.*

*An interactive learning environment is examined, which, by actively interacting with students, significantly increases the effectiveness, being able to accommodate and coordinate together more multidisciplinary information.*

*In a visual version, the characteristics of the technologization means are presented, in conditions of computerization having logical and semantic schemes about the studied subject area, and an example of a multidisciplinary presentation of a course for students on designing heater plates for injection molding of plastics is considered.*

*A diagram is presented that illustrates the current state of theoretical knowledge. It allows visualizing the basic concepts, formation, structure and arrangement of the stated knowledge for students. It clearly shows the cause-and-effect relationship. This, on the one hand, makes it easier for a young specialist to understand the knowledge being studied, and on the other hand, it allows having deeper understanding of the design of technological equipment.*

**Keywords:** educational process, knowledge visualization, interactive learning environment, logical-semantic scheme, approach to teaching the design of technological equipment (TE) based on LSS.

### Введение

Поиски эффективных подходов и инструментов, способных существенно повысить интенсивность познания человеком окружающего предметного мира ведутся сравнительно давно во многих странах мира. К одному из таких, активно развивающихся подходов, от-

носится и ориентация на визуальное мышление с использованием основных понятий и связей между ними (рис. 1).

К наиболее применяемым визуальным методам «упаковки» информации относятся: концепт-карты (concept-maps) [2], концептуальные диаграммы (conceptual diagrams), карты ума (mind maps) [3], опорные конспекты

Шаталова [4], логико – смысловое моделирование Штейнберга [1]. В работе [5] представлен сравнительный анализ возможностей ис-

пользования в учебном процессе концепт – карт, концептуальных диаграмм, карт ума и визуальных метафор.

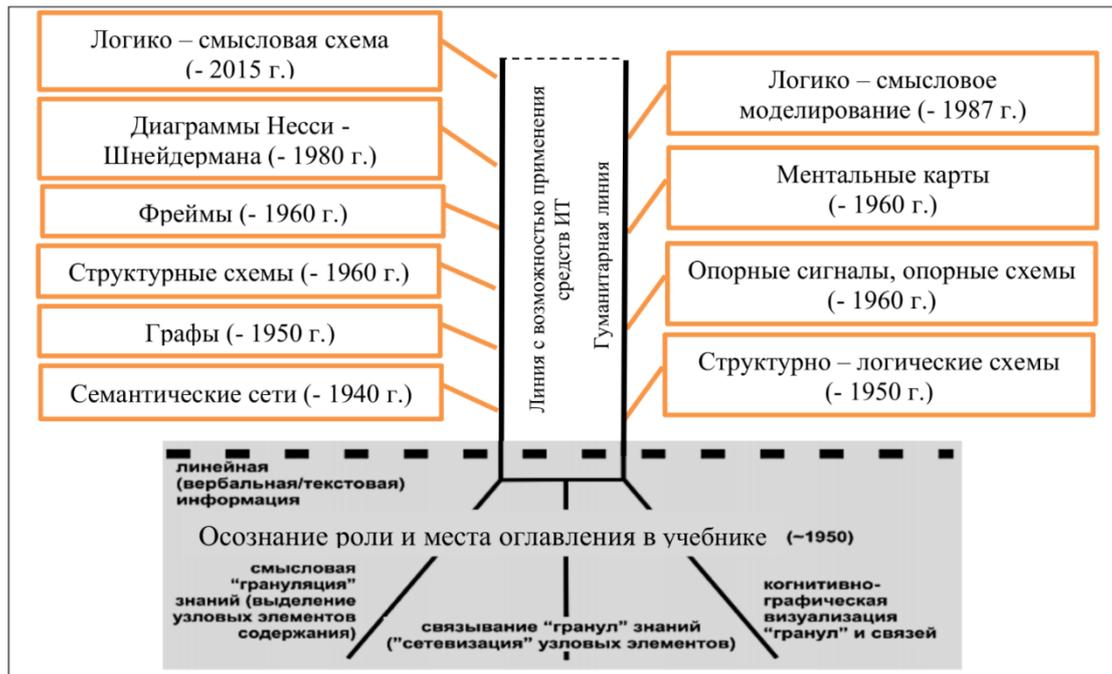


Рис. 1. Развитие визуальных инструментов для поддержки деятельности человека [1]

**Выявление значения визуальных моделей в познании**

Рост возможностей информационно – технологической среды выдвинул на передний край инновационные научные и методические разработки, связанные с визуализацией возможности «упаковки» знаний о предметной области (ПрО) в ходе образовательного процесса. Эти разработки направлены на решение актуальных задач по формированию и развитию у будущих специалистов навыков зрительного восприятия изучаемого междисциплинарного материала о ПрО; визуального мышления; композиционного мышления; образного представления знаний с ориентацией на универсальные учебные действия; передачи знаний и распознавания образов в процессе взаимодействия субъектов образования; повышения визуальной грамотности и визуальной культуры.

Такое внимание к визуализации знаний о предметной области связано с необходимостью перехода к компьютерному представлению, использующего принцип концентрации знаний, расширение ориентировочно-презентационных функций, картирование учебно-познавательных действий. Эти принципы особенно ярко присутствуют при по-

строении систем автоматизированной поддержки информационных решений (САПИР) на ЭВМ в ходе учебно – проектной деятельности [6].

Опыт использования методов когнитивной визуализации, предназначенных для качественного понимания, погружения и быстрого вхождения специалиста информационных технологий в изучаемую предметную область для возможности реализации систем поддержки принятия решений (СППР), излагается в данной работе.

**Основные функции визуальных моделей**

Традиционно - цель познания ориентирована на выявление содержания понятий о мире. На этой основе базируется собрание информации в форме энциклопедии, находящейся в общем использовании. Опыт, контекст, интерпретация и личное отношение добавляют знаниям особую ценность. Понимание - это способность прогнозировать деятельность, используя накопленные знания (рис.2). Применение знаний в компьютерной среде позволяет достичь результата в познании действительности, проверенного практикой и который соответствует его отражению в сознании человека [8].

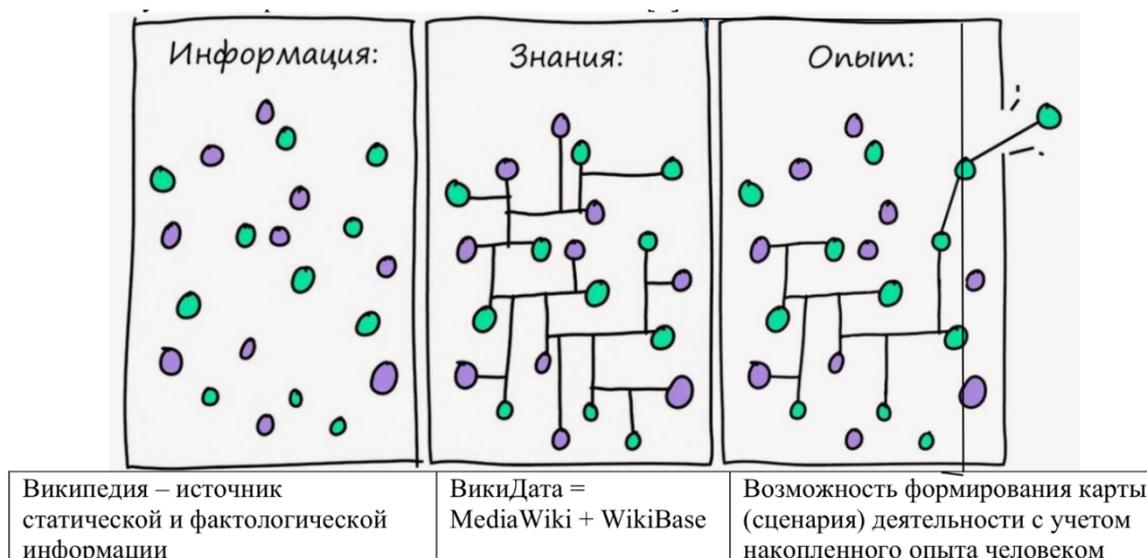


Рис. 2. Различие в применении информации, знаний и опыта в компьютерной среде

Пример традиционного оформления знаний – профессиональная справочная предметная энциклопедия. С приходом информационных технологий появился их компьютерный вариант – википедия.

Концептуальные методы визуализации знаний позволяют проделать следующие действия [8]:

1. Категоризацию знаний - представление результатов анализа в формах, отделяющих ключевой (важный) материал от не существенного.

2. Визуализацию знаний - выделение существенно-важных явлений или временных последовательностей через реальные графические формы.

3. Агрегирование знаний – формирование, из множества отдельных данных, обозримых (и используемых повторно), элементов (класс – объект – экземпляр).

4. Извлечение знаний - использование механизмов, приводящих неявные знания к явным формам.

5. Реализация действий - «карта путешествий» представляет собой пошаговый метод понимания сути проблемы.

### Типология визуальных моделей

**Концепт-карта** это графический инструмент для организации и представления знаний. Концепт (согласно Д. Новака [2]) это ментальный образ предмета, объекта или абстрактной идеи. По существу, концепт-карты основаны в форме графа, причём узлам графа соответствуют понятия, а рёбрам графа соот-

ветствуют связи между понятиями. Это позволяет визуально показать, как человек видит взаимоотношения между вещами, идеями, людьми.

**Карты ума** - радиальные рисунки, в иерархическом виде представляющие, как правило, в многокрасочной форме, семантические и другие соотношения между элементами изучаемого материала.

**Концептуальная диаграмма** описывает сложный абстрактный концепт, в предопределённых категориальных блоках со специальными взаимоотношениями. Эти блоки служат для описания качественной информации и основаны на теории моделей.

**Логико – смысловое моделирование** [1] – это многомерные радиально – круговые схемы описания знаний, допускающие возможность ориентации по осям и детализацией.

Результат сравнительного описания трех первых из вышеперечисленных методов визуализации учебного знания приведен в таблице 1 [5].

В данной работе сделана попытка несколько адаптировать под решение междисциплинарных задач, при проектировании технологической оснастки в машиностроении, логико – смысловое моделирование [1], а также расширить возможность применения для этого компьютерных средств. Данное отличие отражено в изменении названия: логико – смысловая схема (ЛСС) вместо логико – смысловое моделирование (у Штейнберга).

Особенность предлагаемой логико – смысловой схемы можно охарактеризовать следующим образом (рис. 3).



Рис. 3. Особенности логико – смысловой схематизации

В ЛСС вся работа студента по освоению многодисциплинарного материала подчиняется единому алгоритму. В центре приводится описание темы для освоения. Оси, которые берут свое начало от центра и в пространстве ограничены только форматом для презентации, представляют собой разные точки зрения на осваиваемую тему. Множество узелков на оси – это понятия, характерные для изучаемой предметной области.

Логико - смысловая схема имеет универсальный характер: любой учебный материал содержит описание жизненного цикла, использует некоторый технологический процесс, который обычно материализуется в форме материальной конструкции. Собственно требования к оформлению конструкции в виде документов, схем, чертежей, 3D моделей, необходимых и достаточных организации производства являются основным результатом процесса проектирования. Узлы ЛСС могут взаимодействовать не только между собой в рамках текущей дисциплины, но и дополнительно могут выделяться в функциональные связи, располагаемые на других координатных осях.

#### Особенности использования интерактивного визуального представления в учебном процессе

В наше время интерактивное визуальное представление стало основным трендом при создании учебного контента с использованием информационных технологий.

**Интерактивность** – это способность учебной среды реагировать на действия студента. В нашем контексте это означает, что ЛСС не остаётся самостоятельным, закрытым продуктом, а существует в содружестве преподаватель - студент в компьютерной среде. При наведении курсора на выделенный узел в ЛСС появляется дополнительная детальная расшифровка данных об этом учебном элементе. Это «простая» форма проявления интерактивности. Примером комплексного проявления интерактивности является ситуация, когда отображаемые данные зависят от действий студента.

Компьютерные технологии позволяют в учебной среде разместить гораздо больше данных. Это связано с тем, что преподаватели не ограничены пространством изображения и могут размещать дополнительные данные с любой глубиной освоения, которые студент «откроет» для себя самостоятельно. Интерактивность позволяет преподавателю строить отдельные темы, которые студент может изучать с разной глубиной «погружения».

Таким образом, логико – смысловые схемы, поддержанные компьютерными средствами, полностью вписываются в систему современных мультимедийных средств, ориентированных на образовательный процесс. Такое заключение строится на следующих соображениях [9]:

**Гибкость** – способность учитывать динамику процесса накопления знаний в предметной области;

**Инфоцентричность** – интерактивные методы должны позволять студенту более эффективно работать с информацией;

**Персональный подход** – каждый студент сам выбирает ЧТО и В КАКОЙ последовательности изучать и может варьировать глубину «погружения».

Интерактивность, поддержанная компьютерными средствами, привлекательна для студентов, позволяя им гораздо глубже изучить, освоить и вникнуть в тот учебный материал, с которым они знакомятся, концентрируя их внимание на узловых моментах.

**Использование логико – смысловой схематизации для обучения специалистов приемам проектирования технологической оснастки**

Опыт работы с магистрами и аспирантами МГТУ «СТАНКИНа», а также опыт освоения методической литературы позволил выявить распределение затрат времени студентов, при обучении их процессу проектирования технологической оснастки в следующих пропорциях:

- 5 % тратится на знакомство с жизненным циклом проектирования, изготовления и эксплуатации технологической оснастки: этапы, участники и т.д.;

- 25 % приходится на объяснение сути технологического процесса, в котором используется технологическая оснастка: как организован процесс, какие используются материалы, в каких режимах работает, какие технологические приемы применяются;

- 25 % приходится на информацию о реализации технологического процесса в виде функционального конструктивного решения (конструкция ТО «в металле»);

- 15 % тратится на аналитические инструменты, используемые для поддержки инженерных расчетов, на хранение нормативно – справочной информации, на работу с 3D графикой и т.д.;

- 30 % тратится на знакомство с ситуациями, как делать не нужно («хождение по граблям»).

Последнюю составляющую, самую «весомую» и мало кем документируемую, студент может освоить только на своём личном опыте (или знакомясь с «ошибками» других) [10].

На рис. 4 приведена образно – понятийная схема деления пространства в многодисциплинарной деятельности для обучения студентов (на примере организации подготовки технологической оснастки в машиностроении).

Система базовых координатных осей (с возможностью распределения существенной информации с опорными узлами) приведена в таблице 1.

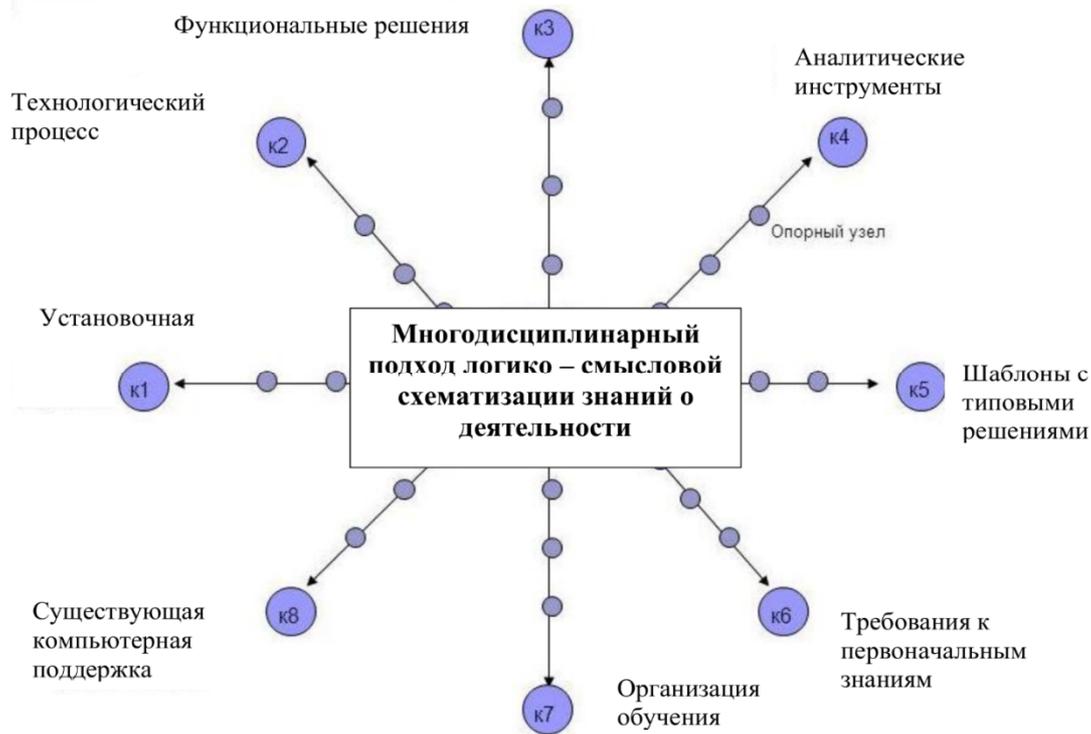


Рис. 4. Распределение осей с базовым представлением о процессе проектирования технологической оснастки для студентов

Таблица 1. Система базовых координатных осей

к1	Установочная: моменты, контролируемые в ходе организации производства изготовления изделий и участники деятельности
к2	Технологический процесс: наблюдаемые переходы состояний материала в ходе производства
к3	Функциональные решения, обеспечивающие материализацию технологического процесса в системе «заготовка – станок – приспособление – инструмент»
к4	Аналитические инструменты процесса проектирования
к5	Накопленные шаблоны с типовыми решениями. Ссылки на ГОСТы
к6	Требования к первоначальным знаниям обучаемого
к7	Организация обучения специалистов деятельности по проектированию технологической оснастки
к8	Существующая поддержка деятельности в информационно – технологической среде

### Заключение

Интерактивная учебная среда в разы увеличивает свою эффективность, имея возможность вместить и согласовать между собой больше информации, а также благодаря актив-

ному взаимодействию со студентами.

Характеристики средств технологизации, в условиях компьютеризации при логико – смысловых схемах об изучаемой предметной области, приведены на рис. 5.



Рис. 5. Существенные характеристики логико – смысловой схематизации

Пример многодисциплинарного представления для студентов курса по проектированию

пресс – форм для литья пластических масс под давлением показан на рис. 6.



Рис. 6. Схема организации познавательной учебной деятельности учащегося в ходе освоения знаний, навыков и компетенций при подготовке производства деталей из пластмассы литьем под давлением

Представленная логико – смысловая схема фиксирует определенный результат текущего состояния теоретического познания в предметной области. Основные понятия, структура и упорядоченность излагаемого знания становятся «видимыми» для студентов с самого на-

чала обучения. На схеме в явном виде показаны причинно-следственные связи. Это упрощает для молодого специалиста понимание изучаемого знания, и позволяет более глубоко вникнуть в деятельность по проектированию технологической оснастки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

## REFERENCES

1. Штейнберг, В. Э. Логико-смысловые модели и познавательная самостоятельность / В.Э. Штейнберг// История. Все для учителя. - 2014. - № 11 (35). - С. 2-7.
2. Novak, J. D. Learning How to Learn / J. D. Novak, D. B. Gowin. - Cambridge: Cambridge University Press, 1984. - 199 p. - doi:10.1017/cbo9781139173469.
3. Buzan, T. The mind map book / T. Buzan, B. Buzan. - London: BBC Book, 2003. - 277 p.
4. Шаталов, В. Ф. Учить всех, учить каждого / В. Ф. Шаталов // Педагогический поиск. - Москва.: 1987. - С. 159-167.
5. Рапуто, А. Г. Применение концептуальных диаграмм, концепт карт, карт ума и визуальных метафор для визуализации педагогических объектов / А. Г. Рапуто. – Текст электронный // Научный электронный архив. - URL: <http://econf.rae.ru/article/5471> (дата обращения: 04.02.2021).
6. Рыбаков, А. В. Применение системы автоматизированной поддержки информационных решений в учебном

1. Steinberg V. E. Logical-semantic Models and Cognitive Independence. Istoriya. Vse dlya uchitelya [History. Everything for the teacher], 2014, no. 11 (35), pp. 2-7.
2. Novak, J. D., Gowin, D. B. Learning How to Learn. Cambridge, Cambridge University Press, 1984, 199 p. DOI:10.1017/cbo9781139173469
3. Buzan, T., Buzan, B. The Mind Map Book. London, BBC Book, 2003, 277 p.
4. Shatalov, V. F. Teach All, Teach Everyone. Pedagogicheskiy poisk [Pedagogical Search], Moscow, 1987, pp. 159-167.
5. Raputo, A. G. Application of Conceptual Diagrams, Concept Maps, Mind Maps and Visual Metaphors for Visualizing Pedagogical Objects. Available at: <http://econf.rae.ru/article/5471>. (Accessed 04 February 2021).
6. Rybakov, A. V., Shutenko, A. S., Kolesnichenko, M. D. The Use of the System of Automated Support for Information

процессе / А. В. Рыбаков, А. С. Шутенко, М. Д. Колесниченко // Вестник МГТУ «Станкин». - Москва, 2018. - № 2 (45). - С. 117-121. - ISSN:2072-3172.

7. **Валькман, Ю. Р.** Метазнания – средство эффективно-го управления распределенными знаниями корпоративных систем / Ю. Р. Валькман, С. А. Майстренко. – Текст: электронный // Десятая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием: сб. тр. Конф. В 3-т. Физматлит. - Москва.: 2006. - URL: <http://raai.org/resurs/papers/kii-2006/> (дата обращения: 04.02.2021).

8. **Синишина, И. В.** Логико-смысловые модели как средство обучения/ И. В. Синишина, Ю. В. Стонога, Т. Д. Третьякова. – Текст: электронный // метод. мат.. - Комсомольск-на-Амуре: Межрегиональный центр компетенций, 2018. - 16 с. Режим доступа URL: <http://gaskk-mck.ru/images/005-Prepodavatelam/00501-metod-kopilka/met-posobie-lsm-obuchenie.pdf> (дата обращения: 04.02.2021).

9. **Федотовский, В.** Почему за интерактивной инфографикой будущее / В. Федотовский. – Текст: электронный // Инфографика. - URL: <https://infogra.ru/infographics/pochemu-za-interaktivnoj-infografikoj-budushhee> (дата обращения: 04.02.2021).

10. **Зотов, С.** Хожение по граблям никогда не документируется — а это самая важная часть технологии / С. Зотов. – Текст: электронный // Ритм машиностроения. - URL: <https://ritm-magazine.ru/ru/public/hozhdenie-po-grablyam-nikogda-ne-dokumentiruetsya-eto-samaya-vazhnaya-chast-tehnologii> (дата обращения: 04.02.2021).

Solutions in the Educational Process. Bulletin of MSTU “Stankin”, Moscow, 2018, no. 2 (45), pp. 117-121. ISSN: 2072-3172.

7. **Valkman, Yu. R.** Maistrenko, S. A. Metaknowledge as a Means of Effective Management of Distributed Knowledge of Corporate Systems. Proceedings of the 10th National Conference on Artificial Intelligence with International Participation in 3 vol. Fizmatlit, Moscow, 2006. Available at: <http://raai.org/resurs/papers/kii-2006/>. (Accessed 04 February 2021).

8. **Sinishina, I. V.**, Stonoga, Yu. V., Tretyakova, T. D. Logical-semantic Models as a Means of Teaching. Komsomolsk-on-Amur, Interregional Competence Centre, 2018, 16 p. Available at: <http://gaskk-mck.ru/images/005-Prepodavatelam/00501-metod-kopilka/met-posobie-lsm-obuchenie.pdf>. (Accessed 04 February 2021).

9. **Fedotovskiy, V.** Why is the Future for Interactive Infographics. Infografika [Infographicsmag]. Available at: <https://infogra.ru/infographics/pochemu-za-interaktivnoj-infografikoj-budushhee>. (Accessed 04 February 2021).

10. **Zotov, S.** Walking on a Rake is never Documented and this is the Most Important Part of the Technology. Ritm mashinostroyeniya [Rhythm of Machinery]. Available at: <https://ritm-magazine.ru/ru/public/hozhdenie-po-grablyam-nikogda-ne-dokumentiruetsya-eto-samaya-vazhnaya-chast-tehnologii>. (Accessed 04 February 2021).

Ссылка для цитирования:

Рыбаков, А. В. Применение визуального мышления для средств компьютерной поддержки при обучении проектированию технологической оснастки / А. В. Рыбаков, С. А. Евдокимов, А. А. Краснов, А. Н. Шурно // Эргодизайн. – 2021 - №3 (13). – С. 205-213. DOI: 10.30987/2658-4026-2021-3-205-213.

#### Сведения об авторах:

##### **Рыбаков Анатолий Викторович**

канд. техн. наук,  
старший научный сотрудник Института  
конструкторско – технологической информатики  
РАН,  
доцент кафедры «Автоматизированных систем обра-  
ботки информации и управления»  
МГТУ «СТАНКИН»,  
E-mail: [avr48@rambler.ru](mailto:avr48@rambler.ru)

##### **Евдокимов Сергей Александрович**

канд. техн. наук,  
доцент кафедры «Автоматизированных систем  
обработки информации и управления»  
МГТУ «СТАНКИН»  
старший научный сотрудник  
Института конструкторско – технологической  
информатики РАН  
E-mail: [usaf@rambler.ru](mailto:usaf@rambler.ru)

#### Abstracts:

##### **A. V Rybakov**

Candidate of Technical Sciences,  
Senior Researcher of the Institute for Design and  
Technological Informatics of the Russian Academy of  
Sciences,  
Associate Professor of the Department “Automated  
Information Processing and Control Systems” of  
MSTU “STANKIN”,  
E-mail: [avr48@rambler.ru](mailto:avr48@rambler.ru)

##### **S.A. Evdokimov**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor of the Department “Automated  
Information Processing and Control Systems” of  
MSTU “STANKIN”,  
Senior Researcher of the Institute for Design and  
Technological Informatics of the Russian Academy of  
Sciences,  
E-mail: [usaf@rambler.ru](mailto:usaf@rambler.ru)

**Краснов Андрей Анатольевич**

канд. техн. наук,  
доцент кафедры «Автоматизированных систем  
обработки информации и управления»  
МГТУ «СТАНКИН»

E-mail: [akrasnov63@rambler.ru](mailto:akrasnov63@rambler.ru)

**Шурпо Александр Николаевич**

канд. техн. наук,  
старший научный сотрудник лаборатории №1  
Института конструкторско-технологической  
информатики РАН,

E-mail: [a-shurpo@yandex.ru](mailto:a-shurpo@yandex.ru)

ORCID 0000-0003-1962-1969

**A.A. Krasnov**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor of the Department “Automated  
Information Processing and Control Systems” of  
MSTU “STANKIN”,

E-mail: [akrasnov63@rambler.ru](mailto:akrasnov63@rambler.ru)

**A.N. Shurpo**

Candidate of Technical Sciences,  
Senior Researcher of Laboratory No. 1 of the Institute  
for Design and Technological Informatics of the Rus-  
sian Academy of Sciences,

E-mail: [a-shurpo@yandex.ru](mailto:a-shurpo@yandex.ru)

ORCID 0000-0003-1962-1969

Статья поступила в редколлегию 02.07.2021 г.

Рецензент: к.т.н., доцент  
Брянского государственного технического университета  
Член редакционной коллегии журнала «Эргодизайн»

Подвесовский А.Г.

Принята к публикации после доработок 22.07.2021 г.