

Научная статья
Статья в открытом доступе
УДК 331.101.01
DOI: 10.30987/2658-4026-2022-4-325-334

Когнитивная визуализация организации научно-исследовательской деятельности студентов

Анатолий Викторович Рыбаков¹, Сергей Александрович Евдокимов², Андрей Анатольевич Краснов³,
Александр Николаевич Шурпо⁴

^{1,4} Институт конструкторско-технологической информатики Российской академии наук (лаборатория №1
«Интегрированные автоматизированные машиностроительные системы», старший научный сотрудник); г.
Москва, Россия

^{2,3} Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва, Россия

¹ avr48@rambler.ru

² usaf@rambler.ru

³ akrasnov63@rambler.ru

⁴ a-shurpo@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1962-1969>

Аннотация. Образовательный процесс в России все более и более ориентируется на привлечение молодых исследователей – студентов к научной работе. Это повышает требования к навыкам по организации научно-исследовательской деятельности студентов и тем более магистрантов. В материале приведена визуальная модель представления знаний о способах организации и проведения научного исследования. Данная визуальная модель призвана помочь студентам и магистрантам самостоятельно подготовиться и проводить научные исследования в ходе обучения в условиях цифровой трансформации деятельности и систем автоматизированной поддержки информационных решений.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа, визуальная модель, самостоятельная деятельность студентов, компьютерная среда

Для цитирования: Рыбаков А.В., Евдокимов С.А., Краснов А.А. и др. Когнитивная визуализация организации научно-исследовательской деятельности студентов // Эргодизайн. №4 (18). 2022. С. 325-334. <http://dx.doi.org/10.30987/2658-4026-2022-4-325-334>.

Original article
Open access article

Cognitive visualization of organising students' research activities

Anatoliy V. Rybakov¹, Sergey A. Evdokimov², Andrey A. Krasnov³, Alexander N. Shurpo⁴

^{1,4} Institute of Design and Technological Informatics of the Russian Academy of Sciences (Laboratory No. 1
“Integrated Automated Machine-Building Systems”, Senior Researcher); Moscow, Russia

^{2,3} Moscow State Technological University “STANKIN”, Moscow, Russia

¹ avr48@rambler.ru

² usaf@rambler.ru

³ akrasnov63@rambler.ru

⁴ a-shurpo@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1962-1969>

Abstract.

The educational process in Russia is more and more focused on attracting young researchers-students to the scientific work. This increases the requirements for skills in organising research activities of students and especially undergraduates. The material provides a visual model for representing knowledge how to organize and conduct scientific research. This visual model is designed to help students and undergraduates independently prepare and carry out scientific research in the training course in the conditions of digital transformation of activities and automated support systems for information solutions.

Keywords: research work, visual model, students' independent activity, computer environment

For citation: Rybakov A.V., Evdokimov S.A., Krasnov A.A. [et al.] Cognitive visualization of organising students' research activities // Ergodesign. No. 4 (14). P. 325-334. <http://dx.doi.org/10.30987/2658-4026-2022-4-325-334>.

Введение

Современный образовательный процесс во многом опирается на активное использование системы научно-исследовательской деятельности студентов, учитывающей новые методические подходы и организационные формы, с ориентацией на достижения информационных технологий (рис. 1).

Практика показывает, что студенты, освоившие навыки организации научно-исследовательских работ (НИР), быстрее становятся творческими личностями. Это служит залогом возможности ускоренного продвижения будущего специалиста по служебной лестнице в основных видах деятельности.

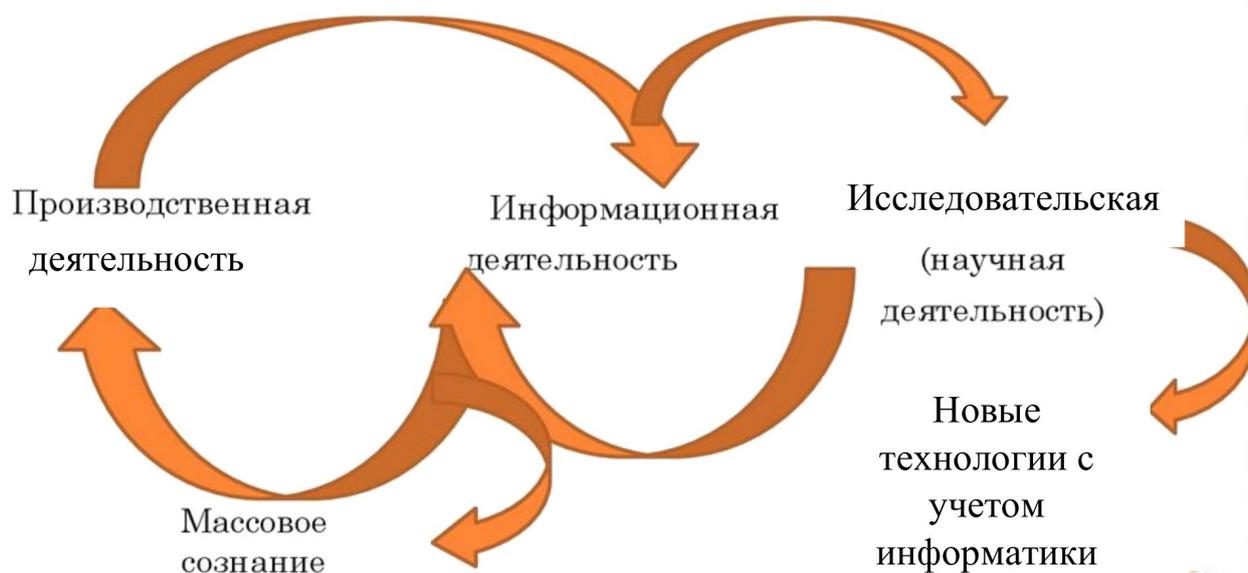


Рис. 1. Структура взаимосвязей в современной технонауке

Fig. 1. The structure of relationships in modern technoscience

Каждый студент в процессе обучения в той или иной мере связан с научно-исследовательской деятельностью. Выполняя реферат, курсовую или выпускную квалификационную работу, студент (даже не всегда осознавая) проводит и оформляет некоторые этапы научно-исследовательской деятельности.

Участие в НИР позволяет студентам формировать ряд положительных качеств: творческое мышление, ответственность, самоорганизацию, самоконтроль, умение представлять и отстаивать собственную точку зрения аргументированно, её доказывая [1].

Чаще всего целью деятельности при проведении научно-исследовательских работ является сокращение времени, обеспечение качества и изменение (увеличение или уменьшение) значения существенного показателя деятельности (рис. 2) на основе:

- умения обобщать, анализировать и применять в производственной деятельности знания, полученные в процессе учебных занятий и подтвержденные в ходе выполнения НИР;

- трансформации типа мышления от традиционного (обыденного) к компьютерному, объектному и системному (рис. 3);

- активизации и привлечения студентов к теоретической и экспериментальной научно-исследовательской и проектной деятельности в условиях её цифровой трансформации, основывающейся на росте возможностей информационных систем и телекоммуникационных технологий.

Материалы, модели, эксперименты и методы

Деятельность магистранта в рамках дополнительного двухгодичного образования принципиально строится на следующих особенностях:

- выполнение актуальных НИР и опытно-конструкторских разработок (ОКР) не только в рамках образовательного процесса, но и по заказу предприятий;

- научные результаты НИР и ОКР должны быть доведены до внедрения в практическое производство;

- хорошим тоном является участие в научных конференциях и публикация научных статей.

Для достижения поставленной цели студенту (а магистранту особенно) требуется решить ряд задач:

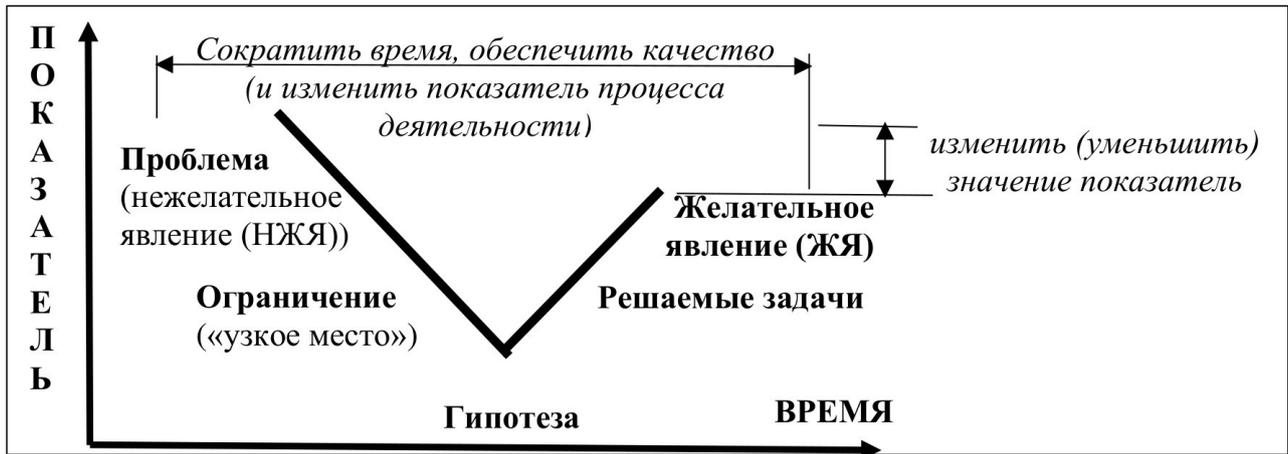


Рис. 2. Пространство обоснования формулировки цели научной исследовательской работы в общем виде
 Fig. 2. The space of substantiation of the formulation of the purpose of scientific research work in general



Рис. 3. Пространство развития знания и его сегментация в зависимости от доминирующего типа мышления

Fig. 3. The space of knowledge development and its segmentation depending on the dominant type of thinking

- организовать и отслеживать ход выполнения НИР и ОКР (принцип самостоятельности в проведении научного исследования);
- обеспечить методическую и информационную поддержку научно-исследовательской деятельности студентов и магистрантов;
- использовать систему автоматизированной поддержки информационных решений

(САПИР) студента при организации и выполнении НИР [7].

Основными навыками и умениями, приобретаемыми студентами в ходе обучения в магистратуре на основе научных исследований, являются:

- участие в междисциплинарной коллективной деятельности, умение обосновывать актуальность исследования и формулировать цели исследования;

- подготовка и проведение научных исследований в предметных областях в условиях применения современных компьютерных систем;

- подготовка и публикация научных статей;

- умение оформлять результаты исследования в форме диссертационной работы, автореферата, презентации и выступления;

- возможность формирования личностного и профессионального саморазвития магистрантов.

Здесь следует отметить важную роль научного руководителя в успехе работы магистранта. Именно ему отводится роль

наставника по организации, координированию, консультированию магистранта на всех этапах его исследования.

В МГТУ СТАНКИН подготовка магистрантов к основам научно-исследовательской деятельности осуществляется в рамках курса «Методология научных исследований (МНИ)» (рис. 4). Здесь же формируется знакомство с основными понятиями и этапами научного исследования, умение правильно формировать цель НИР по SMART [2], требования к формализации оформления диссертационных материалов и т.д.

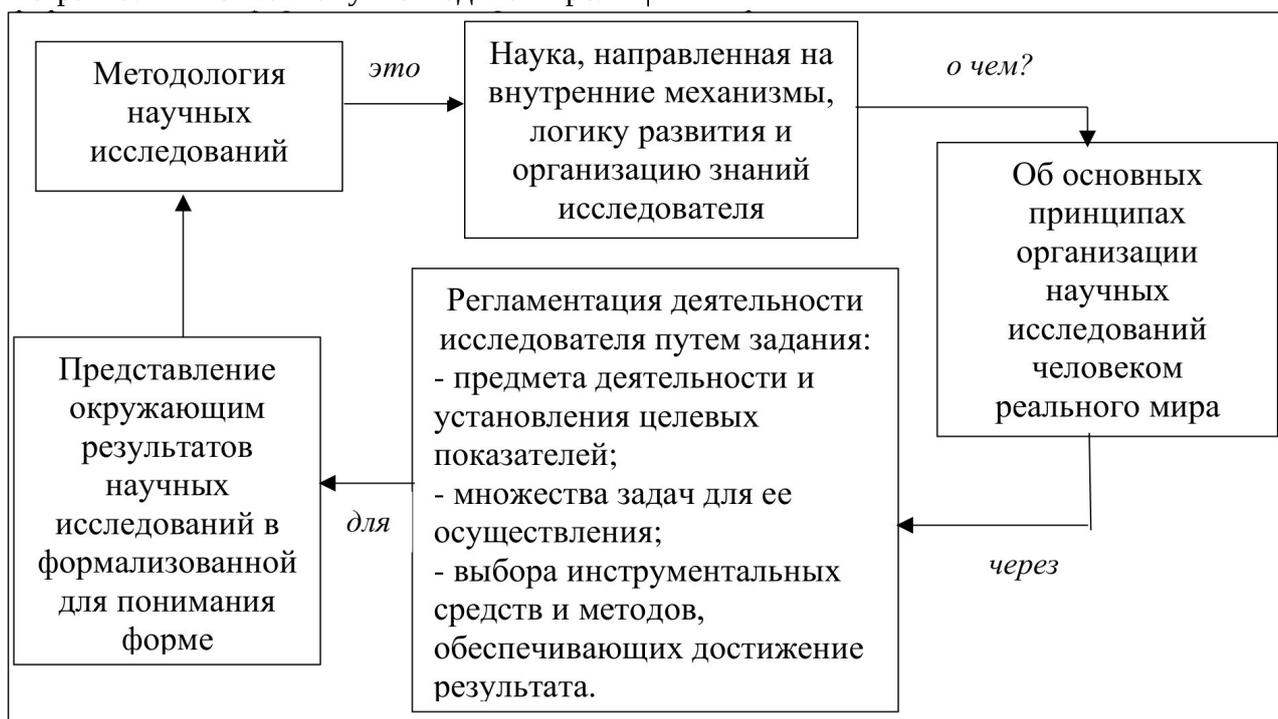


Рис. 4. Задачи курса «Методология научных исследований» при подготовке магистрантов
Fig. 4. Objectives of the course "Methodology of scientific research" in the preparation of undergraduates

Основные моменты научного исследования характеризуются через выявление [2 - 6]:

1) проблемы - того противоречия, «узкого» места, нежелательного явления (НЖЯ), которое мешает установлению оптимального состояния, улучшения ситуации во всей системы в целом;

2) измеримых и достижимых целей до выполнения НИР и ОКР;

3) задач, которые призваны конкретизировать, каким образом будут достигнуты целевые показатели исследования.

4) в предметной области объекта исследования;

5) предмета исследования, обычно в этой роли выступает критически важный набор свойств объекта исследования;

6) гипотезы, фиксирующей базовый посыл в организации исследования;

7) оценки на достоверность исходной гипотезы при завершении исследования;

8) новых фактов, получение объяснений, позволяющих выполнять научное прогнозирование;

9) новых научных результатов после внедрения исследования в практическую деятельность.

Каждый из перечисленных моментов научного исследования является специфическим понятием. В курсе МНИ раскрывается их суть, объясняется многодисциплинарная схема организации компетенций при подготовке магистрантов для проведения научно-исследовательской деятельности (рис. 5).

Ниже перечислены восемь координатных осей (табл. 1) с помощью, которых

формируется схема многодисциплинарного учебного процесса, использующего МНИ для подготовки магистрантов.

В помощь магистранту, для осуществления самостоятельной научной деятельности и возможности самоорганизации научной работы, на основе визуальной модели, используется представление о научно-исследовательской работе в виде карты путешествий [8].

Базой для построения визуальной модели выступает системная схема решения профессиональной задачи (рис. 6) в виде ориентированного графа, вершины которого формируются из базовых понятий НИР, а дуги отображают отношения между ними. Абстрактные объекты и понятия НИР образуют множество вершин.

Сегодня визуальные модели находят широкое применение в практической деятельности человека, так как обеспечивают возможность:

- представления об отдельных шагах и всей деятельности в целом [4];
- организации поиска ответа на вопросы, возникающие в ходе текущей деятельности;
- построения компьютерной поддержки процессов обучения с ориентацией как на индивидуальные особенности обучаемого, так и на возможности информационных технологий [9];
- организации более эффективного запоминания и понимания отдельных шагов магистрантами в ходе деятельности;
- применения для работы схемы «Наблюдать – Ориентироваться – Рассуждать – Действовать».

В визуальной модели характерные моменты научного исследования формируют узлы ориентированного графа, существенные взаимосвязи между ними соединены дугами. Взаимоотношения объектов в рамках модели на основе понятий определим следующим образом:

1. Проблема возникает в результате обнаружения (наблюдения) «новых» фактов, которые не соответствуют прежним теоретическим представлениям, а «старое» знание не может объяснить эти факты. Студенту (магистранту) необходимо обосновать значимость проблемы и необходимость ее решения. Этот материал послужит основой для обоснования актуальности будущего исследования, находясь в первой главе диссертации.

2. Для более конкретной постановки целей и четкого формулирования задач в терминах предметной области выделяется объект и предмет исследования. Объект – это носитель проблемы, на решение которой направлена исследовательская деятельность.

3. Предмет исследования обозначает наиболее критические свойства изучаемого объекта, познание которых необходимо для решения текущей проблемы исследования.

4. На основе актуальности выбранной темы, объекта и предмета исследования формируются цели исследования в терминах предметной области (что очень важно) с учетом требований SMART. Также особого внимания требуют измеримость и достижимость целевых показателей результатов научного исследования.

Таблица 1

Координатные оси схемы многодисциплинарного учебного процесса

Table 1

Coordinate axes of the multidisciplinary educational process scheme

K1	Установочная: Контролируемые элементы исследования и участвующие субъекты в ходе деятельности
K2	Представление о существующем технологическом процессе проведения научных исследований
K3	Структура представления полученных результатов в виде глав диссертационной работы
K4	Используемые аналитические инструменты в процессе деятельности
K5	Требования к оформлению полученных результатов решения заинтересованными участниками «внешнего» мира
K6	Требования к первоначальным знаниям и умениям студента к началу обучения
K7	Этапы организации обучения студентов основам исследовательской деятельности (бумажный вариант / компьютерная поддержка)
K8	Разрозненный набор средств поддержки деятельности студента в компьютерной среде

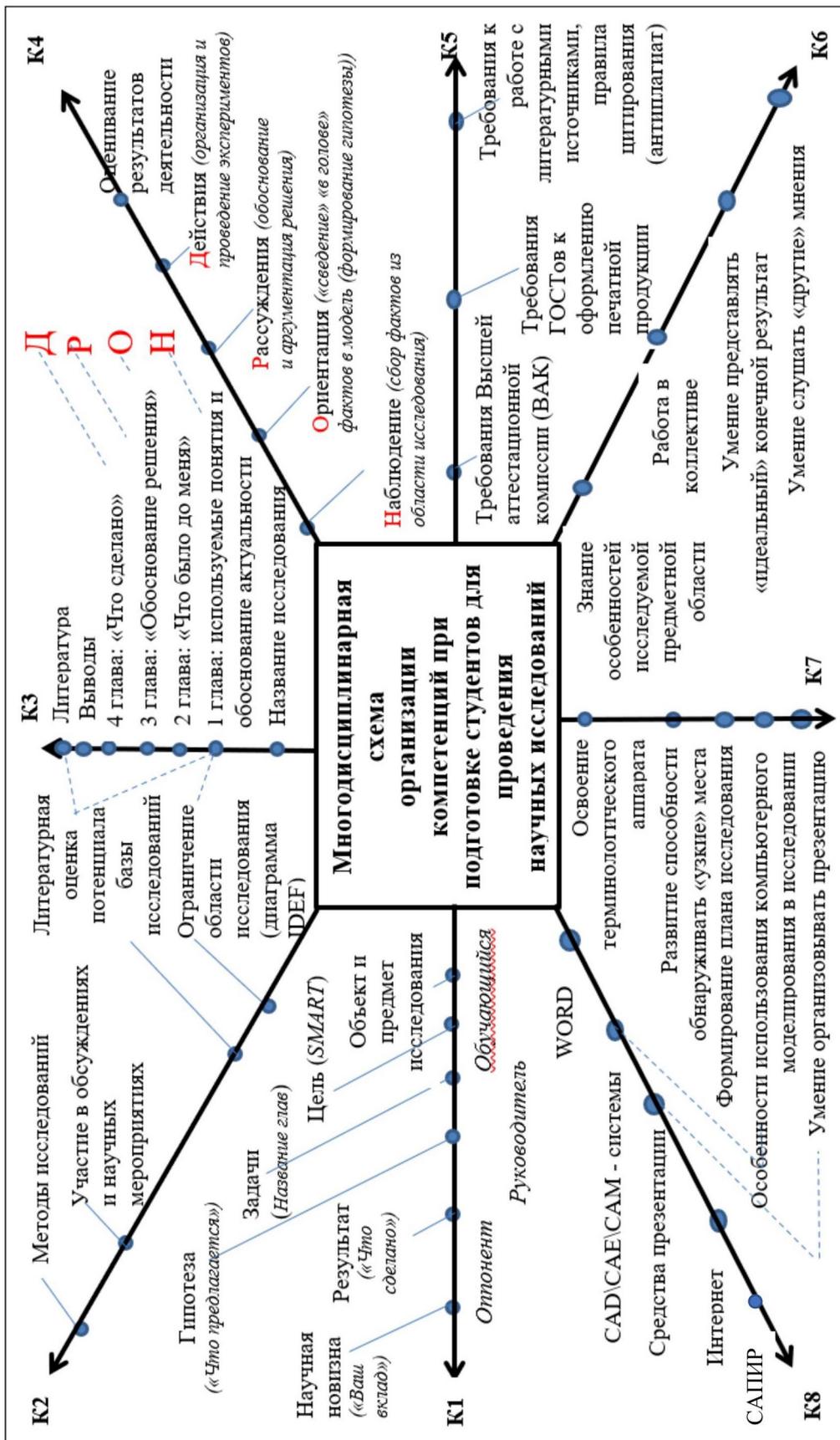


Рис. 5. Схема представления многодисциплинарного учебного процесса в ходе освоения знаний, навыков и компетенций при подготовке магистрантов для проведения научных исследований в машиностроении
 Fig. 5. The scheme of presentation of the multidisciplinary educational process during the development of knowledge, skills and competencies in the preparation of undergraduates for research in mechanical engineering

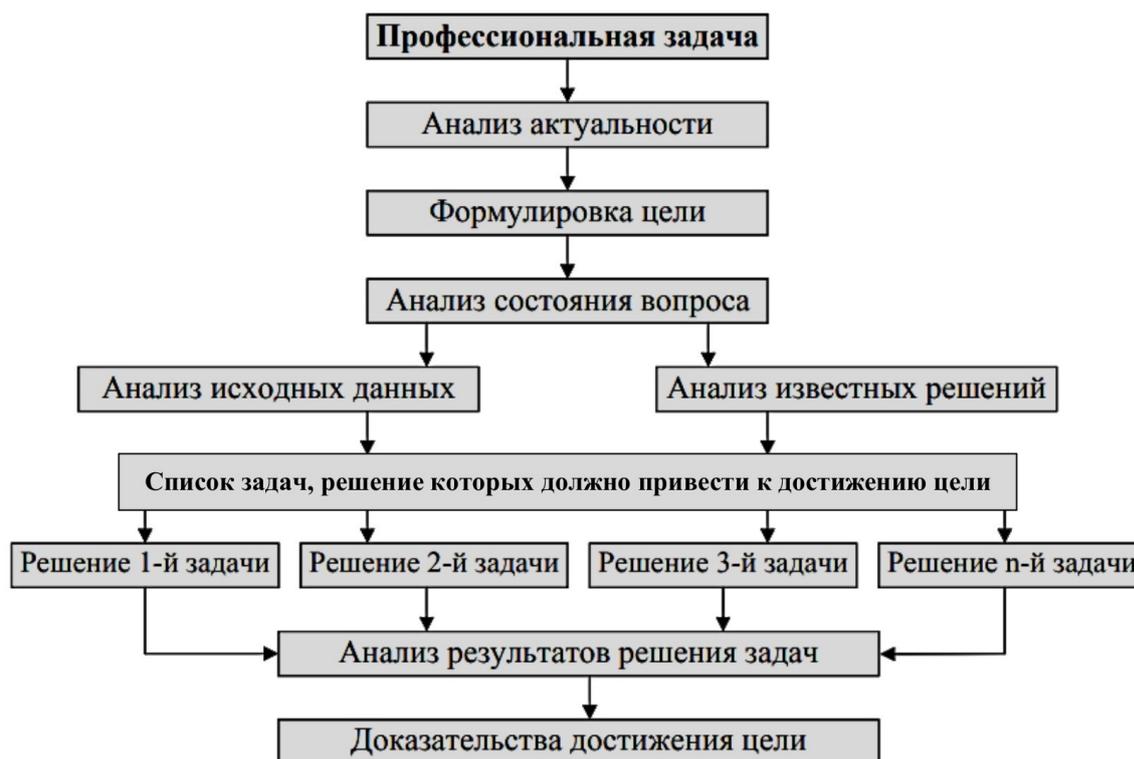


Рис. 6. Системное представление о решении профессиональной задачи в предметной области [6]

Fig. 6. A systematic view of solving a professional problem in the subject area [6]

Именно решение этих задач в ходе исследования позволит достичь целевого научного результата.

6. В процессе проведения научного исследования необходим постоянный анализ соответствующей информации, литературы, методов решения данного класса задач в стране и мире (Интернет, библиотеки, доступные диссертации и т.д.) с ориентацией на происходящую трансформацию деятельности от традиционной среды (обычно в форме печатных материалов) до компьютерной (системы автоматизированной поддержки информационных решений САПИР) [7].

7. После предварительного анализа и изучения результатов, ранее проведенных исследований другими исследователями, делается вывод о степени изученности вопроса в стране и мире.

8. Далее исследователь формирует гипотезу, то есть научное предположение, на основе которого можно достичь целевых результатов. Построение гипотезы – один из наиболее ответственных этапов исследования. Гипотеза представляет собой предполагаемый ответ на вопрос, поставленный в цели исследования.

9. Для проверки и обоснования гипотезы исследования проводят анализ материала, используя для этого наблюдения и эксперименты. Полученные новые факты в ходе наблюдения и экспериментов

учитываются уже в обновленном анализе. После анализа и обобщения полученных фактов может возникнуть необходимость в дополнительном сборе материалов. В связи с чем наблюдения или эксперименты необходимо продолжить. Так в ходе итераций организуется проверка и доведение исходной гипотезы исследования до научного результата.

10. Если гипотеза подтверждается, исследователь формулирует новые факты (законы, модели, методики и т.д.) и дает объяснения или формулирует предсказания в форме научных результатов.

11. Далее полученные результаты внедряют в практическую деятельность (производство), если исследования носили прикладной характер. (Так как данная визуальная модель разрабатывалась для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки «Управление качеством», то результаты их исследований направлены на внедрение в реальное производство).

Результаты

Основываясь на перечисленных взаимозависимостях, построена карта путешествий исследователя в виде визуальной модели. Задача карты путешествий - помочь студенту организовать самоконтроль ведения и оценки достижений в ходе выполнения исследования (рис. 7) [8].

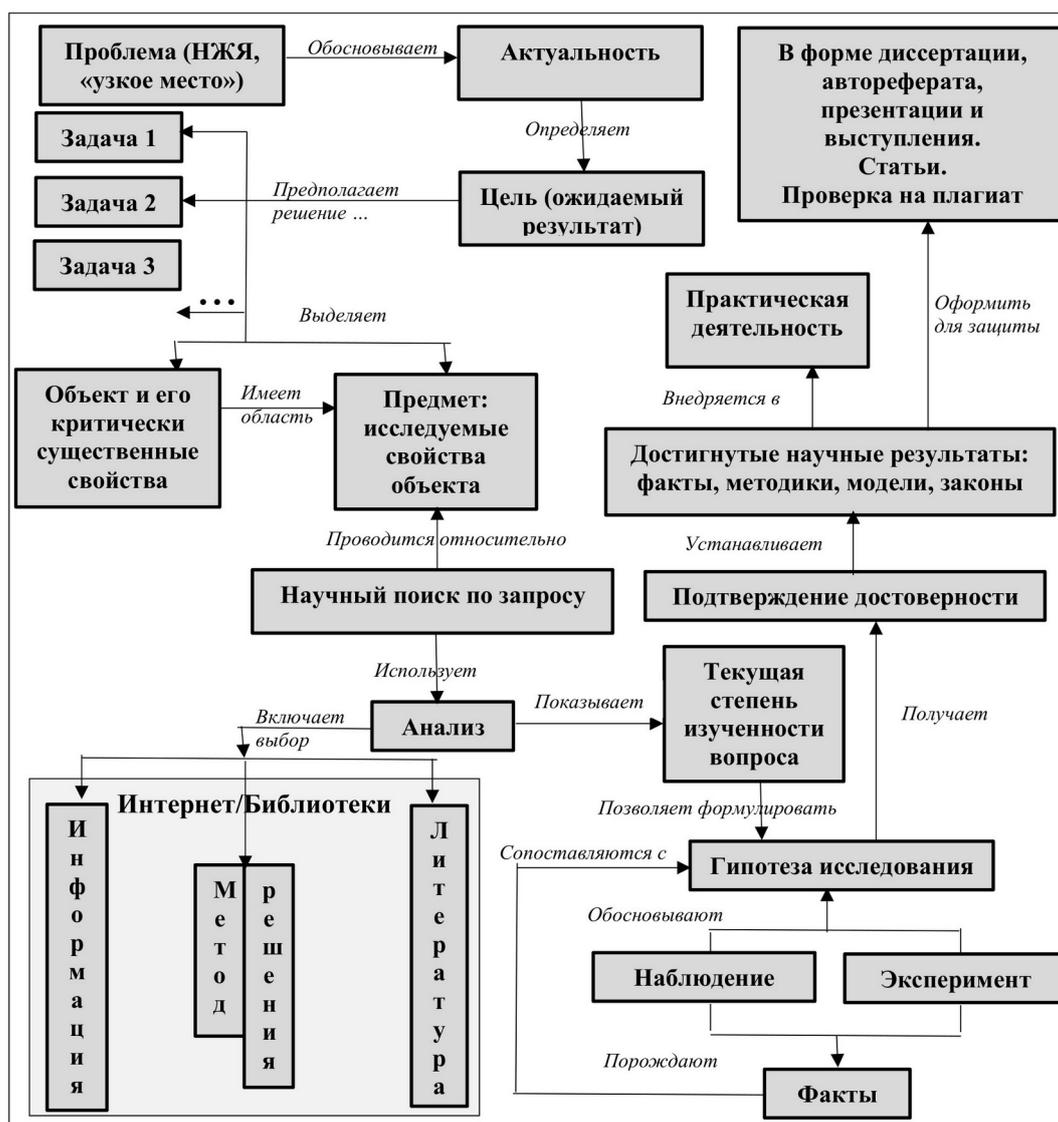


Рис. 7. Визуальная модель организации научно-исследовательской деятельности

Fig. 7. Visual model of the organization of research activities

Имея данную визуальную модель как карту путешествий при организации научно-исследовательской деятельности, магистрант может минимизировать отвлечения на организационные вопросы в ходе исследования и, в основном, сосредоточиться на реализации научного поиска. При этом задачи руководителя и магистранта упрощаются и сводятся к отслеживанию и оформлению соответствующих моментов движения исследования к результату в САПИР.

Выбор визуальной модели представления знаний о научном исследовании для студентов (магистрантов) обусловлен тем, что она имеет ряд достоинств, а именно:

- 1) дает полное и наглядное представление «в целом» об общем объеме необходимых работ;
- 2) определяет и увязывает в ходе исследования абстрактные объекты, понятия, взаимосвязи между ними;

3) отображает логическую структуру научного исследования во времени;

4) выступает как информационная основа для сбора исходных данных о научном исследовании.

Перспективным направлением исследований является разработка методов решения задач сетевого анализа логической структуры научных исследований во времени с учётом когнитивной визуализации [10,11]..

Заключение

На основании вышеизложенного материала визуальная модель позволяет:

- задать «границы» мышления для исследователя в ходе деятельности;
- опираться на технологию НОРД (наблюдать, ориентироваться, рассуждать и действовать);
- учитывать логику и алгоритмы научного поиска в ходе выполнения НИР;

- определять наиболее приемлемые методы и техники исследования;
- формировать критерии качества процесса исследования и научных результатов;
- использовать данное представление как «призму» для научной рефлексии;

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Гуримская И.А.** Использование семантической сети в научно-исследовательской работе студентов // Концепт. 2015. № 11. С.116-120.
2. **Целеполагание: процесс, методы и 5 ошибок.** URL:<https://blog.molodost.bz/development/celepolaganie/> (дата обращения 05.07.2022).
3. **Новиков А.М., Новиков Д.А.** Методология научного исследования // М.: Либроком, 2010. 280 с. ISBN 978-5-397-04812-5.
4. **Белов М.В., Новиков Д.А.** Структура методологии комплексной деятельности // Онтология проектирования. 2017. Т.7, №4(26). С.366-387. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-4-366-387.
5. **Васильев К.А.** Разработка программы научного исследования. URL:<https://disshelp.ru/blog/razrabotka-programmy-nauchnogo-issledovaniya/> (дата обращения 05.07.2022).
6. **Казakov Ю.В.** Системный подход к научно-исследовательской работе // Тольятти: ТГУ, 2010. 68 с.
7. **Краснов А.А., Рыбаков А.В., Евдокимов С.А.** Создание САПР технологической оснастки // М.: Издательство МГТУ «СТАНКИН», 2012. 190 с. ISBN 978-5-7028-0703-4.
8. **Customer Journey Map: В чем ценность карты движения клиента и как ее создать.** URL:<https://4brain.ru/blog/customer-journey-map/> (дата обращения 05.07.2022).
9. **Штейнберг В.Э., Манько Н.Н., Вахидова Л.В. и др.** Визуальные дидактические регулятивы как инструменты учебной деятельности: развитие и прикладные аспекты // Образование и наука. 2021. Том 23, № 6. С. 126-152. DOI 10.17853/1994-5639-2021-6-126-52.
10. **Москин Н.Д.** Метрика для сравнения графов с упорядоченными вершинами на основе максимального общего подграфа // Прикладная дискретная математика. 2021. № 52. С. 105-113. DOI 10.17223/20710410/52/7.
11. **Cherkasskiy A., Artamonov A., Cherkasskaya M., Leonova N.** Methods for identifying an information object in social networks // Procedia Computer Science : 11th, Natal, Rio Grande do Norte, 10–15 ноября 2020 года. Natal, Rio Grande do Norte, 2021. P. 137-141. DOI 10.1016/j.procs.2021.06.017.1.

Информация об авторах:

Рыбаков Анатолий Викторович – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, тел.: 8(499) 978-51-72; международные идентификационные номера автора: SPIN-код: 3936-2013, AuthorID: 424359

Евдокимов Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент, тел.: 8(499) 978-99-62; международные идентификационные номера автора: SPIN-код: 8133-8025, AuthorID: 643669

Краснов Андрей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, тел.: 8(499) 978-99-62; международные идентификационные номера автора: SPIN-код: 3695-6987, AuthorID: 631735

- помочь студенту (магистранту) в самоорганизации при выполнении НИР;
- автоматизировать часть работ по оформлению требуемой документации.

REFERENCES

1. **Gurimskaya I.A.** Using the Semantic Network for Students Scientific Research. Concept. 2015;11:116-120.
2. **Goal Setting: Process, Methods and 5 Mistakes [Internet]** [cited 2022 Jul 05]. Available from: <https://blog.molodost.bz/development/celepolaganie/>.
3. **Novikov A.M., Novikov D.A.** Methodology of Scientific Research. Moscow: Librokom; 2010. 280 p.
4. **Belov M.V., Novikov D.A.** Structure of Methodology of Complex Activity. Ontology of Designing. 2017;7-4(26):366-387. DOI 10.18287/2223-9537-2017-7-4-366-387.
5. **Vasiliev K.A.** Development of a Scientific Research Programme [Internet] [cited 2022 Jul 05]. Available from: <https://disshelp.ru/blog/razrabotka-programmy-nauchnogo-issledovaniya/>.
6. **Kazakov Yu.V.** Systematic Approach to Research Work. Tolyatti: TSU; 2010. 68 p.
7. **Krasnov A.A., Rybakov A.V., Evdokimov S.A.** Creation of CAD for Technological Equipment. Moscow: MSTU “STANKIN”; 2012. 190 p.
8. **Customer Journey Map: What is the Value of a Customer Journey Map and How to Create One [Internet]** [cited 2022 Jul 05]. Available from: <https://4brain.ru/blog/customer-journey-map/>.
9. **Steinberg V.E., Manko N.N., Vakhidova L.V. [et al.]** Visual Didactic Regulators as Instruments of Learning Activity: Development and Applied Aspects. Education and Science. 2021;23(6):126-152. DOI 10.17853/1994-5639-2021-6-126-52.
10. **Moskin N.D.** Metric for Comparing Graphs with Ordered Vertices Based on the Maximum Common Subgraph. Applied Discrete Mathematics. 2021;52:105-113. DOI 10.17223/20710410/52/7.
11. **Cherkasskiy A., Artamonov A., Cherkasskaya M., Leonova N.** Methods for identifying an information object in social networks // Procedia Computer Science : 11th, Natal, Rio Grande do Norte, 2020 November 10–15. Natal, Rio Grande do Norte, 2021. P. 137-141. DOI 10.1016/j.procs.2021.06.017.1.

Information about the authors:

Rybakov Anatoly Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, ph.: 8(499) 978-51-72; the author’s international identification numbers: SPIN-code: 3936-2013, AuthorID: 424359

Evdokimov Sergey Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, ph.: 8(499)978-99-62; the author’s international identification numbers: SPIN-code: 8133-8025, AuthorID: 643669

Krasnov Andrey Anatolyevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, ph.: 8(499)978-99-62; the author’s international identification numbers: SPIN-code: 3695-6987, AuthorID: 631735

Шурпо Александр Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, тел.: 8(499) 978-26-02; международные идентификационные номера автора: SPIN-код: 1044-6787, AuthorID: 644472

Shurpo Alexander Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, ph.: 8(499)978-26-02; the author's international identification numbers: SPIN-code: 1044-6787, AuthorID: 644472

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 04.10.2022; одобрена после рецензирования 11.10.2022; принята к публикации 12.10.2022. Рецензент – Спасенников В.В., доктор психологических наук., профессор, профессор Брянского государственного технического университета, главный редактор журнала «Эргодизайн».

The paper was submitted for publication on the 4th of October, 2022; approved after the peer review on the 11th of October, 2022; accepted for publication on the 12th of October, 2022. Reviewer – Spasennikov V.V., Doctor of Psychology, Professor, Professor of Bryansk State Technical University, Editor-in-Chief of the journal “Ergodesign”.

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный технический университет"

Адрес редакции и издателя: 241035, Брянская область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Телефон редакции журнала: 8-960-549-95-94, 8-(4832) 58-82-80. E-mail: ergodizain@yandex.ru
Вёрстка К.Ю. Андросов. Технические редакторы К.Ю. Андросов. Корректор К.Ю. Андросов.

Подписано в печать 15.12.2022. Выход в свет 30.12.2022.

Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,93.

Тираж 500 экз. Свободная цена.

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Брянский государственный технический университет". Зав. лабораторией Д.Ю. Тулаев
241035, Брянская область, г. Брянск, ул. Институтская, 16

12+