

Наталья Юрьевна МолеваСамарский государственный институт культуры, аспирант, Самара, Россия
e-mail: nataliayur01@mail.ru**Вера Алексеевна Курина**Самарский государственный институт культуры, доктор педагогических наук, профессор,
профессор кафедры экономики и управления социально-культурной деятельностью, Самара, Россия
e-mail: kurina06@mail.ru

Формирование элементов системного мышления студентов инженерных специальностей: результаты экспериментального исследования

Аннотация. Вопрос формирования системного мышления является на сегодняшний день актуальным, поскольку человек находится в информационно перегруженном пространстве, сталкиваясь с огромным количеством данных, которые необходимо упорядочивать. В психолого-педагогических исследованиях регулярно поднимается проблема поверхностности и фрагментарности восприятия информации обучающимися, вследствие чего нарушается целостность понимания материала. Для специалиста технического профиля чрезвычайно важно осуществлять многоаспектный анализ технических объектов, а системное мышление относится к категории его универсальных компетенций. Статья посвящена исследованию процесса формирования структурных элементов системного мышления будущих инженеров, связанных с большинством ошибок, совершаемых студентами в процессе решения задач по специальным дисциплинам.

Ключевые слова: системное мышление, компоненты системного мышления, инженерная подготовка, техническое образование.

Natalia Yu. MolevaSamara State Institute of Culture, Postgraduate Student, Samara, Russia
e-mail: nataliayur01@mail.ru**Vera A. Kurina**Samara State Institute of Culture, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Professor of the Department of Economics and Management of Social and Cultural Activities, Samara, Russia
e-mail: kurina06@mail.ru

Formation of Elements of Engineering Students' Systems Thinking: Results of an Experimental Study

Abstract. The issue of developing systems thinking is relevant today, since a person is in an information overloaded space, faced with a huge amount of data that needs to be organised. In psychological and pedagogical research, the problem of superficiality and fragmentation of students' perception of information is regularly raised, as a result of which the integrity of the understanding of the material is violated. For a technical specialist, it is extremely important to carry out a multidimensional analysis of technical objects, and systems thinking belongs to the category of his universal competencies. The article is devoted to the study of the process of formation of structural elements of systems thinking of future engineers, associated with the majority of errors made by students in the process of solving problems in special disciplines.

Keywords: systems thinking, components of systems thinking, engineering training, technical education.

Введение (Introduction)

В современных условиях, когда фундаментальной подготовке отводится всё меньше учебного времени, возраста-

ет важность формирования навыков системного мышления. В последние десятилетия набирает популярность системный подход в педагогике, который определяет структуру

© Молева Н. Ю., Курина В. А., 2025

Для цитирования: Молева Н. Ю., Курина В. А. Формирование элементов системного мышления студентов инженерных специальностей: результаты экспериментального исследования // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2025. № 2 (47). С. 163–166. DOI: 10.36809/2309-9380-2025-47-163-166

образовательного процесса. Особое значение приобретает системное восприятие инженера, которое должно быть максимально рациональным и охватывающим все факторы влияния, поскольку профессиональная деятельность предполагает многомерный взгляд на разрабатываемые проекты. Отсутствие целостности знания сопровождается сначала ошибками в усвоении материала, а впоследствии чревато реальными техническими просчетами. К тому же использование студентами программных средств при отсутствии навыков самостоятельного расчета и понимания работы конструкций не способствует повышению уровня подготовки специалистов.

Литературный обзор (Literature Review)

Как отмечает К. К. Колин, одной из важнейших проблем современной науки является фрагментарность научного знания, которая не позволяет создать целостную картину мира [1]. Отмечается влияние консерватизма и, как следствие, одномерности процесса усвоения знаний в высшей школе [2]. Это дает основание утверждать, что трансформация образовательного процесса с целью формирования системного мышления обучающихся приобретает исключительную важность.

По И. Канту, системность мышления состоит в преобразовании накопившихся хаотичных понятий в четкую структуру [3]. Ф. Шеллинг описал принцип развития системы знания, заложенный в нём самом [4]. По А. Н. Аверьянову, системное познание мира состоит в рассмотрении объекта деятельности как системы, определении ее состава и структуры, функции и роли среди других систем, выявлении связей, а также установлении закономерностей развития [5].

Дж. О'Коннор, И. Макдермотт описывают комплексный всесторонний характер системного мышления, где вместо линейности — цикличность, базирующаяся на принципах обратной связи [6]. В статье И. А. Ревина, И. В. Червоной системность описывается как результат взаимодействия образного и логического мышления и возникновения при этом уникальных свойств, несводимых к суммированию качеств каждого вида мышления в отдельности [7]. Авторы отмечают, что в основе системного мышления лежит построение целостного многогранного образа, формирование сложно организованной картины мира. Авторы Е. Саарен и Р. Хамалаинен ввели другое понятие — «системный интеллект», которое обозначает базовую способность адаптивно действовать в окружающей среде [8]. Системное мышление описывается В. Хангом как когнитивный навык, который позволяет людям формировать комплексное понимание данного предмета на концептуальном и системном уровне [9]. По мнению Н. В. Макаровой, системное мышление есть «форма отражения реальности, состоящая в целенаправленном и обобщенном познании субъектом существенных связей и отношений предметов и явлений» [10, с. 13]. Р. Сенге рассматривал феномен системного мышления в контексте обучения как способность определять связи и отношения в образовательном процессе, соединять различные методы, знания и средства [11]. По мнению Й. Моната, Т. Ганнона, системное мышление есть целостный взгляд, учитывающий отношения между

компонентами системы, а также между компонентами и внешней средой. Оно подразумевает выявление эмерджентных свойств, сложности, иерархии, самоорганизации, динамики [12]. Авторы провели исследование, посвященное классификации реальных инженерных просчетов и тех аспектов системного мышления, с которыми они были связаны.

В статье Г. И. Китайгородской выделяется мотивационно-ценностный, предметный и операциональный компоненты системного мышления [13]. В публикациях меньше всего внимания уделено мотивационно-ценностному аспекту. Например, в монографии И. А. Сычева, О. А. Сычева рассматривается только содержательный и процессуальный компоненты [14]. Статья В. Д. Селютина, Н. Н. Яремко, Е. Г. Журавлевой посвящена развитию системного и критического мышления в процессе обучения математике [15]. Приводятся типы используемых задач: опровержение или доказательство истинности утверждений, поиск нескольких путей решения, задачи с неполными, противоречивыми или избыточными данными, прогнозирование, дан разбор некорректных вопросов; указано на необходимость поиска дополнительной информации.

Обзор имеющихся исследований позволил выявить различные способы формирования системного мышления в процессе обучения. Например, Н. В. Городецкая пишет о возможности введения отдельной дисциплины [16]; Г. С. Молотков, М. А. Науменко — о включении в программу имеющихся предметов специальных задач, выполняемых на компьютерах [17; 18]; Н. И. Стасюк предлагает создать курс физики, направленный на формирование системно-эволюционного стиля мышления студентов инженерных специальностей [19]; В. В. Кучугуров разработал методическую систему обучения будущих специалистов физико-техническим основам вычислительной техники [20]. Развитию инженерного системного мышления способствует выполнение проектов (С. Кордова, Г. Рибников, М. Франк) [21].

Таким образом, можно сказать, что существуют различные подходы к описанию характера системного мышления, а также разнообразные способы организации учебного процесса, целью которого является формирование системного мышления студентов. Авторами выдвигаются идеи по введению отдельного предмета либо внедрения в программу имеющихся дисциплин специально разработанной системы задач.

Методы (Methods)

Для выявления элементов системного мышления студентов инженерного профиля в 2023/24 учебном году среди студентов 2-го курса на базе Самарского государственного университета путей сообщения было проведено экспериментальное исследование. Цель эксперимента состояла в систематизации совершаемых ошибок и сопоставлении их с теми компонентами системного мышления, с которыми они непосредственно связаны.

На первом этапе было проведено тестирование, включившее оценку учебной мотивации по методике А. А. Реана, В. А. Якунина, в модификации Н. Ц. Бадмаевой, а также навыков системного мышления (с помощью специально разработанного комплекса задач и вопросов).

В ходе дальнейшей исследовательской работы и изучения студентами каждой новой темы применялись системы задач, включающие условия с избыточными или недостаточными данными, установление соответствия между формульной, графической и текстовой информацией, выделение основного признака, а также определение главных факторов влияния на систему, необходимость выполнения мысленных геометрических преобразований объектов, прогнозирование и т. д. Обязательное дискуссионное сопровождение способствовало определению ведущих факторов, которыми руководствовались обучающиеся, когда выбирали ответы. Анализ приводящих к ошибочным выводам схем рассуждений позволил сопоставить их с определенными компонентами системного мышления.

Результаты и обсуждение (Results and Discussion)

На основе проведенного теоретико-методологического и эмпирического исследования были выявлены следующие элементы системного мышления:

- логико-функциональный элемент: причинно-следственные связи, рациональность, прогностичность, алгебраический и геометрический смысл изучаемых закономерностей, связь геометрической характеристики и ее формулы, расчетной схемы и формулы, единство теории и практики;

- целостно-технологический элемент: способность к решению проблемных задач с позиций профессионального, предметного, а не абстрактного взгляда, освоение алгоритмов проведения расчетов, цикличность, обеспечение безопасности, надежности, эффективности;

- методико-вариативный элемент: выбор оптимального метода расчета, умение осуществлять проверку полученных результатов с точки зрения технической целесообразности, применять специальные расчетные программы, учет многовариантности, цикличности, динамичности;

- аксиологический элемент связан с учебной мотивацией, способностью к самодиагностике знаний, устранению пробелов, умением проводить аналитическую работу по установлению причин допущенных ошибок, оценивать результаты инженерной деятельности с экономической и экологической точек зрения.

На первом этапе исследования наибольшее количество ошибок было зафиксировано при решении тех задач, где требовалось выполнить сопоставление информации разного типа, например понятия и его определения, схемы и формулы. Безошибочно выполнили задачи на установление такого соответствия только 20,5 % студентов. Также выявлены сложности при выполнении заданий, сопряженных с пространственным восприятием, умением выполнять мысленные геометрические преобразования, доля правильных ответов — 60,6 %. Стоит отметить, что в вопросах, посвященных принципу разделения ряда объектов

по определенному признаку, ответы отличались степенью конкретизации: большинство выбирало наиболее явный признак (например, разная форма), но не объясняющий суть, каков результат того, что у элементов разная форма. Цепочка рассуждений могла быть выстроена следующим образом: у объектов разная форма, а значит, разные геометрические характеристики. Ответ «геометрические характеристики сечений» наиболее точен (20,5 %), а ответ «разная форма» (56 %) не является исчерпывающим, поскольку не объясняет ключевой принцип разделения. В остальных вариантах была предложена уточняющая характеристика для ответа «разная форма», например объем / масса / назначение конструкций / свойства (23,5 %).

Стоит подчеркнуть, что благодаря общей вовлеченности в процесс обсуждения каждого блока выполняемых студентами заданий были созданы условия для развития их собственной познавательной активности. Данные, полученные в итоговом тестировании, показывают, что студенты стали подробно аргументировать свои ответы, четко выделять внешние факторы, влияющие на систему, определять характер функциональных зависимостей, а также соотносить расчетные схемы и подходящие к ним формулы.

Заключение (Conclusion)

По результатам проведенного исследования были сформулированы следующие выводы:

1. Понятие «системное мышление студентов инженерных специальностей» можно охарактеризовать следующим образом: это способность к рациональному взгляду на разрабатываемый объект или систему, их рассмотрение в пространственной и временной динамике, владение логическими операциями, использование практико-ориентированного подхода в ходе решения задач, понимание целостности технологического процесса, умение оценивать функциональность, надежность, эффективность и безопасность.

2. Системное мышление инженера состоит в многомерном профессиональном взгляде на изучаемый или проектируемый объект, т. е. формулы и геометрические схемы должны быть осознаваемы на профессионально-практическом уровне. Цель процесса формирования системного мышления в процессе обучения состоит в установлении связей между различными информационными блоками, что позволяет говорить о метапредметном подходе, поскольку между собой переплетаются различные области знания и уровни понимания.

3. Выделенные в процессе опытно-экспериментальной работы логико-функциональный, целостно-технологический, методико-вариативный, аксиологический элементы системного мышления позволяют четко структурировать процесс формирования системного мышления студентов инженерных специальностей с учетом полученных в исследовании данных.

1. Колин К. К. Будущее науки: методология познания и образовательные технологии // Alma Mater (Вестник высшей школы). 2000. № 11. С. 33–39.

2. Спицнадель В. Н. Основы системного анализа. СПб. : Бизнес-пресса, 2000. 326 с.

3. Кант И. Соч. : в 6 т. / под общ. ред. В. Ф. Асмуса, А. В. Гулыги, Т. И. Ойзермана. М. : Мысль, 1964. Т. 3. 799 с.

4. Шеллинг Ф. В. И. Система трансцендентального идеализма / пер. и коммент. И. Я. Колубовского ; ред. и вступ. ст. П. Л. Кучерова. Л. : М. : Соцэкгиз. Ленингр. отд-ние, 1936. 455 с.
5. Аверьянов А. Н. Системное познание мира: методологические проблемы. М. : Политиздат, 1985. 263 с.
6. О'Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем / пер. с англ. 7-е изд. М. : Альпина Паблишер, 2013. 254 с.
7. Ревин И. А., Червоная И. В. Специфика содержания понятия «системное мышление» инженера // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 65.
8. Saarinen E., Hamalainen R. P. Systems Intelligence: Connecting Engineering Thinking with Human Sensitivity // Systems Intelligence — Discovering a Hidden Competence in Human Action and Organizational Life. Helsinki : Helsinki University of Technology, 2004. P. 9–37.
9. Hung W. Enhancing Systems-thinking Skills with Modelling // British Journal of Educational Technology. 2008. No. 39. P. 1099–1120. DOI: 10.1111/j.1467-8535.2007.00791.x
10. Макарова Н. В. Примерная рабочая программа по информатике, 10–11 классы. М. : Бином, 2016. 43 с.
11. Senge P. The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York : Random House Business Books, 1993. 432 p.
12. Monat J., Gannon T. Applying Systems Thinking to Engineering and Design // Systems. 2018. No. 6 (3). P. 34. DOI: 10.3390/systems6030034
13. Китайгородская Г. И. Структура системного профессионально-педагогического мышления учителя физики // Наука и школа. 2010. № 1. С. 35–39.
14. Сычев И. А., Сычев О. А. Формирование системного мышления в обучении средствами информационно-коммуникационных технологий : моногр. Бийск : Алт. гос. акад. образования, 2011. 161 с.
15. Селютин В. Д., Яремко Н. Н., Журавлева Е. Г. Формирование системного и критического мышления студентов вуза при обучении математике // Образование и общество. 2019. № 1 (114). С. 34–42.
16. Городецкая Н. В. Развитие системного мышления студентов вуза с использованием информационных и коммуникационных технологий: специальность 13.00.08 «Теория и методика профессионального образования» : дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2004. 172 с.
17. Молотков Г. С. Технология формирования системного мышления студентов информационных специальностей при обучении проектированию баз данных: специальность 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания» : дис. ... канд. пед. наук. Красноярск, 2006. 225 с.
18. Науменко М. А. Формирование системного стиля мышления студентов вуза в процессе компьютерного моделирования математических задач: специальность 13.00.08 «Теория и методика профессионального образования» : дис. ... канд. пед. наук. Невинномысск, 2010. 198 с.
19. Стасюк Н. И. Технология формирования системно-эволюционного стиля мышления студентов инженерных специальностей в курсе общей физики: специальность 13.00.08 «Теория и методика профессионального образования» : дис. ... канд. пед. наук. Тольятти, 2002. 269 с.
20. Кучугуров В. В. Формирование системно-комбинаторного мышления студентов при изучении физико-технических основ вычислительной техники: специальность 13.00.08 «Теория и методика профессионального образования» : дис. ... канд. пед. наук. Ставрополь, 2001. 149 с.
21. Kordova K., Ribnikov G., Frank M. Developing Systems Thinking Among Engineers: Recent Study Findings // 2015 Annual IEEE Systems Conference (SysCon) Proceedings. Vancouver : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2015. P. 50–53. DOI: 10.1109/SYSCON.2015.7116728