

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ КАК КОМПЕТЕНЦИЯ

Ковалев Г.О. Email: Kovalev633@scientifictext.ru

*Ковалев Глеб Олегович – студент магистратуры,
направление: психология,
кафедра психологии развития,*

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, г. Самара

Аннотация: задача данной статьи - интегрировать научные знания о системном мышлении, описанные в трудах различных авторов, в единую концепцию, которая позволит нам рассматривать системное мышление, как познавательную компетенцию. Такой подход позволит нам описать три уровня компетенции системного мышления и рассматривать их как набор конкретных навыков, объединённых задачами, свойственными различным уровням владения системой, что в дальнейшем поможет определить способы развития и измерения способности системного мышления человека.

Ключевые слова: системное мышление, познавательная компетенция, компетенция, системный подход, ТРИЗ.

SYSTEM THINKING AS COMPETENCE

Kovalev G.O.

*Kovalev Gleb Olegovich - Graduate Student in Psychology,
DEPARTMENT OF DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY,
FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION SAMARA NATIONAL
RESEARCH UNIVERSITY NAMED AFTER ACADEMICIAN S.P. KOROLEV, SAMARA*

Abstract: the task of this article is to integrate scientific knowledge about system thinking, described in the works of various authors, into a single concept that will allow us to consider systemic thinking as cognitive competence. This approach allowed us to describe the three levels of competence of system thinking and treat them as a set of specific skills combined with tasks inherent in different levels, ownership of the system, which in the future will help determine the ways of developing and measuring the ability of human systems thinking.

Keywords: system thinking, cognitive competence, competence, system approach, TRIZ.

УДК 159.95

О СИСТЕМНОМ МЫШЛЕНИИ.

Системное мышление как методология научного познания было сформировано в течение XX века и берет свое начало в практической деятельности на базе система динамической концепции [9], [10]. На сегодняшний день многие авторы дали свое определение системному мышлению, делая акцент на различных его механизмах. Большинство определений характеризуют системное мышление как эффективный способ познания, особенно выделяя его прогностические преимущества и специфику целостного, динамического восприятия систем [3], [2], [9], [10]. Эффективность системного мышления в познавательной деятельности обусловлена тем, что все окружающие нас системы, с точки зрения системного подхода, обладают схожими свойствами [8]. Среди этих свойств выделяют петли обратных связей, ортогональность и жизненный цикл.[7].

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ: ТЕХНОЛОГИЯ ИЛИ ЛИЧНОЕ КАЧЕСТВО?

В теории решения изобретательских задач Г.С. Альтшуллера мы видим технологию, которая работает по принципам, схожим с принципами СМ. Однако знание этой технологии не делает из пользователя успешного изобретателя, но помогает развить в себе качества, необходимые для этого, путем практического применения технологии ТРИЗ [1].

В исследовании Орит Бен-Цви Ассараф выделено два фактора, влияющих на умение учеников решать задачи, требующие применения системного мышления. Первым фактором являются «индивидуальные познавательные способности учащихся», а вторым - «степень участия в интеграции знаний» [14].

Это означает, что навыки системного мышления не ограничены индивидуальными познавательными способностями личности, но базируются на них и могут быть дополнены специальными когнитивными и профессиональными компетенциями [4], [6]. Таким образом, системное мышление - это синтез личностных качеств и конкретных навыков.

КАКИЕ НАВЫКИ И КАЧЕСТВА ФОРМИРУЮТ СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ?

В современной литературе приводится много примеров того какими качествами и умениями должен обладать системный мыслитель [13]. Системный мыслитель это тот, кто использует техники системного мышления [9].

Д. Капра выделил 14 привычек, необходимых для эффективной работы с системами [5]. Б. Ричмонд описал семь важных умений системного мышления [13]. Сенге выделил системные принципы, правила, по которым строится системное мышление [15]. Орит Бен-Цви Ассараф в своем исследовании выделяет когнитивные компоненты системного мышления [14]. Среди этих привычек, умений, правил и компонентов мы выделили группы, которые, по нашему мнению, можно отнести к различным компетенциям [4], [12]

Таблица 1. Привычки, навыки, умения и компоненты системного мышления

Капра	Ассараф	Ричмонд	Сенге
Стремление воспринимать общую картину.	Способность идентифицировать компоненты системы.	Динамическое мышление – видение целостного паттерна поведения системы.	Сегодняшние проблемы есть порождение вчерашних «решений»
Учет изменения элементов с течением времени.	Способность идентифицировать процессы системы.	Цикличность мышления — это умение видеть петли обратной связи.	Сила действия равна силе противодействия.
Признание влияния структуры системы, на ее поведение.	Способность идентифицировать отношения между отдельными компонентами.	Обобщенное мышление — способность видеть за событием и явлениями формирующие их силы.	Поведение сначала улучшается и только потом делается хуже.
Цикличная структура сложных причинно-следственных связей.	Способность идентифицировать динамические отношения между компонентами системы	Структурное мышление — это умение видеть элементы системы и быть способным ее применить, зарисовать в виде таблицы.	Легкий выход обычно приводит нас назад.
Намеренное создание связей в системе для большего ее понимания.	Способность понимать цикличность системы.	Операциональное мышление — умение видеть и анализировать, как на самом деле работает система.	Бывает, что лекарство горче болезни.
Направление на понимание устройства системы.	Способность организовывать компоненты и размещать их в рамках сети отношений.	Континуальное мышление — способность прогнозировать не только основные, но и промежуточные результаты.	Быстрее — значит медленнее.
«Проверка поверхности» лестница допущений в отклонении поведения системы.	Способность делать обобщение.		Причины и следствия разделены во времени и в пространстве.
Терпение, избегание поспешных решений.	Способность выявлять скрытые компоненты системы.		Результаты малых изменений могут быть очень значительными, но трудно найти подходящий объект для воздействия.
Учитывать влияние ментальных моделей.			Можно и иметь пирог и есть его - но не

<p>Учитывает перспективы и непредвиденные результаты действий.</p> <p>Обращать внимание на скопления ресурсов и скорость их изменений.</p> <p>Учитывать временные задержки при изучении причинно-следственных связей.</p> <p>Необходимо периодически, каждый цикл, проверять работу системы по достижению цели.</p>	<p>Способность воспринимать систему в рамках времени.</p> <p>Способность делать прогнозы.</p> <p>Способность к ретроспекции системы.</p>	<p>Научное мышление — для Б. Ричмонда это умение строить и проверять гипотезы.</p>	<p>одновременно.</p> <p>Разделив слона вы не получите двух маленьких слонов.</p> <p>Винить некого.</p>
---	--	--	--

Все эти привычки, навыки и умения отражают различные стороны системного мышления и являются различными элементами, связанными друг с другом и образующими несколько уровней компетенции системного мышления [12].

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ КАК КОМПЕТЕНЦИЯ.

Мы рассматриваем системное мышление как компетенцию потому, что оно обладают признаками компетенции. Оно ставит определенные рабочие задачи и предполагает конкретные результаты, они формируют определенный тип деятельности и поведения [12].

Компетенция «Системное мышление» - это умение анализировать систему (выделять компоненты и связи между ними), предсказывать ее поведение (моделировать ситуации и проверять теории) и управлять (размещать связи и компоненты внутри сети системы) ею, используя принципы системного подхода, учитывая петли обратных связей и общую динамику системы.

Проанализировав элементы компетенции «Системное мышление», мы выделили три основных уровня:

1. Уровень восприятия системы,
2. Уровень описания системы,
3. Уровень управления системой.

Данные уровни находятся в строгой последовательности, так как без одного из них невозможно эффективное использование последующего. Таким образом, получается уровневая система, по которой может быть оценено развитие компетенции системного мышления [12].

Далее мы разместили уже известные нам принципы [15], умения [13], привычки [5] и компоненты [14] системного мышления по выделенным нами уровням компетенции.

УРОВЕНЬ «ВОСПРИЯТИЕ СИСТЕМЫ»

Уровень «Восприятия системы» формирует целостное представление о системе и позволяет прогнозировать ее поведение благодаря правильной идентификации связей и отношений компонентов системы с учетом петель обратной связи и своевременной оценки результатов работы системы, ресурсов и внешних воздействий.

Таблица 2. Компоненты уровня «Восприятие системы»

<p>Видеть связи, компоненты и динамику.</p> <p>Здесь же можно отнести видение ресурсов и восприятие системы как целостной структуры.</p>	<p>Учитывать влияние времени, контролировать жизненный цикл системы и своевременность связей и циклов.</p>	<p>Проследить петли обратной связи. Находить, анализировать и характеризовать их.</p>
<p>Способность идентифицировать процессы системы. (Ассараф)</p>	<p>Способность воспринимать систему в рамках времени.</p>	<p>Способность понимать цикличность</p>

<p>Способность идентифицировать отношения между отдельными компонентами. (Ассараф)</p> <p>Способность идентифицировать динамические взаимодействия между компонентами системы. (Ассараф)</p> <p>Способность выявлять скрытые компоненты системы. (Ассараф)</p> <p>Стремление воспринимать общую картину. (Капра)</p> <p>Обращать внимание на скопления ресурсов и скорость их изменений. (Капра)</p> <p>Учитывать влияние ментальных моделей. (Капра)</p> <p>Динамическое мышление – видение целостного паттерна поведения системы. (Ричмонд)</p> <p>Обобщенное мышление — способность видеть за событием и явлениями формирующие их силы. (Ричмонд)</p> <p>Операциональное мышление — умение видеть и анализировать, как на самом деле работает система. (Ричмонд) – навык необходим для понимания устройства связей.</p> <p>Разделив слона вы не получите двух маленьких слонов. (Сенге) – части системы не работают как целая система (принцип синергии)</p> <p>Винить некого (Сенге)</p>	<p>(Ассараф)</p> <p>Способность делать прогнозы. (Ассараф)</p> <p>Способность к ретроспекции системы. (Ассараф)</p> <p>Учет изменения элементов с течением времени. (Капра)</p> <p>Учитывать временные задержки при изучении причинно-следственных связей. (Капра)</p> <p>Необходимо периодически, каждый цикл, проверять работу системы по достижению цели. (Капра) – в данном контексте означает отслеживание прохождения жизненных циклов и периодов работы.</p> <p>Континуальное мышление — способность прогнозировать не только основные, но и промежуточные результаты. (Ричмонд)</p> <p>Причины и следствия разделены во времени и в пространстве (Сенге)</p>	<p>системы. (Ассараф)</p> <p>Цикличная структура сложных причинно-следственных связей. (Капра)</p> <p>Цикличность мышления — это умение видеть петли обратной связи. (Ричмонд)</p> <p>Сегодняшние проблемы есть порождение вчерашних «решений» (Сенге)</p>
--	--	--

Уровень «восприятия системы» имеет наиболее широкий спектр умений, так как является базовым. Без правильного восприятия системы невозможно составить правильную схему работы системы и подсчитать эффективность. Управление системой без ее восприятия может объясняться неосознанным научением методом проб и ошибок, но такую компетенцию нельзя будет считать системной, так как

такой опыт управления не может быть эффективно перенесен на другую систему. Сам уровень «восприятия системы» может существовать сам по себе и помогать владельцу в организации познавательной деятельности и решении не сложных системных задач.

УРОВЕНЬ «ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ»

Уровень «Описание системы» или «Интерриоризация системы» позволяет упростить и опредметить данные о системе, делая их более наглядными и понятными, без потери информативности и эффективности собранных данных. Позволяет эффективно моделировать события и наблюдать новые механизмы, которые были скрыты обилием деталей.

Таблица 3. Компоненты уровня "описание системы"

Уметь упрощать реальную модель до понятного, наглядного уровня.	Умение эффективно моделировать работу системы в таблицах, правилах и т.п.	Уметь читать и анализировать модели систем других авторов.
<p>Способность делать обобщение. (Ассараф)</p> <p>Обращать внимание на скопления ресурсов и скорость их изменений. (Капра) – в данном контексте это умение отображать динамику ресурсов в схемах.</p> <p>Операциональное мышление — умение видеть и анализировать, как на самом деле работает система. (Ричмонд) – в данном контексте этот навык можно характеризовать, как способность записывать процессы.</p> <p>Структурное мышление — это умение видеть элементы системы и быть способным ее применить, зарисовать в виде таблицы. (Ричмонд)</p>	<p>Способность делать прогнозы. (Ассараф) – в данном контексте прогнозирование является разработкой плана действий.</p> <p>Способность к ретроспекции системы. (Ассараф) – На данном этапе ретроспекция является анализом проделанной работы и результатов для поиска связей.</p> <p>Научное мышление — для Б. Ричмонда, это умение строить и проверять гипотезы. (Ричмонд)</p>	<p>Обобщенное мышление — способность видеть за событием и явлениями формирующие их силы. (Ричмонд) – необходимый для анализа навык позволяющий более глубоко проникнуть устройство схемы системы, не разрушая ее упрощенных принципов.</p>

Уровень «описания системы» раскрыт авторами не так сильно как восприятие и управление, но отдельные авторы подчеркивают его важность, так например О'Коннор пишет, что человек, неспособный записать систему в виде таблицы, не может эффективно воспринимать систему [9]. В целом это утверждение верно для сложных систем, которые имеют множество не очевидных связей, раскрытие которых возможно при составлении карты системы. Одна из главных задач данного этапа - это упростить образ системы до наглядного уровня, это позволяет эффективнее прогнозировать ее поведение. Второстепенная задача данного этапа - это научить считывать схемы и научить разбираться в них. Обычно нас учат читать схемы, а не создавать их, так как зачастую этого достаточно для работы в команде, где есть специалист, создающий схемы системы.

УРОВЕНЬ «УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ»

Уровень «Управления системой» позволяет эффективно влиять на поведение системы благодаря глубокому пониманию ее истинного устройства, иерархии, потребностей, целей и задач. Способности правильно организовывать связи и размещать компоненты внутри системы с минимальными потерями.

Таблица 4. Компоненты уровня «управление ситемой»

Умение создавать новые связи и компоненты.	Применение рычагов, управление системой по средствам самой системы.	Контроль поведения системы. Ускорение, замедление, ограничение внутренних процессов.
Способность организовывать компоненты и размещать их в рамках сети отношений. (Ассараф)	Использовать рычаги. (Капра)	«Проверка поверхности» лестница допущений в отклонении поведения системы. (Капра)

<p>Намеренное создание связей в системе для большего ее понимания. (Капра)</p> <p>Операциональное мышление — умение видеть и анализировать, как на самом деле работает система. (Ричмонд) – в данном контексте можно трактовать как навык, позволяющий сочетать процессы при встраивании новых элементов.</p> <p>Обобщенное мышление — способность видеть за событием и явлениями формирующие их силы. (Ричмонд) – В данном контексте можно рассматривать, как способность организовать формирующие силы.</p> <p>Сила действия равна силе противодействия.</p> <p>(Сенге)</p>	<p>Обобщенное мышление — способность видеть за событием и явлениями формирующие их силы. (Ричмонд) – В данном контексте можно рассматривать, как способность организовать формирующие силы, рычаги.</p> <p>Результаты малых изменений могут быть очень значительными, но трудно найти подходящий объект для воздействия. (Сенге)</p>	<p>Необходимо периодически, каждый цикл, проверять работу системы по достижению цели. (Капра) – в данном контексте это означает регулярную супервизию рабочего процесса.</p> <p>Терпение, избегание поспешных решений.</p> <p>(Капра)</p> <p>Быстрее — значит медленнее. (Сенге)</p> <p>Сила действия равна силе противодействия.</p> <p>(Сенге)</p> <p>Бывает, что лекарство горче болезни. (Сенге)</p>
---	--	--

Уровень «управление системой» подразумевает набор уже не только системных компетенций, но и управленческих. В русле системного подхода управление происходит по средствам обнаружения наиболее эффективных связей, позволяющих решать проблемы не напрямую с минимальными затратами усилий. В литературе по системному мышлению, это часто называется системой рычага, так как зачастую давление происходит не на сам груз, а на рычаг, грамотно установленный рядом. В системах же зачастую существуют такие рычаги, но обнаружение их требует не развития уровня «восприятия систем», а использование управленческих компетенций, иначе мы рискуем затратить много сил на менее эффективное решение, хотя всегда имели под рукой отличный способ воздействия. Вторым важным способом управления системой является и создание и разрушение имеющихся связей и компонентов, а также вывод и ввод ресурсов. Этот навык имеет большое значение для системного мышления потому, что именно в этом в полной мере проявляется способность системного мыслителя решать задачи системно, так как необходимо предугадать поведение системы при нарушении ее привычного состояния.

ВЫВОДЫ.

Системное мышление как явление состоит из двух компонентов личностного потенциала и приобретённых навыков. Если рассматривать системное мышление как компетенцию, то только на уровне «восприятие системы» оно выступает в роли познавательной функции и строится преимущественно на индивидуальных познавательных способностях.

Второй уровень, «описание системы», начинает требовать от пользователя наличие знаний техник системного мышления для более глубокого анализа или наличие опыта решения конкретных задач. Этот уровень уже может решать некоторые несложные задачи и предавать свой опыт восприятия. Решение на этом уровне идет благодаря визуализации системы, в которой поставлена задача, так как правильное построение схемы делает многие решения очевидными, что зачастую подходит в простых задачах.

Третий уровень - «управление системой» - требует специальных профессиональных знаний, связанных с областью, в которой оно применяется. Так, например, для фармацевтического вмешательства необходимо знание фармакологии, а системное мышление, выступает в роли инструмента, помогающего специалисту правильно рассчитать дозу или выбрать наиболее эффективный препарат с учетом индивидуальных особенностей больного.

Таким образом, мы можем говорить, что системное мышление как способ познания - это компетенция, которая может быть сформирована и развита.

Список литературы / References

1. *Альтшуллер Г.С.* Алгоритм изобретения. М.: Московский рабочий, 1969 (1-е изд.), 1973 (2-е изд.). 63 с.
2. *Берталанфи Л. фон.* Общая теория систем — критический обзор. Исследования по общей теории систем // Сборник переводов. Общ. ред. и вст. ст. В.Н. Садовского и Э.Г. Юдина. М.: Прогресс, 1969. С. 23-82
3. *Медоуз Донелла.* Азбука системного мышления. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 343 с.
4. *Зимняя И.А.* Ключевые компетенции – новая парадигма результата современного образования // Интернет-журнал «Эйдос», 2006. 5 мая.
5. *Капра Фритьоф.* Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем. Пер. с англ. под ред. В.Г. Трилиса. К.: «София». М.: ИД «София», 2003. 336 с.
6. *Кочуровская Е.Н.* Формирование мотивационного компонента когнитивной компетентности школьников посредством нестандартных задач // Вестн. Бурят. гос. ун-та, 2009. № 15.
7. *Малюта А.Н.* Система деятельности. Киев: Наук, думка, 1991. 208 с
8. *Норберт Винер.* Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1968. 325 с.
9. *О'Коннор Дж.* Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 256 с.
10. *Пурдехнад Джон.* Что такое «Системное мышление»? // Журнал Проблемы управления в социальных системах «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 2012. 62-64 с.
11. *Рассел Л. Акоф, Фред И. Эмери.* О целеустремленных системах. М.: Советское радио, 1974. 271 с.
12. *Уидет Стив, Холлифорд Сара.* Руководство по компетенциям. Пер. с англ. М.: Издательство ГИППО, 2008. 228 с.
13. Barry Richmond System Dynamics / Systems Thinking: Let's Just Get On With It Delivered at the 1994 International Systems Dynamics Conference in Sterling, Scotland. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.webspace.webring.com/people/ah/himadri_banerji/pdf/systhnk.pdf/ (дата обращения: 8.4.2016).
14. *Orit Ben-Zvi Assaraf.* Nir Orion Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education // JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING. Vol. 42. 2005. № 5. Pp. 518–560..
15. *Senge Peter.* The FIFTH DISCIPLINE: The Art and Practice of the Learning Organization. Composed by Max Vasilyev. Kharkov, 2006. 384.