

Некоторые особенности изобретательского стиля мышления

Д.А. Бахтурин, Н.Б. Фейгенсон

Ключевые слова: ТРИЗ, мышление, механизм мышления, гипотеза

Цель работы

Цель данного сообщения – обратить внимание профессиональной части ТРИЗ сообщества на некоторые важные, но недостаточно учитываемые современные особенности изобретательского (стиля) мышления.

Вводные замечания

Круг вопросов, связанных с мышлением, чрезвычайно широк. Границы применяемых понятий и подходов довольно расплывчаты и зачастую взаимно перекрываются. Поэтому необходимо отметить, что все основные положения данной работы не претендуют на безоговорочную универсальность, а скорее их следует рассматривать и оценивать как эмпирические обобщения, имеющие прагматическую ориентированность. Неизбежной оказалась некоторая фрагментарность в выборе и изложении обсуждаемых вопросов, обусловленная ограниченностью объёма публикации.

В работе принята такая последовательность изложения «некоторых особенностей...». Сначала мы выделяем и кратко характеризуем три основных типа мышления – инженерный, научный и управленческий. Тут же характеризуются отдельные не общераспространённые и недоучитываемые связи и отличия между этими типами мышления. Затем, следуя предложенному ещё Г.Альшуллером [1] подходу, в составе каждого типа мышления выделяем как подтип изобретательский стиль мышления. Применительно к изобретательскому стилю мышления сформулированы наиболее существенные требования и вызовы, актуальные в современных условиях. Изложение включает иллюстрирующие примеры и некоторые существующие, намечаемые

и возможные тенденции в ответах на эти вызовы. В завершающей части работы описан механизм изобретательского стиля мышления.

Рассмотрение обсуждаемых вопросов производилось с позиций системного подхода. При этом использовалось определение понятия «функциональной системы» по П.К.Анохину [2] «Системой можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимодействия компонентов на получение фиксированного полезного результата».

Вне рамок работы остались вопросы обучения изобретательскому стилю мышления.

Типы мышления и их взаимозависимость

В данной публикации мы ограничились кратким рассмотрением трех практически значимых типов мышления – научном, инженерном и управленческом. Эти типы мышления выбраны как наиболее сложившиеся, распространённые и взаимосвязанные. Для каждого из этих типов мышления существенна роль изобретательского (стиля) мышления. Поэтому характеристика описанных типов мышления является характеристикой над-систем для изобретательского (стиля) мышления.

Результаты сравнительного анализа инженерного, научного и управленческого типов мышления приведены в табл. 1.

Обсудим некоторые недостаточно учитываемые, на наш взгляд, взаимосвязи вышеперечисленных типов мышления.

Таблица 1. Сопоставление типов мышления

Параметр сравнения	Инженерное мышление	Научное мышление	Управленческое мышление
Объекты, с которыми оперирует данный тип мышления	Модели искусственно созданных систем. Экспериментальные данные.	Модели устойчивых «естественных» систем. Данные наблюдений и экспериментов.	Модели человеческой деятельности. Сведения об истории состоянии, взаимоотношениях компаний, физических лиц
Ключевое содержание процесса мышления	Спроектировать изменения с ожидаемой эффективностью. Не допустить нежелательных последствий от планируемых изменений.	Установить повторяющиеся воспроизводимые явления и условия их осуществления. Не повлиять в процессе изучения на естественный ход исследуемого процесса/явления.	Скоординировать все необходимые процессы на заданный период времени для достижения заданной цели при заданных ограничениях и ресурсах
Критерий оценки результативности мышления	Обоснованное концептуальное предложение. Результаты его реализации.	Логичность, соответствие актуальным критериям научности. Воспроизводимость результатов	Эффективность реализованных проектов как соотношение достигнутых результатов и затраченных ресурсов
Использование в деятельности	Определение что/как надо изменить	Установление является неизменного и воспроизводимого	Временно-надёжный синтез компонентов – достижение большей связности и целесообразности, чем была до применения управления.
Отношение к ресурсам	Обнаружение и связывание в систему	Установление свойств ресурсов	Соединение традиционных ресурсов на определённый срок

Соотношение управленческого и инженерного мышления в настоящее время достаточно ярко охарактеризовано президентом Российского отделения International Council of Systems Engineering А. Левенчуком[3]: «инженерию и менеджмент по факту объединяют уже сейчас (2011г.), а далее их будет уже невозможно разделить».

Среди многочисленных высказываний о взаимосвязи инженерного и научного мышления нам кажется важным отметить зафиксированную Т.Лири [4] тенденцию: многие достижения научного мышления индуцировались – хотя не всегда явным образом – достижениями в инженерном практически ориентированном мышлении. Так система кровообращения изучена В.Гарвеем после того, как в технике освоили насосы. Процессы обмена веществ были смоделированы после изучения процессов энергообмена в машинах и химических реакторах. Телефонные сети помогли понять работу мозга. В более абстрактной форме сходная тенденция мышления отмечена ещё Конфуцием: «Я услышал - и забыл; я увидел – и запомнил; я сделал – и я понял».

Достаточно показательным и наглядным является сопоставление стадийности инженерной и научной деятельности, проведенное коллективом авторов [5]. В несколько преобразованном виде результаты этого сопоставления приведены на рис.1 .

Существенные различия в последовательности мыслительных операций для осуществления деятельности обуславливают не менее значимые различия типов мышления. К сожалению, многочисленные разнонаправленные попытки «превращения ТРИЗ в науку» просто не учитывают этих различий. К этому недопониманию добавляется ещё разительные несходства в представлениях о сути научного мышления. Хотя ещё П.Л. Капица утверждал: «Наука - это то, чего не может быть, а то, что может быть - это технический прогресс». [6]

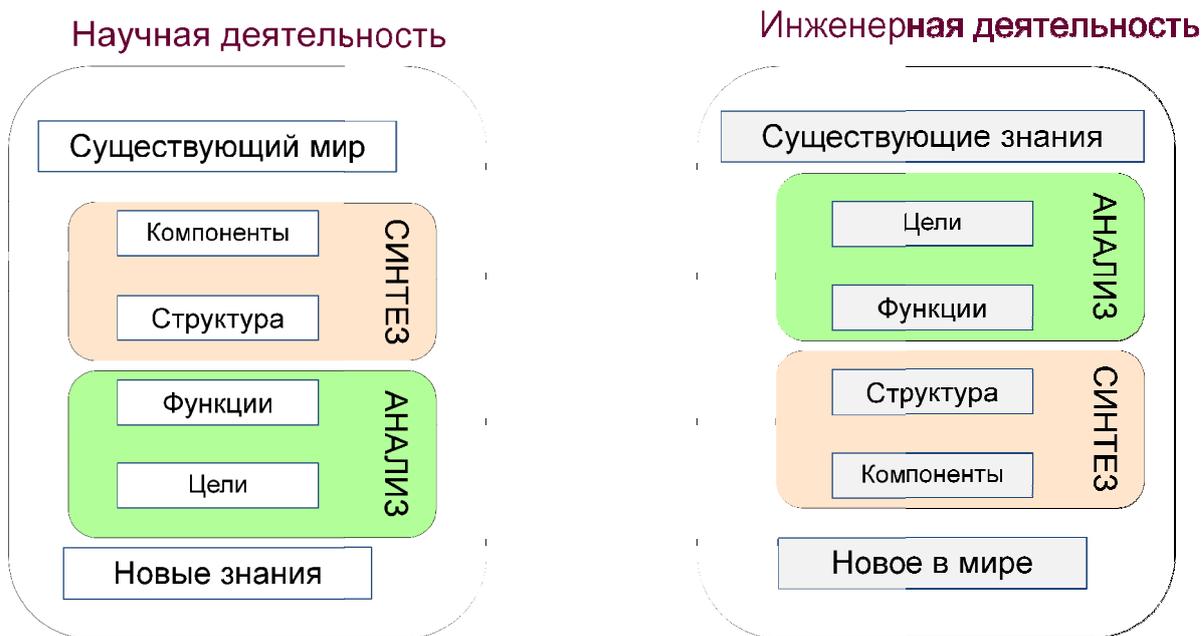


Рисунок 1. Сопоставление научной и инженерной деятельности (адаптировано из [5] с некоторыми изменениями)

Изобретательский стиль мышления

«Внутри» каждого типа мышления следует выделить рутинную высококвалифицированную и абсолютно необходимую мыслительную деятельность и мыслительную деятельность (стиль деятельности) - связанную с созданием новшеств. Различия в сложившихся терминологиях приводят к разнообразию терминов, характеризующих предмет этой креативной составляющей: изобретательская ситуация/задача, проблема, конфликт, парадокс. Общим признаком – независимо от используемой терминологии - является отсутствие апробированных средств для преодоления затруднений [1].

Такое разделение представляется целесообразным по крайней мере по двум причинам:

- Основные характеристики этих рутинного и изобретательского мышления существенно различаются

- Изобретательский стиль мышления присущ и необходим как фронтир, движущая сила развития для каждого из перечисленных типов мышления

Симбиоз научного, управленческого и инженерного типов мышления и сопровождается актуализацией потребности в изобретательском стиле мышления одновременно и «однопроектно» в различных типах мышления. Как следствие – изобретательский стиль мышления должен быть в достаточной степени воспринимаем, понятен, унифицирован и воспроизводим в рамках каждого из рассматриваемых нами типов мышления.

Не углубляясь в детальный анализ эволюции изобретательского стиля мышления применительно к различным типам мышления, перечислим наиболее важные современные изменения условий реализации изобретательского стиля мышления

Во-первых, это повышение сложности и неопределенности поведения систем и возникающих проблемных ситуаций, требующих применения изобретательского мышления. Следствиями этого изменения являются (а) необходимость мульти-модельного подхода, (б) изменение масштаба «единичного изменения» - вместо изобретений в классическом понимании требуются концептуальные предложения. Наиболее характерный внешний признак такого тренда - переход от приобретения и использования единичных патентов к пулам патентов.

Рассмотрим особенности (а) и (б) несколько подробнее.

Само по себе требование мульти – модельности не является новым. В механике уже давно на равных правах используются для решения задач и законы сохранения и импульса и законы сохранения энергии, в гидродинамике для описания движения жидкости используются подходы Лагранжа и Эйлера.

Управленцу постоянно приходится комбинировать психологические, логистические, юридические факторы. В инженерном мышлении приходится сочетать результаты моделирования разнородных по физической природе подсистем. Более важным – особенно при обсуждении изобретательского стиля мышления – является вопрос о состыковании, согласовании и «зашнуровке» разнохарактерных результатов такого моделирования. В качестве общих подходов к решению проблемы можно отметить методологию интерактивного моделирования Р.Акоффа и Дж.Гараедаги [7], организационно-деятельностные игры Г.П. Щедровицкого и последователей [8,9], развиваемые в последние годы С.Б. Переслегиным с соратниками технологии «знаниевых реакторов» [10]. Как пример практического применения не задокументированной техники согласования результатов различных видов моделирования приведём эпизод из практической деятельности одного из соавторов. Речь пойдёт об участии во внутрифирменном мега-проекте, посвященном теме, актуальной не только для компании, но всей отрасли в целом. В проект были вовлечены пять различных специализированных лабораторий и групп. На еженедельных встречах на протяжении нескольких месяцев происходил обмен информацией и обсуждение дальнейших шагов. В качестве источников информации осмысливались результаты таких видов работ:

- обзорный анализ результатов экспериментального тестирования полупромышленных образцов с неформальными пояснениями – «а вот здесь нам не совсем удалось поддержать чистоту эксперимента...»
- сводки результатов компьютерного моделирования – с обязательными ответами на вопросы: «какие допущения приняты были в расчетной модели?», «можно ли учесть ещё и влияние Z фактора?»

- предложения от ТРИЗ группы с анализом их обоснованности («насколько убедительны приведенные аналогии?», «можно ли произвести расчеты для подтверждения концепций?»)
- систематизированные данные конкурентной разведки

Строго регламентированной процедуры принятия финальных решений в явном виде не применялось. Но многие промежуточные решения отсеивались, корректировались и комбинировались в ходе таких обсуждений как бы сами собой. Таким образом, построенный процесс приводил к приемлемым практическим результатам.

Ограничимся рассмотрением только одной специфической черты, связанной с требованием соблюдения со-масштабности включенных в процесс изобретательского стиля мышления факторов. Одним из следствий усложнения технических систем явилось определенное расхождение между традиционными результатами изобретательской деятельности и потребностями модернизации систем. Иными словами, просто изобретений уже недостаточно, нужны концепции по улучшению систем(возможно, это одна из причин огромного количества «бумажных» изобретений). Следуя рекомендациям глоссария [11] , следует различать идею – как потенциальное решение задачи и концепцию – как обоснованное решение. На наш взгляд, логичнее было бы говорить о концептуальном предложении. Из нескольких концептуальных предложений можно синтезировать концепцию продукта, процесса, устройства Но существует ещё одно промежуточное звено между идеей и концептуальным предложением. Это – то самое изобретение, которое включено в состав аббревиатуры ТРИЗ. В чём же разница между концептуальным предложением.и защищенным патентом изобретением? Мы приводим результаты их сравнительного анализа в таблице 2.

Таблица 2. Отличие изобретения и концептуального предложения

Характеристика	Изобретение	Концептуальное предложение
Цель	На усмотрение изобретателей	Формулируется в проектном задании и пере-формулируется в результате специального анализа, результаты которого согласованы с Заказчиком проекта
Объект усовершенствования	Ограничен действующим законодательством (требование единства предмета изобретения)	Ограничивается рамками проекта. Определяется при проведении аналитической части проекта.
Решение об оценке соответствия существующим требованиям	Принимается Патентным Ведомством по подробно регламентированной процедуре	Принимается Заказчиком проекта
Критическое указание возможных недостатков выдвигаемого предложения	Отсутствует	Имеется
Рекомендации по дальнейшему возможному развитию предложенных решений	Отсутствуют	Имеются
Сроки разработки	Определяются авторским коллективом и внешними обстоятельствами	Ограничены сроками выполнения проекта

Таким образом, переход от цели «найти идею» к цели «разработать концептуальное предложение» как связную гипотезу по усовершенствованию является насущным требованием. Это требование в той или иной мере учитывается во всех современных версиях ТРИЗ методик, предназначенных для практического консалтинга, а не для начального освоения основ в ТРИЗ.

Во-вторых, говоря о современных требованиях к изобретательскому стилю мышления, необходимо учитывать существенное изменение характера инженерного проектирования, базирующегося на применении комплекса средств Computer Aided Engineering. Значительные и в некоторой степени аналогичные сдвиги, инициированные компьютеризацией, происходят так же в управленческом и научном мышлении. Применительно к компьютерной поддержке изобретательского стиля мышления (Computer Aided Innovation/Inventing), базирующегося на ТРИЗ, пока происходит только формирование рабочих онтологий [12-14]. Причем основная цель этих онтологий – облегчить общение человека с машиной. О поддержке изобретательского стиля мышления как такового речи и не идёт, разве что только предлагается упорядочение известных методик, систематизация коллекции примеров и предоставление удобных шаблонов для протоколирования / показа результатов работы над проектом.

В-третьих, для изобретательского стиля мышления возникает необходимость отслеживания изменения требований к конечному результату, возникающих уже в ходе выработки самого изобретательского решения. Примером ответа на этот вызов может служить интенсивно расширяющие сферу своего применения гибкие методологии управления проектами (Agile Project Management). Интересное направление анализа взаимодействия инженерного, научного и управленческих аспектов мышления и практических действий рассматривается при переосмыслении истории выполнения Манхэттенского проекта [15]

«Фильтрационный» механизм изобретательского стиля мышления.

В качестве попытки в простой наглядной модельной форме отразить некоторые из вышеперечисленных особенностей изобретательского стиля мышления, авторами предложена гипотеза «фильтрационного» механизма. Суть её заключается в следующем. Полагаем, что всякое восприятие, обработка и синтез информации происходит через некоторый набор фильтров. Они специфичны для каждого человека(группы людей) и не всегда явно осознаваемы. Тем не менее, все основные и сопутствующие мыслительные операции, приводящие к получению изобретательского решения, зависят существенным образом от наличия и функционирования этих фильтров. И важный фактор успешности изобретательской деятельности – умение не только идентифицировать и использовать эти фильтры, но и управлять их работой.

Почему речь идёт о именно фильтрах? Фильтры – весьма распространённый механизм в технических устройствах. Имеется обширный технический опыт изучения и использования фильтров и мембран. Подвергают фильтрации сыпучие материалы (просеивание, грохочение), суспензии, взвеси, жидкости и газы. Можно изучать то, что они задержали, можно – то что ими пропущено. Есть фильтры засоряемые тем, что они не пропускают. Есть «промывные», в которых можно убрать это засорение (смыть или произвести обратный ток жидкости). Применяются фильтры в оптике и при обработке информации (фильтрация сигналов, спам-фильтры). Определённого рода фильтрации подвергаются альтернативы при выборе стратегического или тактического решения, кандидаты на занятие вакансии. Можно привести и биологическую аналогию. Все живые организмы можно представить как набор весьма разнообразных фильтров – мембран. И продуктов их многостадийной разно-режимной деятельности. И геометрических форм, способствующих лучшему функционированию мембран (альвеолы лёгких, кровеносные сосуды). В построении великого разнообразия живого мира немаловажную роль играют именно разнохарактерные мембранные механизмы, основанные на управляемой фильтрации. Итак, фильтры представляют собой достаточно распространённый, универсальный и узнаваемый компонент во многих системах. В то же время работа многообразных фильтров построена на различных принципах и отнюдь не всегда тривиальна. Иными словами, имеется достаточно обширный, разнообразный, но при этом довольно простой и наглядный комплекс аналогов.

Этим создаётся определённый, достаточно разнообразный пул «прототипов» для дальнейшей разветвлённой детализации предлагаемой гипотезы.

Предлагаемая гипотеза может быть рассмотрена как расширение модели познавательного-психологического барьера, предложенного Б.М.Кедровым[16] в качестве "механизма" творчества в науке и технике. Барьер можно рассматривать как частный вырожденный случай фильтра. Но если для преодоления барьера обычно рассматривают механизмы психологической активации, «прыжка воображения» то в случае использования «фильтрационной» модели можно описывать и перестройку «конструкции» и/или режима функционирования фильтра по вполне определённым правилам, построить когнитивные аналоги туннельного эффекта или процесса перколяции.

Как соотносится предлагаемый механизм изобретательского мышления с много экранной схемой талантливого мышления? На наш взгляд, он является полезным дополнением к этой схеме. Фильтры – это то, что разделяет экраны и смотрящего на них, а также действует в установлении связей между экранами. В каких то ситуациях фильтры просто блокируют экраны, выступая в роли барьеров. В иных ситуациях или режимах – определяют избирательный характер взаимосвязи и взаимовлияния процессов, отражаемых на экранах.

По существу, некоторую сходную технику «фильтрации» использовал Г. Альтшуллер при создании ТРИЗ. При анализе массива патентов определялись совсем не средние статистические характеристики генеральной совокупности. То есть патентный фонд изучался не как заданное явление, а преобразовывался, обрабатывался, просеивался – разделялся на «фракции». В соответствии с вполне определёнными критериями «фильтрации» патенты разделялись по пяти уровням. Далее для «осадка» на каждом фильтре создавался свой боекомплект инструментов решения задач. Были бы иные критерии фильтрации – получились бы другие выборки для последующего изучения. И другие инструменты

Достаточно логично можно сочетать «фильтрационную» гипотезы с сетевым описанием характера процесса мышления. К связям, соединяющим узлы сети, добавляются фильтры, непосредственно определяющие характер этой связи (это случай 1D фильтра). Можно выделить фильтры, охватывающие несколько узлов. Точнее – распространяющие своё действие на многие связи и тем самым

воздействующие таким образом, что объединяют узлы, пусть даже не соседние в геометрическом пространстве(это уже случай 2D фильтра – то есть однотипная перекрытие/фильтрация нескольких связей). Возможно развитие этой аналогии и на случай 3D фильтра.

В изобретательском мышлении действие фильтров относится не только к восприятию информации – но и к некоторой последующей «механике» работы с информацией, реконфигурированию её в новые структуры, взаимоотношения. Например, откроет ли «человек изобретающий» фильтры, чтобы

- пропустить «дикие» или удалённые аналогии? (при использовании функционально-ориентированного поиска или приемов *Развития Творческого Воображения*)
- «Допустить Недопустимое»? (термин В. М. Герасимова).
- предположить нарушение закона сохранения энергии или наличие камней, падающих с неба?

Аналогичные – но не одинаковые - граничные(барьерные) фильтры функционируют при выдаче информации как результата мышления.

- «позволительно – здесь и сейчас – высказать такую необычность?».
- «поймут ли меня партнеры, соратники, заказчики?» (пропустят ли через свои фильтры)
- «что именно следует видоизменить, какие доводы привести, дабы дать проникнуть презентуемому концептуальному предложению в неискаженной форме через фильтры воспринимающих его?»

Так вот – воистину изобретательский механизм мышления обязательно включает в себя умения тонко, гибко и хотя бы полу- осознанно управлять этими двух-сторонними фильтрами. Да ещё не только собственными, а иногда – и на два-три слоя окружающих тебя людей. Причем так, чтобы

- не пропускались и не затушёвывались неочевидные аспекты реальности, но и не происходило «засорение» пропущенной фильтрами ерунды
- воспринимались результаты мышления – без потерь и грубых искажений, плюс лучше бы ещё и правильно, а вообще замечательно – только с позитивными, прогрессивными искажениями (полагая что фильтрационные искажения неизбежны, лучше их учесть - чем надеяться на непогрешимость собственной или какой бы то ни было аргументации)

Роль ТРИЗ и любых примыкающих методологий/технологий мышления – создание инструментов работы с этими границами – фильтрами. То для обнаружения и идентификации «фильтров», разнообразных модифицированных и комбинирований «фильтров» в сменные наборы или многослойные конструкции, придумывании новых механизмов фильтрации и «анти-фильтрации».

Разумеется, предложенный механизм – как и всякая модель – является упрощением реального состояния процесса мышления. На наш взгляд, определённая эвристическая ценность и потенциал развития в предлагаемом «фильтр-механизме» заложены.

Заключительные замечания. Основные результаты работы.

Охарактеризованы особенности научного, инженерного и управленческого типов мышления, а также особенности изобретательского стиля мышления. Описаны современные изменения условий реализации изобретательского стиля мышления. Предложен «фильтрационный» механизм изобретательского стиля мышления как полезное дополнение к многоэкранной схеме талантливости мышления.

Список цитированных источников информации

1. Альтшуллер Г.С. и др. Поиск новых идей: от озарения к технологии. Кишинев, Картя Молдовеняскэ, 1989г., с. 9
2. Анохин П. К. Философские аспекты теории функциональной системы. Избранные труды. — М., «Наука», 1978 г. — 399 с
3. Левенчук А.И. Инженерия будущего www.csr-nw.ru/upload/file_content_129.pdf
4. Лири Т. Семь языков бога. Пересвет, Янус, 2002 г. 224 стр.
5. Verkerke G. J., et. al. Science versus design; comparable, contrastive or conducive? Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, Volume 21, May 2013, Pages 195–201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2013.01.009>
6. Цитируется по <http://bond1958.narod.ru/jumor/aforizm.html>
7. Гараедаги Д., Системное мышление: Как управ. хаосом и сложными процессами: Платформа для моделир. архитектор. 2-е изд: Гревцов Букс. 2006: 480
8. Щедровицкий.Г.П Организация, руководство, управление. http://volov-volov.ru/wp-content/uploads/2011/02/organizaciya_schedrovickiy.pdf

9. <http://www.fondgp.ru/lib/catalog>
10. <http://znatech.ru/>
11. Литвин С., Любомирский А., Сигаловская И. Глоссарий к методике G3:ID. 2.06.2008 <http://gen3.ru/ru/3605/5453/>
12. Prickett P., Aparicio Iv. The development of a modified TRIZ Technical System ontology. *Computers in Industry*, Volume 63, Issue 3, April 2012, Pages 252–264; <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2012.01.006>
13. Zanni-Merk C., Cavallucci D., Rousselot F. Use of formal ontologies as a foundation for inventive design studies. *Computers in Industry*, Volume 62, Issue 3, April 2011, Pages 323–336; <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2010.09.007>
14. Zanni-Merk C., Cavallucci D., Rousselot F. An ontological basis for computer aided innovation. *Computers in Industry*, Volume 60, Issue 8, October 2009, Pages 563–574. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2009.05.012>
15. Lenfle S. The strategy of parallel approaches in projects with unforeseeable uncertainty: the Manhattan case in retrospect. *International Journal of Project Management*; Vol. 29, n°4, pp. 359-373, may 2011.
16. Кедров Б.М. О творчестве в науке и технике: (Научно-популярные очерки для молодежи). — М.: Мол. гвардия, 1987. — 192 с,