Проектная деятельность:
процессы и методология команды ESTLAB.ru

ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации

Проектная деятельность: процессы и методология команды ESTLAB.ru

Версия 29.05.2025 г.

Является открытой информацией о работе команды ESTLAB.ru

Описанное здесь, позволяет нам создавать объекты **от 1 микрометра до 12 метров** и работать в нескольких отраслях науки и промышленности.

Мы начали свою деятельность в 1991 году, прошли через штормы кризисов и ошибок, и смогли не пойти на дно.

Мы привыкли действовать рискованно и решать задачи дерзко, постоянно созидая новое.

Возможно, этот текст поможет начинающим инженерам совершить меньше ошибок. А потенциальным заказчикам лучше понимать нас.

инженер Сергей Петрович Зотов

I
МЫ

Кто мы

1. Мы – команда творческих созидающих людей.
2. У нашей работы нет творческих границ, но есть границы моральные.
3. Живя в реальном мире, мы стремимся монетизировать нашу способность к созиданию.

Чем мы занимаемся

Мы выполняем инжиниринговые проекты различной полноты, сложности и длительности. В своей работе мы строго руководствуемся положениями статей Главы 38 ГК РФ: Выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

Что есть наш главный продукт?

Наш главный продукт – наша способность решать задачи, которые никто еще не решал и создавать небывалое.

В действительности, мы продаем не материальный объект, а способность создать небывалый материальный объект. Сам же объект лишь сопровождает нашу способность, является приложением к ней, хотя он и важнее с точки зрения любого заказчика.

Организационная структура команды

Команда не имеет жесткой организационной структуры. У нас проектная работа и для выполнения проектов могут формироваться временные творческие группы. Один человек может быть членом нескольких групп. Группы могут включать сторонних специалистов.

Пределы нашего роста

Мы стремимся к росту без формирования иерархических бюрократических структур, чтобы сохранять живую творческую атмосферу и оставаться направленными на созидание.

Из данного условия вытекает, что мы ограничены в своем росте численностью до 10 – 12 человек.

Мы будем стремиться заменить рост численности команды максимально возможной автоматизацией/механизацией нашей работы и привлечением людей, являющихся

специалистами в нескольких областях. Совершенствование должно иметь больший приоритет, чем простой рост.

Секреты команды

У нас немного секретов. Это:

1. НОУ-ХАУ по ряду проектов.
2. Способы хранения нами информации.
3. Обеспечение безопасности наших помещений от внешних проникновений.
4. Финансовое положение компаний (наших и клиентов).
5. Ряд заказчиков просит скрывать их названия и их проекты, либо применять кодовые названия, не позволяющие стороннему наблюдателю понять суть проекта.

Стремление к совершенству

Члены команды должны любить постоянное улучшение. Для этого мы должны их стимулировать в постоянном:

1. Стремлении учиться (пробовать новые инструменты, программы, материалы, методы мехобработки, приемы сборки, конструирования, организации труда и т.д.).
2. Стремлении к повышению качества продукта.
3. Стремлении к сокращению трудозатрат.
4. Стремлении к увеличению срока службы инструментов.
5. Стремлении к улучшению дизайна продукта.
6. Стремлении к презентабельности своего вида и состояния помещений и инструментов.
7. Стремлении к известности и узнаваемости нашего бренда.

Внутренние и контрактные проекты

Сочетание проектов

Для обеспечения прихода денежных средств и, одновременно, для формирования возможностей собственного развития, мы сочетаем выполнение контрактных работ и внутренних проектов.

Оба этих подхода должны не мешать, а обогащать друг друга накопленными знаниями и техническими приемами.

Унификация

Мы стремимся к унификации технических решений даже в проектах из различных отраслей науки и промышленности. Это позволяет снижать себестоимость производства и оттачивать качество.

Качество и ответственность

Мы одинаково относимся к внутренним и контрактным проектам. Все они должны выполняться ответственно, а стремление к качеству не должно быть предметом обсуждений.

II
ПРОЦЕССЫ

Эта глава перечисляет **ЧТО** и в каком порядке мы делаем при ведении проекта.

Процессы ОКР

Заявка от заказчика

Все проекты начинаются с заявки заказчика. Даже если заявка сформулирована неявным или неформальным образом в виде потребности, которую было бы неплохо проанализировать.

Вопросы, которые должны быть освещены в первичной заявке:

1. Назначение оборудования.
2. Требуемая производительность.
3. Рекомендуемый режим работы.
4. Доступные энергоресурсы.
5. Доступное место.
6. Элементы технологического процесса.
7. Текущие способы реализации элементов технологического процесса.
8. Требуемая степень автоматизации технологических процессов.
9. Контроль выполнения технологических процессов.
10. Контроль качества изделий.

Предпроектный анализ

1. **Открытие журнала работ по проекту.**
   С первого дня начала нашей работы, необходимо тщательно протоколировать наши действия, действия заказчика, все рассмотренные гипотезы, их проверку, принимаемые решения, проведенные эксперименты и т.д.
   Журнал не отменяет архива проекта, а служит для быстрого восстановления истории проекта.
2. **Анализ первичной задачи, рисков и необходимых средств и ресурсов.**
   Анализ первичной задачи должен дать ответы на следующие вопросы:
   - Как, примерно, задачу нужно решать?
   - Является ли эта задача посильной нам в части компетенций?
   - Достаточно ли у нас средств и ресурсов для выполнения задачи?
   - Какова степень ее новизны для нас? – смотри расчет новизны проекта.
   - Дает ли этот проект нам прибыль сейчас? потом?
   - Какие риски не выполнить проект / не получить прибыль?
   - Дает ли этот проект нам новые компетенции?
   - Выводит ли этот проект нас на новый рынок? Увеличивает долю на старом рынке?

- Является этот проект жизненно необходимым? Для нас, для заказчика?
- Будем ли мы продолжать делать то же самое в этом году? Через несколько лет?
- Если проект неинтересен, то дает ли другой участник проекта нам компенсацию нашего участия в нем? Например, компетенциями, прибылью, получением другого интересного проекта? Каковы гарантии компенсаций?

3. **Анализ заказчика.**
   Необходимо собрать доступную информацию о заказчике, направлениях его деятельности, истории, культуре производства, отзывы сотрудников настоящих и бывших, отзывы его подрядчиков.
4. **Цели проекта для нас.**
   Имея информацию по п.2. и 3., необходимо сформулировать цели проекта для нас:
   - Что мы должны получить в результате выполнения отдельных этапов проекта?
   - Что мы должны получить в результате выполнения всего проекта?
   - Что должно остаться у нас в случае досрочного прекращения проекта?
5. **Цели проекта для заказчика.**
   Необходимо четко сформулировать сформулировать цели проекта для заказчика:
   - Что и на каком этапе он получает?
   - Как это улучшает его производственные процессы?

Подготовка к проекту

1. **Детальное знакомство с командой заказчика.**
   Необходимо пригласить команду заказчика на нашу территорию.
   Выезд команды заказчика во главе с высшим руководством; степень открытости и подробности общения с инженерами заказчика в присутствии их высшего руководства – являются хорошим маркером серьезности его намерений работать именно с нами.
   Кроме того, мы составим представление о компетенции сотрудников заказчика.
2. **Изучение производства заказчика.**
   Наш выезд на производство заказчика служит демонстрацией наших намерений решить задачу заказчика. Кроме того, выезд позволяет нам оценить качество и стоимость оборудования заказчика, чтобы сделать ему предложение технических решений того же или более высокого класса.
3. **Анализ серьезности намерений заказчика.**
   По итогам общения, мы должны оценить серьезность намерений заказчика. Практика показывает, что в 2/3 случаев первичный запрос делается для использования нас в качестве массовки в тендерных играх или заказчик не обладает необходимыми средствами, компетенция. Еще 1/3 случаев приходится на ситуации, когда заказчик еще не готов реализовать проект, а просто изучает вопрос возможных цен на «когда-нибудь потом».
   Только единицы, действительно, нам что-то закажут, а потому, мы не можем тратить свои ресурсы на каждую входящую заявку и, уж тем более, мы должны в качестве компенсации за потраченное время, к этому моменту приобрести дополнительные знания, контакты и информационное наполнение портфолио.
4. **Разработка сметы и графика работ.**
   К этому вопросу мы приступаем после положительного прохождения п.1.-3.
   В обязательном порядке применяем расчет новизны проекта и учитываем все риски.
5. **Разработка коммерческого предложения.**
   На основе полученной ранее информации, делаем заказчику коммерческое предложение.

Проект (оплачиваемые работы)

1. Установление процессов коммуникации между командами.
2. Заключение договора на выполнение работ.
3. Разработка первичного технического задания – смотри Приложения.
4. Выполнение работ в соответствии с нашей методологией – смотри Приложения.
5. Получение обратной связи от команды заказчика.
6. Заключение договора на сервисные работы, гарантийное и послегарантийное обслуживание, развитие и модернизацию.

Ретроспектива проекта

1. По шести составным частям проекта (смотри их перечисление в расчете степени новизны) – что мы сделали правильно, где ошиблись, почему ошиблись, какие поставщики старались нам помочь, а какие подвели, поставив некачественные комплектующие и детали, или не сообщив полную информацию.
2. Финансовые и организационные результаты, ошибки, правильные шаги, шаги для дальнейшего развития команды.
3. Оснащение – что у нас было правильно, что нам недоставало, какие ошибки мы совершили, какие риски необходимо будет учесть в будущих проектах.
4. Компетенции, помогшие нам в выполнении проекта, приобретенные в ходе проекта, оказавшиеся недостаточными.
5. Связи, которые нам помогли и которые нам необходимо установить для более успешного выполнения будущих проектов.
6. Документирование проекта.
7. Архивация документации.
8. Закрытие журнала работ по проекту.

Процессы НИР и НИОКР

При проведении НИР и НИОКР, процессы примерно такие же, как и в сценарии ОКР с той лишь разницей, что этапы, на которых проводятся анализ, расчеты, макетирование и т.п. работы, требуют больше ресурсов и более длительные.

Сами проекты с научной составляющей могут потребовать большое число итераций.

Порядок проведения ОКР в условиях полной неопределенности

В условиях полной неопределенности, когда заказчик и мы обладаем недостаточной первичной информацией для оценки сроков и стоимости всего проекта, необходимо в качестве первого этапа оплачиваемых работ выполнить разработку технического предложения с целью проверки реализуемости всего проекта.

Этап разработки технического предложения должен включать в себя:

- сбор экспертных оценок,
- проведение расчетов (возможно, математической симуляции),
- проведение макетирования,
- разработку структурной схемы (технологической, АСУ и т.п.),
- анализ элементной базы,
- эскизную разработку облика будущей установки/линии/цеха,
- пояснительную записку с отчетом и краткой резюмирующей частью.

Этап не может занимать меньше 3-х месяцев и требует 50% загрузки команды, что определяет стоимость выполнения работ этапа согласно нашему ценообразованию (закрытый документ).

Все последующие этапы должны оцениваться рамочно, после разработки технического предложения.

Предпроектный анализ при инициативном создании концепции нового продукта

Инициативное создание нового продукта и поиск для него инвестора. Это полная методика. В реальной жизни она, как правило, в чем-то бывает сокращена. Процесс работы по разделам 1 и 2 носит взаимно итерационный характер.

1. Цели и задачи

1.1. Предварительная формулировка целей и задач проекта, описание продукта проекта

1.2. Определение и анализ целевой аудитории продукта

1.2.1. Установление аудитории

1.2.2. Анализ характерных видов деятельности потребителей

1.2.3. Анализ среды, в которой живут и работают потребители

1.2.4. Анализ всех взаимодействий потребителей с людьми и вещами

1.2.5. Анализ объектов, образующих среду обитания потребителей

1.2.6. Анализ опыта целевой аудитории при использовании аналогичных продуктов

1.2.7. Новая итерация в определении целевой аудитории продукта, ее задач и ожиданий

1.3. Определение основных характеристик продукта и анализ рисков

1.3.1. Задачи потребителей, которые мы решаем

1.3.2. Выявить границы применимости нового продукта

1.3.3. Описать поведение продукта в его критических состояниях

1.3.4. Описать область гарантированного качества

1.3.5. Ожидания потребителей от нового продукта

1.3.6. Наши реальные возможности теперь и в будущем

1.3.7. Анализ рисков

- Риски потребителей при переходе на новый продукт
- Риски, которые могут возникать на всех этапах жизненного цикла продукта
- Риски недостижения искомых метрик продукта
- Риски команды не достигнуть цели проекта
- Риски инвестора

1.3.8. Дорожная карта развития продукта и наших компетенций, нашей PR деятельности

1.4. Определение основных внешних средств [людей/компаний, которые могут помочь в работе]

1.4.1. Стратегия быстрого наращивания компетенций за счет внешних специалистов

1.4.2. Стратегия привлечения лояльных потребителей

1.4.3. Стратегия привлечения авторитетных рекомендателей

1.4.4. Стратегия формирования ассоциации продукта с объектами/эмоциями, имеющими положительную окраску

2. Исследование рынка, прототипов, аналогов

2.1. Исследование существующих аналогов

2.1.1. Реестр и классификация аналогов

2.1.2. Исследование жизненного цикла аналогов

2.1.3. Реестр сильных и уязвимых вех в жизненном цикле аналогов

2.2. Исследование возможных прототипов

2.2.1. Реестр технических решений, которые могут повысить привлекательность собственного продукта

2.2.2. Перечень компетенций, которые необходимо получить

2.2.3. Перечень сторонних специалистов, которых необходимо привлечь к работе

2.3. Исследование объема рынка

2.3.1. Отечественный рынок и его динамика
2.3.2. Зарубежный рынок и его динамика
2.3.3. Аспекты, тормозящие рост рынка и возможность их преодоления
2.3.4. Смежные рынки и стратегия расширения своей деятельности

3. Финализация концепции
3.1. Разработка концепции продукта
3.2. Разработка концепции жизненного цикла продукта
3.3. Уяснение своего места в жизненном цикле, которое не позволит выкинуть нас из этого бизнеса
3.4. Формулирование ключевых вех проекта и жизненного цикла продукта
3.4.1. Понять точки жизненного цикла с наиболее привлекательным обликом проекта
3.4.2. Понять критические точки проекта, в которых бизнес наиболее уязвим
3.4.3. Сформулировать варианты продаж бизнеса в критических точках

4. Финализация технических/технологических решений для реализации концепции
4.1. Более точная (техническая/технологическая) формулировка концепции продукта, включающая в себя:
4.1.1. Его ключевые и бонусные опции
4.1.2. Технические и технологические пути создания продукта
4.1.3. Жизненный цикл продукта
4.1.4. Целевую аудиторию
4.1.5. Ресурсы и средства производственного, эксплуатационного и утилизационного этапов жизненного цикла продукта: их состав, характеристика, правила оптимальной деятельности
4.1.6. Ключевые положения в стратегии его продвижения

5. Планирование работ и предварительная оценка проекта
5.1. Ресурсы – люди
5.2. Ресурсы материальные
5.3. Ресурсы временные
5.4. Стоимостные расчеты
5.5. Разработка плана-графика работ и финансирования

6. Оформление документов технического предложения

III
МЕТОДОЛОГИЯ

Эта глава описывает **как** мы проводим работы внутри одного проекта.

Каскадность и итерационность

В теории, при выполнении проектов, вы либо двигаетесь от этапа к этапу (так называемая каскадная или водопадная методология), либо накручиваете круги в итерационном процессе.

В реальной жизни, на разных стадиях проекта, нужно сочетать оба этих подхода.

Почему нам нужна каскадность?

В инженерном проекте есть шаги, которые в проекте не повторяются и которые имеют определенную последовательность.

Например, вы должны инициировать проект, заключить договор, разработать первичное техническое задание, спроектировать, изготовить, произвести монтаж и пуско-наладку у заказчика, провести приемо-сдаточные испытания, закрыть проект. И эти шаги нельзя поменять местами.

Но внутри этого водопада, целесообразно организовать итерационный процесс.

Почему итерационность нужна и неизбежна?

1. Мы никогда не обладаем всей необходимой информацией. Нам неизвестны все физические, химические, механические ограничения наших сырья, инструментов, технологий, получаемого продукта. Какие-то из этих ограничений окажутся критичными с точки зрения достижимости наших изначальных целей. Нас могут обмануть поставщики, заявив завышенные характеристики элементной базы, выбранной для проекта. Нас могут обмануть научные статьи с исходной информацией. Поведение сырья при наших условиях может быть нигде не задокументировано. Создаваемое нашей машиной изделие может оказаться не обладающим необходимыми механическими характеристиками, чтобы обеспечить желаемую производительность. И много-много иных причин.

   Вот пример из жизни:
   Заказчик принес нам видео о разведении его конкурентами хищных сельскохозяйственных клопов. На видео, они переходили из большого контейнера в транспортную тару и по дороге небольшая оптическая система их пересчитывала.
   В три итерации, за две недели мы получаем оптическую систему, обладающую необходимыми надежностью и чувствительностью.

И в этот момент понимаем, что видео фейковое: в трубочку из контейнера в транспортную тару идет очень несущественная часть клопов. И самая главная задача в этом проекте не счет, а стимулирование потока клопов – мы и эту задачу мы решили, но проект на две недели и три итерации превратился в полугодовалый и состоял из дюжины итераций.

2. В момент начала работ по проекту мы не можем видеть все проблемы. Часть из них будет раскрываться по мере устранения предыдущих. В реальном проекте, связанном с созданием новой машины для нового изделия, одни проблемы постоянно маскируют другие – это многослойный пирог. Пока не будут решены проблемы, лежащие в данный момент на поверхности, мы даже не узнаем о существовании других проблем уровнем глубже. И таких уровней может быть 2, 3, 4, 5 ...

   Вот пример из жизни:
   Шаговый привод компании X1 должен работать со скоростью 600 об/мин, но еле выдает 400 об/мин.
   Заменяем на низко индуктивный шаговый привод компании X2, который должен работать со скоростью 1000 об/мин. Реально он выдает 750 об/мин при очень кропотливых настройках токов, напряжения, включения в цепь конденсатора, долгой игры с частотой импульсов и временем разгона/торможения.
   Шаговый привод перемещает каретку с поворотным пневматическим приводом (выбран таковым из соображений массогабаритных ограничений), который переворачивает изделие из фольги.
   После достижения необходимой нам скорости, мы узнаем, что перемещаемое изделие столь мягко, что сминается об окружающий воздух при быстром перевороте.
   Дросселирование поворотного пневмопривода превращается в исследование работы дросселей компаний X3, X4, X5 – все они ведут себя совершенно разным образом в начале и конце воздушного потока в пневмосети.
   После нахождения оптимального дросселя, мы, наконец видим, что ловители изделий не оптимальной геометрии и начинаем решать этот вопрос.
   После достижения оптимальной геометрии ловителей, становится видно, что точность подачи ловителей должна быть раза в два выше, а сами ловители должны совершать осевые пульсации.
   Все эти задачи нельзя было увидеть разом при старте проекта – только поочередно, по мере выполнения работ.
   Этот проект был выполнен в семь итераций.

   В этой связи, рассчитывать на решение изобретательской задачи без итерационного характера работы – утопия, ведущая в тупик. Соответственно, работа над проектом неизбежно будет носить итерационный характер, кругами проходя цепочку:

   Проблематика > Гипотеза > Задача > Реализация > Проверка

3. Если мы будем ждать наступление момента, когда нам станет известна вся полнота информации, мы не начнем действовать никогда, поскольку часть информации должна и может родиться только в процессе выполнения работ и при старте принципиально не может быть известна.

Вот пример из жизни:
Мы изготовили две научные установки для получения микрокапсул, после чего нашли заказчика, запросившего коммерциализировать технологический процесс и создать опытно-промышленную установку.
На лабораторном масштабе отлично работали несколько технологий получения микрокапсул. Одна из них, позволяющая получить более компактную и простую установку, была взята нами за основу.
Первым этапом было создание действующего макета.
После двух итераций, мы поняли, что технология N1 не масштабируется и нужно идти по пути технологии N2. Можно было это знать в начале пути? Очевидно, что нет.
Но технология N2 требует целого парка установок и большего времени на реализацию проекта. Начинаются (и успешно завершаются) переговоры о четырехкратном увеличении бюджета макетирования и устранении из графика всяких сроков.
А представьте, заодно, какая бы катастрофа ждала проект, если бы мы не включили в него этап макетирования, а сразу бы приступили к созданию дорогой промышленной установки?

4. Оптимальным следует признать старт при 70% полноте первичной информации и решение задачи в три – пять итерации. Это относится не только к НИР, НИОКР, но и к «обычному» ОКР.

Оценку в 70% поддерживает и Джефф Безос, основатель Amazon.

5. Оптимальное достижимо только после накопления большого опыта или в идеальных условиях. До достижения определенного уровня мастерства, вы будете делать большое число итераций. Чтобы дожить до момента, когда вашу компетентность признают, нужно всегда работать с прибылью, достаточной, чтобы компенсировать ошибки. Много молодых, талантливых, но совестливых инженеров умерли как изобретатели, поскольку совестливелись запросить с заказчика правильную цену.

Цитата: Важность и очевидность проблемы и ее срочность для окружающих, не имеют никакой связи с тем, как скоро вы сможете подобрать подходящее решение.
[Сергей Брин]

6. Итерационность полезна, поскольку позволяет устранить из процесса необратимые решения, способные завести весь проект в тупик. При чистой каскадной (водопадной) методологии работы, после огромных трудозатрат и потраченных финансов, можно оказаться перед фактом, что все принятые решения содержали огромную ошибку. Работа по каскадной методологии быстрее и дешевле только при идеальном стечении обстоятельств, что является исключением, а не правилом.

Что вытекает из этих фактов?

1. Мы не совершаем ошибки, а находимся внутри объективного итерационного процесса. Перестаньте терзать себя за каждое ошибочное решение – если оно

было принято, значит оно было неизбежно в той ситуации. Каждый раз мы становимся компетентнее и у нас появляется больше информации, но и до самого конца своего пути мы не выйдем из итерационного процесса.

2. График работ должен состоять из этапов, часть из которых изначально должна включать итерационность.
3. Итерационность должна быть учтена в смете работ.
4. Важно постоянно балансировать между итерационностью и каскадностью, между глубиной и смелостью изменений и консерватизмом – это позволит двигаться вперед более осознано и предсказуемо.

Вот пример из жизни:
Директор одного из оборонных заводов в свое время поделился со мною такой методикой: единовременно в оборудовании должно изменяться не более 15% конструкции даже, если мы видим необходимость все существенно переработать. Измерять изменения в процентах, конечно, процесс лукавый и зависит от средств измерения; можно так же спорить об оптимальном размере этого числа (он, очевидно будет разным в разных технических ситуациях) но сам подход имеет глубокий смысл: сочетай стремление к новизне с такой ее глубиной, которая позволит задействовать разумное число итераций и хоть как-то прогнозировать сроки и бюджеты.

5. Этапы, отстоящие от старта работ на квартал и более, должны быть заданы рамочно (по перечню работ, их срокам и стоимости).
6. Работа должна быть организована на нормах Главы 38 ГК РФ, но никак не в виде договора поставки. Проявив в этом вопросе слабость, мы приведем проект в тупик, из которого не будет цивилизованного выхода.

Один из важных шагов итерационного процесса – макетирование

Макетирование это одно из величайших открытий человеческой мысли: потратив некоторое количество времени и средств, мы предохраняем себя от ситуации, когда потребуются еще большие деньги и средства на устранение непредвиденного на уже готовых машинах.

Никакие 3D-моделирование, цифровой двойник, VR, AI, математическая симуляция процессов и т. д. не заменят макет, сделанный руками. Ибо все эти цифровые, виртуальные и прочие технологии **есть только анимация того, что написано в условном учебнике**. Но учебник сам есть только модель реальности – он карта местности, а не местность.

Всегда следует помнить теорему Гёделя о неполноте: **никакая мощная формальная система не может быть одновременно полной и непротиворечивой** – это означает, что любой условный учебник содержит ошибки или недомолвки.

Живое макетирование есть единственный способ прикоснуться к самой местности и удивиться, что она может вести себя противоположно всем нашим предположениям. Именно так и рождаются новые открытия.

Смотри Приложение:

Типичная последовательность шагов при проектной деятельности инженера.

Ценообразование зависит от степени новизны при ОКР

Это методика для расчета сметы проекта в условиях, когда нам известна не вся информация.

Необходимо разбить проект на составные части, для каждой из которых определить степень нашей информированности.

Составные части проекта

K1	Архитектурное решение
K2	Конструктивное исполнение
K3	Привод, тип, особенности
K4	Контроль состояний, датчики
K5	Железная часть АСУ, контроллер
K6	Алгоритмы и программное обеспечение

Степень нашей информированности (значения для каждого Ki)

1,00	Мы успешно решали эту задачу
0,95	Мы успешно решали эту задачу с более низкими показателями
0,95	Мы успешно решали близкую задачу
0,90	Мы решали эту задачу и были близки к успеху
0,85	Мы успешно решали большую часть задачи
0,80	Мы обладаем знанием по подзадачам
0,75	Мы подробно знаем ограничения элементной базы
0,70	Мы применяли элементную базу для этой задачи
0,65	Нам понятна и доступна элементная база
0,60	Нам во всех деталях понятно, как решать задачу
0,55	Мы можем включить в команду специалиста в этом вопросе
0,50	Мы получили достаточно подробную документацию на аналог
0,45	Мы смогли запротоколировать работу аналога
0,40	Мы видели устройство успешного аналога
0,35	Мы видели устройство аналога
0,30	Мы получили чертежи на ключевые детали
0,25	Мы получили консультацию от специалиста, решавшего эту задачу
0,20	Мы знаем специалиста, решавшего эту задачу
0,15	Мы видели фото или видео подтверждение решаемости задачи
0,10	Мы знаем, что эту задачу кто-то успешно решал
0,05	Мы знаем, что эту задачу кто-то решал
0,00	Мы ничего не знаем о задаче

Что делать при различных значениях Ki

При K<0,3 следует начать работу по проекту с теоретического этапа.

При K<0,6 следует провести подробное и всестороннее макетирование.

При K<0,8 следует заложить в план не менее четырех итераций в ключевых узлах и привлечь специалистов.

При K<0,9 следует заложить в план не менее трёх итераций в ключевых узлах.

При K<0,95 следует заложить в план не менее двух итераций в ключевых узлах.

При K<1,0 следует заложить в план не менее полутора итераций в ключевых узлах.

При K=1,0 мы учитываем риски брака покупных и деталей.

Расчет новизны

N = 1 / (K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6)

Расчет бюджета

B = BR * N * Kz * Кинфл * Кбрак

где

BR	Базовый расчет = сумма всех покупных, деталей и зарплат без учета рисков.
Kz	Коэффициент учета общезаводских расходов. У нас Kz = 1,2.
Кинфл	Коэффициент инфляции (важно при длинных проектах). Кинфл всегда >1,0.
Кбрак	Коэффициент учитывающий риск брака. Кбрак не менее 1,25.

Задачи, их приоритетность и планирование

Суть, назначение, общие подходы

1. Задача – это проблема, сформулированная понятным для всех образом.
2. Все задачи нужно фрагментировать на подзадачи.
3. Подзадачи должны иметь измеряемые критерии ее выполнения.
4. У каждой подзадачи должны быть исполнитель и график работ.
5. Если задача кажется нерешаемой или не понятно, как к ней подойти, это означает, скорее всего, что вы ее неправильно фрагментировали на подзадачи или неправильно выставили подзадачам приоритеты.

Приоритеты у задач

Задачи должны выполняться в порядке, соответствующем их приоритетности.

1. **Обязательные задачи**. Без выполнения этих задач проект/продукт/процесс не будет иметь смысла.
2. **Важные задачи**. Задачи, которые нужно реализовать после обязательных. Без решения этих задач, мы не сможем продать создаваемое нами, либо продадим с репутационными потерями.
3. **Улучшающие задачи**. Хотелось бы сделать, но выполнение таких задач не критично для целостности проекта/продукта/процесса, хотя и прибавляет ему новую ценность. Продать создаваемое можно и без решения этих задач.
4. **Необязательные задачи**. То, без чего работа обойдется. Либо это никогда не будет реализовано, либо в более позднее время. По возможности, это лучше делегировать подрядчику.
5. **Ремонтно-восстановительные задачи**. Задачи, которые могут сдвигать график выполнения всех иных задач.

Планирование

В инжиниринговой компании, занимающейся созданием инновационных объектов, какое-либо подробное планирование является пустой формальностью.

Наш многолетний опыт показывает, что при построении годичных планов с красивым равномерным распределением загрузки команды и расходованием ресурсов, с огромной вероятностью план будет радикально редактироваться каждый месяц.

У этого есть много причин:

1. Заказчики не придерживаются этих планов (у них оказалось недостаточно средств или приход средств не синхронизирован с их потребностью, маркетологи заказчика усомнились в самой целесообразности проекта уже после начала его реализации, у заказчика изменились бизнес-интересы, заказчик заболел или надолго неожиданно уехал и т.д.).
2. Проекты потребовали иное число итераций. Ряд заказчиков оказался к этому не готов и начались длинные переговоры с простоем команды и финансовыми потерями.
3. На новом итерационном цикле, мы поняли, что придется создавать оборудование, под которое у нас нет навыков, помещений и инструментов.
4. У нас был огромный проект, который требовал не менее 80% нашего времени. В какой-то момент он прекратился, и команда оказалась в голом поле без заказов.

5. Срочные ремонтно-восстановительные работы не просто сдвинули планы, а радикально их перекроили.
6. Заболел или уволился наш ключевой сотрудник.
7. Государство ввело карантинные ограничения или началась экономическая турбулентность, заставившая заказчиков прекратить проекты. В нашей стране такая турбулентность, заставляющая замирать проекты, связанные с изобретательством, случается каждые три-четыре года. Иногда, зона турбулентности длится до года.
8. В самих планах были изначальные ошибки.

Все эти причины не просто накладываются друг на друга, а перемножаются самым экзотическим образом.

> *В нашей деятельности, правильнее не осуществлять долгосрочное планирование, а стабилизировать свою деятельность:*
> *мы считаем наиболее правильным вести дела с тремя – четырьмя заказчиками одновременно, работая над тремя – пятью проектами разной сложности и из разных отраслей.*
> *По мере роста команды, эти оценки будут расти.*

Принятие решений

Термины

В военном деле различают стратегический, оперативный и тактический уровни принятия решений.
В инженерном деле мы так же различаем **архитектуру, компоновку и конструкцию изделия**.
Поясним на примерах.

Архитектура изделия – это, например, выбор между роторной или линейной схемой построения технологической линии. Или смесь этих подходов в одной линии. Это стратегический уровень принятия решений, он определяет нашу работу на большой срок вперед. Чтобы по ходу проекта изменить выбранную ранее архитектуру, нужно обладать большой смелостью и еще большим запасом ресурсов.

Компоновка изделия – это, например, выбор между двумя параллельными валами и коаксиальным валом; между электролизером в виде ящика с двумя плоскими электродами или, опять же, коаксиальной схемой; между размещением узлов в одном уровне или в два – три этажа. Это оперативный уровень принятия решений.

Конструкция изделия – это, например, выбор между пневматическим или линейным электрическим приводами; между парой тянущих валов из стали или парой сталь-резина; между валами диаметром 50 мм и 52 мм. Это тактический уровень принятия решений.

Решения принимаются поэтапно, от уровня архитектуры к самому мелкому вопросу конструктива изделия.

Факторы, которые необходимо анализировать при принятии решения

Уровень 1: Архитектура изделия
- Альтернативные решения
- Производительность
- Энергопотребление
- Габариты
- Монтаж, демонтаж, транспортировка
- Достоинства и ограничения

Уровень 2: Компоновка изделия
- Альтернативные решения
- АСУ
- Эргономика и безопасность
- Достоинства и ограничения

Уровень 3: Конструкция изделия
- Элементная база
  - В прототипе
  - Доступная вообще
  - Доступная в заданные сроки
  - Соответствие требованиям
  - Корректировка требований
  - Риски

- Долговечность
  - Прочность деталей
  - Долговечность конструкции
  - Долговечность сохранения настроек
  - Риски
- Сложность
  - Сложность конструкции
  - Сложность деталей
  - Сложность обеспечения качества
  - Сложность обеспечения повторяемости
  - Риски
- Необходимые компетенции
  - Достаточность или недостаточность наших
  - Возможность приобрести
  - Допустимость приобретения по ходу выполнения работ
  - Возможность привлечения сторонних специалистов
  - Риски
- Модернизационный ресурс
  - Возможность замены узлов
  - Возможность добавления узлов
  - Возможность изменения алгоритма работы
- Время
  - Скорость разработки
  - Скорость изготовления
  - Скорость пуско-наладки
  - Скорость сервисного обслуживания
  - Риски
- Расходы
  - Общий бюджет
  - График расходов
  - Риски
- Эргономика
  - Эргономика сборки и пуско-наладки
  - Эргономика эксплуатации
  - Эргономика сервисного обслуживания
- Безопасность

Позднее, мы изложим материал этого раздела подробнее.

Архитектура машин

Мы стараемся придерживаться следующих подходов в архитектуре разрабатываемых и создаваемых нами машин.

1. Линия состоит из отдельных машин.
2. Машины, образующие линию, автономны.
3. Автономность машин означает, что их PLC не обмениваются командами.
4. Синхронизация отдельных машин между собою осуществляется стартом цикла последующей машины по событию в предыдущей машине (например, по выходу продукции из предыдущей машины).
5. События по п.4. отслеживаются датчиками.
6. Для повышения надежности, датчики следует дублировать, либо применять пару разрешающий/запускающий.
7. Узлы внутри каждой машины следует стремиться строить по тому же принципу: максимально автономными.
8. Выполнение требования п.7. может быть облегчено массовым применением би- и три-стабильных исполнительных или командных механизмов.
9. Построение линий и машин из автономных частей позволяет:
    9.1. Упростить систему управления;
    9.2. Упростить ремонт;
    9.3. Заложить неограниченную способность к модернизации/замене частей без изменения общего;
    9.4. Заложить способность к модернизации общей конструкции линии/машины за несколько итераций без вывода ее из эксплуатации надолго.
10. Следует стремиться к достижению точности наиболее экономичным способом:
    10.1. Через самоподстройку механизмов;
    10.2. Через работу в бистабильном режиме, определяемом самой конструкцией актора;
    10.3. Через применение высокотиражных деталей, что позволяет снизить их стоимость при ЧПУ-обработке, обеспечивающей высокую повторяемость.
11. Станина/рама не менее важна, чем акторы, расположенные на ней. Станина должна позволять:
    11.1. Регулировать взаимное положение акторов;
    11.2. Удалять или добавлять акторы;
    11.3. Является частью системы коммуникаций.
12. При разработке нового, результат редко достигается с первого раза, и архитектура линии/машины должна обеспечивать многоитерационность продвижения к оптимальному результату проекта.
13. Когда архитектура линии/машины строится по п.4., система аварийной остановки также может быть фрагментирована на автономные части, логика работы которых наилучшим образом соответствует данной конструкции машины/узла.

Гарантийные обязательства на опытные образцы

Специализируясь на выпуске нестандартного оборудования по индивидуальным заказам (в большинстве случаев, в единичном исполнении), мы создаем опытные образцы изделий, ресурс которых может быть установлен только в условиях реальной эксплуатации у заказчика.

В связи с этим, мы должны столь же индивидуально, очень осторожно и гибко формулировать наличие и условия гарантийных обязательств. Идеального варианта здесь не существует.

Неким оптимумом может быть перечень узлов и деталей, которые мы храним в течение определенного времени на своем складе в готовности к замене на оборудовании заказчика – этот перечень должен быть оплачен заказчиком сразу, при создании опытного образца оборудования. При этом, сами услуги по проведению ремонтно-профилактических работ оплачиваются по мере возникновения в них надобности.

Эксплуатация машин

1. Каждая машина должна сопровождаться расширенной инструкцией, содержащей описание общий вид, конструкции, схему принципиальную, таблицу адресации PLC, циклограмму.
2. Каждая машина должна проходить ресурсные испытания на нашей территории, прежде, чем будет поставлена заказчику.
3. Каждая машина должна сопровождаться Журналом работ и инцидентов, в котором наладчики (наши и заказчика) и операторы должны тщательно и подробно документировать:
    - когда/как начался и когда/как закончился;
    - кто заметил инцидент;
    - какие симптомы были замечены;
    - какие действия предпринимались;
    - какой результат предпринятых действий;
    - влияние инцидента на работу линии / оборудования;
    - все изменения конструкции, предшествующие инциденту;
    - события, предшествующие и сопровождавшие возникновение неисправности;
    - события, произошедшие в других системах / узлах одновременно с инцидентом;
    - мнения специалистов эксплуатанта и изготовителя о причинах;
    - выводы о возможности / необходимости мониторинга подобных событий.
4. Каждая поставка должна сопровождаться обучением наладчиков и операторов эксплуатанта оборудования.

Ремонтно-профилактические работы

1. Прием первичной заявки от заказчика.
2. Анализ первичной заявки.
3. Уточнение информации по Журналу работ и инцидентов.
4. Выезд для технического осмотра с заполнением детальной заявки на проведение работ.
5. Составление сметы и графика проведения работ с включением стоимости уже совершенного выезда.
6. Выставление счета на проведение работ.
7. Ожидание оплаты счета.
8. Изготовление/закупка необходимого оборудования и проведение необходимых работ на нашей территории.
9. Подтверждение заказчика о готовности принять выездную группу.
10. Выезд для проведения работ на территории заказчика.
11. Подписание акта выполнения работ.

Послепроектные работы

Послепроектные работы носят внутренний характер и редко становятся известными заказчикам, но для дальнейшего совершенствования команды они необходимы.

1. Прежде всего, необходимо провести тщательную ретроспективу проекта, описанную в главе «Процессы».
2. Затем, важно осмыслить, где еще могут быть применены полученные компетенции. На этом этапе полезно привлечь доверенных сторонних экспертов. Важен максимально свободный полет фантазии.
3. В числе прочего, важно рассмотреть, как, обладая новыми компетенциями после последнего проекта, мы бы выполняли предшествующие – ретроспектива такого рода чрезвычайно полезна: к нам могут обратиться за модернизацией уже созданного нами; мы сами можем в инициативном порядке предложить модернизацию; жизнь ходит кругами, и новые заказчики в новое время могут запросить повторить что-то из нашего прошлого.
4. Получив перечень возможных приложений новых компетенций и первичную оценку реальности для нас этих приложений, стоит составить дорожную карту наиболее привлекательных шагов.
5. Желательно, чтобы шаги по п.4 имели двойное или тройное применение – не сработает один план, мы автоматически окажемся внутри другого.
6. При ограниченности собственных средств, следует строить дорожную карту наиболее эффектно и эффективно.
7. **Эффектно** – означает, что мы должны рассмотреть инициативное создание чего-то, не требующего больших ресурсов, но очень привлекательного для сторонних наблюдателей. При совсем скудных средствах, стоит хотя бы промакетировать интересные технические/технологические гипотезы.
8. **Эффективно** – означает, что мы должны потратить часть своих ресурсов на совершенствование своей станочной и инструментальной базы, ограничения которой сковывали нас в анализируемом проекте.

Отношение к NDA

1. И у нас, и у заказчика на компьютерах стоят программы Майкрософта, Яндекса, Гугла и т.д., имеющие доступ ко всем файлам. Они не только читают нашу информацию, но могут копировать на свои серверы без нашего ведома.
2. И у нас, и у заказчика на компьютерах могут быть программы-злоумышленники. И никто не может быть застрахован от кражи информации.
3. Над проектом всегда работает много людей. В голову к ним не залезть, каждый шаг не проконтролировать. Можно ограничивать доступ людей к каким-то блокам информации. Но в отношении проектов научных и изобретательских, невозможно до начала работ решить кто и что будет знать или не знать.
4. Люди могут ошибаться и обязательно ошибутся в сложном проекте. Ошибки тоже могут привести к утечке информации и от этого нельзя застраховаться. А иногда ошибки обогащают проект новой информацией.
5. Человеческий ум так устроен, что информация из разных проектов всегда друг друга обогащает. Мысли, возникшие при работе над вашим проектом и переданная вами информация, так или иначе будут воздействовать на работу над другими нашими проектами. И наоборот, вся совокупность наших бывших и текущих проектов обогатит ваш проект. Это естественное состояние нашего мира и мозг не отключается поблочно тумблерами.
6. Мы работаем в проектном бизнесе с 1991 года. Ежегодно мы выполняем от 40 до 60 проектов. Половина наших проектов связана с наукой и изобретениями. Проекты в вашей области у нас были. Вероятность того, что мы уже знаем то, что вы хотите нам сообщить, чрезвычайно велика.
7. NDA имело хоть какой-то смысл в доинтернетную эпоху. Сейчас это нонсенс, попытка самоуспокоиться и закрыть глаза на реальность. Вероятность, что вашу информацию давно украли, близка к 100%. Просто для вора она не представляет интерес, только и всего. Нельзя защититься от утечки информации. Можно попытаться защититься от коммерческого использования информации – для этого у вас уже есть инструмент патентования.
8. Посему, мы уже много лет не подписываем никаких NDA. Вы либо верите в нашу честность, либо не верите – ничего сверх этого в природе не существует.
9. Да, исключения бывают. В специфических областях, с очень нетиповым текстом NDA, и в объеме отдельного бюджета на развертывание и поддержание системы обеспечения защиты информации под контролем квалифицированного ответственного специалиста заказчика. NDA это не только про штрафы исполнителя когда-то и если, это еще и стоит денег для заказчика здесь и сейчас.

IV УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ, РЕСУРСАМИ И ВРЕМЕНЕМ

В какой ситуации мы находимся

1. Качество нашей работы и ресурсы / время, необходимые для ее выполнения - величины связанные. Мы стараемся работать по формуле "Качественно - быстро - дорого".
2. Наша специфика заключается в огромном разнообразии задач, которые мы решаем в рамках своих проектов. В силу этого, нам приходится иметь дело с большим разнообразием материалов и комплектующих.
3. Для обеспечения приемлемого качества в сочетании с разумными сроками и бюджетами на выполнение проектов, нам приходится держать склад и станочный парк, используемые / загруженные не полностью.
4. Для сокращения времени выполнения проектов, мы должны:
    - поддерживать ассортимент материалов на складе;
    - поддерживать ассортимент комплектующих на складе;
    - поддерживать запас расходных материалов для инструментов;
    - поддерживать запас разнообразных инструментов;
    - поддерживать в исправном состоянии станки, частично дублируя их функционал на случаи ремонтов.
5. Перечисленное выше требует постоянного замораживания части денежных средств, сокращая наши возможности для развития компании или повышая цену своей работы.
6. Повышение цены возможно до известных пределов, после чего, заказчик предпочтет работать с компанией, предлагающей дешевле, хотя и с меньшим качеством.
7. Отсюда следует, что мы должны выстроить очень гибкую систему, позволяющую обеспечить хорошее качество при постоянном снижении себестоимости.
8. Для оптимизации своих расходов, мы должны:
    - тщательно следить за максимальной унификацией материалов и комплектующих в различных проектах;
    - по возможности, унифицировать целые узлы, применяемые в различных проектах;
    - постоянно отслеживать качество материалов и проводить более полную их первичную подготовку у поставщика;
    - в обозримом будущем применять закупки более дешевого инструмента и станков с целью их постепенного дублирования и резервирования;
    - сократить число итераций при создании нового оборудования, предварительно применяя более дешевое макетирование.

Материальные ресурсы команды

Ресурсы команды складываются из:

1. Денежных средств на счетах компаний.
    - Мы стремимся поддерживать трехмесячный запас денежных средств в фонде оплаты труда – люди должны быть защищены при возникновении каких-либо производственных проблем. Кроме того, мы 1 – 2 раза в год индексируем оклады с учетом инфляции и роста профессионализма сотрудников.
    - Накапливаем средства на ежегодные обязательные платежи (например, за лицензии на программное обеспечение).
    - Не имеем налоговых задолжностей.
    - Накапливаем суммы на непредвиденные расходы, которые в проектном бизнесе неизбежны.
    - По мере возможностей, закупаем материалы, инструменты, оборудование и финансируем внутренние проекты.
2. Запасов материалов для изготовления деталей.
3. Запасов наиболее используемых покупных изделий.
4. Запасов запасных частей для обеспечения гарантийных обязательств и сервисного обслуживания.
5. Архива результатов экспериментов (частично должны сохраняться, частично могут применяться повторно в других проектах).

Накопление и бережное распоряжение ресурсами

1. От способности накапливать и бережно распоряжаться ресурсами, зависят наше благополучие и наши возможности для совершенствования и роста.
2. Контрактные проекты, не приносящие прибыль, должны прекращаться максимально рано. Желательна разбивка контрактных проектов на небольшие этапы с формированием их окончательных цен по мере продвижения проекта.
3. Наши услуги не могут быть бесплатны. Они могут быть бонусом для заказчика в обмен на что-то более ценное нам, чем прямая оплата; но этот подход не может практиковаться в ущерб финансовому благополучию команды.
4. Внутренние проекты в стадии собственного финансирования, не должны оттягивать на себя более 15% доходов.
5. Закупаемые инструменты должны быть предназначены для выполнения контрактных проектов и, по возможности, включаться в сметы этих проектов.
6. Закупаемые материалы должны иметь быструю оборачиваемость, либо включаться в сметы контрактных проектов.
7. Программное обеспечение быстро устаревает и наиболее предпочтительно закупать годовые лицензии – это позволит нам всегда иметь самую последнюю версию ПО.

Индивидуальные подходы к членам команды

Мы должны практиковать индивидуальные планы развития для каждого члена команды. ИПР включает в себя следующее:

1. Определение конкретных целей, которые сотрудник должен достичь.
2. Постановка плановых сроков по достижению целей.
3. Разработка мероприятий и описание конкретных действий для достижения поставленных целей.

4. Оценка достижения сотрудником намеченных результатов.
5. Понятный рост материального вознаграждения при реализации ИПР.

Управление качеством

Мы используем в своей работе следующие принципы.

1. Проект должен иметь измеряемые технические параметры, говорящие нам, что необходимое качество достигнуто.
2. Помимо технических параметров мы стремимся к постоянному улучшению внешнего вида изделий.
3. Третья составляющая качества – эргономика ремонта. Все изделия должны проверяться на удобство сборки и разборки.
4. Четвертая составляющая – эргономика эксплуатации. Все изделия должны проходить тестовую эксплуатацию на нашей территории.
5. Пятая составляющая – надежность. В условиях засилья китайских комплектующих (в том числе, замаскированных под импортозамещенные), этот вопрос становится одним из сложнейших.
6. Шестая составляющая качества изделия – принципиальная ремонтопригодность. Ремонтопригодность обеспечивается простотой конструкции, унификацией технических решений, доступностью покупных частей.
7. Последняя составляющая качества изделия – его понятность. Понятность складывается из простоты самого изделия и качественной сопроводительной документации.

Управление временем

Раздел в разработке.

V
ОСТОРОЖНО!

Излишняя формализация процессов и методов, подменяет смыслы традициями. Традиции быстро теряют обоснованность и становятся непреодолимой стеной на пути творческой мысли.

Наверное, если бы мы производили какой-либо серийный объект, это было бы неплохо – это бы оберегало качество объекта от ошибок исполнителей.

Но мы производим именно творческую мысль и все, что стоит на ее пути, должно быть решительно устранено.

Отсюда вытекает, что изложенное в этом документе, есть не свод указаний, а примерное направление продвижения при изобретательской деятельности.

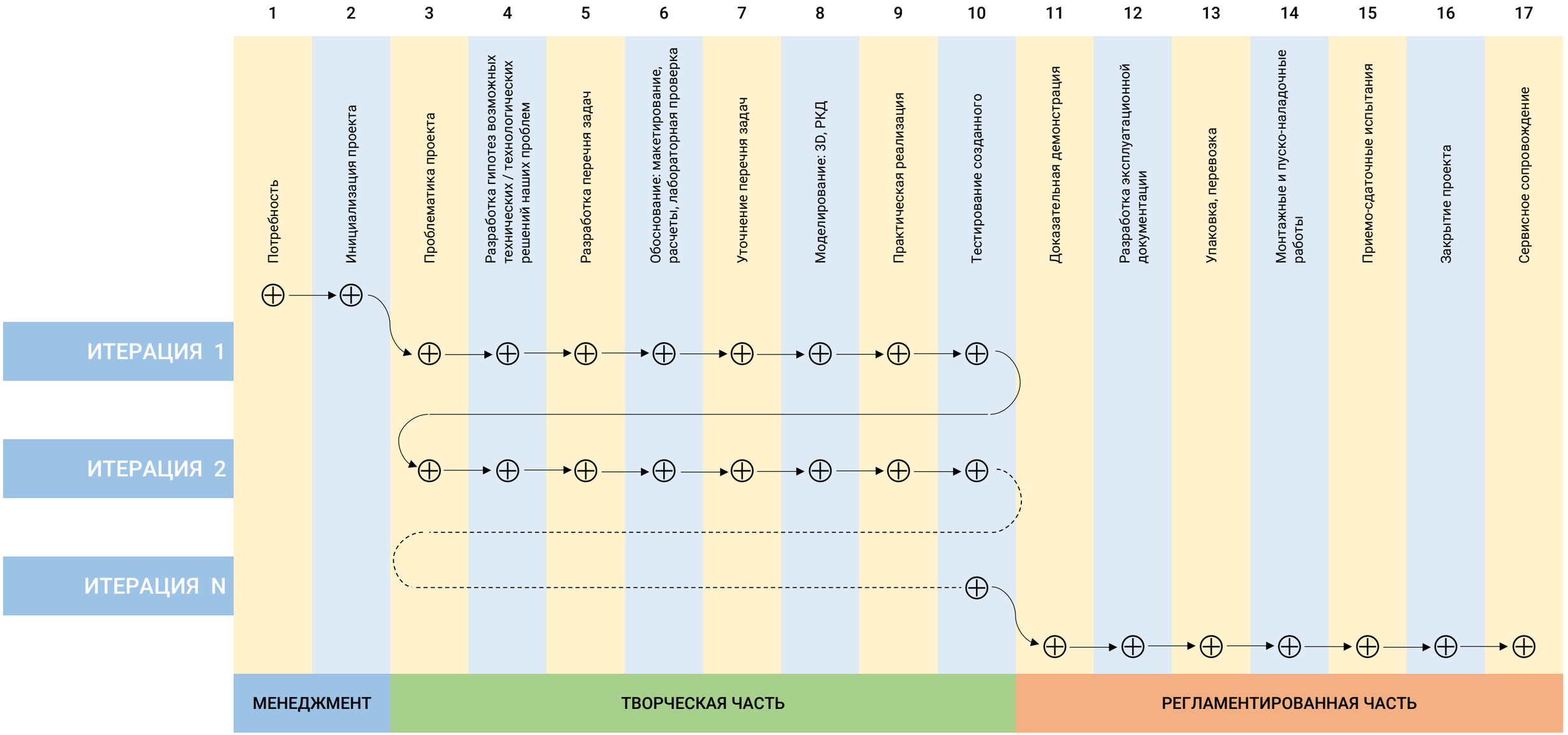
Все хорошо в меру и без фанатизма.

IV ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Типичная последовательность шагов при проектной деятельности инженера
2. О назначении экспертов — их реальная роль при решении изобретательских задач
3. Методы задавания вопросов при поиске технического решения
4. Шаблон технического задания

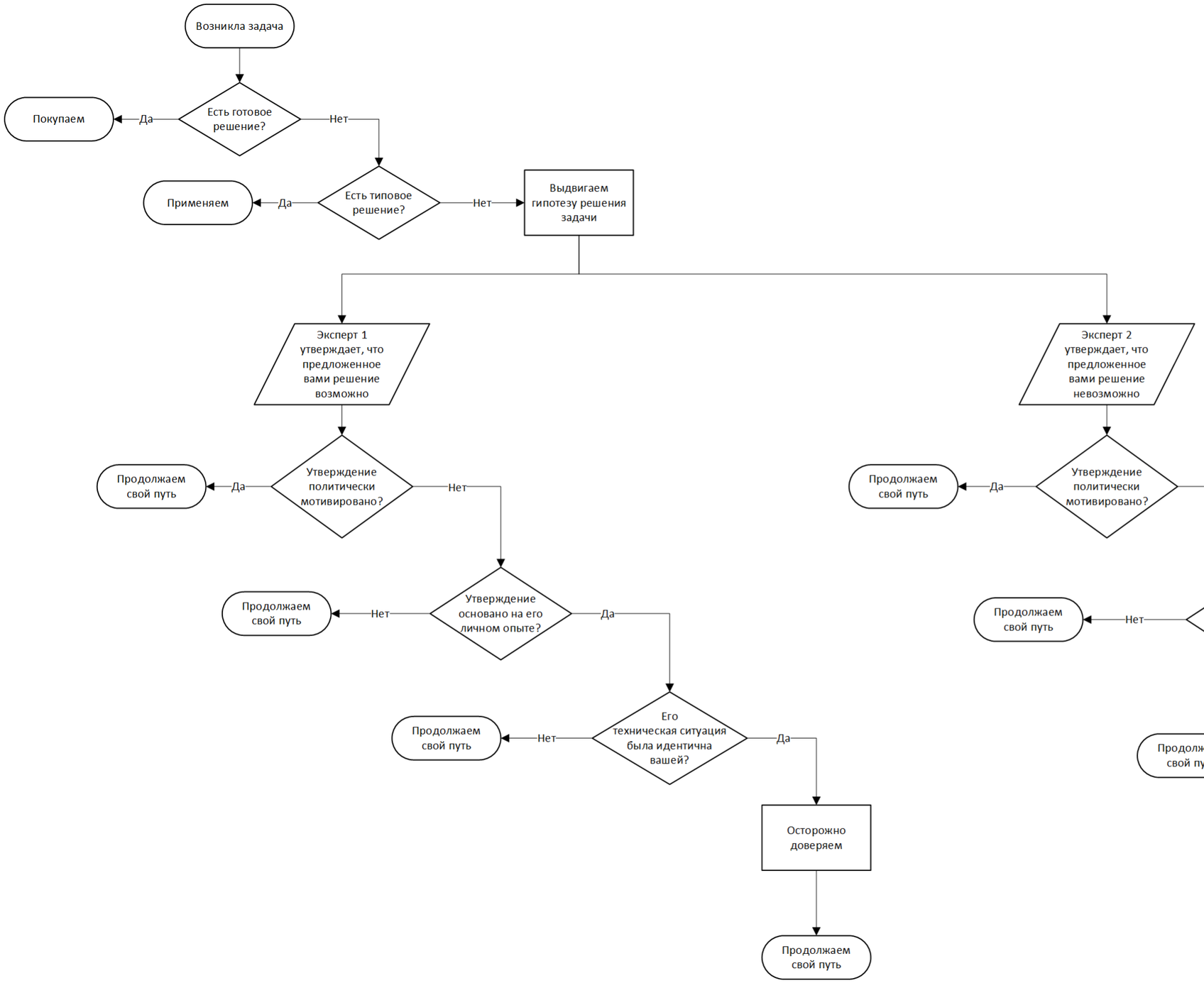
Типичная последовательность шагов
при проектной деятельности инженера

ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации



О назначении экспертов — их реальная роль при решении изобретательских задач

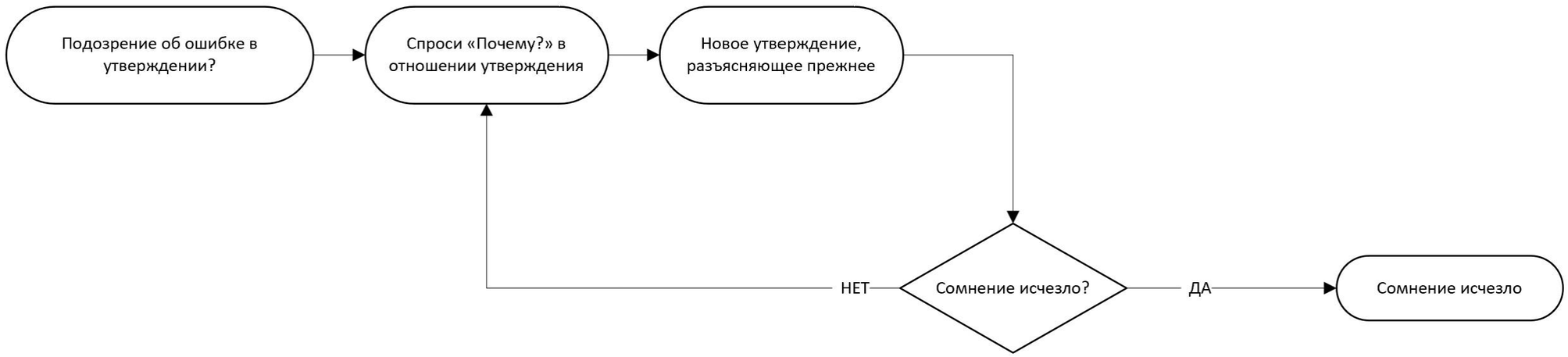
ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации



ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации

Метод одного вопроса

Метод «Почему?»



Адриано Челентано в фильме "Укрощение строптивого" на, кажущиеся логичными утверждения окружающих, произносит: "Не уверен", заставляя их искать доказательства своих слов или признать отсутствие таковых.

Хэнк Реардэн из романа Рэнда Айна "Атлант расправил плечи", беседуя с зашоренным чиновником, на каждое его утверждение отвечает всего одним словом "Почему?", заставляя того пройти всю цепочку утверждений до первоутверждения И обнаружить его несостоятельность.

Метод 5W1H

What, When, Why, Who, Where and How

Что, Когда, Почему, Кто, Где и Как

Шестерка слуг

Есть у меня шестерка слуг,
Проворных, озорных.
И все, что вижу я вокруг, все
Знаю я от них.

Они по зову моему
Являются в нужде.
Зовут их Как? и Почему?
Кто? Что? Когда? и Где?

Я по горам и по лесам
Гоняю верных слуг.
Потом работаю я сам,
А им даю досуг. (...)

Но у меня есть милый друг –
Особа юных лет.
Ей служат сотни тысяч слуг,
И всем покоя нет.

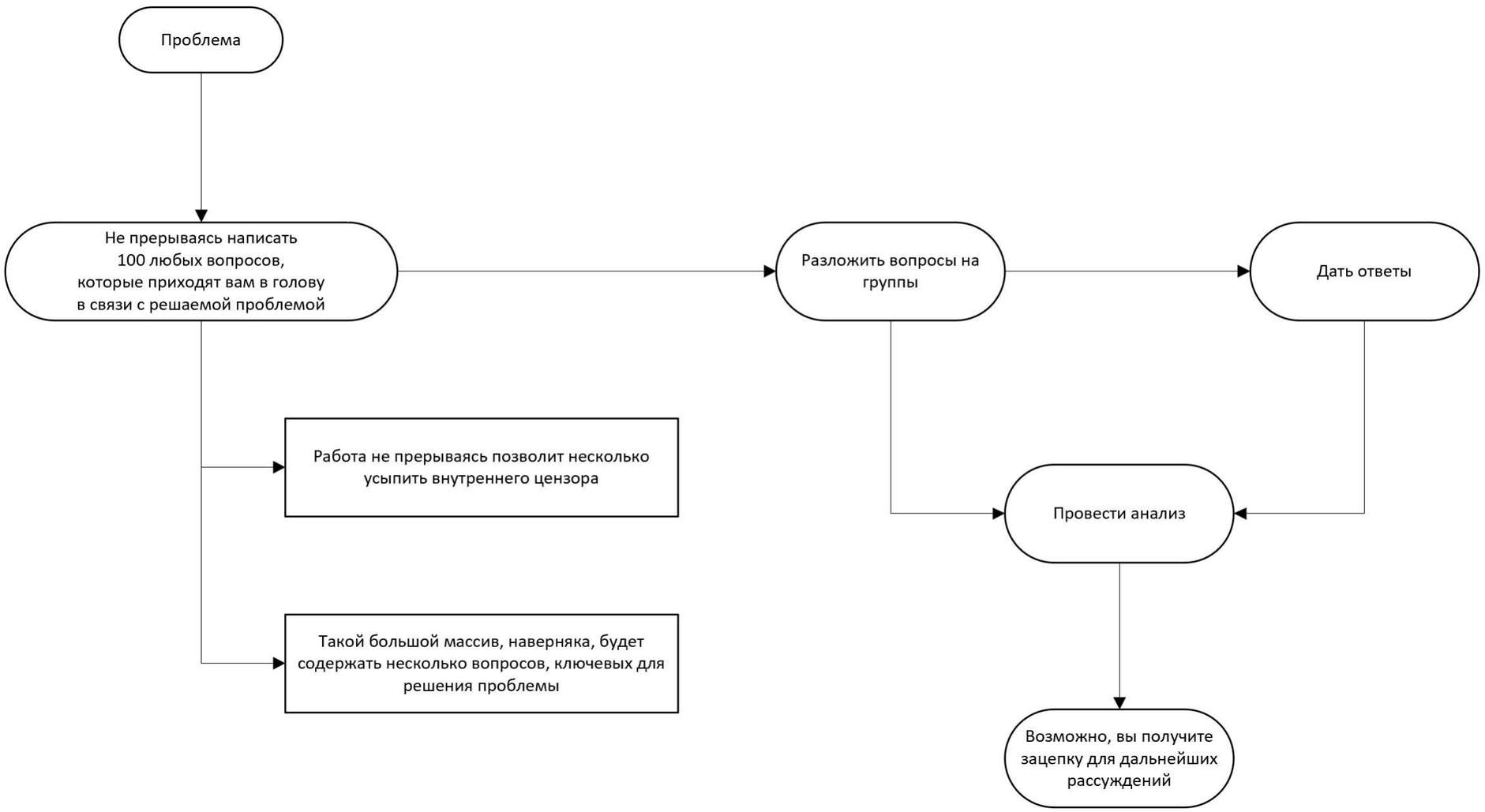
Она гоняет как собак
В ненастье, дождь и тьму
Пять тысяч Где? семь тысяч Как?
Сто тысяч Почему?
[Р. Киплинг]

Метод 100 вопросов

Майкл Дж. Гелб

Метод откровенно слабый.

Но если есть время и все остальные методы не дали ожидаемого результата, -- то почему бы и нет.

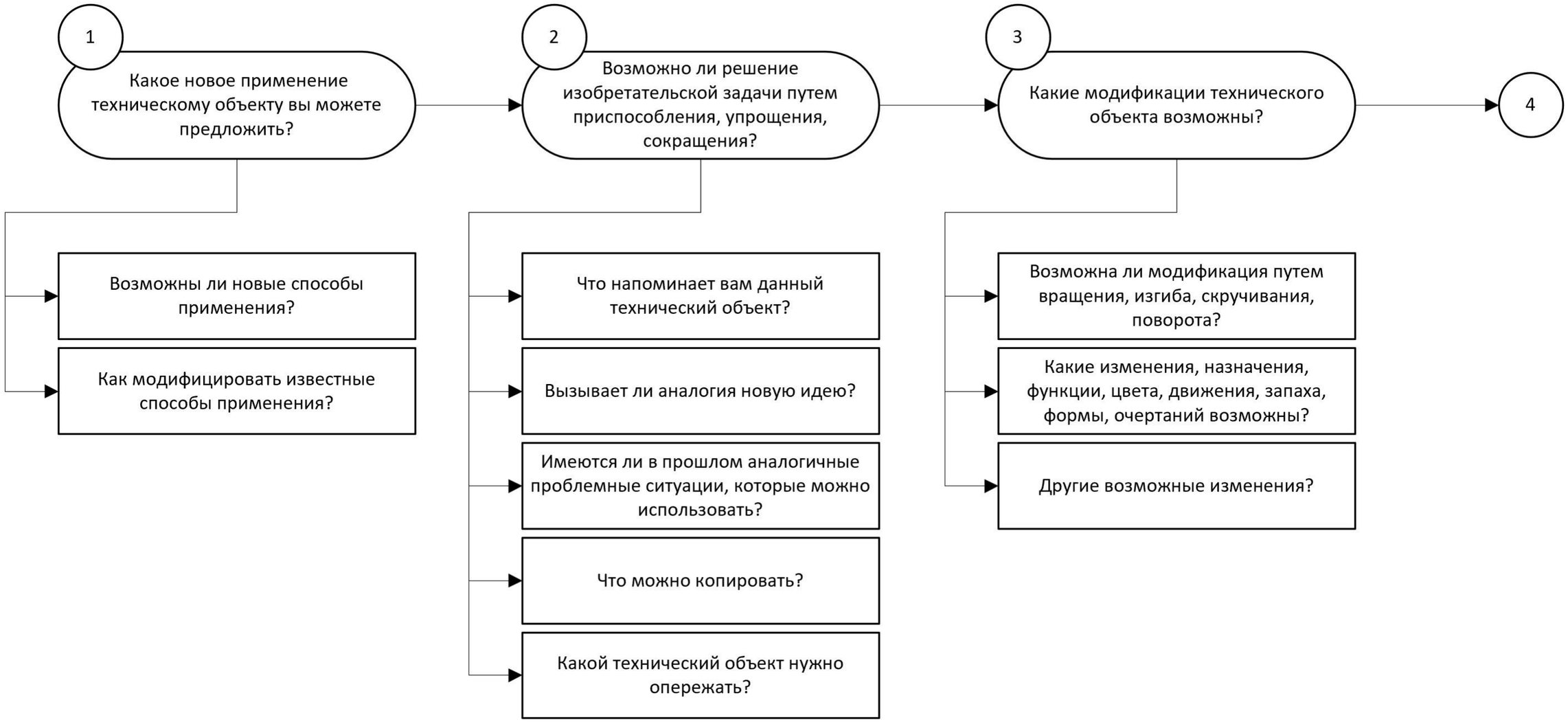


Метод контрольных вопросов

9 контрольных вопросов и их уточнение

Алекс Осборн (1888-1966)

ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации

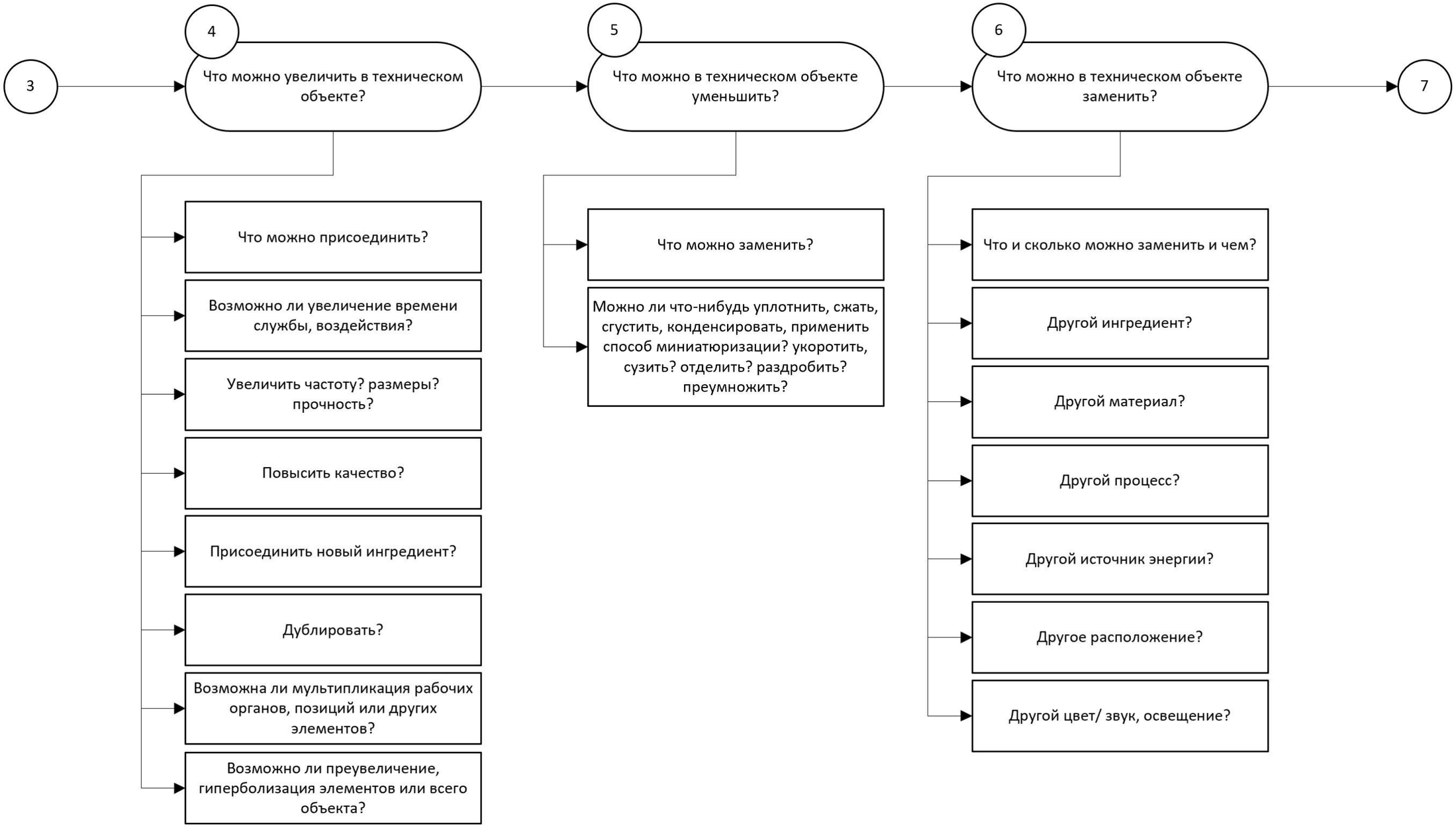


Метод контрольных вопросов (продолжение 1)

9 контрольных вопросов и их уточнение

Алекс Осборн (1888-1966)

ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации

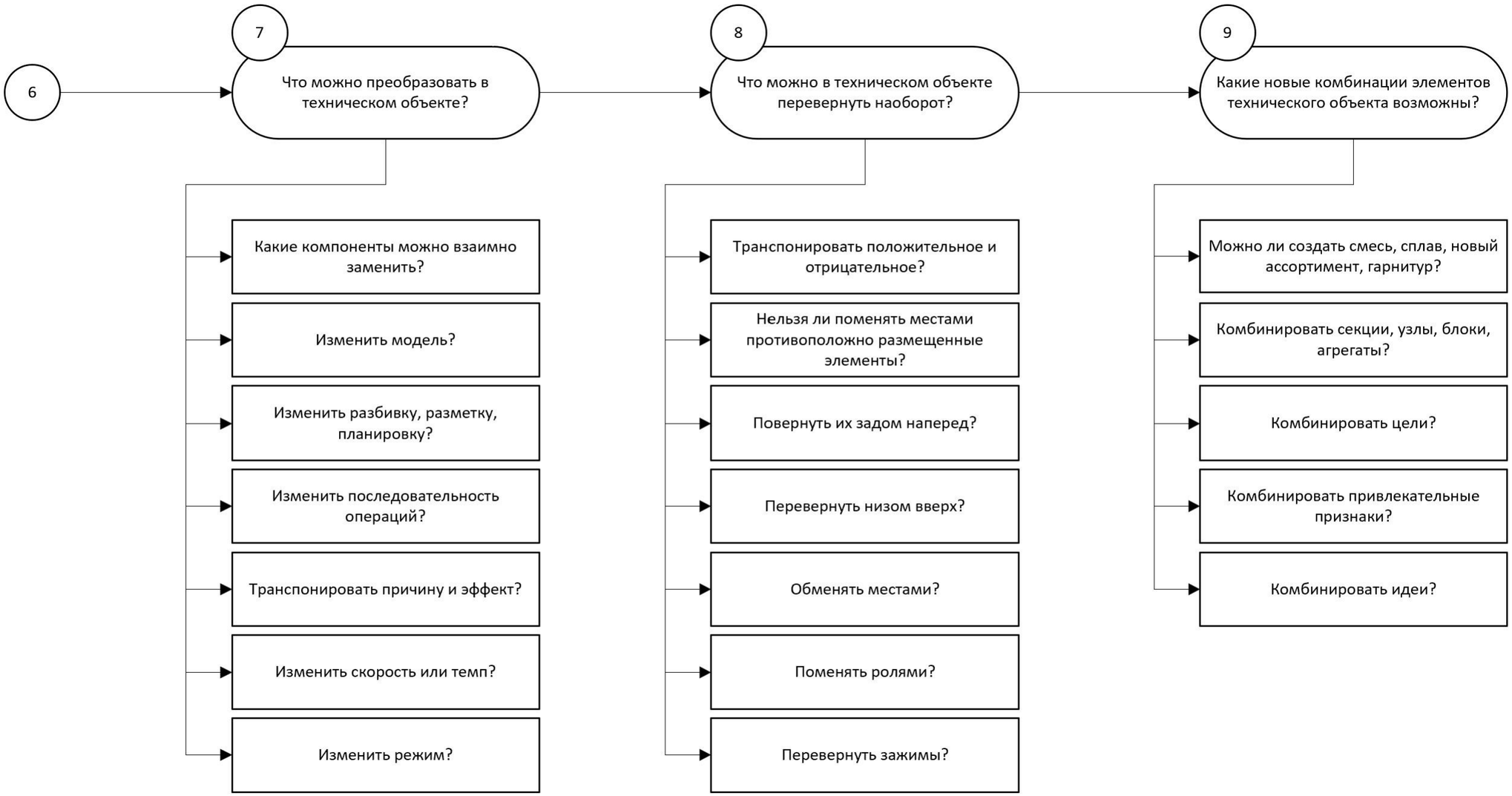


Метод контрольных вопросов (продолжение 2)

9 контрольных вопросов и их уточнение

Алекс Осборн (1888-1966)

ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации



ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации

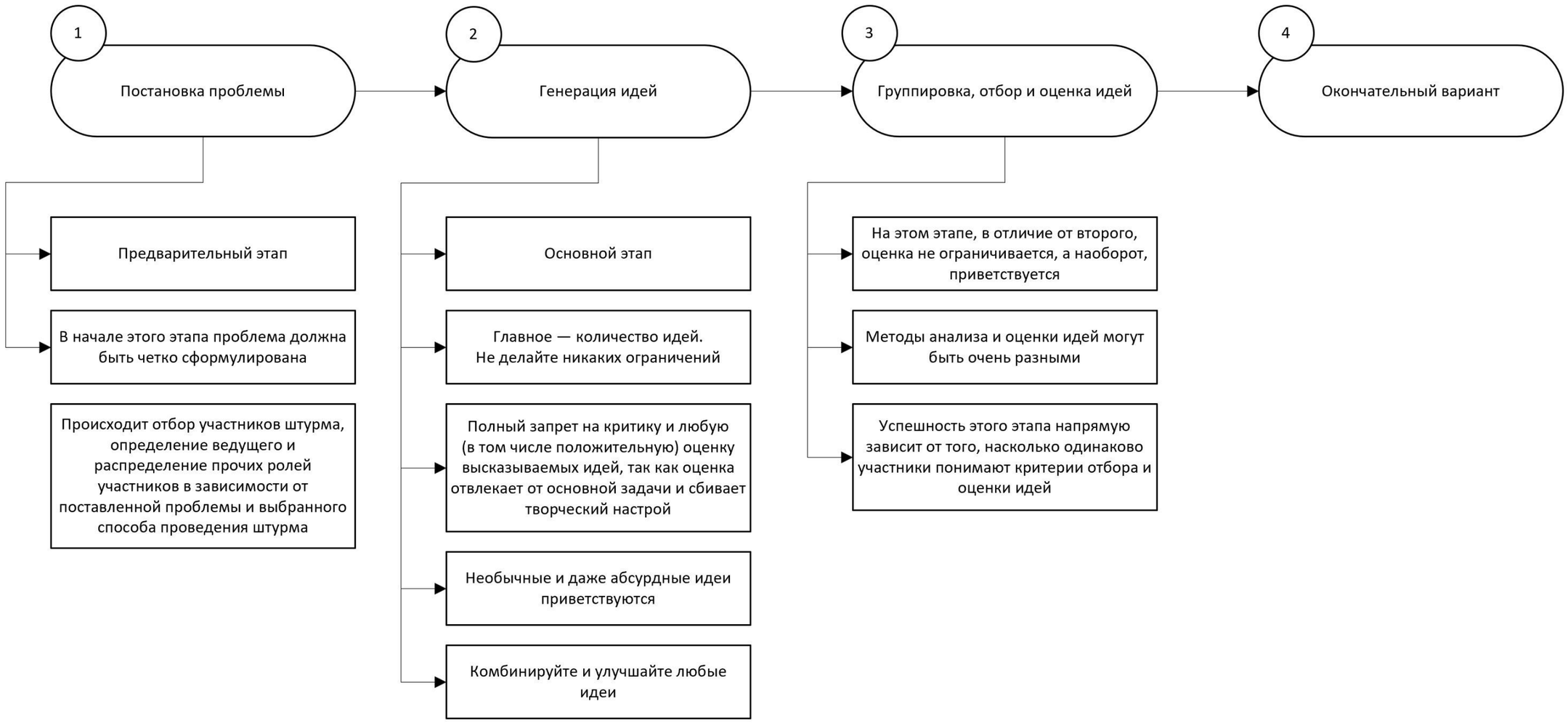
Метод мозгового штурма

Алекс Осборн (1888-1966)

Существует множество модификаций. Но чем сложнее, тем менее эффективно.

Волшебной таблетки не существует, этот метод так же не решает всех проблем, как и любой иной метод,

а потому предпочтительнее максимально простой вариант, описанный здесь.



50 вопросов: что изменится, если применить один из этих приемов?

Генрих Альтшуллер (1926-1998)

ESTlab.ru
Engineering — Science — Technology
Поиск путей в хаосе первичной информации

1. Принцип дробления
разделить объект на независимые части;
выполнить объект разборным;
увеличить степень дробления объекта.

2. Принцип вынесения
отделить от объекта "мешающую" часть ("мешающее" свойство);
выделить единственно нужную часть (нужное свойство).

3. Принцип местного качества
перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной;
разные части объекта должны иметь (выполнять) различные функции;
каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для ее работы.

4. Принцип асимметрии
перейти от симметричной формы объекта к асимметричной;
если объект асимметричен, увеличить степень асимметрии.

5. Принцип объединения
соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты;
объединить во времени однородные или смежные операции.

6. Принцип универсальности
объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

7. Принцип "матрешки"
один объект размещен внутри другого, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д.;
один объект проходит сквозь полости в другом объекте.

8. Принцип антивеса
компенсировать вес объекта соединением с другим, обладающим подъемной силой;
компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (за счет аэро- и гидродинамических сил).

9. Принцип предварительного антидействия
заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям;
если по условиям задачи необходимо совершить какое-то действие, надо заранее совершить антидействие.

10. Принцип предварительного действия
заранее выполнить требуемое действие (полностью или хотя бы частично);
заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затраты времени на доставку и с наиболее удобного места.

11. Принцип "заранее подложенной подушки"
компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

12. Принцип эквипотенциальности
изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект.

13. Принцип "наоборот"
вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие;
сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а неподвижную - движущейся;
перевернуть объект "вверх ногами", вывернуть его.

14. Принцип сфероидальности
перейти от прямолинейных частей к криволинейным от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба и параллелепипеда, к шаровым конструкциям;
использовать ролики, шарики, спирали;
перейти от прямолинейного движения к вращательному, использовать центробежную силу.

15. Принцип динамичности
характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы;
разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга;
если объект в целом неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся.

16. Принцип частичного или избыточного действия
если трудно получить 100% требуемого эффекта, надо получить "чуть меньше" или "чуть больше" - задача при этом существенно упростится.

17. Принцип перехода в другое измерение
трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (т. е. на плоскости). Соответственно задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, устраняются при переходе к пространству в трех измерениях;
использовать многоэтажную компоновку объектов вместо одноэтажной;
наклонить объект или положить его "на бок";
использовать обратную сторону данной площади;
использовать оптические потоки, падающие на соседнюю площадь или обратную сторону имеющейся площади.

18. Использование механических колебаний
привести объект в колебательное движение;
если такое движение уже совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой);
использовать резонансную частоту;
применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы;
использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями.

19. Принцип периодического действия
перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному);
если действие уже осуществляется периодически, изменить периодичность;
использовать паузы между импульсами для другого действия.

20. Принцип непрерывности полезного действия
Вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой)
Устранить холостые и промежуточные ходы

21. Принцип проскока
вести процесс или отдельные его этапы (например, вредные или опасные) на большой скорости.

22. Принцип "обратить вред в пользу"
использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта;
устранить вредный фактор за счет сложения с другими вредными факторами
усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.

23. Принцип обратной связи
ввести обратную связь;
если обратная связь есть, изменить ее.

24. Принцип "посредника"
использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие;
на время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект.

25. Принцип самообслуживания
объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции;
использовать отходы (энергии, вещества).

26. Принцип копирования
вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии;
заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями). Использовать при этом изменение масштаба (увеличить или уменьшить копии);
если используются видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным и ультрафиолетовым.

27. Дешевая недолговечность

28. Замена механической системы
заменить механическую схему оптической, акустической или "запаховой";
использовать электрические, магнитные и электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;
перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных - к меняющимся во времени, от неструктурных - к имеющим определенную структуру;
использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

29. Использование пневмоконструкций и гидроконструкций
вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие;
использовать электрические, магнитные и электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;
надувные и гидронаполняемые, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные.

30. Использование гибких оболочек и тонких пленок
вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки;
изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

31. Применение пористых материалов
выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия и т. д.);
если объект уже выполнен пористым, предварительно заполнить поры каким-то веществом.

32. Принцип изменения окраски
изменить окраску объекта или внешней среды;
изменить степень прозрачности объекта или внешний среды.

33. Принцип однородности
объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала (или близкого ему по свойствам).

34. Принцип отброса и регенерации частей
выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта должна быть отброшена (растворена, испарена и т.д.) или видоизменена непосредственно в ходе работы;
расходуемые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

35. Изменение физико - химических параметров объекта
изменить агрегатное состояние объекта;
изменить концентрацию или консистенцию;
изменить степень гибкости;
изменить температуру.

36. Применение фазовых переходов
использовать явления, возникающие при фазовых переходах, например, изменение объема, выделение или поглощение тепла и т. д.

37. Применение теплового расширения
использовать тепловое расширение (или сжатие) материалов;
использовать несколько материалов с разными коэффициентами теплового расширения.

38. Применение сильных окислителей
заменить обычный воздух обогащенным;
заменить обогащенный воздух кислородом;
использовать озонированный кислород;
заменить озонированный кислород (или ионизированный) озоном.

39. Применение инертной среды
заменить обычную среду инертной;
вести процесс в вакууме.

40. Применение композиционных материалов
перейти от однородных материалов к композиционным.

41. Паузы
Одно действие "вставлено" в паузы другого действия.

42. Многоступенчатое действие
Эффективность действия наращивают путем последовательного применения группы однородных объектов.

43. Пена

44. Вставные части
Трудности, связанные с изготовлением объекта, преодолевают, изготавливая часть объекта отдельно и присоединяя эту часть к основной части изготавливаемого объекта. Вставку используют только на время изготовления объекта, а затем удаляют (этот подприем близок к приему 34).

45. Би-принцип
Используя одновременно два однотипных объекта с разными количественными характеристиками, можно получить качественно новый эффект (напр., биметаллические пластинки; биения, возникающие при сложении двух колебаний, и т.д.).

46. Взрыв
Заменить отдельные части объекта взрывчатыми веществами или порохами, воспламеняемыми после введения объекта в труднодоступное место.

47. Сборка на/в воде
Точнее было бы говорить не только о сборке, но и о других действиях на воде.

48. Мешок с вакуумом

49. Диссоциация-ассоциация
Этот прием можно рассматривать как "разделение-объединение" на молекулярном уровне. "Диссоциация-ассоциация" сильнее "разделения-объединения". Она позволяет веществу, когда надо, раздваиваться, а когда надо снова превращаться в одно вещество.

50. Самоорганизация

Шаблон технического задания

Скоро покажем