



Инжиниринг в вопросах, ответах и историях

Версия 22.03.2026 г.

(С) С.П. Зотов

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий сборник статей составлен на основе наиболее популярных постов из нашего блога. Эти посты читатели часто сохраняли к себе в Избранное.

За счет нового формата, мы нашли возможность короткие посты развернуть в более подробные тексты.

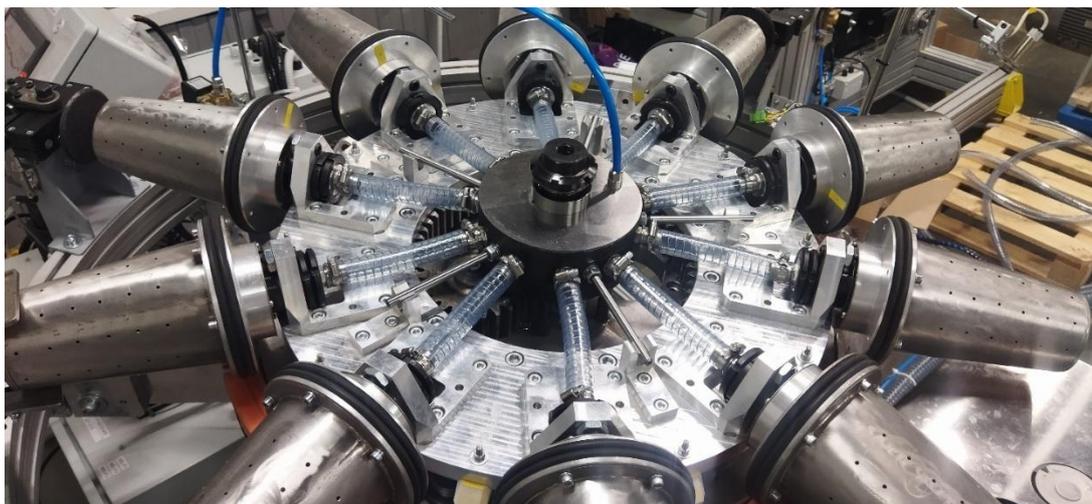
Этот сборник будет дополняться и совершенствоваться – обращайтесь внимание на его версию, указанную на титульном листе.

Мы не против цитирования и копирования. Надеемся, что вы не будете забывать указывать авторство этих текстов.

С наилучшими пожеланиями, инженер Сергей Петрович Зотов.

Наш сайт здесь: estlab.ru

ВЗАИМНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ПРОЕКТОВ



Для одного из наших проектов, нам понадобилось на вращающемся 10-ти позиционном роторе иметь попеременное изменение давления в рабочих инструментах:

- в позициях с 1-ой по 8-ю, инструменты должны вакуумироваться,
- в позиции 9-ой наполняться сжатым воздухом,
- в 10-ой позиции опять запускается вакуумирование.

Очевидно, что смазки во вращающихся соединениях при знакопеременных давлениях и постоянном вращении, будут сохраняться недолго.

На уплотнения так же не хотелось полагаться – это потребовало бы регулярного их обслуживания и замены.

Задачу мы решали следующим образом:

Изготовили специальные "блины" – детали с отверстиями и канавками для движения воздуха, трущиеся поверхности которых отполировали и прижали друг к другу регулируемой пружиной.

Блины одевались как детская матрешка на неподвижную ось. Через ось и производилось вакуумирование.

Часть блинов удерживалась штифтами от вращения, центральный блин вращался за пальцы с самим ротором.

Испытания показали работоспособность нашей идеи. Но одновременно выявили повышенный износ полированных поверхностей без смазки.

Во второй итерации мы применили наши материаловедческие наработки из реверсного инжиниринга итальянской и американской гидроаппаратуры – там нам пришлось решать вопрос замены сталей, которых нет в России (не просто каких-то марок нет, а целые классы отсутствуют) и мы опытным путем проходили путь их оптимальной замены, найдя подходящий класс российских сталей.

И вторая итерация вращающегося коллектора, изготовленная из правильных материалов, уже совершила отличный пробег без какого-либо обслуживания и смазки.

Это был пример взаимного обогащения проектов материаловедческими наработками.

Бывает взаимное обогащение проектов и другого рода:

Когда конструктивные решения, характерные для одной отрасли промышленности, применяются в оборудовании для другой.

Поскольку за 34 года конструкторской деятельности успел наработаться опыт из разных отраслей, многие красивые и необычные технические решения приходят очень быстро. Но, правда, потом приходится долго ломать консерватизм заказчиков :)

Конструктору просто необходимо периодически выполнять проекты из непривычных для себя отраслей – в каждой из них свои характерные конструктивные решения и наборы материалов.

Выполняя проекты из разных отраслей, неизбежно обогащаешь свои знания быстрее и масштабнее, чем зауклившись в узкой специализации.

Вот краткий перечень отраслей и направлений, в которых мы успели поработать:

- Агротехнологии
- Аэрокосмическая отрасль
- Автоматизация процессов
- Аддитивные технологии
- Биотехнологии
- Гидравлика
- Машиностроение общее
- Фармацевтическая отрасль
- Медицинская техника
- Пищевые технологии
- Полиграфия
- Упаковочная отрасль
- Текстильная отрасль
- Электролизное и гальваническое производство
- Строительные материалы и технологии
- Экология
- Энергетика

Мы создавали объекты от 1 микрометра до 12 метров.

Мы одновременно занимались биотехнологиями и инструментом для разрушения железобетонных конструкций.

Мы обсуждали робот для 3D-печати базы на Луне и считали клопов на Земле.

Мы создавали для Роскосмоса систему управления большого "помпового ружья" калибром 50 мм, с давлением в стволе 400 атмосфер и длиной ствола в несколько метров. И прорабатывали вопрос производства вакуумного массажера глаз.

Мы занимались десятком проектов для полиграфии, а потом применяли эти наработки в совершенно неожиданных отраслях.

Вместе с учеными из Курчатовского мы проектировали магнитно-вихревую мельницу для переработки практически любых горных пород в высококачественный цемент. А потом ту же технологию применяли для очистки хозяйственно-бытовых стоков.

Для одного состоятельного энтузиаста мы разработали пакет технологий по конденсации воды из воздуха прибрежных морских зон. И даже получили для него 4 патента.

Но, перефразируя Сальвадора Дали:

Лучший проект — это тот, который еще только предстоит!

Обращайтесь, мы и вам создадим что-нибудь этакое и невероятное, чтобы потом ваши внуки с восторгом рассказывали про вас своим одноклассникам!

18.08.2025 г.

ДВА СЛОЯ ПРОЕКТНОГО ТЕЧЕНИЯ



Некоторое время назад я упоминал, что различные проекты неизбежно взаимно обогащают друг друга конструктивными и технологическими решениями. Но есть в этом обогащении особенный драйвер, о котором мы еще не говорили. Сегодня мы расскажем о том, к чему пришли сами, а потом тоже самое обнаружили у американской компании SpaceX - как оказалось, мы создали очень крутую систему!

Суть же вот в чем.

Коммерческие проекты очень редко удается наполнить новациями как конструктивными, так и технологическими. Коммерсант, в массе, очень инертен и цепляется за закоряченнее — лишь бы работало. Ну очень редко коммерсант умеет мечтать, любит мечтать и требует от разработчика мечтать вместе с ним — такой коммерсант штучный и уникальный продукт!

Но развиваться как-то нужно?

И вот мы специально ввели в свою практику систему внутренних небольших проектов, на которые пускаем сравнительно скромные ресурсы, но за счет

которых изучаем те самые новые конструктивные (часто свои собственные, а часто копируем немцев и японцев) или технологические приемы. Мы создаем действующие макеты, позволяющие нам понять достоинства и ограничения новых для нас идей. А потом, переводим эти идеи из статуса новаций в проверенные и смело включаем в коммерческие проекты.

Недавно мне попала статья об особенностях разработки системы Starship у компании SpaceX.

Я всегда задавался вопросом: — Зачем одна компания делает два таких разных продукта? - ведь у них есть еще и коммерчески успешный Falcon 9.

Да, я знаю, что у них разная грузоподъемность и они рассчитаны на различные сценарии.

Но я говорю не о такой разности - разность этих продуктов имеет более глубокие корни, она просто бросается в глаза даже без знания технических параметров - там просто интуитивно видно разные идеологические подходы.

А секрет такой:

Falcon 9 - это коммерческий проект, позволяющий компании зарабатывать и жить. В этом проекте все должно быть основательным, выверенным и обеспечивать стабильный успех.

Starship - это мечта, задел на будущее. Этот продукт не имеет коммерческого выхлопа прямо теперь — еще должна подтянуться периферия и образоваться реальная экономическая потребность. Благодаря этому, компания может проверять на Starship все свои самые смелые идеи и изучать пределы работоспособности узлов и механизмов (снять какие-то плитки теплового экрана корпуса, уменьшить тепловой экран двигателя, применить что-то, что никто не применял в построении таких машин) — да, Starship специально перегружают и ломают, сознательно идут на возможность неудачных запусков. Starship - драйвер для идей.

А когда какая-то идея выстреливает — она плавно и контролируемо перетекает на Falcon 9.

Т.е. мы имеем двухслойное проектное течение:

- вверху коммерчески выверенное и плавно текущее,
- в глубине сознательно турбулентное, позволяющее всегда быть на шаг впереди всех и ускоряющее верхний слой.

В идеале, проектная деятельность, вообще, должна быть похожа на фрактал. — Но это уже следующий наш уровень, к которому мы обязательно будем стремиться :)

Да, наш масштаб в ESTLAB.ru ну никак не сравним с компанией SpaceX.

Но все же приятно осознавать, что мы самостоятельно построили аналогичную им проектную систему.

PS

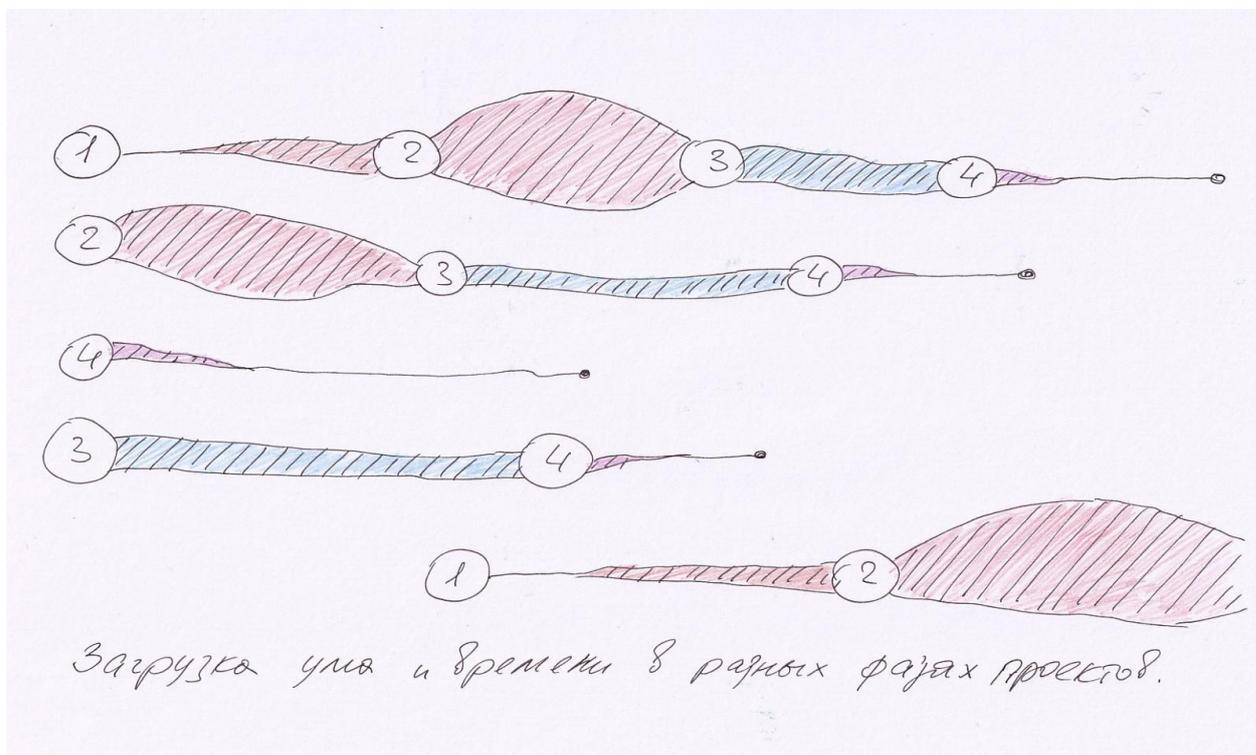


И когда в другой раз взорвется Starship, не смейтесь вместе с желтушными журналистами, а спросите себя:

— Почему не мечтаем мы?

15.09.2025 г.

ПОЧЕМУ НЕСКОЛЬКО ПРОЕКТОВ, ИДУЩИХ ОДНОВРЕМЕННО, НО В РАЗНЫХ ФАЗАХ – ЭТО ИДЕАЛЬНО?



Каждый проект проходит через несколько фаз:

1. Фаза осмысления и «вхождения в тему».
2. Фаза информационной проработки:
 - построение концепций,
 - формулирование гипотез,
 - расчеты и исследования,
 - 3D-моделирование,
 - разработка РКД.

В этой фазе может присутствовать доля работ с материальными объектами. Как-то:

- лабораторные исследования,
- макетные проверки.

Но эти «материальные» работы имеют целью более качественное информационное обеспечение и общий характер фазы не изменяют.

3. Фаза создания целевого материального объекта.

4. Фаза обеспечения жизнедеятельности целевого материального объекта.

Все фазы требуют проведение работ разного характера и интенсивности.

Например, фаза 1 (в идеальном случае) требует:

- «коснуться» умом проблемы,
- «переспать» с полученной информацией,
- сформулировать и обсудить возникшие вопросы,
- уйти на новый виток **коснуться-переспать-обсудить**.

Т.е. работы в этой фазе не могут вестись в режиме: сели за стол и не встаем до получения результата – наоборот, это очень вредный режим для такой фазы.

Более того, ум человека так «устроен», что в этой фазе требует для своей большей продуктивности постоянно переключаться на что угодно, но отличное от проблематики этого проекта.

Очевидно, что эта фаза для лучшего качества результата, должна разворачиваться во времени параллельно с какими-то другими фазами других проектов – только так ум и время будут загружены наиболее оптимально и качественно.

Примерно, как показано на иллюстрации к этой статье.

Когда мы просим заказчиков ускорить принятие решения или, наоборот, встать в очередь. – это связано, как правило, с нашим желанием разнести разные проекты, чтобы у них не совпали в одно время фазы 2.

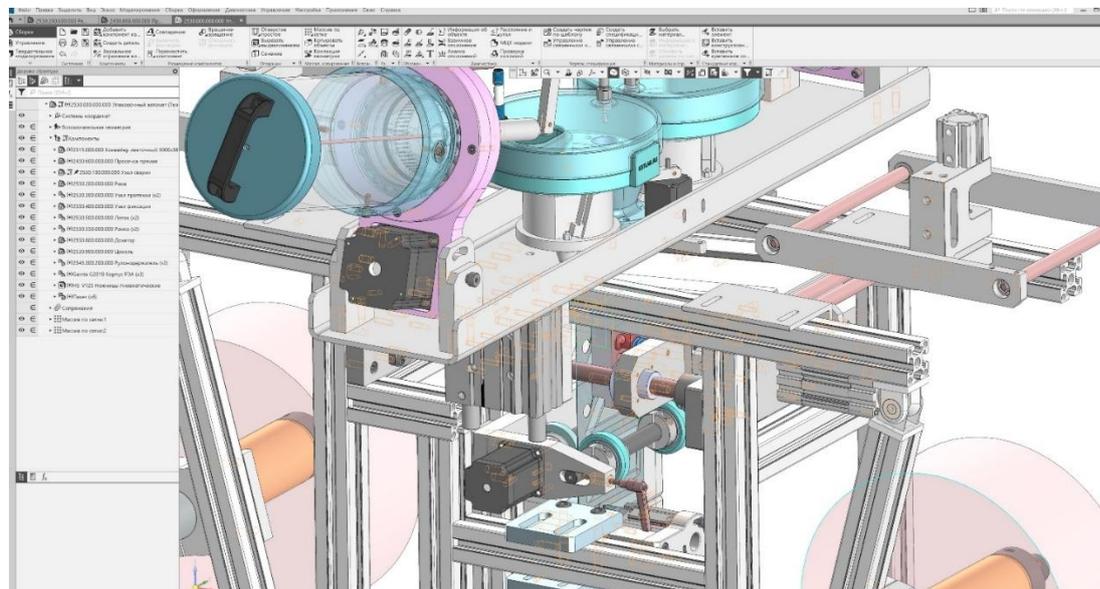
Совпадение фаз 2 приводит к очень большой нагрузке и снижает качество результата или сильно удлиняет сроки.

Все другие фазы разных проектов могут отлично сочетаться между собой. Но совпадение фаз 2 приводит инжиниринговую компанию в состояние, близкое к разрушительному резонансу – увы, проверено годами практики.

14.03.2026 г.

ЭКОНОМИКА ПРОЕКТОВ

Часть 1: Структура цены проекта



Существует устойчивое мнение, что проект на китайских комплектующих должен быть дешевле, нежели проект на европейских.

Сейчас я объясню, почему это не так.

** Сразу оговорка: возможно, при тиражном производстве мои расчеты станут неверны. Но я занимаюсь решением нестандартных задач, и моя тиражность редко достигает 3 единиц оборудования (да и те не одновременно, а в течение нескольких лет).*

Итак, единичное нестандартное оборудование по спецзаказу.

Цена складывается из:

1. Проектных работ.
2. Расходов на организацию изготовления или поставки покупных и авторский надзор за ними.
3. Расходов на сборочные работы.
4. Расходов на пуско-наладочные работы у себя.
5. Расходов на корректировку документации и конструкции (бывает всегда, это итерационный процесс).
6. Расходов на перемещение оборудования.
7. Расходов на пуско-наладку у заказчика.
8. Прибыли.
9. Налогов.

Пункт 1: Проектные работы.

Сценарий "Европа". Такие компании, как Festo имеют сайты для инженеров, на которых за считанные минуты можно скачать 3D-модель покупного изделия, сравнить цены на альтернативные варианты, на встроенном калькуляторе посмотреть динамику работы, кинуть в корзину и получить счет.

Повторюсь: за считанные минуты!

Сценарий "Что осталось доступно в Москве". Фестовские минуты превратились в тыкву размером в неделю - и это если я буду напоминать и теребить. 3D-модели дадут только в половине случаев.

Сценарий "Китай". Мне пришлют некий чертежик, где не будет половины размеров. 3D-модель я буду строить сам. Недостовверную. После приезда покупных, прослезимся и модель перестроим. Ни о какой компактности оборудования говорить нельзя - сразу закладываем подо всё некие области с запасом, чтобы то, что приедет точно вписалось.

Итого: стоимость проектных работ возросла в разы.

Пункт 2: Расходы на организацию изготовления или поставки покупных и авторский надзор за ними.

Как разработчик и производитель, даже при единичных закупках, у Festo я имел скидку от 25 до 50% и покупал немецкое по цене итальянского. У Тайваня – 20%. У кое-кого еще – от 10 до 30%.

У Китая - ноль, при том, что приходится покупать с некоторым запасом (поправка на качество).

Пункт 3: Расходы на сборочные работы.

А вот здесь уже весело. Что приедет из Китая по факту, мы не знаем. Вероятность, что нам придется срочно доработать или переделать часть деталей - процентов 50.

А часть деталей и вовсе приходится изготавливать только после прихода покупных - а мы до этого момента не знаем, что же нужно изготовить!

Пункт 4. Расходы на пуско-наладочные работы у себя.

Китайские комплектующие ведут себя очень непредсказуемо. Пневмоцилиндр или клапан могут рассыпаться через несколько часов. Контроллер будет глючить в самом неожиданном месте. Документация неполна.

Т.е. мы должны закупать, перезакупать, пробовать методом старого доброго дедушки Тыка.

Сроки и расходы растут в 2 или 3 раза.

....

Ну, вы все уже поняли.

Вот и выходит, что нестандартную машину на покупных Festo я мог создать за N рублей и T времени.

А на покупных из Китая – за 1... 2N рублей и 2...3T времени (и это еще не предел).

Вот как-то так.

Как мы выходим из положения в части несуразных сроков?
А это я расскажу в пятницу — есть выход, научились!

17.09.2025 г.

Часть 2: Смещение сроков влево



Как справедливо написал в комментариях к одному из постов наш подписчик, смещение сроков в проектной деятельности бывает не только вправо, но и влево.

Причем, влево от ... нулевой точки == от старта проекта.

— Как такое возможно?

Когда мы говорим об этапности проекта, обыкновенно отсчет начинается от первой идеи / концепции.

— Но насколько первична сама первая идея?

Довольно часто идея рождается и тут же умирает на чердаке мозга, потому что никак не просматривается возможность ее реализации. Иногда реализуемость оказывается миражом. И хорошо коли мираж рассеется пораньше, пока ресурсов много не затратили.

Но в успешных проектах, если провести их тщательное ретроспективное анатомирование, почти всегда оказывается, что выстреливает идея, для которой окружающий мир как бы открыл дверь созданием:

- подходящих материалов,
- интересных комплектующих или инструментов,
- новых архитектурных и компоновочных решений,
- новых конструктивных приемов,

- новых технологий,
- достижениями в программировании,
- новыми способами измерений и т.д.

Разработчик, отслеживающий все новинки, по сути, непредумышленно и неосознанно инициирует проекты, о которых еще сам не подозревает.

И когда проект, действительно, стартует, когда выделяют ресурсы, когда пишут график работ, оказывается, что у проекта был нулевой неучтенный этап слева от точки старта.

Т.е. у любой идеи есть латентный / инкубационный период, когда ее еще нет, но что-то уже происходит такое, в результате чего идея возникнет и джинн проекта ворвется в реальность.

– Этот метод смещения сроков влево можно применять и сознательно.

Например, так мы решаем проблему удлинения сроков при проектах с китайскими комплектующими, о которой говорили («Экономика проектов») в прошлый раз:

- мы отслеживаем их элементную базу и постоянно тестируем (благо, у нас много макетных работ – для них и покупаем пробные экземпляры, а что из купленного показало себя приемлемо – идет в основные проекты).
- Отчасти такой подход замораживает наши, и так невеликие, ресурсы. Но когда приходит время коммерческого проекта, у нас всегда частично выполнены некоторые работы, снижающие наши риски промахнуться с оценкой сроков. Приходится балансировать между преждевременными расходами и возможностью сократить риски – жизнь, это искусство возможного.

А вообще, у нас бывали такие проекты, которые слева от точки старта имели нулевые этапы длиной от квартала до нескольких лет.

PS

Мы давно не публиковали фотографии "железа".

На то было много причин:

- нас несколько месяцев очень сильно финансово штормило – зато мы избавились от ряда иллюзий в бизнесе и изменили парадигму развития;
- мы сделали несколько изобретений, про которые пока не расскажем;
- мы воспроизвели на действующем макете высокоскоростной переключик японской компании NOMURA UNISON, выяснили его конструктивные нюансы и будем теперь применять его в своих проектах;
- провели большую работу по стандартизации множества узлов для будущих проектов;
- провели мастер-класс на инженерном фестивале KOMPAScon 5.0 (можно скачать здесь: <https://estlab.ru/docs.html>).

Но в понедельник мы вам покажем тележку со сладостями из Гарри Поттера тележку с деталями — идет производство деталей для новой интересной машины.

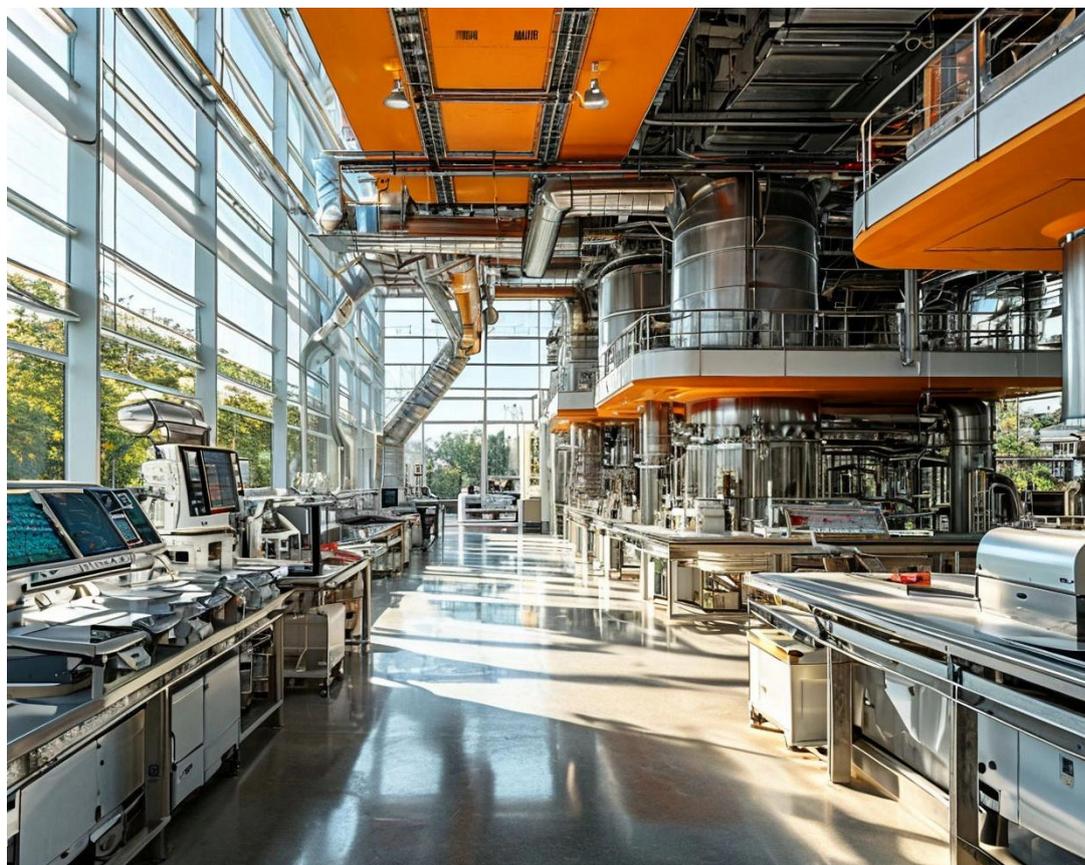
Сборка в этом году, пуско-наладка в начале нового года.

Там будет всё:

- оригинальная конструкция;
- интересное назначение;
- новые (для нас) покупные;
- новые поставщики;
- большие надежды;
- переход на более качественный уровень (про качество будет следующая наша философская пятница).

19.09.2025 г.

Часть 3: Экономика проектной деятельности



Экономика проектной деятельности — волшебная страна, в которой любой новый мелкий нюанс характера героя или незначительный поворот сюжета, способен все вывернуть до неузнаваемости.

Я уже писал на эту тему в прошлом году, но до сих пор у коллег и читателей есть недопонимание вот по какому вопросу:

— Почему конструкторские работы по дешевой машине часто кажутся неоправданно дорогими?

Чтобы получить ответ этот вопрос, сначала мы спросим: — Из чего состоит "дорогая" машина?

Очевидно, из высококачественных комплектующих и деталей.

Детали "рисует" мы сами и это отдельный разговор.

— А что характеризует высококачественные комплектующие?

Их поставщики предоставляют не только качественное "железо", но и всю информационную "обвязку" этого железа. А именно, качественные 3D-модели, которые можно превратить в подвижные сборки при дальнейшем конструировании; и подробное техническое описание.

— А из чего мы конструируем дешевую машину?

Очевидно, применяются совсем иные технические решения и наборы комплектующих.

Например:

"Дорогую" машину я сконструирую на готовом комплектном линейном приводе с сервомотором.

Для дешевой, я вынужденно возьму цепь, ворох звездочек, россыпь подшипниковых узлов, какие-то валы, муфту, асинхронный мотор, частотный регулятор скорости. Потрачу время на понимание: есть ли подходящая мне цепь или захваты придется как-то клепать к первой попавшейся. Потом все перечисленное как-то размещу на сварной конструкции.

Все комплектующие, для дешевой машины будут китайского происхождения == без 3D-моделей, а часто, и без достоверных чертежей — все 3D-модели придется отстраивать самостоятельно по рисункам, на которых нет половины размеров, а те, что присутствуют — недостоверны.

— На конструирование какой машины я потрачу меньше времени при сопоставимом функционале?

— Очевидно, на конструирование "дорогой".

Потом, в изготовлении, "дешевая" машина будет дешевле, чем "дорогая" (1), но вот в части конструкторских работ, при сопоставимом функционале — все наоборот.

Примечание (1):

Не всегда "дешевая" машина получается дешевле в изготовлении, чем "дорогая" — есть порог сложности, когда их себестоимости малоотличимы из-за излишней трудоемкости сборки (2) и наладки "дешевой" машины — выигрывая в цене "железа", она может проиграть по зарплатам сборщика/наладчика.

Примечание (2):

По этой причине я недолюбиваю "дешевые" сварные рамы машин – мало того, что они потребуют изготовить оснастку/стапели для сварки, так потом их еще нужно будет где-то как-то куда-то перевозить и фрезеровать/расточивать, чтобы обеспечить плоскостность/параллельность/соосность посадочных/монтажных поверхностей.

Ладно, если нужно изготовить партию рам – вопрос можно решить за приемлемые деньги.

Но при тираже в одну – две рамы, "дорогой" станочный алюминиевый профиль, собираемый на болтах, всегда, по сумме всех затрат, обеспечит лучшее качество при меньшей цене.

Тем более, что собрать раму из алюминиевого профиля можно не только на штатных крепежах, но и, приложив немного ума, изготовить более жесткие и надежные крепления.

Кроме конструирования и изготовления, нужно учитывать стоимость гарантийного и сервисного обеспечения, последующее техобслуживание - какая машина здесь выиграет – очень непростой вопрос, зависящий от множества нюансов.

Например, если в "дешевой" машине замена звездочки – это просто замена звездочки, то выиграет, конечно "дешевая". А если замена звездочки сопряжена с полной переналадкой, то здесь уже все не так очевидно.

Это все нужно рассматривать в совокупности всех нюансов и принимать во внимание при старте нового проекта.

PS

В следующий раз мы поговорим, как соотносятся по времени разные этапы современной разработки и поймем, что никакой ИИ ничего радикально не изменит.

28.02.2026 г.

Часть 4: Время в проектной деятельности



Изображение неизвестного автора из свободного доступа.

Мы собирались поговорить о том, как соотносятся по времени разные этапы современной разработки и объяснить, что никакой ИИ ничего радикально не изменит.

Итак.

Типичный современный проект состоит из следующих шагов:

1. Предпроектные работы. Это могут быть:
 - литературный поиск,
 - предварительные расчеты (технические, технико-экономические и т.д.),
 - изучение условий существующего производства,
 - изучение доступной элементной базы или возможных технологий для реализации нашего проекта,
 - макетирование ключевых технических решений,
 - эскизное проектирование,
 - и т.д. и т.п.

Все, что даст ответ на ключевой вопрос: – Проект, вообще-то, реализуем? И, в случае положительного ответа, послужит фундаментом для последующей реализации проекта.

2. Собственно, конструкторские или конструкторско-технологические работы.
3. Изготовление.
4. Монтаж и пуско-наладка.
5. Тестовая эксплуатация и ввод в постоянную эксплуатацию.
6. Гарантийное и сервисное сопровождение.

7. Регламентное техническое обслуживание.

Давайте начнем с самого простого – с ответа на вопрос:

– Где здесь место для ИИ?

На этапе 1, очевидно, ИИ можно задействовать в литературном поиске по открытой литературе. И более нигде. Все иное – это область методологий, которые серьезные разработчики никому не разглашают (никакой ИИ их не узнает и не пройдет на них обучение) и чисто человеческая эвристическая деятельность.

На этапе 2, видимо, мы увидим в обозримом времени как ИИ, встроенный в САД программу "предугадывает" действия конструктора и сокращает число кликов мыши – т.е. возьмет на себя некоторые чисто технические функции. Но само изобретательство и оформление его в конструкцию – это тоже эвристическая деятельность и ИИ не заменит в этом человеческий ум.

Сколько времени выиграет конструктор, если ИИ что-то сократит в числе кликов?

Здесь мы должны разъяснить себе вопрос: – Какой конструктор?

Когда то, были главный конструктор, ведущие конструкторы, разного уровня конструкторы попроче и чертежники.

Конструкторское бюро могло иметь численность от 5 человек и до сотен человек. Мне довелось поработать в КБ на 12 человек и видеть его кухню изнутри.

С развитием САД программ, сценарий работы КБ изменился.

Сперва отпала необходимость в чертежниках, а потом (на многих предприятиях) должности ведущих конструкторов превратились в чисто менеджерские. Т.е. реальное число конструкторов у ~~кульмана~~ у компьютера исчисляется везде единицами и большую часть времени они думают, а не кликают – любая автоматизация рутинных операций есть для них вещь приятная, но экономически необязательная.

Ряд конструкторских бюро имеет людей "на подхвате" – конструкторов с низкой квалификацией, которые готовят чертежи или простенькие 3D-модели по тому, что наработают в 3D более опытные конструктора. Вот для этих "на подхвате", ИИ способен дать облегчение и ускорение работы, но ... сами дни этих работников уже сочтены – это рудимент старой эпохи. Сегодня, очень сложную технику способны сконструировать несколько хорошо образованных человек – век крупных КБ уходит.

На этапах 3, 4, 5 при помощи ИИ человека заменить нельзя. Ну, разве, встроив ИИ в токарный станок – но зачем? – он и так уже (часто) с ЧПУ.

А реальные монтаж и пуско-наладка – это всегда плавание в незнакомом море, где предварительное обучение очень условно, где нет ментальных маяков, где в любой момент выскочит Сцилла или Харибда и только эвристический человеческий ум способен их вовремя распознать и избежать.

Этапы 6 и 7: можно предположить, что ИИ сможет взять на себя постоянный мониторинг состояния оборудования.

Вот только мониторинг — это не волшебство эльфов, а реальные датчики, алгоритмы, контроллеры, машинное зрение и электроника всякая-разная == вещь это крайне дорогая.

Хотите такой мониторинг? — умножьте цену станка на 2. Редкое производство выдержит такое удорожание.

Так что у нас в сумме? — ИИ может взять (и, наверное, действительно возьмет на себя) совершенно крошечный объем рутинных задач. Ну, оптимистично, процентов 5 от общего числа задач этапа 1, плюс ускорит на те же 5% выполнение этапа 2 и столько же (если заказчик готов на удорожание) возьмет на себя от задач этапов 6, 7.

А это много или мало в часах и рублях?

Давайте оценим на опыте реальных проектов, относительные длительности различных этапов (*для разных проектов эти оценки могут колебаться — это все очень индивидуально и, к тому же, зависит от опытности инженера*).

Можно вычленил такие характерные сценарии.

Сценарий 1 — классика НИОКР — есть много исходной информации, в достоверности которой сомнения нет, но нужно время на ее осмысление:

Этап 1 == 15% времени.

Этап 2 == 30% времени.

Этап 3 == 30% времени.

Этап 4 == 20% времени.

Этап 5 == 5% времени.

Этапы 6 и 7 занимают весь жизненный цикл изделия.

Сценарий 2 — НИОКР с перевесом в НИР — нам не понятна достоверность исходных требований и нужно время на их проверку (в том числе, макетную) на этапе 1:

Этап 1 == 30% времени.

Этап 2 == 20% времени.

Этап 3 == 25% времени.

Этап 4 == 20% времени.

Этап 5 == 5% времени.

Этапы 6 и 7 занимают весь жизненный цикл изделия.

Сценарий 3 — классика ОКР — исходные требования очень понятны и не вызывают сомнения:

Этап 1 == 5% времени.

Этап 2 == 30% времени.

Этап 3 == 30% времени.

Этап 4 == 20% времени.

Этап 5 == 5% времени.

Этапы 6 и 7 занимают весь жизненный цикл изделия.

Сценарий 4 – ОКР с «длинными» поставками покупных – исходные требования очень понятны и не вызывают сомнения, но есть покупные, сроки поставки которых огромны:

Этап 1 == 2% времени.

Этап 2 == 15% времени.

Этап 3 == 60% времени.

Этап 4 == 20% времени.

Этап 5 == 3% времени.

Этапы 6 и 7 занимают весь жизненный цикл изделия.

Бывают и другие сценарии. Но в целом, все крутится вблизи таких цифр.

На примере сценария 1: помощь ИИ на этапе 1 – это совсем мизерный вклад в общий проект (в сценарии 2 этот этап длиннее за счет большого объема макетирования – места ИИ в этой прибавке нет).

А помощь на этапах 6 и 7 сопряжена, как мы говорили выше, с удвоением стоимости оборудования на этапе 3 и доступна (иногда) только крупному бизнесу.

В абсолютных величинах и в зависимости от масштаба проекта, суммарное время может составлять от 1 месяца до 3 и более лет.

Обычно (для отдельной небольшой машины) полный цикл от первой идеи до вылизанного железа составляет от 4 до 6 месяцев.

Итак, в сценарии 1 мы имеем вклад ИИ для такой небольшой машины:

5% от 15% (этап 1) + 5% от 30% (этап 2) для обычного проекта даст ускорение работ на ... несколько суток (!) == вот и весь потенциальный экономический выхлоп от ИИ в мире создания станков.

Инженерный мир держится не на виртуозной технике кликов или способности быстро пролистать миллион страниц, а на:

1. инженерных школах;
2. преемственности мышления;
3. способности критически мыслить;
4. спонтанности и эвристике;
5. самоиронии и здоровом черном юморе.

— Это мир человека!

07.03.2026 г.

Дополнение

Вернемся к моей оценке потенциального вклада ИИ в проектную деятельность и моему мнению, что эпоха больших КБ ушла.

Здесь нужно сделать оговорку, что я рассматриваю только проектную деятельность по созданию промышленного и научного оборудования. Будет ли справедлива моя оценка для других сценариев, я не знаю.

Меня часто обвиняют в скептицизме и пессимизме. Это несправедливая оценка. Я далек от такого (как и от оптимизма). Мой взгляд правильнее охарактеризовать как циничный прагматизм.

Итак.

Давайте посмотрим на оценку роли ИИ от информированных оптимистов и сравним с моей.

Вот оценка из годового отчета компании Anthropic:

(https://x.com/AndrewCurran_/status/2029655110494929194)

Anthropic - это эталон информированного оптимизма.

Theoretical capability and observed usage by occupational category

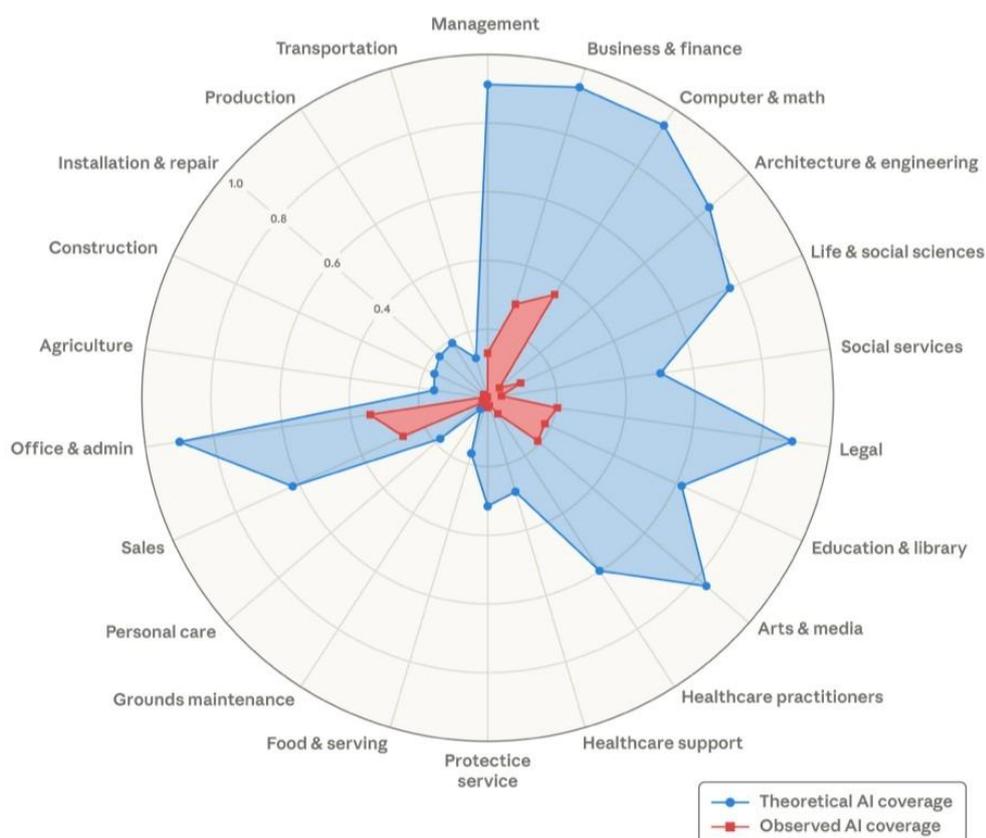


Figure 2: Theoretical capability and observed exposure by occupational category

This figure shows the share of job tasks that LLMs could theoretically perform (blue area) and our own job coverage measure derived from usage data (red area).

Скриншот из их отчета.

Кстати, когда они пишут "Архитектура и инжиниринг", имеется в виду не тот инжиниринг, которым занимаюсь я. Конструирование оборудования туда не входит. Это особенность западной терминологии.

Конструирование, производство и сопровождение оборудования нужно искать на их графике в трех лучах: Production, Construction, Installation & repair.

И мы там видим, что теоретический оптимистичный потолок доли ИИ по этим лучам == 20%.

При этом, прямо сейчас - жалкое топтание вблизи нуля.

Моя оценка была в 5% для отдельных этапов работы.

В любом случае, в этой отрасли человеческой жизни, никто не заикается про 100%.

Вот юристам и бухгалтерам не повезет.

Теперь, что касается будущего КБ.

Сообщения со всего мира о постоянных сокращениях от 10 до 30% в IT компаниях, наверное, видели многие. Эти сообщения сыпятся как горох последние несколько лет.

Так вот, существует оценка (не знаю ее обоснованность, но видел/читал в нежелтом месте), что все IT компании очень быстро усохнут до штатов в 1/3 от доковидных.

И это усыхание произойдет не по причине того, что кризис и все-такое (хотя и этот фактор работает, но не превалирует), а по причине того, что возрастает производительность труда.

В мире конструкторских бюро все будет точно так же. Ибо, КБ в чистом виде - разновидность IT.

В целом, инжиниринговые компании выживут (через боль, голодное существование, финансовую ломку), но КБ в составе инжиниринговой компании - усохнут.

Уже сейчас можно создавать сложную технику бригадой из 3 - 5 человек. Причем, конструктором из них может быть только один. Остальные - математик, электронщик, физик, химик, техник-сборщик и т.д. в разных комбинациях.

Вот такая картина.

18.03.2026 г.

.

ИТЕРАЦИИ В ПРОЕКТАХ: ЧТО ГОВОРИТ ~~ЗАРАТУСТРА~~ ГОСТ



Любой поиск нового или любое создание нового — это итерационный процесс. С первого раза безошибочно создает только Всевышний.

Человек формулирует мысли, проверяет их, изменяет.

Человек применяет материалы, отбраковывает неподходящие.

Человек оперирует доступными материалами, инструментами и способами изготовления.

Доступное не позволяет достичь идеального — нами всегда достигим только некий приемлемый оптимум.

Человеку при старте известно не все. Часть информации он получает только во время работы как обратную связь. И именно поэтому, конструктора нельзя безнаказанно для результата отстранять от всего хода проекта: от первичной идеи до серийного производства.

Все это давно пройдено и осмыслено многими поколениями до нас и нашло отражение в достаточно однозначных формулировках ГОСТ.

ГОСТ 2.103-2013 ЕСКД "Стадии разработки" четко говорит, что:

1. Проектный процесс носит итерационный характер.
2. Итерации служат для устранения неизбежных ошибок.
3. Регламентировать можно типы итераций, но не их количество.

4. Только в конце пути мы получаем документацию, в которой нет (почти) ошибок.

— Как это происходит на практике?

1.

Сама разработка идеи проходит три итерации, на которых идея формулируется, уточняется, обосновывается расчетами, проверяется макетами.

В конце каждой итерации, наш результат фиксируется и ему присваивается текущий статус в виде литеры на документации:

— Разработка технического предложения — литера П;

— Разработка эскизного проекта — литера Э;

— Разработка технического проекта — литера Т.

Взглянув на литеру, можно понять степень достоверности документа.

2.

После разработки и проверки идеи, приходит очередь разработки рабочей конструкторской документации. И это тоже итерационный процесс:

— Сперва разрабатывается первичная конструкторская документация, не проверенная на практике. Ее легко отличить по отсутствию какой-либо литеры;

— Затем изготавливается опытный образец изделия;

— Опытный образец проходит испытания;

— Конструктор получает обратную связь (в идеале, сам участвует в изготовлении и испытаниях и всю картину видит собственными глазами);

— Получив обратную связь, конструктор устраняет в документации ошибки — проводит первую корректировку. Документации присваивается литера О1.

— В зависимости от сложности изделия, не всегда возможно устранить все ошибки в первой корректировке:

некоторые ошибки как-бы замаскированы теми, что мы увидели, и проявятся только при повторном изготовлении опытного образца.

Не случайно ГОСТ говорит о возможности неоднократного повтора этого процесса, с присвоением каждый раз новой литеры: О2, О3, ... Оп — да-да, в ГОСТ так и написано Оп — ограничения не существует.

— Итак, у нас есть документация О1 или Оп, относительно которой мы можем утверждать, что оставшиеся не выявленными ошибки не представляют опасности ни технической, ни экономической. И мы делаем по этой документации установочную партию из нескольких изделий.

— Изготовив партию, мы увидели нечто новое: у нас теперь есть картина повторяемости нашего процесса, статистика брака и т.д. — то, что невозможно увидеть на одном единственном изделии. И здесь тоже может выявиться необходимость корректировки документации (например, поменяв технологию изготовления части деталей или заменив некоторые материалы). В конце этой корректировки документации присваивается литера А.

— И вот только теперь, имея документацию с литерой А, мы можем приступать к серийному производству.

– Но бывает необходимость повторного изготовления установочной партии – ГОСТ предусматривает и еще одну итерацию, с присвоением литеры Б.

– А как быть, если нам не нужен тираж изделий?

Тогда по документации О1 изготавливается контрольное изделие и по итогам изготовления, документации присваивается литера И – для единичного производства.

Может эта цепочка быть короче? Да. Но всегда останутся 3 – 4 шага.

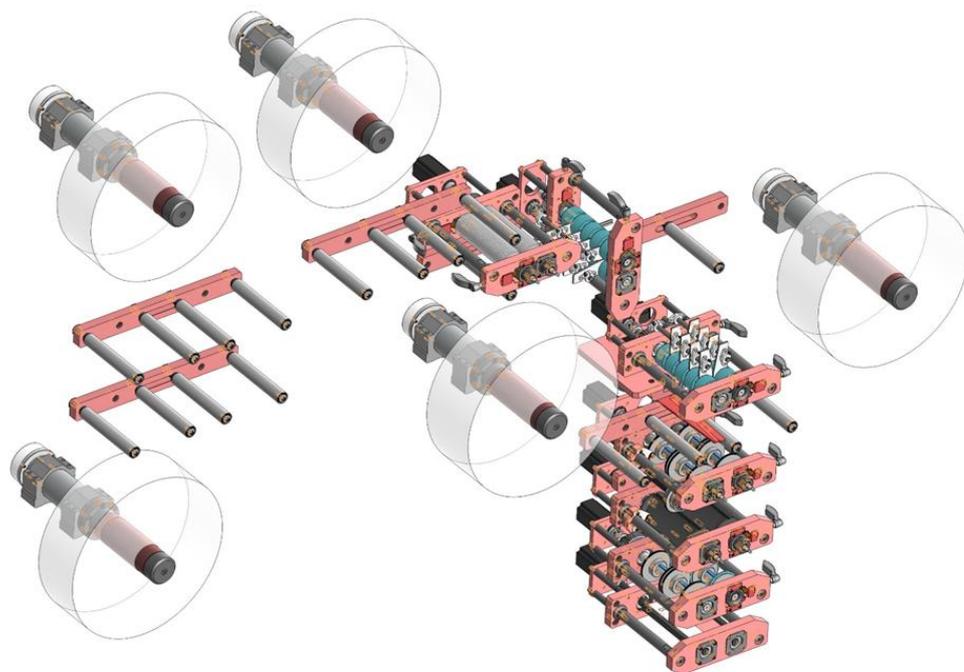
И чем меньше итераций, тем больше невыявленных ошибок.

Кажется невероятным, но недавно от меня требовали финансовую гарантию отсутствия ошибок еще в самом первичном пакете чертежей :)

01.09.2025 г.

МАКЕТИРОВАНИЕ

Часть 1: Про макетирование



Для чего нужно макетирование, когда у нас есть прекрасные CAD-программы с анимацией и прочими эффектами для визуализации работы? — Этот вопрос задают очень часто.

А вот для чего.

Что мы получаем в CAD-программе? — Мы получаем модель машины.

Что мы получаем во время анимации? — Мы получаем модель поведения модели машины.

То есть, у нас уже модель во второй степени — первая то была не равной реальности, а уж о реальности второй степени может мечтать только витающий в облаках.

— Что такое макет?

Французское слово «maquette», которое перешло в русский язык, произошло от итальянского «macchietta», что означает «набросок».

В машиностроении макет — вещь более функциональная, чем у, скажем, архитекторов и дизайнеров — там макетом, обычно, проверяют будущий облик.

У нас макет не столько показывает будущий облик, сколько проверяет будущий функционал.

А у электронщиков есть макетные платы для быстрой проверки работоспособности будущего электронного устройства.

Макет может создаваться в любом масштабе (как с уменьшением, так и с увеличением) относительно будущего механизма — здесь играет роль вопрос допустимости масштабирования и удешевления при применении того, что у нас есть под рукой.

Когда мы говорим о проверке функциональности, то это может быть не только проверка работы механизма, но и проверка эргономики его сборки или эксплуатации.

— **Что нам дает макет?**

Он позволяет за сумму, равную от 1 до 50% стоимости одного экземпляра будущей машины получить доказательную картину реализуемости того, что нарисовано в CAD-программе.

— **Почему макет имеет такой разброс цен?**

Очень просто: макетированием занимается высокооплачиваемый инженер, процесс занимает какое-то время, процесс носит итерационный характер.

Если вы создаете изделие, один экземпляр которого будет стоить 10 млн рублей, то макетирование добавит к нему небольшую сумму.

А если изделие будет стоить 10 тысяч рублей (готовится, скажем, массовое производство чего-то ширпотребного), то макетные работы и вовсе будут дороже целой партии первых изделий.

Вот прекрасный пример:

На иллюстрации начальная стадия проекта одной хитрой машины для производства и одновременной упаковки медицинских изделий. Красиво!

Если бы его реализовали в железе без макетной проверки, то ... выкинули бы порядка 2 млн рублей.

Но мы проверили кое-что на макете за 30 тысяч рублей и поняли, что вот так оно работать не будет, а по-другому — будет.

Понятно, что 30 тыс руб. — это внутренняя проверка по себестоимости для внутренних же проектов. С заказчика при коммерческом проекте, мы бы взяли 200 тыс руб (зарплаты, аренды, прибыль, налоги). Но и 200 тысяч от 2 миллионов — небольшая добавка за большую минимизацию рисков.

И какой бы век не стоял на дворе, а в CAD-программе вы по-прежнему оперируете моделью реальности и только в макете — самой реальностью.

08.09.2025 г.

Часть 2: Макет, прототип и все-все-все



Макет и прототип — в чем разница?

А опытный образец — это прототип?

А когда говорят про тестовый или пилотный образец - что имеют в виду?

Будем разбираться.

Французское "maquette" от итал. "macchietta" и означает набросок.

Прототип это от греч. "protos" — первый и "typos" — отпечаток, оттиск. Т.е. может трактоваться как оригинал и как пробный образец — он двуликий.

Похоже? Есть нюансы? Или они кажутся, типа: — Ну если есть разные слова, то и должны быть разные смыслы?

— А знаете, в чем глубинный секрет? — в нашей географии. География — это судьба.

Россия на протяжении своей истории, была догоняющей экономикой и благодаря этому ... обладает очень богатым техническим словарем.

Слова к нам проникали в разное время из разных языков: французского, немецкого, польского, английского, голландского, латинского, греческого и т.д.

В результате, где у других народов одно слово, там у нас целый ворох. Только у нас есть сразу "болт", "винт", "саморез", "шуруп", "штифт", "гужон" и много чего еще - все эти слова проникли к нам из разных языков в разные века.

Это в англоязычной практике "screw", причем он не только винт, но и гайка.

А нам приходится жить со множеством **ДУБЛИРУЮЩИХ СЛОВ**. И как ментальную защиту от такого дублирования, русский язык выработал разные значения этим разным этикеткам от одного и того же :)

Некоторые различия в значениях возникли исторически: то, что привезли к нам под названием болт, отличалось от того, что привезли спустя много лет под названием винт – вот и присвоим этим разновидностям метизов разные названия.

А некоторые различия в значениях были сформированы уже вовсе искусственно: – Ну не гоже же иметь такой зоопарк и хаос – глаза режет и ум корёжит!

Со словами "макет", "прототип", "тестовый образец", "пилотный образец", "опытный образец" – та же история: проникали к нам из разных языков в разное время, да и проникали через представителей разных профессий – вот вам и зоопарк названий.

Ну, коли зоопарк все равно возник, а давайте наведем в нем порядок и построим все эти термины в иерархический порядок! С точки зрения машиностроения.

Сразу оговорки:

– Машиностроение – это не автомобилестроение, это больше. Автомобилестроение – часть машиностроения, но своеобразная.

– В дизайне, производстве бытовой техники и ряде компаний автомобилестроения с тем, что будет написано ниже, не согласятся – там свой язык, что только доказывает мой главный тезис о дублирующем происхождении всех этих слов.

Итак, машиностроение "вообще":

В начале был ... ПРОТОТИП.

В этот момент мы называем прототипом любое изделие, машину, технологию, которые могут послужить отправной точкой для нашего проекта.

Причем, проект и прототип могут относиться к разным отраслям.

Например, мы делаем медицинскую машину, используя в качестве прототипа полиграфическую и окрасочную машины! – просто берем из них конструктивные и технологические решения и применяем для совсем иного.

Прототип позволил нам оттолкнуться, как бегуну на старте и наша мысль полетела, полетела и оформилась на лету в некую техническую концепцию (Техническое предложение по ГОСТ).

Мы проверили эту концепцию расчетами и первыми чертежами (Эскизный проект по ГОСТ).

Концепция пережила теоретическую проверку и требует проверки материальной – мы создаем МАКЕТ, на котором проверяем основные конструктивные или технологические замыслы (Технический проект по ГОСТ). Пережило проверку? Отлично.

Здесь у нас развилка:

Если нам важны дизайн, эргономика применения, габаритный облик, то мы продолжаем стадию "Технический проект" и помимо макета, изготавливаем ... опять ПРОТОТИП – теперь это полногабаритный облик будущего изделия (часто без функционального наполнения).

Затем разрабатываем рабочую документацию и по итогам разработки изготавливаем ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ (так говорит ГОСТ).

Модные студии любят выделяться – ну красиво же! Так "опытный образец" превращается в "пилотный образец" или даже в "пилот", или в "тестовый образец". А там и жаргон из искореженных английских слов подползает.

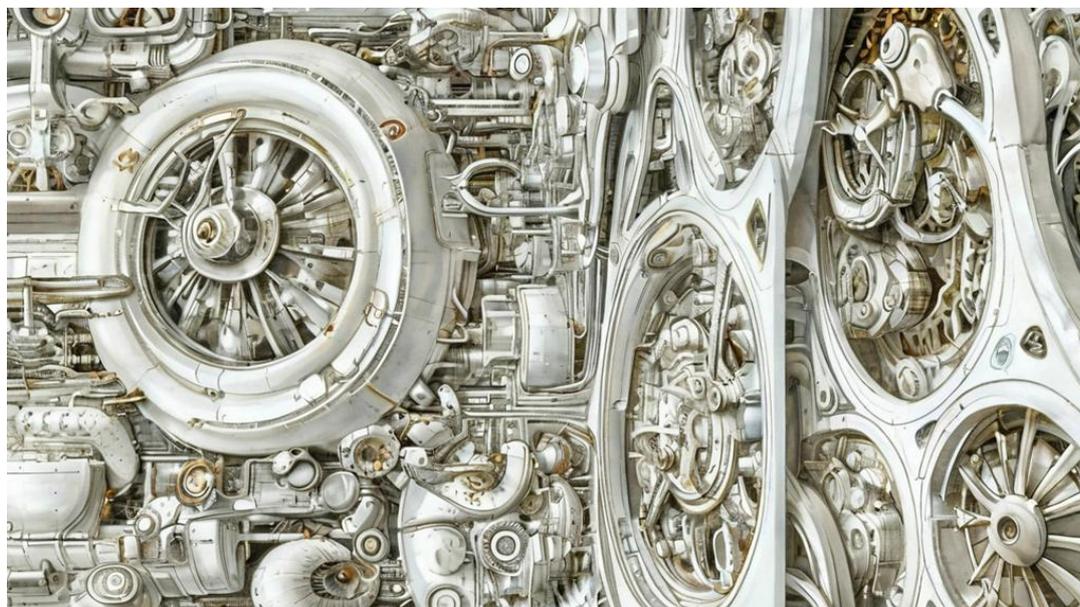
Вот и весь секрет.

"... и не играть словами..." (С) М. Цветаева, 1915

12.09.2025 г.

ПРОЕКТЫ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРУ

Часть 1: Как мы выбираем внутренние проекты — отсекающие ограничения и компромиссы



Речь сегодня пойдет именно о внутренних проектах — проектах на перспективу, без заказчика.

Положим, перед нами есть несколько перспективных проектов, могущих в будущем обеспечить наш взлет. Каким образом мы выбираем тот, который примем в работу?

У каждого проекта есть следующие параметры:

1. Нацеленность проекта. Кто будет первым покупателем, велика ли целевая аудитория, обладает ли целевая аудитория покупательной способностью.
- 2.

Сложность. Можем ли мы приобрести нужные компетенции, чтобы реализовать проект?

3.

Творческая интересность. Какие компетенции мы приобретем, даже если проект не будет доведен до конца?

4.

Стоимость. Можем ли мы найти средства для реализации этого проекта?

5.

Время. Как долго нам придется работать над проектом, прежде чем, мы предъявим миру MVP?

6.

Открытость системы. Может ли реализация проекта создать потом новые проекты в других отраслях?

7.

Потенциальный финансовый выхлоп.

В реальной жизни у каждого проекта есть отсекающее ограничение.

Например, проект X привлекательнее по шести параметрам, чем остальные проекты, но стоимость делает его принципиально недоступным для нас. Стоимость будет отсекающим ограничением, из-за которого проект следует вычеркнуть из числа претендентов.

А проект Y проигрывает в части потенциального финансового выхлопа, но по всем иным параметрам нам нравится. Этот проект мы переложим в список компромиссных.

Когда мы рассмотрим таким образом всех претендентов, у нас сформируются три списка:

1. Остатки изначального списка — то, что выжило после отбраковки.
2. Компромиссный список.
3. Отсеченные проекты.

— Какой проект мы выберем?

Если в списке 1 что-то еще осталось, то, однозначно — вот оно!

В прозаическом случае мы выберем сразу два проекта из компромиссного списка: более наваристый + более быстрый.

Но в реальной жизни всегда есть "НО".

В реальной жизни у нас могут неожиданно закончиться деньги. Дело в том, что инжиниринговый бизнес в России высокорискованный: государство шевельнет мизинчиком, моментально замрут * инвесторы и заказчики, а мы оказываемся на голодном пайке - явление это регулярное, от него не всегда спасает даже работа с 2 — 3 заказчиками одновременно (даже из разных отраслей промышленности).

Зная об этом, мы непременно должны держать в голове параметр 3 (приобретаемые компетенции) - чем он "жирнее", тем лучше, чтобы у нас хоть что-то прибавилось в конце этого забега.

PS

** Как-нибудь я напишу пост с перечислением всех рисков, с которыми сталкивается в России инжиниринговая компания – увы, он будет очень длинным.*

18.07.2025 г.

Часть 2: Автоматизация и требования к современному инженеру



– Что такое, любой сложности, инструмент?

Это продолжение/приложение/усиление наших рук, ног, глаз, слуха и т.д.

"Человек есть мера всех вещей"
(С) Протагор (485-410 до н. э.)

Молоток – усиление наших рук.

Микроскоп – усиление наших глаз.

Пассажирский транспорт – усиление наших ног.

Грузовой транспорт – нашего хребта.

– А что такое мы?

В первую очередь – это наш ум.

Отсюда вытекает, что если мы хотим иметь не просто инструмент-усилитель, а именно инструмент-наше-продолжение, то нам требуется делегировать такому инструменту самостоятельное принятие каких-либо решений, необходимых для его работы.

А для этого, мы должны снабдить инструмент системой управления, лучше всего, автоматизированной системой управления (АСУ).

Первыми, на этом пути, были инструменты, снабженные датчиками уровня/температуры/влажности/освещенности и т.п.

Таковы: холодильник, самопроветривающаяся теплица, кондиционер, система насос-резервуар и т.д.

Пиком развития этой автоматизации (лучше сказать – автономности) инструментов, доступным наблюдению обывателем, является беспилотный автомобиль.

В беспилотном автомобиле все стало на свои иерархические места: это не телега с компьютером, а компьютер с мотором и колесами.

Компьютер – материальный инструмент для делегирования человеком [некоторых функций своего ума] возможности принятия решений.

Компьютер с руками – робот-манипулятор.

Компьютер с глазами – система машинного зрения или современный локационный комплекс.

В машине, в которой компьютера нет – компьютер есть! Это сам человек. Даже у молотка есть компьютер – ум слесаря.

Все идет к тому, что в машине главным органом будет признан компьютер, к которому можно пристегнуть какой-либо актер (это такой философско-инженерный термин, довольно распространенный, если что).

Как результат этого, умение инженера-машиностроителя написать программу для PLC сегодня уже обязательно.

Настолько обязательно, что это умение определяет саму ценность машины.

Вот вам пример:

недавно мы изготавливали упаковочную машину проекта 2551 (про это здесь: <https://t.me/sergejzotov/540>) и только одной оптимизацией программы для PLC повысили производительность на 20%. При этом, была еще и оптимизация конструктива, давшая прирост в 15%.

Т.е. основной прирост производительности (== повышение ценности машины и возможной цены ее продажи) произошел после копания в "мозгах" машины, а не после "вылизывания" конструктива актеров.

В следующий раз мы продолжим этот разговор, применительно к нашей сортировке проектов на перспективные и бесперспективные.

15.02.2026 г.

Часть 3: Еще раз про выбор проектов



Продолжаем разговор, начатый ранее.

Мы собирались рассказать о нашей сортировке проектов на перспективные и бесперспективные.

Итак.

Есть проект Z.

Для того, чтобы мы могли его реализовать, мы привлекли свой опыт от выполнения проектов A, B, C, ... N.

Т.е. все наши проекты A, B, C, ... N дали как непосредственный результат когда-то тогда, так и отложенный – вот сейчас, на проекте Z.

Теперь перевернем ситуацию.

У нас развилка: нам предлагают реализовать несколько разных проектов. Ресурсов (человеческих, временных, производственных) у нас на все проекты разом не хватит. Мы либо должны кого-то поставить в очередь, либо (если заказчик не хочет вставать в очередь), от кого-то отказаться.

— От кого мы будем отказываться?

Давайте еще раз перевернем ситуацию. Только в прошлые разы мы смотрели назад и в-сейчас, а теперь посмотрим в будущее.

У каждой компании есть представление о своем будущем*.

* Оно редко сбывается, но добавляет компании шарм и уникальность в текущем моменте :)

Наше представление такое:

— Мы хотим стать производителем роботизированных цехов (самого разного назначения - принципы везде схожи).

Вот от этого представления мы и отталкиваемся в выборе проектов, когда кому-то нужно отказать.

Мы задаем себе вопрос: — Этот проект создаст нам задел для продвижения к нашей цели?

Заделом могут быть:

- новые компетенции;
- улучшение финансового положения;
- выигрыш времени за счет малотрудоемкого проекта с хорошей рентабельностью;
- расширение круга полезных знакомств;
- оснащение нашей производственной базы за счет выполняемого проекта;
- пополнение портфолио эффектной штучкой;
- положительный отзыв, который поможет получить другой проект, приближающий нас к цели.

Т.е. заделы могут быть прямые/очевидные и косвенные, которые внешним наблюдателем напрямую не воспринимаются как таковые.

Приведу пример:

Основываясь на данном способе анализа, мы недавно отказались от проекта создания сантехнического средства с этническим нюансом, но охотно продолжили думать про проект, связанный с игровым объектом.

Первый нас нисколько не приближает к нашей цели, а второй позволяет отработать некоторые элементы, применимые в роботизации.

Дадут ли нам, в итоге, второй проект — отдельный вопрос. Но то, что мы поупражняли мозги на нем (добавили себе компетенций) и не стали тратить время на первый проект (бережно распорядились своими ресурсами) — уже хорошо.

PS 1

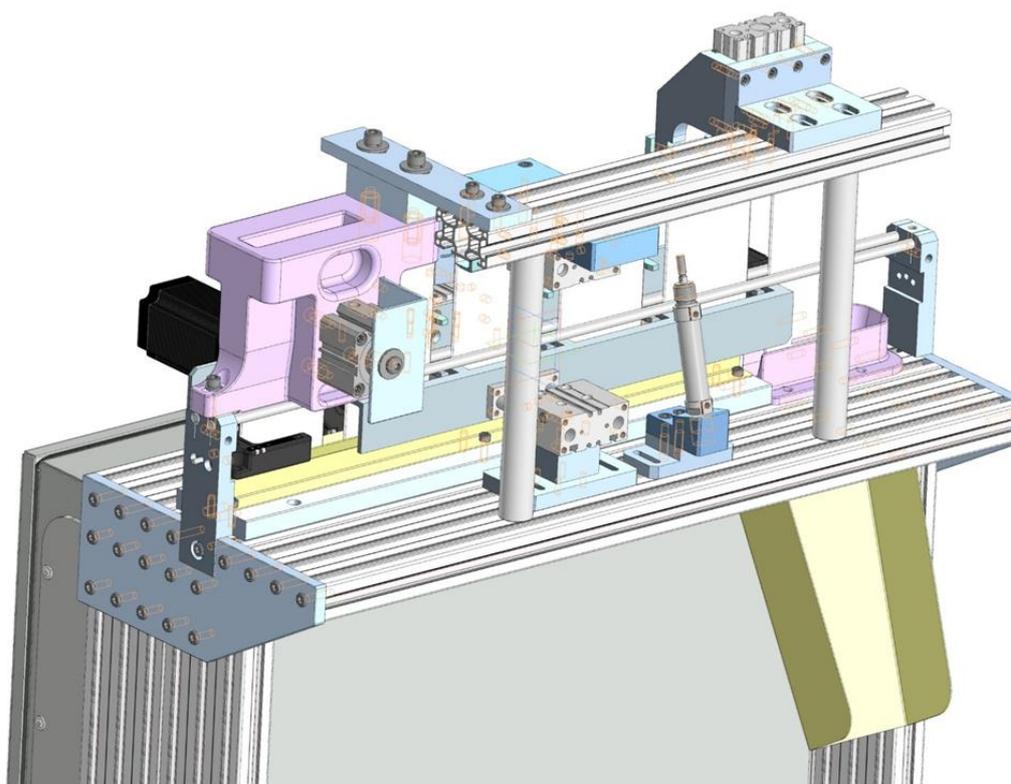
На заставке к этому посту, окончательный вариант картины В.М. Васнецова "Витязь на распутье" 1882 г.

PS 2

В следующий раз мы поговорим про экономику проектной деятельности.

22.02.2026 г.

КАК КРАСИТЬ 3D-МОДЕЛИ



В разное время я перепробовал разные способы красить 3D-модели:

1. Красивенько.
2. По материалам деталей.
3. По конструкции деталей.
4. По порядку сборки машины.
5. По степени проработки 3D-модели (эскизная или финальная версия).
6. Нечто комбинированное из всех вышеперечисленных сценариев.

Сейчас я остановился на таком способе:

7. Раскраска 3D-моделей деталей по их месту происхождения.

Например,

- голубые и синие оттенки — детали, которые мы производим сами;
- розовые и красные — детали, которые мы изготовим на стороне;
- желтый — лазерная резка и гибка;
- оранжевый — сварные металлоконструкции;

- сиреневые и фиолетовые – композиты и 3D-печать;
- зеленые и изумрудные – резинотехнические изделия или литые из силикона/полиуретана;
- серые и черные – покупные изделия.

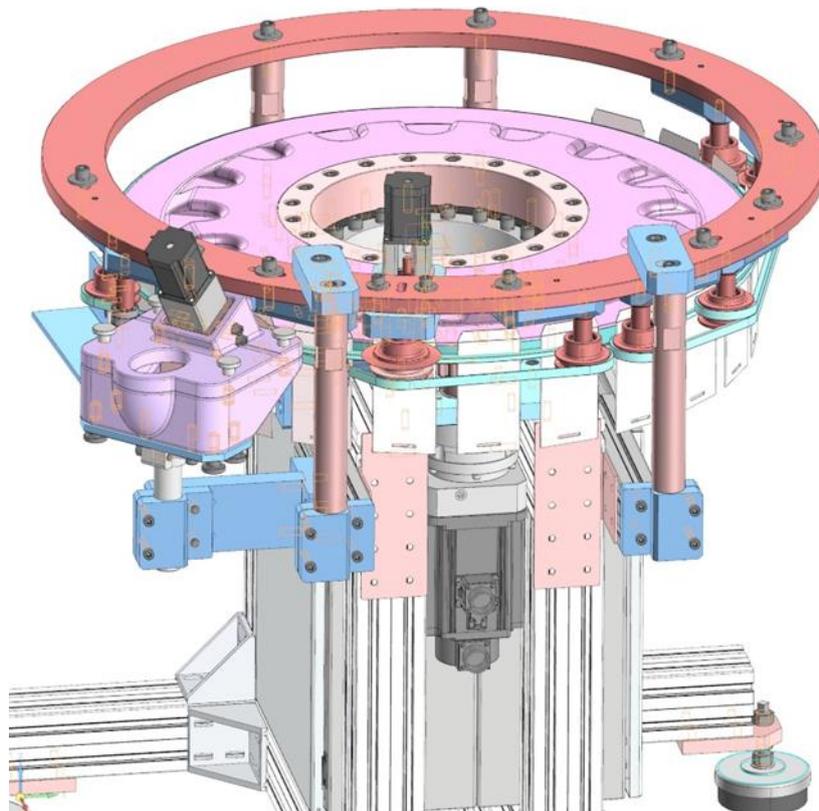
В зависимости от сложности детали или наличия нюансов в изготовлении, могут применяться цвета разной интенсивности.

Этот способ обладает следующими достоинствами:

- открыв проект спустя длительное время, я сразу вспоминаю с чем мы будем иметь дело при изготовлении машины.
- быстрое понимание себестоимости машины (очевидно, что "красная" машина имеет себестоимость изготовления выше, чем "синяя").
- быстрая оценка времени на изготовление комплекта деталей и понимание числа необходимых подрядчиков.

PS

На приведенных скриншотах скрыты самые интересные узлы, в которых и заключен главный секрет этих машин. Извините :)



13.01.2026 г.

НАСЕКОМЫЕ

Часть 1: Как посчитать клопов?



Несколько лет назад к нам пришел заказчик с, как тогда казалось, небольшой задачей: посчитать клопов.

Суть проблемы такова.

Есть компания, выращивающая хищных клопов *Macrolophus pygmaeus* (Википедия) https://en.m.wikipedia.org/wiki/Macrolophus_pygmaeus которые имеют важное сельскохозяйственное значение.

Клопы размножаются и содержатся в больших контейнерах-инкубаторах. Внутри контейнера их десятки тысяч.

Потребителю клопы пересылаются в маленьких транспортных контейнерах (баночка с крышкой) по 500, 1000, 2000 голов сверх мелкого сельскохозяйственного скота :)

Самый первый способ, придуманный людьми – специальный маленький пылесос.

Да вот проблема – при сборе клопов даже специальным пылесосом не избежать членовредительства.

Наша задача заключалась в том, чтобы придумать и изготовить многоканальную систему для пересчета и транспортной упаковки клопов без повреждения насекомых.

Вообще, сам же заказчик привез нам рекламное видео конкурентов. Там контейнер-инкубатор помещается в бокс, открывается и клопы весело устремляются в транспортную банку.

Я уже писал об этой истории.

Видео оказалось фейковым – так оно не работает.

Понятно это стало поздно, когда все дословно повторили и ничего не заработало.

Но мы решили не отступать.

В общем, вместо маленького ОКР (конструкторской задачи создания счетного канала), мы оказались в ситуации НИР (поиск способа манипулировать поведением насекомых, чтобы они весело, как на рекламном видео, шли в транспортный контейнер).

И мы (машиностроители) эту задачу решили. Благодаря здравому смыслу и своей методике работы.

Если интересно, то история с иллюстрациями описана в моем докладе на КОМПAScon 2024 о реверсном инжиниринге - можно скачать здесь <https://estlab.ru/docs.html>

Все это была предыстория.

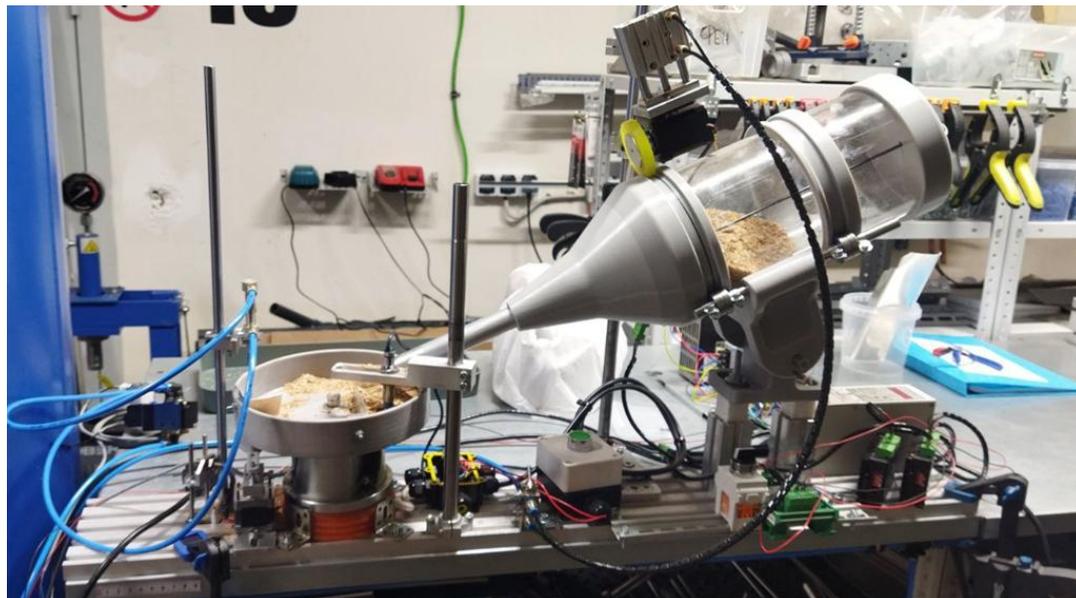
Проходит время, и этот заказчик возвращается к нам с новой задачей: упаковать клещей (они многократно мельче клопов – прямо пылинки и тоже являются важными сельскохозяйственными животными).

Вот об этом новом проекте мы вам и расскажем в следующий раз.

... продолжение следует

07.07.2025 г.

Часть 2: Дозатор, которому еще не придумано название



Итак, продолжаем историю с насекомыми.

Задача упаковать клещей — это мелкие насекомые (полезные с точки зрения сельского хозяйства).

Сами клещи, визуально, представляют собою пылинки древесного цвета. Постоянно движущиеся пылинки. Стремящиеся залезть в различные щели.

Для того, чтобы они могли жить, питаться и размножаться, их поставляют большими упаковками, наполненными влажным субстратом.

— В чем проблематика этого проекта?

В потребительскую упаковку клещей нужно отдозировать с субстратом, обеспечив при этом равномерное распределение клещей в субстрате, чтобы в каждой пакетике было примерно одинаковое и понятное их количество.

При этом, необходимо минимизировать всякое членовредительство.

В мире давно придуманы десятки различных видов дозаторов. Столь же много упаковочных машин. Кажется, бери и используй. Но так ли это?

Существующие дозаторы:

шиберные с подвижным дозировочным шибером, шиберные с подвижными заслонками, шнековые с полным шнеком, шнековые со спиральным шнеком, барабанные, ременно-барабанные, трубчатые традиционные, дисковые всяких сортов, стаканчиковые, поршневые, гравитационно-стаканчиковые (уф, никого не забыл?)

— все имеют подвижные детали, между которыми будут растираться наши клещи, либо создают неприемлемое давление в продукте.

Более-менее, нам бы подошел весовой дозатор. Но его конструктивные особенности приведут к тому, что произойдет расслоение субстрата и

"пылеобразных" клещей. Большая часть клещей будет на дне и частично выпадет из процесса дозирования; большая часть субстрата не будет насыщена клещами. Часть клещей, в верхних слоях субстрата начнет разбегаться по помещению - герметизировать весовой дозатор трудно (теоретически возможно, но это еще больше снизит его невысокую производительность).

К тому же, весовой дозатор нам придется делать 4-х канальный, чтобы обеспечить экономически приемлемую производительность машины, а это увеличивает высоту, с которой наш продукт падает в пакет и увеличит стоимость машины – добавятся новые проблемы.

Думаю, понятно, что существующие дозаторы не отвечают одновременно двум требованиям:

1. Равномерное распределение насекомых в субстрате.
2. Отсутствие повреждения насекомых.

Аналогичные критические соображения есть и в отношении существующих упаковочных машин.

Итак, нам нужен особый дозатор, стоящий на особой машине.

Наш первый и очевидный шаг - изобрести новый дозатор и построить его действующий доказательный макет.

Проект 2529:

Макет дозатора для субстрата с живыми насекомыми, отличающегося тем, что насекомые не контактируют с деталями, совершающими взаимные перемещения и равномерно перемешиваются с субстратом.

В придуманной нами конструкции, там, где есть насекомые, нет ничего, что могло бы их защемить или раздавить. Все движения совершаются за пределами объема, содержащего насекомых.

При этом, мы обеспечиваем равномерное распределение клещей в субстрате, а вся конструкция легко герметизируется (на макете герметизации нет, чтобы мы могли наблюдать все процессы).

Созданная конструкция никак не лезет в привычные классификации. Если ее попытаться охарактеризовать в привычных терминах, то получится закливание вроде:

Трубчатый – вибрационно – объемно – шибберный
смешивающий – дозирующий 4–х стадийный

Макет прошел успешные испытания, доказана его вдвое большая производительность при меньшей себестоимости в сравнении с весовым дозатором (единственное конкурирующее техническое решение, почти приемлемое для нашей задачи).

Теперь вокруг уже 2-х канального дозатора будет развиваться Проект 2530
Машина для автоматического дозирования и упаковки субстрата с насекомыми.

В машине будет обеспечено минимальное время нахождения живых насекомых в зоне термосварки пакетов.

Пакеты будут иметь несколько высеченных отверстий:

- для дыхания и выхода насекомых;
- для подвешивания пакета на растение.

Кроме того, внутренняя (скрытая от глаз пользователя) геометрия пакетов будет учитывать некоторые поведенческие особенности насекомых.

... в пятницу будет Часть 3 философская про насекомых :)

09.07.2025 г.

Часть 3: Про разум собак и клопов



Многие люди считают, что животные руководствуются исключительно инстинктами. Я не буду делать никакие положительные утверждения, а только изложу фактические наблюдения.

Был у меня пес Флинт. Порода — миттельшнауцер. Я могу рассказать о нем и его разуме много историй, но вот вам одна прямо вопиющая.

Как-то Флинт захотел посидеть у меня на ручках. Да вот беда, одновременно с ним такое же желание возникло у пятилетнего ребенка.

У Флинта дилемма: ребенок для него святое и обидеть его нельзя, а на ручки ну просто не вмоготу как хочется.

— А что бы в этой ситуации предприняли лично вы?

Барабанная дробь и решение Флинта — гениальная импровизация (!), достойная любого психолога-манипулятора или почитателя 36 китайских стратагем, и реально работающая:

Флинт бежит в коридор (1), но в пределах видимости ребенка (2), хватается его за мелки (3) и начинает демонстративно имитировать их разгрызание (4), ребенок с возмущенным криком бежит отнимать мелки (5), Флинт их охотно отдает (6) и, пока ребенок собирает мелки, шустро запрыгивает ко мне на колени (7).

Финал, фанфары, победил расчетливый и быстро планирующий разум.

Я не случайно считал этапы плана Флинта.

Мгновенную импровизацию в семь действий, вех и условий построит далеко не каждый менеджер.

Флинт не был выдающимся мыслителем. Сейчас у меня две таксы и они просто академики в сравнении с ним.

Таксы не только отстраивают собственные многоэтапные планы, они, например, запросто мгновенно (!) принимают совместное (!), довольно сложное (!) импровизационное (!) многокомпонентное (!) решение молча (!) и даже не глядя друг на друга (!) — просто обменом мыслей.

Эта способность собак вспомнилась, когда мы пытались посчитать важных для сельского хозяйства клопов — тех самых, про которых я писал в начале недели.

Нужно было считать клопов, переходящих из контейнера-инкубатора в транспортный контейнер. Считать то мы довольно быстро научились, а вот заставить их переходить из пункта А в пункт Б — задача оказалась не из легких. Решили и ее, а решая обнаружили вот что.

В один из дней нам на испытания новой итерации устройства "волшебного" заманивающего туннеля, привезли мало клопов. Мы решили прогнать их несколько раз, чтобы не ждать другой okazji.

Так вот, с каждым кругом, число клопов, переходящих из инкубаторного контейнера в транспортный, сокращалось, примерно, в е-раз.

На всякий случай, "е" — это очень интересное число, присутствующее много в каких формулах, описывающих НАШ МИР. Равно, примерно, 2,72.

То есть, в первое свое путешествие, побывавшие в транспортном контейнере клопы увидели, что там нет ничего интересного.

Когда мы их вытряхнули обратно в инкубатор, они рассказали свои впечатления всем остальным.

Среди остальных нашлись недоверчивые, которые решили проверить сами, что там за туннелем (их было в 2,6 раза меньше, чем самых первых).

Когда мы вытряхнули в инкубатор и этих вторых, они подтвердили, что да, ничего там нет, ради чего стоит суетиться и на третий круг пошло в 2,7 раза меньше, чем на второй — видимо, самые упрямые.

Обмен информацией осуществлялся клопами за считанные секунды — на мониторе мы сразу видели, что новый поток насекомых сильно уменьшается. Причем, большая часть насекомых находилась под соломой — вне визуального контакта, а химические сигналы так быстро не могут распространяться.

Инстинкты, говорите? Сдается, что там все сложнее, интереснее и не сильно примитивнее, чем у собак.

Я мог бы рассказать еще много реальных историй, но объем поста это не позволяет и, думаю, на сегодня и так уже достаточно.

Посмотрите по сторонам и под ноги — мир гораздо интереснее учебников.

"Все теории стоят друг друга" (С) из Булгакова.

Любая теория — всего лишь ограниченная модель мира, но не мир — бац, и мы примирили идеализм с материализмом :)

11.07.2025 г.

ПРО ЗНАНИЯ

Часть 1: Неизвестные неизвестные



12 февраля 2002 года тогдашний министр обороны США Дональд Рамсфелд произнес фразу о том, что

«есть известные известные, известные неизвестные и неизвестные неизвестные».

Были те, кто сочли его ненормальным. Но, в действительности, мы увидели, что министр - культурный человек и умел в краткой афористичной манере сформулировать одну из теорий познания.

Мы оставим сейчас в стороне вопрос о действительности и рассмотрим только наше знание о действительности — а это совершенно различные вещи.

**Знание же наше бывает различного сорта.
Разберем этот вопрос на примере солнца. Именно:**

1. Я могу выглянуть в окно и увидеть светящее солнце. Здесь есть известное мне — светит солнце, и осознание этой известности.

2. Я могу, не выглядывая в окно, посмотреть на часы и на основании своей прошлого осознаваемой известности, предположить, что и теперь светит солнце.
3. Я могу не иметь прошлого опыта. Но меня убедили / воспитали / зомбировали, что в это время светит солнце и я буду ни секунды не колеблясь в это верить.
4. Я могу не иметь представление о существовании солнца, но сквозь неплотно закрытое окно будет пробиваться свет.
5. Я могу заметить, что этот свет через неполно закрытое окно пробивается не всегда.
6. Я могу заметить, что свет пробивается с некоторой периодичностью.
7. Я могу заметить, что периодичность не строгая, но никогда не бывая на улице и не имея представления о временах года, я не сделаю нужный вывод, а буду предполагать наличие не слишком добросовестного осветителя.
8. Я могу не иметь окна и не видеть солнца. Но если я уже ранее с солнцем сталкивался, я буду верить в то, что солнце продолжает существовать, хотя и скрытно от меня.
9. Я могу не иметь окна и никогда не сталкиваться с солнцем ранее. А рассказы о солнце либо не дошли до меня, либо были высказаны людьми, суждению которых я не склонен доверять.
10. Мне могут открывать окно только в светлое время суток и глухо его закрывать в иное время. В результате, я буду думать, что солнце светит всегда и нет никакой ночи.
11. А возможно, в момент закрывания окна, мне скажут, что теперь солнце станет таким ярким, что убьет всякого на него смотрящего. И я буду думать, что день – отнюдь не самое светлое время суток.
12. Мне могут прорубить в стене окно, но сказать, что солнце есть явление новое и вчера его не было.
13. Мне могут сказать, что оно не только явление новое, но и рукотворное и я не смогу это доказать или опровергнуть.
14. Мне могут ночью заменять солнце фонарем, а изменение светимости и спектра объяснить суточными колебаниями самого солнца.
15. Мне могут так подобрать фонарь за окном, что я вообще не увижу суточных колебаний.
16. Мне, слышавшему о существовании солнца, могут устроить ложное окно и светить в нем синим фонарем, рассказав, что солнце изменилось.
17. А теперь представим, что тот, кто мне рассказал о существовании солнца, прослыл, хотя и по иным поводам, мошенником. И вот, я должен теперь усомниться и в его извещении о существовании солнца (для нас с вами, очевидно несправедливо? но сами то мы в какой ситуации узнали о солнце?), а вслед за этим и в мошенничестве того, кто устроил окно с синим фонарем (очевидно справедливо?).
18. Я могу быть слеп от рождения. И все рассуждения будут для меня непроверяемыми байками.
19. Можно придумать еще великое множество различных вполне осуществимых ситуаций.

Большинство людей, вероятно, находится в ситуации № 1 и воспринимает эту ситуацию как единственно верную. Но это восприятие верности не критично основано исключительно на внушении и привычке - поместите

большинство от рождения в иную ситуацию и № 1 будет восприниматься как ересь.

25.07.2025 г.

Часть 2: Так что же мы знаем?



На прижизненной фотографии запечатлен знаменитый диспут Платона и Сократа о вкусе коньяка. (С) Яндекс.Шедевр

Писатель-фантаст Терри Пратчетт описал сообщество людей, которые были убеждены в схлопывании пространства. Они построили город на колесах и терпя лишения, героически катили его по рельсам, убегая от волны небытия. Рельсы они брали сзади города и переносили вперед по движению. И так шли годы, пока они с удивлением не столкнулись с другим сообществом людей, находящихся в иной ментальной ситуации.

Это звучит забавно, пока мы не проведем ревизию корней собственных представлений — мы увидим, что почти все (а может и совсем все) не имеет под собою ничего прочного — надобно признать, что эта ревизия требует мужества огромного* и по силам очень немногим людям.

**(Некоторые мыслители считают, что здесь требуется мужества больше, чем у ползущего с гранатой под танк - этот вопрос сродни необратимому выбору красной и синей таблеток.)*

Более всего люди почитают наиболее "твердыми знаниями" те, что получены в самом невменяемом возрасте и после никогда не проверяются.

На втором месте стоит разместить привлекающую нас мифологию. Причем, привлекательность ее может основываться на самых разных основаниях, даже на мазохизме — люди с упоением читают о страданиях и заговорах и строят на

них всю картину мира, и картина эта доставляет им физическое и психологическое наслаждения.

Какие же выводы напрашиваются из всех этих ситуаций?

1. Самый простой и очевидный, что нет никакого знания, о котором можно поручиться, что оно - знание. А всегда есть предположение и вера в истинность этого предположения.
2. Далее следует сделать вывод, что есть то, что мы видим и осознаем, как видимое.
3. Но есть и видимое, но не осознаваемое.
4. Есть невидимое, но осознаваемое, о котором мы строим предположения.
5. И есть невидимое и не осознаваемое - оно может быть в сантиметре от нас, но мы проживем свою жизнь и не заподозрим его.
6. И всегда велика вероятность, что нас обманывают: люди ли; наши собственные органы чувств; ложные выводы из наших рассуждений.

Итак, Дональд Рамсфелд, с которого начиналось это рассуждение, был прав.

PS1

Что же мы знаем?

Ничего - и старик Сократ тоже был прав.

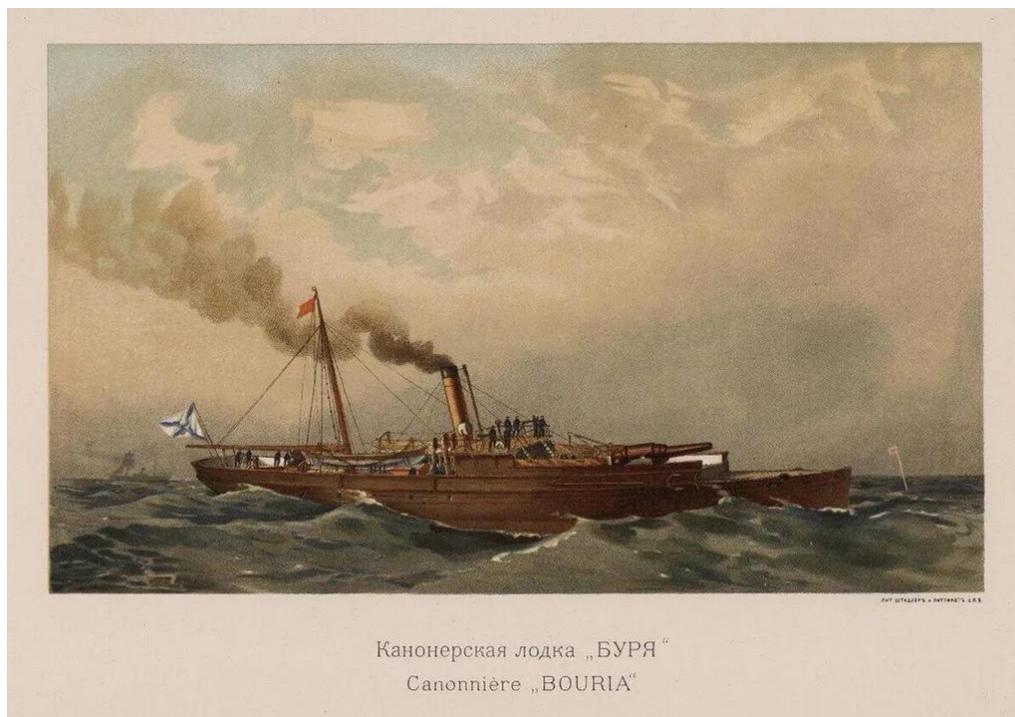
Предположения, вера и интуиция — вот весь наш человеческий удел.

PS2

Как же на такой зыбкой почве могут существовать такие точные вещи, как механика, приборостроение и станкостроение? — а вот об этом мы и поговорим в другой раз через несколько недель :)

25.07.2025 г.

О РОЛИ СЛУЧАЯ



Однажды, Энрико Ферми предложил идею подсчета распределения внеземных цивилизаций в нашей Галактике:

$$N = P_1 \times P_2 \times P_3 \dots ,$$

где все P — это вероятности того-сего.

В современном виде, формула существует благодаря Фрэнку Дрейку.

И кто бы как бы не превращал все эти P в цифры, а всегда выходит почти ноль.

Я это вот к чему.

Был у нас заказчик, который каждый разговор о новом (не только с нами) предварял утверждением:

— Если это никто еще не сделал, значит это чепуха!

Как-то мне надоело часами пережевывать этот скепсис, и мы с ним взяли и написали формулу вероятности попадания из мгновения **"Я придумал классную штуку"** в мгновение **"Он дал нам на нее денег"**.

Мы перемножили вероятности положительного исхода всех телодвижений на этом пути и ... получили аналог формулы Дрейка, с почти нулевой вероятностью.

Можно привести кучу примеров в доказательство этой формулы, но всегда найдется кто-то, кто скажет: — Ты просто некомпетентен!

Ну что же. Вот вам история, про которую ни один язык не повернется такое сказать.

Про Путиловские заводы знают все (наверное). Знаете, как они появились?

Николай Иванович Путилов родился в семье помощника полицмейстера водной полиции уезда в Новгородской губернии.

В 10 лет его отдали в морскую роту Александровского кадетского корпуса.

В 12 лет переведен в Морской кадетский корпус.

На занятиях проявил склонность к математике, благодаря чему после производства в офицеры был оставлен в Корпусе на должности преподавателя математики и был взят в помощники академиком Михаилом Остроградским.

В 1843 году по состоянию здоровья покинул военную службу, поменяв погоны флотского лейтенанта на мундир титулярного советника.

В таком чине отправлен на Черное море, куда закупили первые пароходы, обживавшиеся английскими механиками. Проявляет организаторские способности и создает российскую службу ремонта и обслуживания новых пароходов.

Проявленный талант замечают и в 1847 году отзывают в столицу – там Путилов получает должность чиновника для особых поручений Кораблестроительного департамента Морского министерства.

И вот 1854 год - начало Мировой войны (известной у нас как Крымская, но война шла и на Балтике, и на Тихом океане). Английский флот виден из окна кабинета императора в Петергофе. Толком защиты от него нет. Неплохо бы иметь прибрежные корабли типа канонерки, но все верфи загружены, бюрократия неповоротлива, а надо вчера

Понимая, что обычными способами проблему не решить, власть прибегает к способу авантюрному.

Путилову, уже показавшему, что он умеет играть не по правилам, выдают деньги из личных средств морского министра (сын императора) на то, чтобы Путилов в несколько месяцев сделал чудо.

Путилов вызывает в Петербург рабочих прядильных (!) мануфактур, оставшихся без заказов из-за прекращения внешней торговли.

Рабочие разбиваются на бригады. Бригадир – опытные литейщики, кузнецы, слесаря.

Бригадами укомплектовываются мелкие частные мастерские по всей столице.

Каждая мастерская получает заказ на N штук какой-то детали.

Один из купцов с плохой репутацией (как показал финал истории, незаслуженной), не загруженный заказами, берет финальную сборку.

Проект канонерки берется простенький, но реалистичный.

Паровые машины – тоже сами делали!

Результат?

Весной 1855 года английский флот на подступах в Петербургу встречали 32 канонерских лодки.

Осенью их было уже 67 + 14 корветов и клиперов.

Сетевое планирование, почти Канбан и прототип конвейера Форда.

Вот из этой сети и возникла Путиловская империя.

Хороши ли были канонерки Путилова? – Нет, они были плохие.

Существовали проекты лучше? – Да.

Мог Путилов сделать лучше в те сроки и бюджеты? – Нет.

Решил Путилов задачу? – Да.

Мог бы решить эту задачу кто-то другой? – Маловероятно – здесь требовалась уникальная смесь ума и авантюризма.

Если это случилось, значит это было неизбежно – говорил персонаж фильма "Трасса 60".

Но кажется, что вся эта неизбежность зависела, буквально, от наличия или отсутствия насморка у мухи, сидевшей в углу кабинета Путилова-отца в момент выбора места учебы сына.

22.08.2025 г.

ПРО КАЧЕСТВО



Качество не возникает само по себе.

Чтобы научиться делать качественные вещи, нужно потратить много времени, много денег и иметь правильную команду.

И, главное, судьба (смотри пост «О роли случая») должна дать вам эту возможность.

Даже фраза "немецкое качество" долгое время воспринималась аналогично сегодняшней "китайское качество" — история человечества содержит много интересных поворотов.

А до "немецкого качества" ценилось "английское качество" — даже историческую литературу не нужно читать — все это есть в сочинениях Тургенева и Толстого.

— Что означает слово "качество" в проектном бизнесе?

Это очень неоднозначный вопрос, по которому нет консенсуса ни среди заказчиков, ни среди разработчиков. Можно перечислить много взаимно противоречивых точек зрения.

Различные стандарты и системы менеджмента вводят для различных видов деятельности и типов оборудования различные наборы параметров и правил, соответствие которым приравнивается к заключению: — Да, вот это является качественным.

Наборы эти очень разные и продиктованы как логикой, так и отраслевыми традициями, среди которых могут присутствовать и ментальные рудименты.

Но вот парадокс:

в то время, когда английское стало качественным, а потом успех повторило немецкое — не было систем менеджмента качества, не было стандартов в современном виде, а качество было.

Секрет заключается в том, что все эти наборы параметров и правил, в действительности и вне зависимости от присутствия в них слова "качество", — это про повторяемость результата, а не про его качество.

Конкуренция тоже не создает качества и тому есть ежедневные и массовые доказательства.

Для качества нужны два ингредиента: личность, ориентированная на качество и стечение обстоятельств, благоприятствующее этой личности. Когда это сойдется — возникнет, нет, еще не качество, а только зерно для прорастания качества.

И вот тут то, конкуренция окружающих с этим зерном либо убьет его (а исторических примеров такого оборота событий много в разных странах за разные века), либо начнет создавать подражания и клоны (тиражируя это зерно качества).

Никакого иного пути к массовому, "национальному" качеству не бывает.

То есть, ключевые вещи в истории про качество — личность и ее обстоятельства. Будет личность, будут у нее ресурсы, будет у нее время == иначе говоря, будет у нее череда проектов, на которых можно будет тренироваться в своем пути к качеству

(заказчики здесь вздрогнут, но ничего иного, как тренироваться на ваших реальных заказах в истории мира ни разу не бывало, да вы и сами свое качество так же на своих заказчиках создаете :)

— вот тогда появится через какое-то время качество.

Мне приходится общаться с людьми, уверенными, что качество в проектном бизнесе — это способность с ходу создать чертеж, который пройдет все проверки практикой и никогда не потребует корректировок.

Ну, что же, говорю я таким собеседникам: — **Увы вам, но вы, в таком случае, обратились к некачественному конструктору, ибо я так не умею :) И никто не умеет, чтобы он вам не обещал.**

Можно создать безошибочный чертеж. Можно создать сотню безошибочных чертежей. А потом в 101-ом сделать ошибку. Сколько процентов ошибок допустимо, чтобы считать пакет чертежей качественным? — **понятно же, что это число будет спекулятивным и ни о чем нам не скажет.**

Качество прячется не в безошибочности (она же может быть и случайной), а в способности обеспечить правильный итерационный (смотри пост «Итерации в проектах») процесс, который приведет к успеху, а затем, на

новых задачах, будет проходиться быстрее и эффективнее — т.е. мы опять вернулись к тому, что качество это про личность, ее нацеленность, ее самообучаемость, а не про стандарты и системы (они в этой истории носят вспомогательный характер).

На каждую страницу сочинений Льва Толстого, которую вы читаете в книжке, приходится до 10 страниц черновых версий.
Вот так рождается качество.

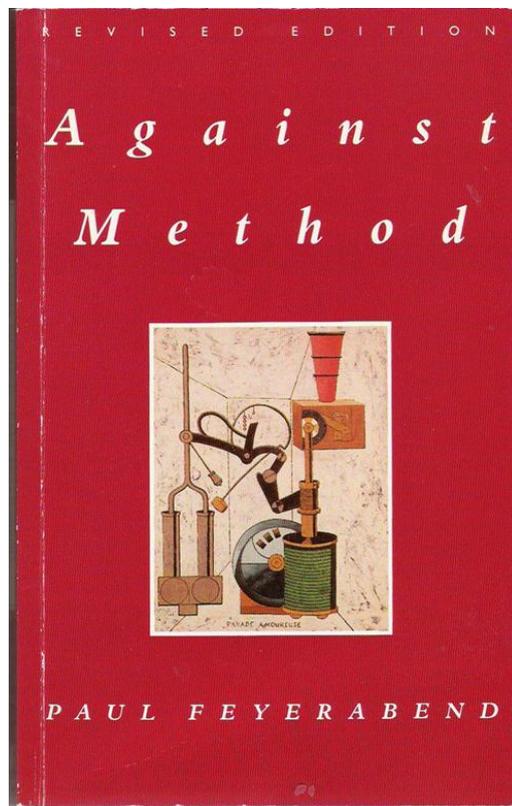
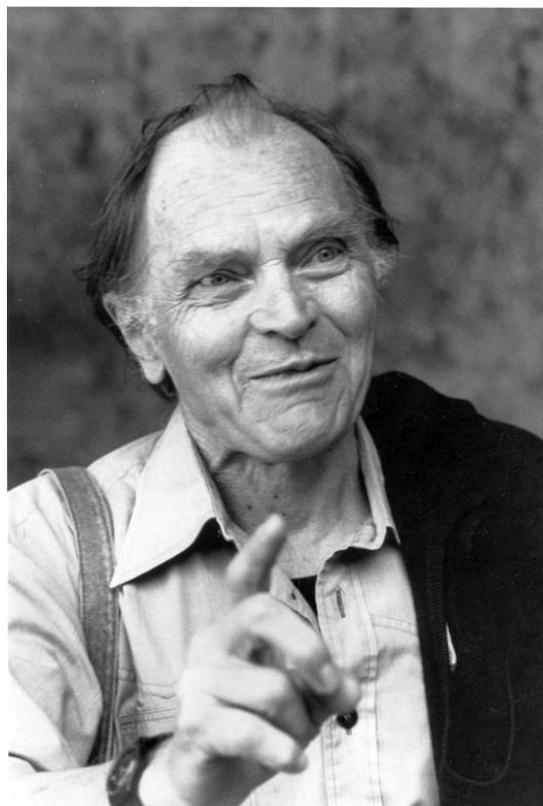
Следует так же иметь в виду, что нет качества «вообще».

Есть качество, максимально достижимое для данной цены: глупо ожидать, что изготовитель машины с ценой N рублей, может потратить на ее создание столько же, сколько и изготовитель машины с ценой 10 N рублей.

Качество — это дорого и долго. С этим не рождаются. К этому больно идут.
Некоторые не доходят и тогда другие начинают все заново, что удлиняет дорогу.

26.09.2025 г.

ПРОТИВ МЕТОДА



Сегодня я хотел бы обратить внимание читателей на книгу одного из идеологов анархизма – Пола Фейерабенда, под названием "Против метода", написанную в 1975 году и издававшуюся на русском языке уже в постсоветское время.

Автор исследует вопрос о том, а НЕ является ли наука одним из МИФОВ, возникших при определенных исторических условиях.

Как сразу предупреждает автор, первоначально планировалась книга в соавторстве с другим философом, придерживающимся противоположной точки зрения – это должен был быть вынесенный на публику спор.

Но соавтор умер и осталась только специально гиперболизированная точка зрения Фейерабенда - и читая книгу, важно держать в голове эту ее нарочитую гиперболизацию и режущую глаз неделикатность.

(Неделикатность, вообще, присуща многим западноевропейским философам; особо преуспел в этом Энгельс, сочетавший оскорбительный тон в отношении оппонентов с ёмкими афоризмами, за которые его и прощаешь).

Тем не менее, и в таком виде книга полезна для прочистки мозгов от стереотипов.

Уверен, что 90% читателей либо возмущенно ее забросят в мусорное ведро или начнут с ходу очень эмоционально ругать автора за мракобесие (**анархист—мракобес, это восхитительно!**).

Книга, конечно, оставляет ощущение неполноты: автор приходит к справедливому выводу, что наука это не последовательное/эволюционное предприятие, а предприятие анархистское.

Но при этом, автор упускает (или тогда это еще не стало осмысленным фактом?), что хаос науки упорядочивается ее итерационностью.

Вот тема для интересного исследования: когда осмыслили итерационность всякой мыслительной деятельности?

Впрочем, винить автора за это упущение грешно.

Даже ученые, ставшие именитыми популяризаторами науки и написавшие массу популярных книг, почти всегда рисуют гораздо более искаженную картину — поступательного движения научного процесса.

В общем, можно по-разному относиться к положительным утверждениям автора, но вопросы он ставит хорошие. А как говорил один мастер дзен:

— Хороший вопрос ценнее утверждения.

Как культурный человек пользуется зубочисткой, так он должен, хотя бы иногда, пользоваться и мозгочисткой.

А мозгочистка и должна быть колючей — это вам не релаксационный массаж :)

Итак, книга — мозгочистка:

Пол Фейерабенд "Против метода", 1975 год.

Русское издание: Москва, 2007 год, издательство "АСТ".

И да, в известных местах есть бесплатные электронные версии.

И небольшой афоризм, родившийся по мотивам книги Фейерабенда:

Факт — это предположение кажущееся (sic!) абсолютно (sic!) достоверным в данный (sic!) момент времени.

15.08.2025 г.

ДВЕ ГОЛОВЫ ИНЖЕНЕРА



На фотографии двухголовый великан "Блендербор" -- авторская интерьерная кукла Наталии Зотовой. Единственный экземпляр, ручная работа.

У инженера должны быть две головы:

1. Творческая, фонтанирующая самыми смелыми идеями и
2. Расчетливо-циничная, мгновенно устанавливающая границы применимости идей и сравнивающая их на весах преимуществ и ограничений.

Первая голова отрастает еще в детстве, а вторую приобретают годами опыта.

Чтобы первая не усыхла, ее нужно постоянно поливать питательными эмоциями. А вторая должна держаться в ежовых рукавицах, чтобы быть хорошо сбалансированной с первой.

В прошлом, у меня был работодатель, который запрещал работать в пятницу, субботу и воскресенье. Деньги платил щедро, а работать запрещал.

Его позиция звучала так:

Чтобы придумать что-то дельное, ум должен отвлекаться на совершенно постороннее, но наполненное эмоциями: искусство, философию, созерцание заката на берегу моря, кулинарию и тому подобные вещи.

В пятницу, субботу и воскресенье дозволялось размышлять только на перспективные темы в атмосфере музея или ресторана.

То есть, четыре дня в неделю мы прокачивали свои знания, а три оставшиеся дня – фантазии.

При таком образе жизни, наша команда за пять месяцев придумала дюжину новых физических установок и запустила патентование четырех изобретений.

Потом у работодателя резко поменялось направление бизнеса, и все разбежались в самостоятельное плавание. И уже никогда не достигали такой продуктивности.

Увы и ах, не все сказки завершаются так, как бы всем желалось.

Впрочем, все возможно в этом мире, и мы работаем над созданием уже собственной сказки.

08.08.2025 г.

СЛОНЫ ПОМНЯТ ВСЕ, ИЛИ ПРО ЗАПИСНЫЕ КНИЖКИ КОНСТРУКТОРА



Завершил сканирование записных книжек 2019 – 2024 годов:

1386 страниц с рисунками и расчетами == 231 страница в год.

Обнаружил как много различных механизмов и конструктивных приемов, оказывается, успел обдумать.

Было интересно проследить эволюцию собственных представлений:

- о наиболее оптимальных решениях различных технических задач,
- о ведении инженерингового бизнеса,
- о принципах взаимодействия с различными заказчиками,
- о методике конструкторской работы,
- пролистать протоколы макетных испытаний.

И знаете, в принципе, я склонен считать, что стопка записных книжек обладает ценностью большей, чем та тысяча больших и маленьких пакетов чертежей, что я успел наработать за 34 года инженерной практики.

– Почему?

Чертежи отвечают на вопрос: – Как мы делаем?

А записные книжки отвечают на вопрос: – Почему мы именно так делаем?

Первое можно подсмотреть, а второе можно пройти только самостоятельно.

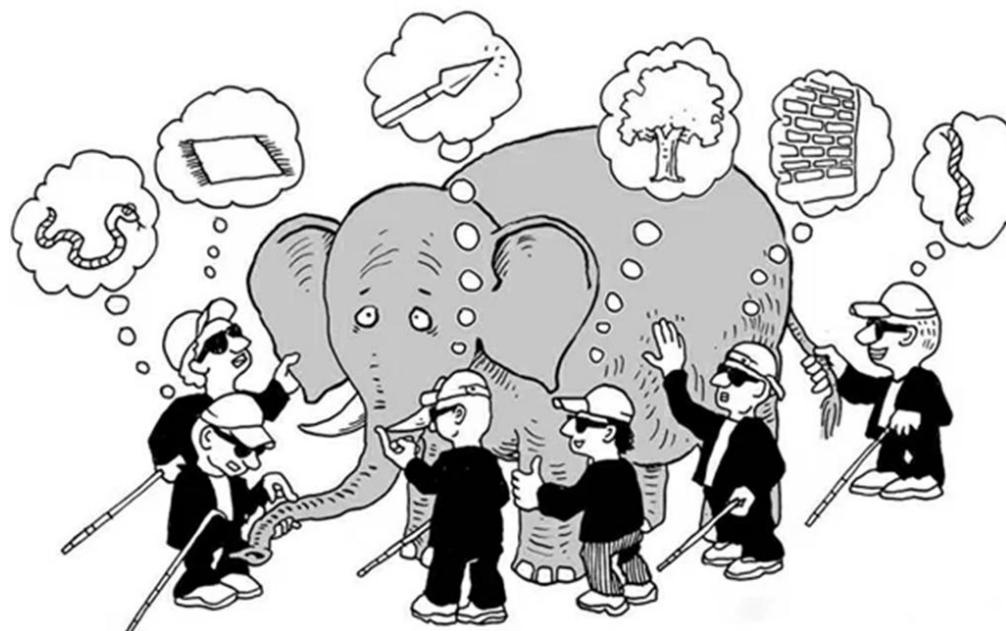
Именно поэтому, можно украсть чертежи, но так трудно украсть технологию.

Хотя, нужно сказать, что и 3D-моделирование у нас в компании часто ведется с некоторым запасом: рассматриваются две — три — пять технических гипотез для выбора оптимального решения.

К этим наработкам тоже интересно обращаться спустя время.

13.09.2025 г.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ВАКУУМ



Я люблю листать книги, имеющие название типа "Альбом чертежей", или "Альбом конструкций", или "Атлас деталей", или что-нибудь аналогичное.

Если взять издания разных авторов/компаний за лет 50 – 70 или более, можно проследить:

1. Изменения конструкторских подходов.
2. Цикличность. Люди то забывают какое-то техническое решение, то вновь возвращаются к нему.
3. Самое интересное в таких изданиях заключается в прослеживаемости периодов взрыва фантазии и периодов минимализма. Например, есть альбомы, содержащие более сотни видов винтов/болтов и есть альбомы со скучным перечислением скучной номенклатуры типа современного провинциального строительного рынка.

Наверное, на этот счет можно написать хорошую кандидатскую диссертацию.

Но вот что меня заинтересовало в этом отношении:

Не смотря на наличие таких изданий, среднестатистический конструктор всегда находится в вынужденном информационном вакууме.

Сейчас я поясню этот тезис.

199х-е годы

Когда я начинал работу конструктором в 1990-х годах, эти бумажные издания (с небольшими тиражами) были очень трудно доставаемыми.

Более того, не было единого места, где можно было хотя бы получить наводку на них.

Каталоги библиотек, даже Научно-технической или Политехнической в Москве — это убого в силу бумажности и доступно только в Москве. Найти там — уже был труд. А потом гору бумаги нужно хотя бы пролистать без Ctrl-F и прочего компьютерного удобства. Я помню это — работал там над теоретической частью диплома.

У меня в те годы были наставники из авиации (моторы, исполнительные механизмы и т.п.) - люди с большим опытом. Но когда мы с ними нырнули в частный мирный бизнес, все они/мы наделали массу конструкторских ошибок, которые могли бы избежать если бы не находились в состоянии информационного вакуума в отношении того, что человеческий ум уже изобрел по части того мирного.

200х-е годы

Появляется интернет доступный конструктору. Но он только наполняется технической информацией. И мы по-прежнему полагаемся на скудную разрозненную бумажную информацию.

201х-е годы

Интернет заполнился хорошими сканами книг и видео с заводов на YouTube. И тут же начинается "борьба с пиратством" и ставятся первые заборы. Рутрекер и Ко мечутся, замечая следы.

202х-е годы

Теперьшний интернет полон таким обилием мусора, что найти что-либо становится очень нетривиальной задачей. А, не к ночи помянутый, ИИ и современные алгоритмы поисковиков делают поиск ... невозможным !

Действительно, с 2010 по 2015 году (золотые годы) я мог в Гугле найти конструкцию какого-либо не ширпотребного механизма. Теперь это невозможно — Гугл вдруг стал тупым и продажным: несколько страниц выдачи проплаченного, но не соответствующего запросу, а ИИ подсовывает фейки и не понимает суть запроса.

Вот, например, искал давеча химический способ гальванического покрытия одним металлом другого металла. Судя по тому, что Гугл вдруг перестал различать химический способ от электрохимического (а я отлично помню, как в 2007 — 2009 годах он прекрасно все "знал" о гальванике и различал такие

нюансы), обучением алгоритмов поиска и ИИ Гугла явно занимаются жертвы ЕГЭ и маркетологи, заполнившие наш мир*.

** Я знаю про ожидания от ИИ когда-то потом. Но это лишь слова (в том числе, для затуманивания настоящих намерений), а я говорю о фактах сейчас.*

Такая же картина во всяком специализированном поиске, где важны нюансы - нас снова окружили информационным вакуумом.

Т.е., за исключением нескольких лет, конструктор всегда в информационном вакууме и должен полагаться на как-то собранную личную библиотеку или/и ходить по граблям.

Человечество накопило море технической информации. Но наш мир устроен так, что это море расплескалось мелкими лужицами, вкрапленными в бесконечное болото информационного мусора.

Строителей Вавилонской башни разделили языками, а нас повторно разделили этими лужицами знаний.

Если тенденция сохранится, то мы окажемся в ситуации, когда обладание настоящим знанием будет похоже на магию.

Впрочем, это уже будет проблема немагов :)

09.01.2026 г.

ПРОЕКТОВ НЕ СУЩЕСТВУЕТ?



Философская провокация

** Идея порассуждать на эту тему родилась в разговоре с инженером Леонидом Мензуловым (<https://specmach.net/>).*

Итак.

Учебники и методики говорят нам:

Проект — это временное явление, имеющее цель, имеющее начало и конец, имеющее выделенные ресурсы.

Любой конспиролог с легкостью опровергнет вышеизложенное!

Мы не конспирологи (почти), но и мы сейчас опровергнем вышеизложенное.

1. Проект — это временное явление?

Но мы можем перечислить множество проектов, длительностью лет в 10, 20, 30, 50 или, вообще, постоянно разворачивающихся во времени без заданной временной рамки.

2. Проект имеет начало и завершение?

Но реальный проект не имеет начала. А часто не имеет завершения!

У любого проекта есть предпроектный латентный, неявный, неформализованный этап – мы говорили о нем здесь (<https://t.me/sergejzotov/463>).

Опять же, есть проекты, у которых нет завершения – они могут длиться неопределенно долго до достижения результата. Например, проект озеленить Сахару или разбить вишневый сад на Марсе - ну не можем мы вообще предсказать, когда будет и будет ли завершение. Но ведь, и это проект.

3. Проект имеет цель?

"У самурая нет цели ..."

Но, например, любой НИР имеет только формальную цель, а в реальности его может завернуть куда угодно и любой его результат будет считаться ценным опытом.

4. Выделенные ресурсы?

Ну, с какими-то оговорками, может быть. Только в большинстве случаев, их не хватает и их выделяют, и выделяют :)

Разработчик никогда не в состоянии оценить нужные ресурсы правильно – у него ум заточен на созидание, а не на продажу. А менеджер всегда в плену экономических методик и уже своих иллюзий.

Проект, не вышедший за рамки выделенных ресурсов, существует там же, где пасется сферический конь в вакууме.

– Что же это все доказывает?

Только то, что проекты ... существуют!

Ничему, существующему в реальности, нельзя дать строгое и непротиворечивое определение - Создатель нашего мира обладает потрясающим чувством юмора.

Если же вам удалось построить непротиворечивое определение, значит, вы имеете дело с фантазией.

На ум приходит аналогия с принципом неопределенности Гейзенберга: мы либо как-то примерно знаем сроки, либо цели, либо ресурсы. Но никогда не знаем все сразу.

Мы можем представить проект как локальное сгущение в потоке жизни.

И нет у этого сгущения границ – оно плавно переходит во весь поток и во все его другие локальные сгущения.

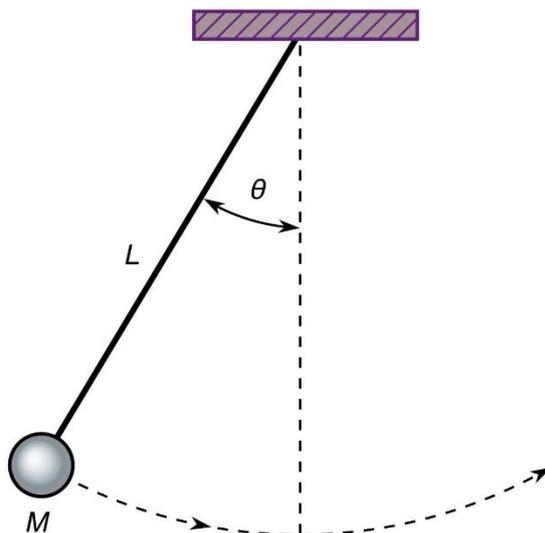
Это как кипение вакуума виртуальными частицами. Как электрон, у которого есть вероятностное облако местонахождения, но нет точной координаты.

А когда инициируете новый проект, помните, что принцип неопределенности Гейзенберга – это не только про квантовую механику.

Обязательно обсуждайте что будет при выходе проекта за предполагаемые рамки (финансовые, временные) или недостижении цели – это поможет адекватнее общаться участникам и адекватнее разделит проект на этапы с минимизацией всех рисков.

16.01.2026 г.

ДЕШЕВО? НЕ НАДО!



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Однажды мы придумали решение, которое заказчик отверг по причине его дешевизны.

Дело было несколько лет назад.

Один уважаемый и всем известный НИИ, которому мы уже выполняли большой и важный проект, обратился к нам с новой задачей.

Суть была такова.

Есть установка для измерения силы взрыва.

Конструктивно, установка представляет собой маятник с длиной подвеса 1200 мм. На конце подвеса груз, который отклоняется взрывом небольшого количества ВВ.

Верхняя точка подвеса маятника жестко закреплена на оси.

Ось вращается в подшипниках.

С осью связан энкодерный датчик.

При отклонении маятника, ось поворачивается и с энкодерного датчика считываются показания.

Само собою, что маятник совершает несколько затухающих колебаний. Самое большое отклонение – первое.

Электронный блок должен считать с какой-то тактовой частотой показания энкодерного датчика и выдать нам значение наибольшего отклонения от нулевого значения.

Энкодерные датчики в такой установке долго не живут. А стоят немало.

Заказчик просил пересмотреть конструкцию установки, чтобы обеспечить лучшую живучесть энкодерного датчика.

Для понимания сложности/простоты задачи: требуемая точность измерения отклонения маятника = 0,5 градуса.

Наше решение было таким:

— А давайте, вообще, выкинем энкодерный датчик.

Действительно, у нас маятник 1200 мм.

Два-Пи-Эр = $2 \cdot 3,15 \cdot 1200 = 7560$ мм

Делим на 360 = 21 мм на градус отклонения.

Точность 0,5 градуса соответствует отклонению груза маятника на 10,5 мм.

10,5 мм это огромное расстояние, его можно глазами различить. Так зачем нам, вообще, нужен энкодер?

Крепим рядом с маятником огромный ... транспортир и пусть маятник немагнитным язычком двигает по транспортиру маленький легкий магнитик.

Точность нашего решения лучше требуемой.

Никакой электроники, которая запомнит кучу показаний энкодера и выберет наибольшее — вовсе не нужно. Подошел к транспортиру и считал показание.

Знаете, что сказал заказчик?

— Нет, — сказал заказчик, — так не пойдет: ваше решение на полмиллиона, а мне нужно потратить семь миллионов!

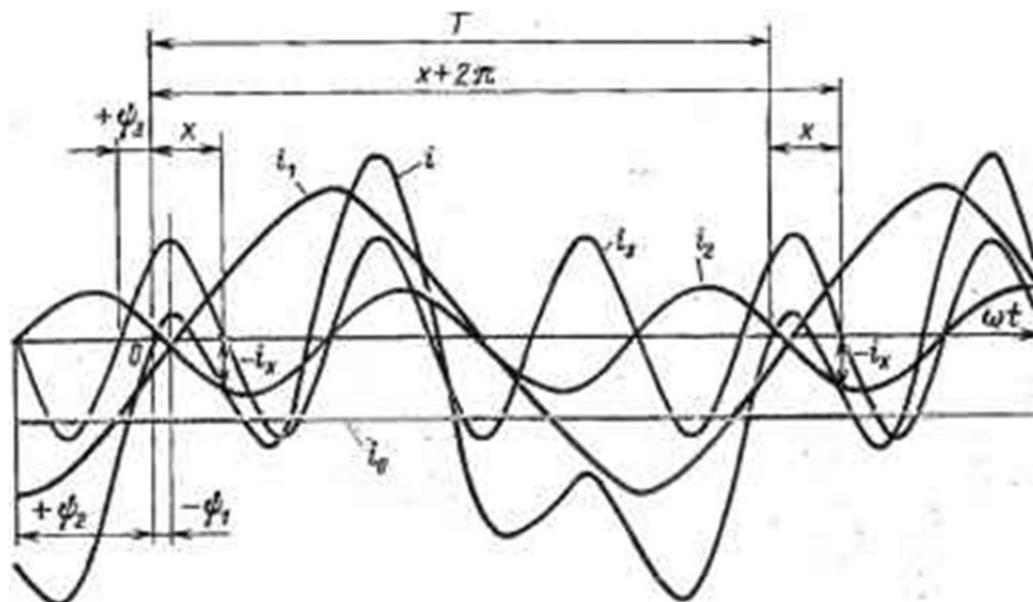
Если откинуть нецензурные мысли, которые пронеслись в голове, то комментариев на ответ заказчика у нас не нашлось :)

Такова реальная жизнь.

20.03.2026 г.

ВРЕМЯ У РАЗЛИЧНЫХ ПРОФЕССИЙ

Часть 1: Тактовая частота профессии



— Вы замечали, что представители различных профессий живут в разном темпе?

Жизнь у них может быть одинаково насыщенной напряженной работой, но со стороны кажется, что один несется как гончая, а второй всегда лежит у теплой печки расслабленным лабрадором.

У представителей разных профессий единицы времени, характеризующие темп их работы, отличаются кратно.

Мне в силу того, что я конструктор и предприниматель, приходится жить тремя ролями:

- конструктор;
- инженер—практик;
- менеджер этих меня двоих.

У каждой роли своя тактовая частота жизни.

В роли конструктора, единица темпа моего времени — сутки.

Конструктор не должен суетиться, иначе мысль спугнется и улетит. Он может в уме сравнивать несколько вариантов, а отвлеки его звонок — и по какому-то параметру не сравнит, оборвется мысль и уже не вернется. Вспомнит потом, да уже на стадии изготовления, когда исправлять сильно дороже.
Здесь ничего не запланируешь особо — кто знает куда мысль завернет.
Каждая задача требует от суток до недели.

В роли инженера-практика — часы.

Нужно здесь собрать, там переналадить, туда программу в контроллер залить и протестировать — это все можно и на бумаге накануне записать и по плану работать.
Каждая задача требует от 1 до 5 часов.

В роли менеджера — минуты.

Позвонить, запросить, выслать чертежи на завод, организовать приемку деталей и т.д.
Как правило от 5 до 15 минут на одну задачу.

На самом деле, жизнь как гармония из трех частот, имеет свои преимущества — эту тему можно развить, если будет запрос.
А бывает, какая-то частота на время исчезает (в жизни всякое бывает) и сразу ощущается дискомфорт.

А какой темп жизни / тактовая частота у вас?

23.01.2026 г.