

Наталья Федоренко

НУЛЕВОЙ ДОПУСК

Наталья Федоренко

НУЛЕВОЙ ДОПУСК

<https://litres.ru/73977023>

SelfPub; 2026

Аннотация

«Технология, которой нет у других. Поймать. Перепрошить. Отправить назад.»

Вражеский рой дронов идёт на позиции. Глушилки бесполезны, лазеры слепнут, ракет не хватит.

Инженер Арсен Горелов смотрит на армаду иначе. Его оружие — центробежные муфты, баллистические эскалаторы и сети из капрона с углеродом. Его метод — превращать врага в ресурс. Пойманный дрон перепрошивается и возвращается в строй уже на вашей стороне.

Команда КБ «Излом» создаёт технологию, которой нет ни у одной армии. Под давлением военных и корпорации «ЗАСЛОН», требующей уничтожения, Горелов не сдаётся. Убитый враг — чей-то сын. А захваченный дрон — просто железо, которое можно заставить работать на вас.

Это инженерный манифест. Технологический триллер, где каждая пружина и микрополость в металле становятся драмой. Никакой магии — только физика, допуски и принцип «железо не врёт».

Войну можно выиграть, не сделав ни одного выстрела. Или сделав один — сетью.

Наталья Федоренко

НУЛЕВОЙ ДОПУСК

ГЛАВА 1

Точка бифуркации подшипника

или Как мы поняли, что РЭБ — это костыль

Уазик подпрыгнул на очередной воронке, и Арсен приложился головой о потолок.

— Гена, осторожнее, там справа яма!

— Не учи отца ездить, — буркнул Геннадий, но руль все же вывернул.

Сзади громыхнул ящик с прототипом. Арсен обернулся, придерживая блокнот, который норовил улететь в открытое окно. В зеркале заднего вида пыль стояла столбом — они оторвались от бетонки уже час назад, и теперь вокруг тянулось только поле, выгоревшее, с воронками, которые местные называли «гостями с неба».

— Три часа тряски, — проворчал Геннадий. — Три часа, Горелов. Если твоя игрушка не выстрелит, я тебя пешком отправлю.

— Не игрушка, — Арсен поправил очки. — Прототип системы пассивной защиты периметра. Индекс ПМ-3.

— Плевать я хотел на индексы. Смотри, чтобы выстрелила.

Уазик затормозил. Арсен вывалился наружу, хлопнул дверцей, и первым делом — привычка — нагнулся к левой передней крышке. Постучал костяшками. Звук глухой, ровный. Давление в норме. Траверс, развал — всё на месте. Машина не подведет.

— Ты с колесами-то зачем? — удивился Геннадий, вытаскивая из кузова пульт управления.

— А ты разве не проверяешь свой автомат перед выходом?

— Проверяю.

— Вот, и я проверяю.

Он выпрямился и наконец оглядел полигон. Ровное поле, без единого куста. Вдали, на километр, — ни одного укрытия. Идеальный полигон для захвата: дрону негде спрятаться, сети — не во что запутаться, кроме цели.

Геннадий уже разложил пульт на раскладном столике и подключил антенну. Рядом двое бойцов выгружали ящик. Арсен сам открыл крышку, сам достал прототип.

ПМ-3 выглядела как большой металлический гриб. Корпус — литой алюминий, серый, матовый. Сверху — крышка-обтюратор, из которой выглядывал край сложенной сети. Снизу — три лапы для крепления к грунту. Арсен провел рукой по корпусу, проверяя, нет ли заусенцев. Чисто.

— Ставь вон туда, — показал он бойцам на пригорок в

ста метрах от позиции. — Носом на запад. По ветру.

— А это важно? — спросил один из парней, молодой, с невыгоревшим камуфляжем.

— Сеть порохом выбрасывает. Если ветер встречный, она сложится раньше времени. Потеря раскрытия.

Парни переглянулись, но спорить не стали. Утащили прототип, закопали лапы в суглинистую почву. Арсен прошелся вокруг, проверяя углы — нос на запад, крен ноль, тангаж ноль. Хорошо.

— Дрон-мишень в воздухе! — крикнул Геннадий от пульта.

Арсен поднял голову. В километре от них, у дальнего края поля, поднялась маленькая черная точка. Mavic 3. Обычный гражданский дрон, переделанный в имитатор камикадзе. Боевой части нет — пластиковая болванка. Но вес тот же, инерция та же. Если прототип поймает его — поймает и боевой.

— Задаю скорость семьдесят, — Геннадий повернул ручку на пульте. — Высота пятьдесят. Курс прямой.

Семьдесят. Арсен присвистнул про себя. Предел для этой модели. Он специально попросил такой режим — хотел увидеть границу. При семидесяти даже человеческий глаз едва успевает отследить движение. А феррозондовый датчик должен был сработать за доли секунды.

— Дрон на подходе, — сказал Геннадий.

Черная точка росла. Арсен не смотрел на пульт, не смотрел на индикаторы — он смотрел в небо. И считал.

Сто пятьдесят метров до мины. Сто сорок. Сто тридцать.

Феррозондовый взрыватель — это магнитная ловушка.

Земля — большой магнит, поле слабое, но ровное. Влетает дрон, в нем — электродвигатели, в двигателях — магниты.

Картина поля искажается. Датчик это видит и замыкает цепь.

Главное, чтобы до того, как дрон пролетит мимо.

Сто двадцать метров.

Хлопок.

Арсен даже не вздрогнул — он ждал этого звука. Глухой, прибитый к земле, похожий на чих подушкой. Это сработал пороховой аккумулятор давления — тот же принцип, что в автомобильных подушках безопасности, только вместо газа — сеть.

Поршень вылетел из направляющих. Арсен увидел его как размытый силуэт — слишком быстро для глаза. За поршнем потянулась сеть. Капрон, ячея семьдесят на семьдесят. Никакого кевлара — капрон не режет, капрон путается. Сеть разворачивалась в полете, и это было похоже на цветок, который распускается за одну десятую секунды.

Три десятых. Расчетное время полного раскрытия. Арсен считал про себя: раз-два-три. Сошлось.

Сеть легла на траекторию дрона. Семьдесят километров в час против разлетающихся нитей — это как влететь в паутину на полном ходу. Mavic зацепил сеть сначала левым винтом, потом корпусом. Дрон дернулся, завалился, попытался скомпенсировать — винты взвыли на максимальных оборо-

тах, — но сеть уже затягивалась. Капрон обхватил корпус, залез в винты, спутал лопасти.

Mavic замер в воздухе, потом медленно — не падая, а именно опускаясь, как на парашюте — пошел к земле.

— Есть! — заорал Геннадий. — Горелов, ты глянь, есть!

Арсен уже не смотрел на дрон. Он смотрел на лебедку.

На корпусе мины был барабан с тросом. Трос крепился к центру сети — после захвата лебедка должна была смотаться, притянуть дрон к земле и удерживать его. В прошлых испытаниях этот узел работал как часы. Сейчас он издавал звук. Не ровный гул. Сухой, дробный треск. Будто кто-то сыпал гальку в работающий мотор.

— Горелов? — Геннадий перестал улыбаться. — Что-то не так?

Арсен уже бежал. Не к дрону — к мине. Упал на колени перед корпусом, прижал ухо к боковой стенке. Внутри работал редуктор — вал вращался, это было слышно. Но барабан стоял на месте. Момент не передавался.

Он выдернул аварийный фиксатор, сбросил давление в пневмосистеме, схватил отвертку. Бойцы подбежали, когда он уже откручивал крышку редуктора.

— Что там? — спросил молодой.

— Сейчас узнаем.

Крышка поддалась на третьем винте — один закис, пришлось проворачивать с усилием, чуть не сорвал шлицы. Арсен снял крышку, и на его ладони высыпались осколки. Три

куска серого металла. В масле, с блестящими гранями скола.

Он положил их на траву, достал лупу из нагрудного кармана — носил всегда, с первого курса — и припал к осколку. Линии скола шли не по зубьям. По телу шестерни. По гладкой поверхности, где не должно быть никаких напряжений.

Он знал этот редуктор. Планетарный, передаточное число 5.6. Солнечная шестерня — двенадцать зубьев, модуль 1.5. Три сателлита на водиле, эпицикл на сорок восемь зубьев. Сталь 40X, закалка токами высокой частоты до 52 НРС. Радиальный зазор после приработки — не более семи соток миллиметра. Он сам рассчитывал. Сам проверял сборочный чертеж.

И все равно — осколки.

Микрополость. Только она могла так убить шестерню. Внутри металла, при литье заготовки, осталась пустота. Миллиметр, может, полмиллиметра. При входном контроле ее не видели — слишком маленькая. Рентген ее не взял — слишком глубоко. Но она была. И на сорок седьмом цикле нагружения усталость металла добралась до нее. Каждый цикл — микротрещина. Каждая микротрещина — шаг к разрушению. Полость стала надрывом, надрыв пошел по границе закаленной зоны — там, где внутренние напряжения максимальны. И сателлит развалился.

— Горелов? — Геннадий стоял над ним. — Система мертва?

Арсен посмотрел на дрон, который так и висел в сети в по-

луметре над землей — лебедка не дотянула. Потом на оскол-
ки.

— Система мертва, — сказал он. — Но не потому, что плохая схема. А потому, что внутри металла была пустота. И мы не могли ее увидеть.

Он встал, отряхнул колени. Подошел к дрону, перерубил сеть ножом — тот упал в траву. Потом вернулся к мине, взял три осколка и сыпал их в спичечный коробок. На память.

— Ты чего? — не понял Геннадий.

— Научный интерес. Я буду их помнить.

В уазике, на обратной дороге, Арсен не спал. Он сидел, пристегнутый, с блокнотом на коленях и рисовал. Сначала — схему отказа. Потом — схему новой системы. Прямоугольник. Внутри — шестерня. Не планетарная. Другая. С центробежной муфтой, которая принимает решение на оборотах, без электроники. Не надо команд. Механизм сам понимает: захватил — тяни, нет — не дергай.

Потом он дописал внизу страницы:

«РЭБ — это костыль. Глушилка не ловит дрон, она его прогоняет. А он вернется на другой частоте. Нам нужно не прогонять. Нам нужно ловить. И переделывать. Пусть вражеский рой становится нашим ресурсом. Они присылают железо — мы возвращаем функционал».

Он закрыл блокнот, постучал костяшками по левой передней крышке. Давление в норме. Можно ехать.

Геннадий глянул в зеркало:

— Ну что, Горелов, в следующий раз получится?

Арсен улыбнулся. Не широко — уголками губ.

— Получится, Гена. Просто сейчас мы узнали, что нам нужно строить не из идеального металла. А из того, который сломается правильно.

Уазик вылетел на бетонку, и пыль осталась позади.

ГЛАВА 2

Массогабаритный маятник

или Как чертить на салфетке то, чего не может быть

КБ «Излом» размещалось в бывшей котельной. Арсен выбрал это место сам — высокие потолки, бетонный пол, который можно сверлить без оглядки на соседей, и главное — три фазы, двадцать четыре часа в сутки. Для инженера, который паяет, сверлит и собирает прототипы по ночам, это важнее, чем вид из окна.

Он вошел в 8:47 утра, через тринадцать часов после возвращения с полигона. Глаза красные, на куртке — масляное пятно от редуктора, который он разбирал в машине. В руке — спичечный коробок с тремя осколками сателлита.

За длинным столом уже сидели. Оксана — программист с вечно взлохмаченным хвостом и пальцами в синей изоленге (заклеивала наушники). Кузьмич — материаловед, пенсионер, которого Арсен переманил с завода обещанием полной

свободы и кофеваркой. И двое молодых, Серега и Тим, инженеры-расчетчики, которых Арсен набирал из «Студенческого конструкторского бюро» местного политеха.

— О, Горелов! — Оксана отложила паяльник. — Ну что, твоя пассивная мина? Стрельнула?

— Стрельнула, — Арсен сел, высыпал осколки на стол. — А потом сломалась.

Кузьмич наклонился, не вставая, взял один осколок, поднес к окну. Повертел. Принюхался. Потом лизнул.

— Ты чего, Кузьмич? — Серега скривился.

— Кислота травления языком чувствуется, — невозмутимо ответил старик. — Если б перетравили — было бы кисло. А тут... горьковато. Нормально. Это не травление.

— Микрополость, — сказал Арсен. — Внутри заготовки. Рентген не взял, контроль пропустил. На сорок седьмом цикле развалилась.

— Сорок семь, — Кузьмич покачал головой. — Позор. У меня на заводе такой брак на входном контроле отсекали. Раньше отсекали.

— Раньше, — жестко сказал Арсен. — А теперь не отсекают. Потому что контроль — это не автоматизация, а люди. А люди устают, ошибаются и верят в документы.

Он встал, прошел к старой магнитно-маркерной доске — единственной, что осталась от прежней жизни котельной. Схватил маркер.

— Ладно. Дальше. Система захвата сработала, дрон пой-

ман, но привод умер. В следующий раз он умрет на сороковом цикле. Или на тридцатом. Мы не можем предсказать. Значит — делаем новый привод. Без редуктора.

— Совсем без редуктора? — Тим поднял бровь. — А момент как передавать?

— Центробежной муфтой прямого действия. На оборотах, без электроники. Но это не главное. Главное — это.

Арсен повернулся к доске и начал чертить.

Не сеть. Не лебедку. Не систему натяжения.

Дрон.

То есть не сам дрон, а устройство, которое должно было его поймать. И не одно устройство — концепция. Он рисовал быстро, угловато, нажимая на маркер так, что тот скрипел.

— Смотрите. Мы поймали Mavic. А что дальше? Вытащили, разобрали, посмотрели. А в реальном бою времени разбирать не будет. Рой летит — надо сразу реагировать. Я предлагаю концепцию перехватчика, который не просто ловит, а сразу адаптирует. Назовем это временно: «**Аэродинамический капитан**».

Он закончил чертеж и отошел.

На доске был... странный аппарат. Не похожий ни на один дрон, который они видели. Скорее — на гибрид: в центре толстый корпус, от него отходят четыре несущих винта — но не с лопастями, а с чем-то похожим на турбинные решетки. Спереди — направляющий обтекатель, сзади — клешневидный захват. И снизу — барабан с сетью, но не такой, как на

мине, а в два раза больше.

— Что это за винты? — спросил Серега.

— Это не винты. Это **встречные роторы**. Два соосных винта, вращающихся в разные стороны. Они создают не тягу, а управляемый вихрь. Понимаете? Капитан не летит. Он парит, и своим вихрем затягивает дрона внутрь.

— Как... как воронка? — Оксана подошла ближе.

— Именно. Воронка. Захват — не механический, а аэродинамический. Дрон сам влетает в зону пониженного давления, а капитан его гасит клешнями. Никакой погони, никакой баллистики. Просто — подставить воронку на пути роя.

В комнате повисла тишина. Кузьмич первым нарушил:

— Горелов, ты вчера спал?

— Нет.

— Похоже.

— Но это не бред, Кузьмич. Это физика. Эффект Кутта-Циолковского: вращающиеся цилиндры создают подъемную силу за счет разности давлений. У нас — не цилиндры, а роторы. Если подобрать частоту и зазор...

Он оторвал кусок ватмана от рулона (в углу лежал, пыльный) и начал писать формулы. Быстро, без таблиц, по памяти.

— Радиус ротора — четыреста миллиметров. Зазор между соосными винтами — двадцать. Частота вращения нижнего — 8000 об/мин, верхнего — 8500. Разность — 500 об/мин. Она создает перепад давления по оси: в центре — ми-

нус 120 Па, на периферии — плюс 40. Это градиент в 160 Па на метр. Достаточно, чтобы затянуть дрон массой до двух килограммов с расстояния в десять метров.

— Два килограмма — это наш Mavic, — заметил Тим. — А если «Баба-Яга»? Шесть килограммов?

— Увеличим роторы. Или поставим два захвата в тандем. Арсен бросил маркер на стол. Повернулся к команде:

— Теперь о главном. Это не игрушка. Это ответ на вопрос, который нам задал полигон. Вчера мы поймали дрон, но он повис на тросе, потому что привод сломался. Электроника не спасла — она даже не знала, что привод сломался. Потому что управляющие сигналы были в норме. ШИМ-сигнал — есть. Обратная связь — есть. А спутник — в осколках. Выход: нам нужно, чтобы решение о захвате и удержании принимала **механика**, а не код. Центробежная муфта, храповик, демпфер на витках пружины — что угодно. Но без программируемых контроллеров в силовом контуре.

— То есть ты хочешь построить аналоговую машину, — сказал Кузьмич. — Как в шестидесятые. На реле и пневматике.

— Хуже, — усмехнулся Арсен. — Я хочу построить машину, которая управляется законами физики, а не волей оператора. Она будет тупая, как паровой каток. Но ее нельзя заглушить, взломать или обмануть сменой частоты.

Он сел обратно на стул, взял из спичечного коробка один осколок и положил перед собой. Как напоминание.

— Оксана, у тебя сейчас что?

— Допиливаю прошивку для лебедки, — она указала на плату с контроллером. — Но если ты хочешь без прошивки, то я вообще не нужна.

— Нужна. Аэродинамический капитан потребует системы стабилизации. И здесь без кода не обойтись. Но я хочу, чтобы твой код управлял только ориентацией в пространстве. А захватом — пусть управляет инерция.

Оксана задумалась. У нее был такой вид — она перебирала в голове алгоритмы, отбрасывая те, где ошибка накопления убьет точность.

— Интегральный регулятор не подойдет, — сказала она наконец. — Он требует постоянной обратной связи. Пропорциональный? Можно, но жесткий. Будет дергать.

— Пусть дергает. Мне не нужна плавность. Мне нужна определенность. Захватил — не отпускай. Никаких компромиссов.

Арсен встал, подошел к окну. За стеклом — двор бывшей котельной, заросший репейником, и забор с колючей проволокой. Дальше — поле. И полигон. И вчерашняя сеть, которая поймала дрон, но не смогла удержать.

— Работаем, — сказал он, не оборачиваясь. — Сегодня до вечера — делаем модель ротора на 3D-принтере. Испытания в ангаре — завтра утром. Если аэродинамика сработает... — он повернулся и показал на осколки на столе, — мы забудем, что такое редуктор.

— А если не работает? — спросил Серега.

Арсен подошел, взял спичечный коробок, закрыл его. Положил в карман.

— Если не работает, я буду спать. Но сегодня — работаем.

В ангаре было холодно. Старые трубы отопления давно не грели, а обогреватель, который они притащили из конторы, давал тепла ровно на метр вокруг себя. Арсен стоял у стола, на котором лежала распечатанная на 3D-принтере модель ротора. Полупрозрачный пластик, слой 0.2 миллиметра. Красивый, как анатомический препарат.

— Seriously, Горелов? — Тим крутил модель в руках. — Это ж просто пластик. В реальности — углекомпозит должен быть, титан.

— В реальности — да. Сейчас нам нужна геометрия. Смотри.

Арсен взял ротор, надел на вал бесколлекторного двигателя. Включил на малых оборотах — пластик завибрировал, но выдержал.

— Увеличиваю до 5000.

Двигатель завыл. Ротор превратился в прозрачный диск — лопасти слились в круг. Воздух под столом зашевелился, поднял пыль.

— Теперь включаю соосный.

Второй ротор, над первым, закрутился в противоположную сторону. Арсен наклонил руку ладонью вниз, поднес к

середине между роторами — и почувствовал холод. Не ветер. Именно холод — как если бы воздух уходил вниз, забирая тепло.

— Видите? — крикнул он, перекрывая вой моторов. — Разряжение. В середине — область низкого давления. Края — высокого. Возникает градиент. **Потенциальная яма** для всего, что летит рядом.

Оксана поднесла к роторам клочок ваты. Вата влетела в зазор, закружилась и упала на стол.

— Класс, — сказала она. — А теперь вопрос: как ты будешь ловить этой воронкой дрон, который уклоняется?

Арсен выключил двигатели. В наступившей тишине было слышно, как пластик остывает, потрескивая.

— А никак. Мы не будем ловить уклоняющийся дрон. Мы поставим воронку на пути роя. Они летят по маршруту, плотной группой. Сорок штук. Между ними — десять-пятнадцать метров. Наша задача: поставить капитана так, чтобы рой сам влетел в зону захвата. Первый дрон затянуло — он ударился о клешни и застрял. Второй влетел в первый. Третий — во второй. Эффект домино.

— Это не ловля, — усмехнулся Серега. — Это затор.

— Именно. **Аэродинамический затор**. Мы не охотники. Мы — пробка на дороге.

Арсен отошел к столу, взял ватман с утренними формулами. Подчеркнул строчку:

$$\langle Q = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot S \cdot (v_1^2 - v_2^2) \rangle$$

— Здесь ключ. Разность квадратов скоростей. У нас над ротором — v_1 (набегающий поток), под ротором — v_2 (отходящий). Если отношение v_2/v_1 больше 0.7, захват слабый. Нужно меньше 0.5. Тогда перепад давления — как у урагана.

Он хотел сказать еще что-то, но в дверь ангара постучали. Три коротких, два длинных. Свой.

— Войдите, — крикнул Арсен.

Дверь открылась. На пороге стоял человек в гражданской куртке, с папкой под мышкой. Лицо простое, незапоминающееся, но глаза — холодные, сканирующие.

— Горелов? — спросил человек.

— Да.

— Ко мне. На разговор.

— Кто вы?

— Тот, кто принесет вам задание. Или проблемы. Смотря как договоримся.

Человек прошел в ангар, мельком глянул на модель, на формулы на ватмане, на Оксану с паяльником, на Тимура с моделью ротора. Остановил взгляд на спичечном коробке у Арсена на столе.

— Это что?

— Память, — сказал Арсен. — О том, что если мы не изменим подход, нас убьют не дроны. Нас убьет собственная надежность.

Человек молчал три секунды. Потом кивнул.

— Завтра в девять утра. Адрес пришлю. Принесите чер-

тежи того, что вы назвали "Аэродинамическим капитаном". И не опаздывайте.

Он развернулся и вышел так же быстро, как вошел.

Оксана выдохнула:

— Это кто?

— Не знаю, — Арсен взял модель ротора, положил в ящик стола. — Но завтра узнаем.

Он посмотрел на часы. Девятнадцать тридцать. Еще есть время доделать расчеты.

— Тим, ты обещал мне эпюру напряжений для клешней захвата. Где она?

— К вечеру будет.

— У тебя два часа.

— Горелов, жесь.

— Арсен улыбнулся:

— Это еще не жесь. Жесь начнется завтра.

ГЛАВА 3

Демпфер воли

или как программисты обиделись на центробежную муфту

На следующий день в 8:47 утра Арсен стоял перед железной дверью без таблички. Адрес, который прислали вечером, привел его в промзону на другом конце города — ангары,

мастерские, запах сварки и одиночество.

Он постучал. Три коротких, два длинных. Вчерашний гость, видимо, любил ритуалы.

Дверь открылась. Тот же человек в гражданской куртке — Арсен решил называть его про себя «Заказчик». Кивнул, пропуская внутрь.

Внутри оказалось просторнее, чем снаружи. Стол, пара стульев, белая доска на стене, ноутбук. Ни окон, ни лишних деталей.

— Садитесь, — сказал Заказчик. — Показывайте.

Арсен выложил на стол ватман с чертежом «Аэродинамического капитана». Вчера он перерисовывал его дважды — первый раз утром, чистовой, второй раз ночью, когда понял, что забыл указать шаг встречных роторов.

— Общий вид, — начал Арсен без предисловий. — Масса — 18 килограммов. Диаметр роторов — 800 миллиметров. Тип — соосные, противо-вращение. Привод — два бесколлекторных двигателя на постоянных магнитах, каждый по 12 киловатт. Источник питания — литий-ионная сборка на напряжение 84 вольта, емкость 40 ампер-часов.

Заказчик слушал молча. Не перебивал, не задавал уточняющих вопросов. Только смотрел. На чертеж, на Арсена, опять на чертеж.

— Система управления, — продолжил Арсен. — Раздельная. Ориентация в пространстве — гироскопическая платформа с обратной связью по угловым скоростям. Этим зани-

мается программист. Захват цели — без электроники. Роторы создают зону пониженного давления. Дрон втягивается внутрь, упирается в механические ограничители и блокируется.

— Без электроники, — повторил Заказчик. Это был не вопрос. Констатация.

— Да.

— Почему?

— Потому что вчера на полигоне у меня сломался редуктор. Электроника этого не заметила и не спасла. Я не хочу, чтобы в следующий раз система думала, что все хорошо, в то время как железо уже умирает.

Заказчик наконец отвел взгляд от чертежа и посмотрел на Арсена в упор.

— Хорошо. Но есть одно условие.

— Какое?

— Военные не будут таскать восемнадцатикилограммовый аппарат в поле. Им нужен перехватчик, который ставится на БТР или пикап. Масса — не больше шести килограммов.

Арсен замер. Шесть килограммов — это треть от того, что он спроектировал. Урезать мощность в три раза — значит, радиус действия упадет с тридцати метров до десяти. Рой с такого расстояния не поймать — дроны успеют разлететься.

— Не выйдет, — сказал он жестко. — Шесть килограммов — это игрушка. Я делаю машину, которая живет по законам

физики. Закон сохранения энергии не обманешь.

— А я не прошу обманывать, — Заказчик встал, подошел к белой доске, взял маркер. — Я прошу пересчитать.

Он набросал схему. Быстро, неумело — инженером Заказчик не был. Но смысл уловил: пикап с поворотной платформой на крыше, на платформе — не один «Капитан», а три. Меньшего размера. Каждый отвечает за свой сектор обстрела.

— Не обстрела, — поправил Арсен. — Захвата.

— Не важно. Пересчитайте. Маленькие роторы, высокая частота вращения. Может, эффект Кутта-Циолковского будет работать на других числах?

Арсен подошел к доске, стер набросок Заказчика и начал свой. Заказчик не возражал.

— Формула подъемной силы для нашей конфигурации: $F = k \cdot \rho \cdot (\omega^2) \cdot R^4$, — писал Арсен, проговаривая вслух. — Где k — коэффициент формы, ρ — плотность воздуха, ω — угловая скорость, R — радиус ротора. Если уменьшаем R в два раза, R^4 падает в шестнадцать. Чтобы сохранить ту же силу, нужно поднять ω^2 в шестнадцать раз. То есть частоту вращения — в четыре раза. С 8000 оборотов до 32000.

— И?

— И ротор развалится. Центробежные силы: $F_{цб} = m \cdot \omega^2 \cdot R$. При уменьшении R вдвое и увеличении ω вчетверо — центробежка вырастет в восемь раз. Лопасты из композита не выдержат. Начнут расслаиваться.

Заказчик молчал. Арсен обернулся к нему:

— У нас конфликт параметров. Либо масса, либо надежность. Посередине не бывает.

— Бывает, — спокойно ответил Заказчик. — Если вы придумаете новый материал.

— Я материаловед, а не волшебник.

— Тогда придумайте новую схему. У вас есть две недели.

Он подошел к двери и открыл её. Жестко, не оставляя пространства для спора.

— Через две недели — доклад. Не убедите — проект закроют.

Арсен собрал чертежи, кивнул и вышел в холодный коридор.

В КБ его встретили вопросами.

— Ну что? — Оксана пододвинула чашку с остывшим кофе. — Зверь?

— Хуже. Заказчик.

Арсен сел на свое место, вытащил из кармана спичечный коробок с осколками — талисман — и поставил на стол.

— Он хочет вписать «Капитана» в шесть килограммов.

Кузьмич присвистнул. Тим опустил глаза в монитор. Серега просто сказал:

— Это нереально.

— Знаю, — Арсен отхлебнул кофе, поморщился — горький, переваренный. — Поэтому будем делать так, как не делал никто. **Центробежная муфта прямого управления**

лебедкой.

— При чем здесь лебедка? — удивился Тим. — Мы же «Капитаном» заняты.

— А ни при чем. Я разделяю. «Капитан» — для аэродинамического захвата роя. А лебедка с центробежной муфтой — для одиночных целей. Нужен простой механизм, который наматывает трос и не ломается. Без редуктора, без программируемых контроллеров. Только вращение и центробежная сила.

Он встал, подошел к верстаку, взял кусок алюминиевой трубки, резиновое кольцо и шарикоподшипник.

— Смотрите. Принцип: есть ведущий вал, на нем — грузики на пружинах. Вал вращается — грузики расходятся, прижимают фрикционные накладки к барабану. Барабан начинает вращаться, наматывает трос. Скорость упала — грузики сжались, барабан остановился.

Он собрал примитивную модель на коленке: трубка — вал, подшипник — барабан, резиновое кольцо — фрикцион. Крутанул рукой. Резина закрипела, но барабан провернулся.

— Видите? Нет команд, нет прошивки. Механика сама понимает, когда надо включиться, а когда — остановиться.

— А если перегрузка? — спросил Кузьмич. — Дрон тяжелый, трос не идет, мотор продолжает крутить?

— Грузики уйдут дальше по радиальным пазам, фрикцион проскользнет. Муфта не заблокируется, а ограничит мо-

мент. Это не редуктор — это **демпфер**. Он не передает силу, он её дозирует. Если дрон не поддается — муфта не пытается порвать трос. Она ждет.

— Скольжение, — задумчиво сказал Тим. — Значит, износ.

— Да. Но предсказуемый. И замена фрикционных колодок — пять минут. А не разбор редуктора с переборкой сателлитов.

Арсен разобрал модель, положил детали на стол.

— Оксана, я сказал Заказчику, что захват будет без электроники. Я не соврал. Но это не значит, что ты осталась без работы.

— Я уже поняла, — она открыла ноутбук. — Гиросtabilизация для «Капитана» — твоя? Или моя?

— Твоя. В полной мере. Я хочу, чтобы «Капитан» висел в воздухе как вкопанный, даже при порывах ветра до пятнадцати метров в секунду. Обратная связь по углу тангажа и крена — сто герц. Не меньше.

— Сто герц — это жестко. Контроллер будет греться.

— Поставь радиатор. Я дам тебе место в корпусе.

Она кивнула, застучала по клавишам. Арсен повернулся к Сереге и Тиму:

— Ваша задача — рассчитать геометрию грузиков для центробежной муфты. Масса каждого — не больше тридцати граммов. Пружины — сталь 65Г, диаметр проволоки 0.8 мм. Начальное натяжение — чтобы грузики сходились при

оборотях ниже 1500. Выше 3000 — должны прижимать накладки с усилием не менее 200 ньютонов.

— А если мы сделаем не грузики, а ролики? — спросил Серега. — Ролики катятся по профилированному пазу, центробежная сила выталкивает их наружу, клин зажимает барабан.

— Можно. Нарисуй оба варианта. К вечеру жду эскизы.

Арсен встал, прошелся по мастерской. У стены стоял старый стенд для испытаний — кусок рельса, приваренный к плите, и на нем крепление для лебедки. Он подошел, потрогал сварной шов. Грубый, но крепкий.

— Кузьмич, — позвал он. — Пошли со мной в ангар. Нужно посмотреть на материалы для фрикциона.

— Что именно?

— Что-то, что не боится скольжения и работает в паре со сталью. Может, термостойкий пластик? Или текстолит?

— А может, бронза? — Кузьмич достал сигарету, но не закурил — просто покрутил в пальцах. — Бронза по стали — классика. Фрикцион стабильный, износ предсказуемый.

— Вес?

— Больше, чем у пластика. Но ресурс — выше.

— Бери бронзу. Пусть будет тяжелее, зато не сдохнет на десятом цикле.

Они вышли в коридор. Арсен на ходу записывал в блокнот:

«Муфта центробежная. Грузики — 3 шт., 120°.

Масса груза — $m = 0.028$ кг.

Радиус центра масс при покое — $r_0 = 35$ мм.

Радиус центра масс при срабатывании — $r_1 = 42$ мм.

Пружина: жёсткость $c = 2.8$ Н/мм, предварительное сжатие — 4 мм.

Усилие прижатия при $\omega = 3000$ об/мин: $F = m \cdot \omega^2 \cdot (r_1)$ — $F_{\text{пружины}}$.

Должно быть $F > 200$ Н, иначе проскальзывание.»

Он закрыл блокнот и улыбнулся.

— Что? — спросил Кузьмич.

— А ничего. Просто... когда чертишь такую штуку, понимаешь, что в ней нет ни одной лишней детали. Ни одного транзистора. Ни одной строчки кода. Только физика, металл и пружины. Это как стихотворение.

— Ты поэт, Горелов, — усмехнулся Кузьмич. — Поэт от механики.

— Может быть, — Арсен толкнул дверь в ангар. — Но именно такой поэзии не хватает войне с дронами.

В ангаре они провели три часа. Испытывали фрикционные пары: сталь по бронзе, сталь по текстолиту, сталь по гра-

фиту. Графит пылил. Текстолит плавился при долгом скольжении. Бронза показала ровный коэффициент трения — 0.28 — и почти не грелась.

— Берем бронзу, — сказал Кузьмич. — Марка БрОЦС5-5-5. Оловянно-цинковая. Дорого, но надежно.

Арсен записал.

К вечеру, когда все разошлись, он остался один в мастерской. Включил настольную лампу, открыл ватман, начал вычерчивать центробежную муфту в разрезе.

Карандаш скользил по миллиметровке. Линии ложились ровно, с первой попытки — многолетняя привычка. Вал, шпонка, пружина, грузик. Три проекции. Разрезы. Допуски.

Он рисовал и думал о том, что сказал Кузьмич про поэзию. В каждой линии чертежа было своё напряжение. Не метафорическое — инженерное. Вот здесь, в этом пазе, грузик должен двигаться без заедания. Если сделать зазор слишком маленьким — заклинит. Слишком большим — появится ударная нагрузка, которая убьет пружину.

Драма допусков. Он всегда это чувствовал. Когда смотришь на готовую деталь и понимаешь: кто-то до тебя выбрал именно такую посадку, именно такой натяг, и от этого выбора зависят жизни.

Он отложил карандаш и посмотрел на спичечный коробок с осколками.

— Я тебя понял, — сказал он тихо. — Больше никаких сателлитов.

ГЛАВА 4

Порог Холла

или Как мы поняли, что мертвое время убивает быстрее врага

Утро четвертого дня началось с того, что Оксана разбила градусник.

Не специально — смахнула со стола локтем, когда тянулась за паяльником. Ртуть раскатилась по бетонному полу мелкими блестящими шариками, и на три часа работа в КБ остановилась. Собирали ртуть кисточкой на медную пластинку — Кузьмич вспомнил армейский метод, — проветривали, проверяли испаритель.

— Примета, — сказал Тим. — К несчастью.

— К пересмотру техники безопасности, — поправил Арсен. — В следующий раз работаем в защитных очках и с аптечкой на виду.

Он не верил в приметы. Но то, что случилось дальше, можно было назвать дурным знаком, если бы Арсен был склонен к мистике.

Человек по имени Голубев. Полковник. Реальный, из Главного ракетно-артиллерийского управления. Тот самый, кто подписывает акты приемки.

Он приехал без звонка. Просто появился в дверях КБ в

десять утра, с двумя помощниками и папкой с грифом «Секретно». Арсен узнал его по выправке — даже в гражданском полковник сидел вкопанный.

— Горелов? — спросил Голубев, не здороваясь.

— Да.

— Показывайте, что собрали.

Оксана замерла с паяльником в руке. Кузьмич отложил бронзовую заготовку. Тим и Серега синхронно уставились в мониторы, делая вид, что работают.

Арсен провел полковника к стенду. Там, на плите из рельса, крепилась лебедка. Без корпуса — все внутренности наружу. Вал, центробежная муфта, три грузика на пружинах, бронзовые фрикционные колодки, барабан с намотанным тросом. Уродливо. Функционально. По-инженерски красиво.

— Это, — сказал Арсен, — прототип привода системы захвата. Без редуктора, без электроники. Центробежная муфта прямого действия.

Голубев наклонился. Посмотрел на грузики. Пошевелил пальцем один из них — тот качнулся на пружине и вернулся на место.

— Пружины не слишком мягкие?

— Подобраны под 2500 оборотов. Ниже — муфта разомкнута, выше — смыкается.

— Испытывали?

— На стенде — да. Пятьдесят циклов. Ни одного отказа.

— А в поле?

Арсен помолчал. Три секунды, не больше.

— В поле — нет. Нет полигона. Нет разрешения.

Голубев выпрямился. Посмотрел на Арсена сверху вниз

— хотя ростом они были почти одинаковые.

— Будет вам полигон. Через час. Собирайтесь.

Уазик на этот раз вел не Геннадий, а один из помощников Голубева — молодой капитан с лицом, которое не выражало ровным счетом ничего. Ехали молча. Арсен сидел сзади, придерживая ящик с прототипом. На коленях — блокнот. В голове — расчеты.

Он перебирал параметры. Центробежная муфта: радиус центра масс грузика в покое — 35 миллиметров, в рабочем положении — 42. Прирост центробежной силы — почти в полтора раза. Этого должно хватить, чтобы прижать бронзовые колодки к стальному барабану с усилием 210 ньютонов. Расчетное время срабатывания — 0.3 секунды после достижения пороговой скорости.

«Порог Холла» — так Арсен называл этот момент. Не в честь физика Холла, а в честь своего старого преподавателя, который любил повторять: «В любой системе есть порог, после которого процесс идет лавинообразно. Найдите этот порог — и вы управляете системой. Не найдете — система управляет вами».

Полигон оказался другим. Не «Гром», а «Кварц» — бетонка, ангар, вышка наблюдения. И главное — движущие-

ся мишени. Не статичный Mavic, а дроны на тележках, которые ездили по рельсам со скоростью до 80 километров в час. Идеальный полигон для отработки захвата.

— Мишень — первая, — сказал Голубев, когда прототип установили на треногу. — Дистанция — 50 метров. Скорость — 60 километров в час. Задача — захватить и удержать.

— Не захватить, — поправил Арсен. — Отработать работу привода. Захват — это сеть. Сети сегодня нет.

— Будет имитатор. Лебедка наматывает трос, на конце троса — груз массой 2 килограмма. Ваша задача — поднять груз на лебедке.

Арсен кивнул. Установил барабан, закрепил трос, прицепил груз.

— Готов.

— Начинаем.

Первые пять секунд ничего не происходило. Двигатель лебедки крутил вал, центробежная муфта была разомкнута. Груз висел на месте. Потом — рывок.

Не плавное натяжение. Именно **рывок**.

Барабан схватило мгновенно. Трос натянулся, груз дернулся вверх, Арсен услышал скрежет — это бронзовые колочки вошли в зацепление со сталью. Груз пополз вверх. Ровно. Без остановок. Через пять секунд он уперся в ограничитель.

— Есть, — сказал Арсен.

— Повторить, — скомандовал Голубев.

Двадцатый цикл. Сороковой. Шестидесятый. Груз поднимался и опускался. Муфта срабатывала как часы — на 2450 оборотах включение, на 2300 — выключение. Гистерезис в 150 оборотов — предсказуемый, стабильный.

— Сто циклов, — сказал помощник Голубева, сверившись с секундомером. — Без отказов.

Голубев кивнул. Первый раз за утро на его лице появилось что-то похожее на удовлетворение.

— Теперь — имитация реального перехвата. Дрон-мишень — в воздухе.

Арсен замер.

— Мы же договаривались, сети нет.

— Сеть будет. Другой узел. Смотрите.

Из ангара выкатили пусковую установку. На ней — не Mavic, а что-то большее. Шесть винтов, массивный корпус, снизу — подвес.

— Это «Призрак», — сказал Голубев. — Тяжелый дрон-камикадзе. Масса — 8 килограммов. Скорость — до 100 километров в час. Боевая часть — имитатор, конечно. Но кинетика — настоящая.

— У вас есть разрешение на запуск?

— У меня есть все, что нужно.

Голубев махнул рукой. Дрон поднялся в воздух. Завис. Развернулся в сторону лебедки.

— Цель — захват. Ваша лебедка должна намотать трос и удержать дрон после того, как его накроет сетью.

— А сеть где?

— Сеть — в воздухе.

Арсен поднял голову. Над полигоном, на высоте 30 метров, висела другая установка — похожая на рогатку. Пневматическая. В ней — сложенная сеть.

— Чья это система? — спросил Арсен.

— Не ваша. Это старая разработка, НИИ «Фазотрон». Пневматический выброс сети. Срабатывает от сигнала.

— От какого сигнала?

— Радиокоманда.

— Мертвое время?

Голубев посмотрел на него с интересом.

— Вы о чем?

— О задержке между обнаружением цели и выбросом сети. Если она больше 0.1 секунды — дрон уйдет.

— У «Фазотрона» — 0.12. Наши замеры.

Арсен покачал головой.

— Плохо. На скорости 100 км/ч дрон проходит 3.3 метра за 0.12 секунды. Это радиус уклонения. Если сеть вылетит с задержкой, дрон просто увернется.

— Посмотрим.

Голубев дал команду.

Дрон пошел на сближение. Арсен видел, как он набирает скорость — винты взвыли, и этот вой был не похож на жужжание Mavic. Ниже, злее, с ударной волной от каждого винта.

100 метров до установки с сетью. 80. 60.

Хлопок.

Сеть вылетела. Но Арсен уже знал, что будет дальше. Сеть развернулась в полете — красиво, правильно, — но дрон уже был не там, где расчетная точка перехвата. Он ушел в пике за 0.07 секунды до того, как сеть раскрылась полностью.

Пусто.

Дрон проскочил под сетью, выровнялся и ушел на второй круг.

— Промах, — констатировал помощник.

Голубев повернулся к Арсену:

— Вы говорили о мертвом времени.

— Говорил. И вы его только что увидели.

— Что предлагаете?

— Убрать радиокоманду. Механический взрыватель. Феррозондовый датчик, как в моей мине. Он срабатывает за 0.02 секунды. Этого достаточно.

— А ваша лебедка?

— Сработала бы. Но сеть не долетела.

Арсен подошел к пусковой установке. Посмотрел на пневмобаллон, на клапан, на электромагнит. Потрогал пальцем проводку.

— Здесь проблема не в механике. Клапан открывается быстро. Медлит электроника. Контроллер обрабатывает сигнал, проверяет, не ложная ли тревога, потом дает команду.

— Это протокол безопасности.

— Это убивает систему.

Арсен достал блокнот и написал:

«Время реакции радиокоманды — 120 мс. Время прохождения сигнала — 1 мс. Время открытия клапана — 15 мс. Остальные 104 мс — работа алгоритма. Надо убрать алгоритм. Датчик → клапан. Никакого "подумать"».

Он показал запись Голубеву. Тот прочитал, хмыкнул.

— Вы предлагаете отключить систему безопасности.

— Я предлагаю заменить её системой, которая не убивает.

Голубев молчал долго. Почти минуту. Арсен не отводил взгляда. Рядом стоял помощник, дрон кружил над полигоном, лебедка с центробежной муфтой тихо гудела на холостых оборотах.

— Хорошо, — сказал наконец Голубев. — Переделайте. Даю неделю.

— На что?

— На интеграцию вашего феррозондового датчика с пневмоустановкой. Чтобы мертвого времени не было.

— Будет, — сказал Арсен. — Но не 120 миллисекунд. 20.

— Приемлемо.

Голубев подал знак помощнику, и тот начал сворачивать аппаратуру. Дрон сел. Сеть, которая так и не поймала цель, повисла на траве, как бесполезный призрак.

— Горелов, — сказал полковник уже в машине, перед отъездом. — Вы знаете, что такое порог Холла?

Арсен удивился. Он не говорил никому про свое название.

— Порог, после которого процесс идет лавинообразно.

— Правильно. Так вот: у нас с вами сейчас порог. Или вы сделаете систему с мертвым временем меньше 20 миллисекунд, или проект закроют. Денег больше нет. Времени — тоже.

Он захлопнул дверцу, и уазик уехал, подняв столб пыли.

Арсен остался стоять на полигоне один. В руке — спичечный коробок с осколками. В голове — цифры.

120 миллисекунд — мертвое время «Фазотрона». 20 — его цель. Разница — 100 миллисекунд. 0.1 секунды. За это время звук проходит 34 метра. За это время дрон на скорости 100 км/ч — 2.8 метра.

Достаточно, чтобы промахнуться. И достаточно, чтобы попасть.

Он сел в свою машину, завел двигатель и поехал в КБ. По дороге, останавливаясь на светофорах, набрасывал схему.

Феррозондовый датчик. Компаратор на одном транзисторе — никакого контроллера, никакой прошивки. Сравнение сигнала с порогом. Превысил — открыл ключ. Ключ — открыл клапан.

Время реакции — 5 микросекунд на датчик, 10 микросекунд на компаратор, 15 миллисекунд на клапан. Итого — 15.015 миллисекунд. Почти в 8 раз быстрее, чем у «Фазотрона».

Он заехал во двор КБ, заглушил мотор. Сидел в машине еще пять минут, перечитывая наброски. Потом улыбнулся.

— Порог Холла, — сказал он вслух. — Мы его пройдем.

Но не так, как вы думаете.

Он вошел в КБ, хлопнул дверью.

— Оксана, отойди от паяльника. У меня для тебя работа.

— Какая?

— Сделать схему без микроконтроллера. На дискретных элементах. Компаратор на одном транзисторе.

— Ты с ума сошел? Это же позапрошлый век.

— Это 15 миллисекунд вместо 120. Ты как хочешь, а я хочу жить.

Она вздохнула, но села за стол и взяла карандаш. Арсен знал: она справится. Оксана ненавидела аналоговые схемы, но умела их делать лучше, чем цифровые. В этом была ее инженерная поэзия — в нелюбви к тому, что умеешь.

Он прошел к своему кульману, включил лампу и начал чертить.

Центробежная муфта работала. Лебедка работала. Теперь нужно было заставить работать систему обнаружения.

Драма была не в железе. Драма была во времени.

ГЛАВА 5

Танцы с бубном и шаговым двигателем

или Как Баллистический эскалатор родился в муках

После визита Голубева в КБ поселилась новая жизнь. Не

та, где можно спорить о пружинах и допусках за чашкой кофе, а та, где каждая минута считается, а каждый отказ — приговор.

Арсен раздал задачи жестко, по-армейски.

— Оксана, твоя схема на дискретке — к завтрашнему утру.

— Тим и Серега, доработать муфту: уменьшить инерционность. Грузики должны сходиться не за 0.3 секунды, а за 0.2.

— Кузьмич, бронза БрОЦС5-5-5 — в работу. Мне нужно десять комплектов фрикционных колодок к вечеру.

Сам Арсен сел за то, что ненавидел больше всего — за согласование.

Чертежи, документы, эпюры нагрузок. Спецификации, которые нужно заполнять в трех экземплярах. Он делал это через силу, но делал, потому что знал: без бумажки Голубев не даст добро на полевые испытания.

На третьи сутки Оксана принесла плату. Маленькую, на текстолите, с одним транзистором, тремя резисторами и парой конденсаторов. Никакого кварца, никакого микроконтроллера.

— Лови, — она бросила плату на стол. — Компаратор на одном КТ315. Напряжение питания — 5 вольт. Вход — с феррозондового датчика. Выход — на ключ, который от-

крывает клапан.

— Порог?

— Ставится резистором подстройки. Могу выставить на 150 милливольт. Превысил — сработало.

— Задержка?

— Наносекунды. Я же говорила, на дискретке быстрее. Не благодари.

— Я и не благодарю. Это твоя работа.

Оксана фыркнула, но без злости. Она уже привыкла к Арсенову стилю: похвала — редко, критика — сразу. Но если он молчит — значит, сделано правильно.

В пятницу, ровно через шесть дней после разговора с Голубевым, Арсен привез переделанную систему на полигон «Кварц».

На этот раз никаких тележек. Никаких грузов. Только дрон-мишень, установка с сетью и феррозондовый датчик, подключенный к новой плате.

Голубев приехал с секундомером.

— Давайте, — сказал он, не здороваясь. — Без разогрева.

Дрон подняли. Тот же тяжелый «Призрак». Шесть винтов, восемь килограммов, скорость 100 километров в час.

Арсен отошел на двадцать метров. Коснулся пальцами спичечного коробка в кармане — талисман.

— Пуск.

Дрон пошел на сближение. Снова этот вой — низкий, злой, с вибрацией, которая чувствовалась ногами даже через

бетонную плиту.

70 метров. 50. 30.

Хлопок.

Сеть вылетела.

На этот раз Арсен не смотрел на сеть. Он смотрел на дрон.

Сеть развернулась на траектории. Дрон попытался уйти вниз — но было поздно. Капроновые нити легли прямо на винты. Два винта заклинили сразу. Остальные провернули еще пол-оборота, запутались окончательно. Дрон завалился на бок и рухнул в траву.

Тишина.

Голубев поднял руку с секундомером. Посмотрел на дисплей. Потом поднял глаза на Арсена.

— 18 миллисекунд, — сказал он. — Вы уложились.

Арсен молчал. Ждал.

— Зачет, — сказал Голубев. — Переходим к следующему этапу.

— Какому?

— Сборка мобильного комплекса. Вы обещали мне "Аэродинамического капитана". Теперь обещайте, что он полетит.

В КБ — снова ночь. Арсен не спал вторые сутки. Тим принес энергетик, Серега — холодную пиццу. Оксана паяла второй экземпляр платы — на запас. Кузьмич дремал в кресле, положив голову на бронзовую болванку.

Арсен стоял у кульмана и чертил. Не муфту. Не лебедку.

Баллистический эскалатор.

Идея пришла неожиданно, когда он сидел в туалете и смотрел на старый бачок с рычажным смывом. Рычаг, тяга, шток, клапан — и вода смывается не плавно, а с ускорением, потому что рычаг дает механическое преимущество. Почему бы не применить тот же принцип к тросу?

Он набросал первую схему на салфетке. Потом перечертил на ватман. Потом — на кальку.

Баллистический эскалатор — так он назвал устройство.

Принцип, который он в него заложил, был дерзким до безумия. Обычная лебедка наматывает трос с постоянной скоростью. Это медленно и предсказуемо. Эскалатор — наоборот. Он наматывает трос **рывками**, с нарастающей частотой. Каждый рывок добавляет скорости захвату. Первый рывок — сеть только расправляется. Второй — затягивается на корпусе дрона. Третий — добивает.

И все это — без электроники. Шаговый двигатель, но не в режиме сервопривода, а в режиме ударного нагружения.

— Тим, — позвал Арсен, не оборачиваясь. — Ты помнишь, как мы считали шаговый двигатель для муфты?

— Помню.

— Забудь. Будем считать для эскалатора.

— Это еще что?

— Это способ намотать трос за 0.4 секунды вместо 2.

Тим подошел к кульману, посмотрел на чертеж. Его глаза

расширились.

— Ты охренел, Горелов. Это же ударные нагрузки.

— А что, дрон подхватывает тебя на мягких лапках? Ударные, Тим. Специально. Потому что только ударом можно компенсировать мертвое время.

Арсен взял карандаш и начал водить по чертежу, объясняя:

— Смотри. Есть шаговый двигатель. Это наш командный орган. Он не вращает барабан — он толкает храповое колесо. Толкнул — колесо повернулось на один зуб, трос намотался. Еще толкнул — еще на зуб. Частота толчков растет. Первый толчок — 5 герц. Второй — 10. Третий — 20. Четвертый — 40. Лавинообразно.

— А храповик?

— Храповое колесо не дает тросу сматываться обратно. Это фиксатор. Намотал — зафиксировал. Намотал — зафиксировал. Даже если двигатель отключится, трос не уйдет.

— А фрикцион?

— Нет фрикциона. Фрикцион — это скольжение. А нам нужна жесткая фиксация.

Тим почесал затылок.

— Это не лебедка, Горелов. Это ... я не знаю, как это назвать.

— Эскалатор, — сказал Арсен. — Потому что он наращивает скорость. Как эскалатор войны.

Утром Арсен разбудил всех.

— Собирайтесь. Сегодня едем на полигон.

— Какой еще полигон? — зевнул Серега. — Мы же вчера только...

— Вчера — это вчера. Сегодня — испытания эскалатора.

Кузьмич открыл один глаз:

— С ума сошел, Горелов. Тебе спать надо.

— Выплюсь на том свете. Оксана, плата готова?

— Готова.

— Тим, крепление для эскалатора?

— Сделал ночью. На 3D-принтере.

— Серега, машина заправлена?

— Заправлена.

— Тогда поехали.

Полигон «Кварц» встретил их холодным ветром и мелкой моросью. Идеальная погода для испытаний — когда ничего не идеально.

Арсен установил эскалатор на треногу. Подключил к нему трос, на конце троса — груз массой 5 килограммов. Задача: поднять груз на высоту 15 метров быстрее, чем обычная лебедка.

— Засекайте время, — сказал он и нажал кнопку.

Шаговый двигатель запел. Именно запел — на низкой частоте он издавал звук, похожий на басовую ноту. Потом частота поползла вверх. 5 герц, 10, 15, 20.

Трос дергался. Груз не полз, а прыгал вверх — сантиметров по двадцать за рывок, с короткими паузами между рыв-

ками.

25 герц. 30.

Звук двигателя перешел в визг. Храповой механизм цокал, как пулеметная очередь.

35 герц.

— Тормози! — крикнул Тим.

Арсен выключил питание. Груз замер на высоте 11 метров. Трос не смотался — храповик держал.

— Время?

Оксана посмотрела на секундомер:

— 0.47 секунды.

Арсен улыбнулся.

— Обычная лебедка поднимает этот груз за 2.3 секунды.

Эскалатор — в 4.9 раза быстрее.

— Но он дергается, — заметил Серега. — Это не подъем, это танец с бубном.

— А нам и нужен танец. Потому что дрон тоже дергается.

Мы играем на его поле — на поле рывков и ускорений.

Арсен отключил эскалатор, опустил груз вручную.

— Недостаток: на высоких частотах храповик начинает пропускать. Зубья не успевают заскакивать в пазы.

— Это решаемо? — спросил Голубев.

Он появился за их спинами незаметно — видимо, наблюдал с вышки. Арсен не удивился.

— Решаемо. Нужно уменьшить шаг зубьев и увеличить скорость срабатывания упора. Я пересчитаю геометрию.

— Сколько времени?

— Два дня.

— Даю три. Через три дня — доклад и демонстрация на реальном дроне.

Голубев ушел так же бесшумно, как пришел.

Тим посмотрел ему вслед:

— Как он это делает?

— Не знаю, — Арсен начал собирать эскалатор. — Но мне нравится. Он давит — мы ищем. Без давления инженер спит.

В КБ Арсен перечертил храповое колесо трижды.

Первый вариант: зубья — треугольные, 48 штук, шаг 7.5 градусов. Частота срабатывания — до 30 герц.

Второй вариант: зубья — трапецеидальные, 60 штук, шаг 6 градусов. Частота — до 38 герц.

Третий вариант: зубья — параболические, 72 штуки, шаг 5 градусов. Частота — до 45 герц.

— Берем третий, — сказал он наконец. — Параболический профиль сложнее в изготовлении, но он обеспечивает плавный заход упора и быстрый сход. Без заеданий.

Кузьмич, который наблюдал за чертежами с соседнего стола, покачал головой:

— Где ты возьмешь фрезу для такого профиля?

— Закажу на заводе. Скажу, что для проекта особого назначения.

— Скажут — иди в ... и не приставай.

— А я заплачу. У нас есть деньги на материалы?

— Были, — Кузьмич вздохнул. — Но Голубев вчера выставил новый счет. Аренда полигона.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.