

**Наталья Федоренко**

# **НУЛЕВОЙ ДОПУСК**

Наталья Федоренко  
**НУЛЕВОЙ ДОПУСК**

«Автор»

2026

**Федоренко Н. А.**

НУЛЕВОЙ ДОПУСК / Н. А. Федоренко — «Автор», 2026

«Технология, которой нет у других. Поймать. Перепрощить. 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 перепрощивается 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.

© Федоренко Н. А., 2026

© Автор, 2026

# 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 поймают его — поймают 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 оборотах, — 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 40Х, 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. Пустота 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 полуметре над землей — лебедка не дотянула. Потом на осколки.

— 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 спутника.

За длинным столом уже сидели. Оксана — программист с вечно взлохмаченным хвостом и пальцами в синей изолянтке (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 бы 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 пойман, 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 mine, 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 — минус 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 коток. 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 отпускаяй. 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 сработает? — спросил Серега.

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

— Если не сработает, 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:

$$\ll Q = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot (v_1^2 - v_2^2) \gg$$

— 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 чертежи 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, против-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 занимается 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,  $\rho$  — плотность воздуха,  $\omega$  — угловая скорость,  $R$  — радиус ротора. Если уменьшаем  $R$  в два раза,  $R^4$  падает в шестнадцать. Чтобы сохранить ту же силу, нужно поднять  $\omega^2$  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  $\omega$  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 заскрипела, но барабан повернулся.

— 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 момент. 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 оборотах 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 графиту. 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 — движущиеся 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 колодки 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 сходить 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 открывает 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 — добывает.

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 рывками.

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.