

## Зміст

<i>Вступ</i> .....	8
1 Оцінювання .....	23
2 Степеневі закони .....	41
3 Засвоєні уроки .....	66
4 Швидке прогнозування .....	99
5 Творчість .....	123
6 Психологічна стійкість .....	153
7 Розставляйте пріоритети і будьте рішучі .....	183
<i>Післямова</i> .....	209
<i>Подяки</i> .....	211
<i>Бібліографія</i> .....	213

## Вступ

**Я**к льотчик-винищувач, ви звикаете до того, що від вогняної смерті вас щоразу відділяють лічені секунди. Балансуєте на лезі бритви, й успіх кожного польоту залежить від тисяч правильних рішень. Досить одного-єдиного неправильного руху, щоб політ закінчився катастрофою, і таке, на жаль, за нашу історію траплялося не раз.

Щоб дати вам уявлення про швидкість, з якою можуть літати ці машини, дозволите поділитися своєю історією з часів служби на F-16. Я був дислокований у Кореї, і там був літак, який щойно вийшов з ремонту — на ньому замінили двигун, і потрібен був пілот, щоб переконатися, що він придатний до польотів. Літак був «чистий» — не ніс жодної ракети, бомби, прицільного контейнера чи зовнішніх паливних баків. По суті, це був «роздягнений» хот-род<sup>\*</sup>, теоретично здатний розвинути свою максимальну швидкість.

Коли ми літаємо, то для відпрацювання тактики зазвичай виришуюмо ланкою; використовуємо кожну краплю пального для підготовки до бою. Однак у цій місії я мусив самостійно запуститися, випробувати двигун на різних висотах і різній тязі, а фінальною перевіркою мав стати максимальний розгін, коли треба було вивести літак на граничну швидкість.

\* Хот-род — автомобіль (зазвичай 1930–1950-х років), кардинально перероблений, щоб досягти максимально можливої швидкості. Крім модифікацій або заміни двигуна, для полегшення машини могли демонтувати «зайві» кузовні деталі, сидіння тощо. — Тут і далі прим. наук. ред., якщо не вказано іншого.

Після зльоту я увійшов у визначений повітряний простір над океаном і швидко провів різноманітні перевірки двигуна. Заправлений літак міг нести лише трохи більше ніж три тонни пального, чого ніколи не буває достатньо, адже гіантський двигун за моєю спиною спалює кілька тонн за годину. Якщо поглянути на F-16 збоку, можна побачити, що це один великий двигун: навколо нього побудовано всю конструкцію, а попереду на ньому сидить пілот.

За п'ятнадцять хвилин я закінчив усі перевірки, крім останньої — прольоту на максимальній швидкості. Я був на висоті понад 7600 метрів, коли штовхнув важіль тяги вперед до упору — це була повна потужність турбовентиляторного двигуна. А втім, винищувачі мають додаткове джерело потужності, яке називається форсажна камера згоряння. Щоб його ввімкнути, я штовхнув важіль управління двигуном уперед до форсажного режиму. Це активувало всі підкачуvalальні насоси в паливній системі, які почали качати пальне з такою швидкістю, що за лічені хвилини можна було б спорожнити цілий басейн. Це пальне, однак, подавалося не у двигун, а наче з вогнемета впорскувалося безпосередньо у форсажну камеру і спалахувало так, що літак залишав за собою дев'ятиметровий хвіст полум'я. Відчулося різке збільшення тяги, яка притиснула мене до спинки сидіння. Я швидко розігнався вище від 1 Маха — швидкості звуку, яку Чак Єгер круто подолав на своєму літаку Bell X-1. Потім я почав набирати висоту і за кілька секунд піднявся на 10 із чимось кілометрів, невпинно прискорюючись. Незабаром був на висоті майже 14 кілометрів і став потроху набирати висоту далі, щоб досягти практичної стелі — 15 кілометрів. Це максимальна висота, на яку я міг піднятися, але не тому, що літак не здатний летіти вище, а тому, що, якби кабіна розгерметизувалася, я знепритомнів би за лічені секунди.

Небо, що виднілося через ліхтар<sup>\*</sup> кабіни на висоті понад 15 кілометрів, помітно потемнішало — я опинився у верхній частині тропосфери і міг бачити, як глибокий відтінок індиго над мною

\* Ліхтар — прозорий корпус над кабіною деяких типів літаків.

повільно переходить у крижано-блакитний горизонт. Було чітко видно і кулястість Землі — вигин її поверхні був у мене просто перед очима. Праворуч я оглядав увесь Корейський півострів, зелений, з тонким шаром туману над ним. Ліворуч було кілька хмар над Жовтим морем, які відділяли мене від материкового Китаю.

Поки я тримав висоту, літак продовжував прискорюватися. Зараз я летів на швидкості 1,4 Macha, понад 1600 кілометрів за годину. Пального в мене залишилося хіба що на кілька хвилин, тому, щоб збільшити прискорення, я штовхнув ручку керування вперед і почав пікірувати. На прозорому дисплей попереуду<sup>\*</sup> бачив, що швидкість наближається до 1,5 Macha, а старий аналоговий покажчик швидкості переді мною повільно повзе за годинникою стрілкою до червоної позначки «не перевищувати».

На швидкості 1,6 Macha літак затрясло: екстремальний опір повітря — разів у 300 з гаком більший, ніж на великій швидкості в авто — почав спричиняти флатер<sup>\*\*</sup> крил з алюмінієвого сплаву, поширюючи вібрації по всьому літаку. Вони стрімко зростали зі швидкістю, якої планеру літака було не витримати.

## Авіація

Змусити машину летіти означає весь час змагатися з фізикою. Авіалайнер, який мчить зі швидкістю майже 1000 кілометрів за годину на висоті понад 9 тисяч метрів, — річ виняткова. Це не те, що відбувається природно. Навпаки, за замовчанням він мав би впасти, проте цього вдається уникнути завдяки нашій винахідливості та точним розрахункам. Це середовище унікальне, невблаганне. Якщо авто втрачає потужність, водію зазвичай доводиться лише кілька годин простояти край дороги,

\* Head-Up Display (HUD) — прозорий дисплей перед пілотом (індикатор на лобовому склі або шоломі), який дає змогу тримати голову прямо й бачити основні параметри польоту, без потреби опускати погляд на панель приладів.

\*\* Флатер — незатухальні коливання, які виникають в конструкціях, що піддаються впливу потоку повітря, наприклад, у крилах літаків, лопатях гвинтів чи мостах.

а ось коли потужність пропадає в повітрі, наслідки часто-густо катастрофічні. Навіть у бізнесі рішення, що ставлять на карту компанію, ухвалюють рідко, а якщо й ухвалюють, то відповіальність за це бере на себе хіба невелика частина працівників. Авіація ж покладається на те, що кожен працює на оптимальному рівні просто для того, щоб літак продовжував летіти. Це нестабільна система, де навіть одна людина, яка злегковажила своїми обов'язками або виконала їх неналежно, може привести до катастрофічних наслідків. Саме ця невблаганна природа, однак, змушує неабияк зосереджуватися на ухваленні рішень.

На зорі авіації здавалося, що вдіяти із цим нічого не можна. Рівень аварійності був неймовірно високим: якщо співвіднести це з нинішньою кількістю польотів, то на схилі 1920-х років доходило б до приголомшливих *семи тисяч* авіакатастроф на рік. Це привело до майже нав'язливого культивування авіаційної безпеки. Щоразу, коли розбивався літак, починалося розслідування, щоб зробити висновки, на які можна було б зважити в майбутніх польотах. Саме ця невблаганна природа авіації дала ідеальну основу для аналізу рішень. Видовищність катастроф означала, що від них годі взяти й відмахнутися. Після кожної з них відправляли комісію, щоб знайти першопричину й з'ясувати чинники, які сприяли аварії, щоб установити не лише те, як літак розбився, але й чому. Саме ця культура визнання, розуміння і виправлення помилок зрештою зробила можливим успіх комерційної авіації. Сьогодні це одне з найбільших досягнень людства: попри майже 100 тисяч рейсів, які відбуваються щодня, американські авіалінії вже десяток з гаком років не мали жодної авіакатастрофи з людськими жертвами<sup>\*</sup>.

Повітряні бої додають авіації ще один рівень складності. Пілотам доводиться не лише безпечно керувати своїми літаками і серед інших загроз боротися з погодними умовами, рельєфом місцевості та трафіком, а й змагатися з ворогом, який намагається їх збити. Ворог часто має високу кваліфікацію і легко

\* Так в автора. Формально за період з 2014 до 2023 року у США відбулося близько десяти авіакатастроф та інцидентів з кількістю загиблих до 10 осіб.

пристосовується, постійно намагаючись використати уразливі місця в тактиці й технологіях супротивника. Кожна сторона прагне обдурити і ввести в оману іншу, щоб вплинути на її здатність ухвалювати рішення.

У повітряному бою загрози постійно змінюються, бо ж кожна сторона намагається захистити свої уразливі місця, водночас використовуючи вразливості супротивника. У неперевершенній грі в кота й мишкі учасники постійно випробовують і протиставляють рішення. Ця безперервна еволюція призвела до того, що сучасне поле бою стало настільки само різноманітним, наскільки й небезпечним.

Сьогодні ворога годі спіймати — він ховається в повітрі, на суші, у морі, в космосі й у кіберпросторі, шукаючи уразливі місця. Існують гіперзвукові ракети, здатні летіти зі швидкістю понад 1,5 кілометра за секунду, літаки-невидимки, які на радарах видаються меншими за колібрі, й сенсори, спроможні виявляти цілі до самого горизонту. Часто одним попередженням про атаку є оглушливий рев зброї за кілька секунд до удару. Допустима похибка неймовірно мала. Усі характеристики цих літаків спрямовані на досягнення максимальної ефективності, часто коштом безпеки. У поєднанні з майже необмеженими бюджетами, які можуть сягати трильйонів доларів, усе це робить літаки дивовижно придатними і водночас небезпечними для польоту.

### Швидкість

Коли я розігнався до швидкості, що в 1,6 раза перевищувала швидкість звуку, літак продовжувало трясти від тиску повітряного потоку, що обтікав крила і фюзеляж. Озирнувшись через плече, я побачив, як зазвичай жорсткі крила F-16 вигинаються вгору-вниз під дією повітряного потоку. Я зроду не летів так швидко і не спостерігав такого швидкісного флатера крил. Хоча F-16 спроектований для такої швидкості, це стосувалося новісіннього літака, щойно з конвеєра, а не того, на якому летів я — двадцятип'ятирічного з тисячами годин нальоту. Після стількох