

БЕЗОПАСНОСТЬ  
ДВИЖЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

---

**ПИЛОТУ  
О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ  
ГРУБЫХ ПОСАДОК**

---

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТРАНСПОРТ»



---

БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

---

**Пилоту  
о предотвращении  
грубых посадок**

Москва «Транспорт» 1990

УДК 629.735.077

**Пилоту о предотвращении грубых посадок/** В. М. Буряков, Г. С. Егоров, В. А. Еремин и др. — М.: Транспорт, 1990. —47 с.— (Безопасность движения на транспорте).

Приведены статистические данные о грубых приземлениях воздушных судов гражданской авиации. На основании анализа конкретных грубых посадок описаны основные ошибки, допускаемые пилотами на предпосадочной прямой. Рассмотрены основные закономерности динамики продольного движения самолетов и отработаны рекомендации по пилотированию.

Для летного состава, может быть использована студентами авиационных вузов и курсантами летных училищ.

Ил. 10, табл. 2.

А в т о р ы : В. М. Буряков, Г. С. Егоров, В. А. Еремин, В. Д. Кофман, В. Д. Попов, В. А. Полтавец, О. Ю. Страдомский, Л. К. Фицнер.

Руководитель авторского коллектива Р. А. Теймуразов.

Брошюра рекомендована к изданию Госавианадзором СССР и Министерством гражданской авиации СССР.

Редактор Л. В. Васильева

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Надежная летная эксплуатация современной авиационной техники предполагает прежде всего умение и готовность экипажа при пилотировании воздушного судна своевременно учитывать влияние различных неблагоприятных эксплуатационных и аэродинамических факторов. Особенно это важно для такого ответственного этапа полета, как посадка. Проведенные исследования некоторых авиационных происшествий и предпосылок к ним подтверждают вывод о том, что именно этот этап является наиболее уязвимым с точки зрения безопасности полетов.

В предлагаемой читателю брошюре дается полный и объективный анализ одного из наиболее специфических типов опасных ситуаций, возникающих при посадке самолетов, — грубых приземлений, которые характеризуются превышением фактических значений вертикальной перегрузки по сравнению с допустимыми. Многолетние статистические данные об авиационных происшествиях и инцидентах показывают, что грубые приземления — достаточно частые события, а вероятность их тяжелых последствий достаточно велика.

Анализ статистических данных позволил выявить основные причины, приводящие к грубым приземлениям, провести сравнительную оценку степени их опасности. Проявление основных факторов, способствующих грубым приземлениям, проиллюстрировано примерами конкретных событий, имевших место в последние годы. Рассмотрены основные аспекты динамики полета современных самолетов на конкретном этапе захода на посадку и на примерах показаны допущенные экипажами ошибки пилотирования, приведшие к грубым приземлениям. На основании изложенного сформулированы рекомендации для экипажей, обеспечивающие предотвращение случаев грубых приземлений.

Материал подготовлен авторским коллективом специалистов НИЛ при Госавианадзоре СССР, ГосНИИ ГА и ЛИИ Минавиапрома СССР. Руководитель авторского коллектива — зам. председателя Госавианадзора СССР Р. А. Теймуразов.

### 1. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРУБЫХ ПРИЗЕМЛЕНИЙ

В эксплуатации посадка считается грубой и классифицируется как грубое приземление, если фактическое значение вертикальной перегрузки превышает определенное, установленное для данного типа воздушного судна значение. Статистика показывает, что такие события достаточно часты, а вероятность перехода их в авиационное происшествие весьма высока. По данным за 1978—1987 гг. частота грубых приземлений (на 100 тыс. полетов) составила: для самолетов Ил-62 — 2; Ту-154 — 1,5; Ту-134 — 1,25; Ан-24-26-30 — 0,35; Як-40 — 0,07. При этом на самолетах Ан-24-26-30 примерно каждая третья грубая посадка приводит к авиационному происшествию, а на самолетах Ту-154-134 — примерно каждая восемнадцатая.

На фактическое значение вертикальной перегрузки при посадке оказывает влияние множество факторов. Особая сложность и скоротечность процесса посадки в значительной мере затрудняют анализ причинно-следственных связей отдельных факторов, имевших место в случаях грубых приземлений. Поэтому в большинстве случаев экипажи, допустившие грубые приземления, не могут самостоятельно проанализировать причины происшедшего. Практика свидетельствует о том, что в отдельные периоды эксплуатации конкретного типа самолета частота грубых приземлений существенно возрастает. Такими периодами для самолета Ту-134 были 1980-1982 гг., а для Ту-154 — 1982-1983 гг. и 1988 г. Это свидетельствует о том, что проводимые профилактические мероприятия недостаточно эффективны.

Повысить эффективность профилактических мероприятий можно на основе изучения влияния не только каждого отдельного фактора, но и их совокупностей. Это позволит установить причинно-следственные связи процесса развития особой ситуации и предотвратить их в будущем путем исключения или снижения частоты проявления опасных факторов или их совместных проявлений.

Особое значение в профилактике авиационных происшествий, связанных с ошибками пилотов, имеет знание экипажами особенностей развития этих ситуаций,

понимание физических основ происходящих процессов и умение на этой основе оценить собственный опыт и уровень подготовки.

Для выявления основных причин и факторов грубых приземлений и разработки профилактических мероприятий по их предотвращению был проведен анализ материалов расследования авиационных происшествий и предпосылок к ним за период 1978—1988 гг. В дальнейшем будем пользоваться терминами и понятиями из руководства по эксплуатации МАСУ "Безопасность". Так, например, термин: "неправильное выравнивание" означает проявление при совершении грубой посадки типичных ошибок на выравнивании и приземлении, противоречащих рекомендациям РЛЭ; "неправильная эксплуатация силовой установки" — подразумевает управление тягой двигателей, не соответствующее рекомендациям РЛЭ.

Все факторы, которые могут способствовать грубым приземлениям воздушных судов, условно разделяются на факторы "первого уровня" — отмеченные комиссиями по расследованию как "основные, приведшие к событию", и факторы "второго уровня" — имевшие место в данном событии и зафиксированные в материалах расследования, но не явившиеся основными, повлиявшими на процесс развития события. Последние могут рассматриваться с точки зрения их непосредственного влияния на событие, т. е. по физическому смыслу, как факторы "первого уровня", но имеющие меньшее влияние на развитие события по сравнению с указанными выше "основными". Их следует также рассматривать и как причины, обусловившие в определенной мере проявление факторов "первого уровня".

В свою очередь факторы "первого уровня" разделяют на 3 группы, которые различаются физической сущностью своего проявления и соответственно требуют различного подхода к выработке мер по их предотвращению. Это факторы:

- а) лица, пилотировавшего самолет;
- б) других членов экипажа и лиц, обеспечивающих выполнение полета и участвовавших в его подготовке;
- в) прочие факторы.

К факторам "второго уровня" следует отнести:

а) данные, характеризующие профессиональный опыт членов экипажа, в первую очередь лица, осуществляющего пилотирование. Основными из них являются налет в должности, исполняемой в данном полете, на данном типе воздушного судна, а также общий налет на нем;

б) характеристики условий выполнения полета, которые могут оказать влияние на точность действий экипажа в процессе захода на посадку и самой посадки. К ним относятся в первую очередь метеорологическая обстановка, условия освещения, видимости, атмосферные возмущения, а также техническое состояние систем обеспечения захода на посадку и посадки;

в) характеристики, оценивающие точность выполнения экипажем действий по пилотированию самолета. Ими являются точность выдерживания скорости захода на посадку и вертикальной скорости, курса и глиссады в контрольных точках, а также параметры полета на участке "продолженной глиссады" при визуальном полете. Сюда же следует отнести и координаты точки приземления (касания).

Практически все рассматриваемые грубые приземления являются "многофакторными" событиями. С точки зрения выявления важнейших из них степень влияния фактора или их совокупности оценивается следующим образом. Для первого уровня — частотой проявления (процент грубых приземлений, в которых данный фактор проявился). Для второго уровня — отношением частоты таких приземлений при проявлении данного фактора к общей частоте грубых приземлений или отношением частоты грубых приземлений при проявлении данного фактора и при его отсутствии.

Отметим, что самолеты Ту-154, Ту-134 и Ил-62 характеризуются весьма близкими частотами грубых приземлений и с точки зрения условий эксплуатации при выполнении посадки и обобщенных летных характеристик могут быть объединены в одну группу. Однако все же абсолютное число грубых приземлений у самолета Ил-62 существенно меньше, чем у Ту-134 и Ту-154, вследствие существенно меньшего числа выполненных полетов.

Значительный объем информации о случаях грубых приземлений на самолетах

Ту-134 и Ту-154 делает целесообразным проведение анализа грубых приземлений именно на этих типах самолетов, так как практически равные частоты грубых приземлений на этих типах самолетов в значительной мере опровергают имеющееся у ряда пилотов мнение о том, что самолет Ту-154 обладает специфической склонностью к грубым приземлениям. В процессе проведения научного анализа выявлено, что у Ту-134 и Ту-154 практически не имеется различий в факторах, приведших к грубым приземлениям.

При этом исследовалось по самолету Ту-134 — 51 событие, а по самолету Ту-154 — 40 событий. По ним специалисты располагали достаточно полной и подробной информацией.

Полученный в результате анализа перечень основных факторов и частоты их проявления в случаях грубых приземлений этих воздушных судов приведены в таблице. "Факторы других членов экипажа" практически во всех случаях относятся ко второму члену экипажа, осуществлявшему пилотирование (инструктор, проверяющий, второй пилот или командир воздушного судна при выполнении посадки вторым пилотом).

Оба приведенных в п. 2 фактора могут рассматриваться совместно как обобщенный фактор "второго пилотирующего", поскольку свидетельствуют о наличии отклонений от предписанной технологии работы экипажа и распределения обязанностей в нем, а также о том, что допущенные пилотирующим лицом отклонения не были своевременно обнаружены (или обнаружены и доведены до пилотирующего).

### Основные факторы, способствующие грубым приземлениям

	Частота проявления, %	
	Ту-134	Ту-154
<b>1. Факторы пилотируемого лица:</b>		
Неправильное выравнивание	55	51
Превышение вертикальной скорости снижения $V_y$ на конечном этапе	47	38
Неправильная оценка параметров полета (скорость, высота, расстояние)	19	20
Неправильное устранение "козла"	—	20
Неправильная эксплуатация силовой установки (не соответствующее необходимому изменение экипажем тяги двигателей на последнем этапе полета или при приземлении)	12	18
Неправильная компенсация бокового ветра	9	—
<b>2. Факторы других членов экипажа:</b>		
Отсутствие взаимодействия в экипаже	29	30
Недостаточный контроль за ходом полета	24	30
<b>3. Прочие факторы:</b>		
Особые метеоявления (сдвиг ветра, ливневые осадки, непрогнозируемое ухудшение видимости на малой высоте)	14	17
"Световой экран" при включении фар, приведший к пространственной дезориентации	8	—

Из приведенной таблицы следует:

1. Основными факторами, способствовавшими грубым приземлениям самолетов Ту-154 и Ту-134 (в %), явились:

неправильное выравнивание.....50—55  
 превышение  $V_y$  на конечном этапе.....40—45  
 неправильная эксплуатация силовой установки.....15—20  
 отсутствие взаимодействия в экипаже  
 и недостаточный контроль за  
 ходом полета со стороны второго пилотирующего.....около 50  
 особые метеорологические явления.....около 20

2. Грубые приземления данных воздушных судов характеризуются большой частотой (в %) совместного проявления нескольких основных факторов:

неправильное выравнивание и превышение  $V_H$ .....около 25  
 превышение  $V$  и отсутствие взаимодействия  
 в экипаже и недостаточный контроль за ходом

3. Для эксплуатации самолета Ту-154 характерным является проявление такого фактора, как "неправильное устранение козла", имевшего место в 20 % случаев грубых приземлений.

Для оценки влияния опыта летной работы (самостоятельного налета на данном типе воздушного судна) на грубые приземления специалисты использовали следующий прием. Они условно разбили членов экипажей, допустивших грубые приземления, на три группы по налету: до 1000 ч ("малый налет"), от 1000 до 2000 ч и более 2000 ч ("большой налет").

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что большинство грубых приземлений на самолетах Ту-134 и Ту-154, около 55%, допущено командирами воздушных судов, имеющими "малый налет". Относительная частота последних оказалась примерно в 7 раз выше, чем у командиров с налетом, превышающим 1000 ч.

Следует отметить, что из всех имевших место на самолетах Ту-134 и Ту-154 случаев грубых приземлений только 10% произошло при пилотировании вторым пилотом. При оценке опыта второго пилота по выполнению самостоятельных посадок полагалось, что им выполняется в реальной эксплуатации только каждая 4-я или 5-я посадка, следовательно, его опыт выполнения самостоятельных посадок оценивался величиной, равной 1/3—1/4 налета на данном типе в данной должности.

Налет по выполнению самостоятельных посадок у всех вторых пилотов, допустивших грубые приземления, был оценен как "малый" — менее 500 ч. Такие факторы, как "неправильное выравнивание" и "превышение  $V_y$ " в значительной части (около 60 %) связаны с "малым налетом". Особенно это относится к самолету Ту-134.

Что касается условий освещенности (день, ночь, сумерки), то около 60 % грубых приземлений на каждом из рассматриваемых типов самолетов произошли в ночных условиях. Да и относительная частота их ночью примерно в 5—7 раз выше, чем днем. Такая же количественная оценка получена и по проявлению факторов "неправильное выравнивание" и "превышение  $V_y$ " в ночных условиях.

Как отмечалось ранее, примерно в 20 % случаев грубых приземлений проявился фактор "особых метеоявлений", отмеченный комиссиями по расследованиям в качестве основного, приведшего к событию. Анализ этой информации показывает, что особые метеорологические явления — турбулентность и порывистый ветер, сдвиг ветра, ливневые осадки, туман, усложняющие выполнение посадки, были зафиксированы примерно в 40 % случаев грубых приземлений (40 % для Ту-154 и 43 % для Ту-134). При этом около 70 % случаев проявления опасных метеоявлений (81 % на Ту-154 и 17 % на Ту-134) имели место в ночное время. Это свидетельствует о весьма высокой частоте совместного проявления факторов "особые метеоявления" и "условия ночного освещения" в случаях грубых приземлений: примерно в 30 % случаев проявились оба фактора (33 % для Ту-154 и 31 % для Ту-134).

В данном случае можно рассматривать их как обобщенный фактор "особые метеоявления ночью" в качестве самостоятельного с весьма высокой частотой его проявления: примерно в 30 % случаев грубых приземлений. Характерным является тот факт, что примерно 50 % командиров воздушных судов с налетом на данном типе самолета в данной должности, превышающим 1000 ч, допустили грубые приземления при проявлении именно этого фактора. Относительно малая частота проявления этого фактора у пилотов с малым опытом является, по-видимому, следствием того, что вероятность попадания их в сложные метеоусловия ниже, чем у тех, кто имеет больший налет, хотя вероятность ошибок в данном случае выше.

Летный состав часто высказывает мнение о том, что грубые приземления связаны с малой скоростью захода на посадку, поэтому эффективным методом их устранения может явиться увеличение этой скорости. Для рассмотренных случаев грубых приземлений были проанализированы отклонения скорости касания ВПП от рекомендованных значений:

$$\Delta V_{\text{кас}} = V_{\text{кас}}^{\text{факт}} - V_{\text{кас}}^{\text{рек}}$$

При этом принималось, что

$$V_{\text{кас}}^{\text{факт}} = V_{\text{з.п.}}^{\text{рек}} - (10 \div 15) \text{ кч/ч}$$



где  $V_{з.п.}^{рек}$  — рекомендованная Руководством по летной эксплуатации (РЛЭ) скорость захода на посадку с учетом посадочной массы.

Полученные данные свидетельствуют о том, что среднее значение посадочной скорости превышает рекомендованное примерно на 15 км/ч для обоих типов самолетов. Распределение значений  $\Delta V_{кас}$  для рассмотренных случаев грубых приземлений весьма близко к распределению отклонений посадочных скоростей от рекомендованных РЛЭ в условиях нормальной эксплуатации —  $V_{кас}^{экспл} \approx 15 \div 20$  км/ч

Полученное распределение  $\Delta V_{кас}$  говорит о том, что лишь небольшая часть грубых приземлений (10 % для Ту-154 и 13 % для Ту-134) произошла при посадочной скорости, меньшей, чем рекомендована в РЛЭ. В остальных случаях посадочная скорость превышала рекомендованную на 20 км/ч и более: 67 % на Ту-154 и 31 % на Ту-134 от общего числа грубых приземлений. Отсюда можно сделать вывод, что увеличение скорости захода на посадку от рекомендованных значений даже на 20 км/ч не обеспечивает предотвращения грубых посадок.

Совместное проявление таких основных факторов, как "превышение  $V_y$ " и "неправильное выравнивание", имеющих место примерно в 25 % случаев грубых приземлений, свидетельствует о том, что практически в 50% случаев эти факторы взаимосвязаны.

Известно, что выработанный у пилота навык пилотирования на выравнивании реализуется в выполненной им посадке при определенных средних (нормальных) параметрах полета. Отклонение от них, например достаточно большое отклонение величины  $V_y$  в сторону увеличения или уменьшения, требует от экипажа для осуществления "нормальной" посадки действий по выравниванию, отличающихся от нормальных. Следовательно, возникает возможность выполнения "неправильного выравнивания" из-за рассогласования имеющегося навыка и условий, в которых его реализация происходит. Вот почему считать рассматриваемые факторы независимыми нельзя. Это приводит к необходимости проведения исследования причин, порождающих проявление фактора "превышение  $V_y$ ". Статистика по проявлению фактора "превышение  $V_y$ " на конечном этапе захода на посадку в условиях реальной эксплуатации отсутствует, однако у специалистов имеется информация, позволяющая косвенно оценить частоту проявления этого фактора.

Статистические данные для различных типов воздушных судов, полученные специалистами ГосНИИ ГА (см. рис. 1,2), свидетельствует о том, что средняя высота пролета торца ВПП (по колесам шасси) составляет для отечественных самолетов примерно 7 м, а для зарубежных самолетов примерно 13 м. В этой связи следует отметить, что нормируемая (расчетная) высота пролета торца ВПП при полете по продолженной глиссаде  $H_T = H_{гг} - \Delta H_{ш} = 15 - (2 \div 5) = 10-13$  м.

Выявленное рассогласование между отечественным и зарубежным опытом, а также Нормами свидетельствует о том, что в Аэрофлоте преобладающее число полетов выполняется ниже продолженной глиссады вследствие преднамеренного увода самолета под нее.

Выигрыш длины воздушного участка при подныривании под глиссаду на  $\Delta H_T = 13 - 7 = 6$  м (СССР)

$$\Delta L_B = \Delta H_T / \theta_{гг} = 6 / 0,047 \approx 130 \text{ м}$$

Возрастание участка пробега  $\Delta L_{п}$  за счет превышения  $V_{з.п.}$  на 15-20 км/ч, что равно  $(1,07 \div 1,08) \times V_{з.п. РЛЭ}$  составит :

$$\Delta L_{п} = 170 \text{ м (15\%).}$$

Как подтверждает практика, маневр ухода под глиссаду неминуемо сопровождается увеличением вертикальной скорости снижения, что и является основным предвестником грубой посадки. Подтверждением этого вывода служат реальные случаи грубых приземлений, рассмотренные далее.

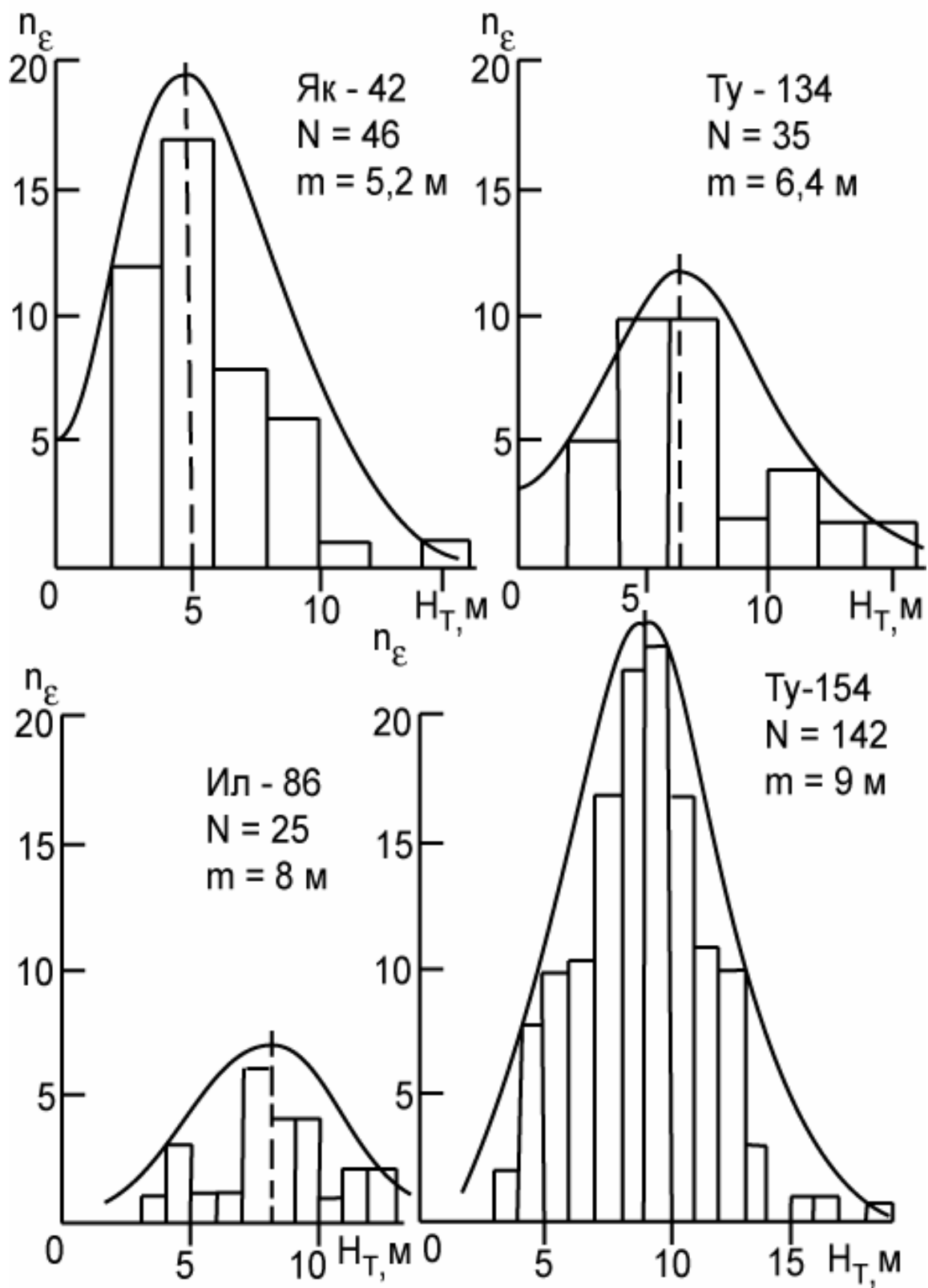


Рис. 1. Статистическое распределение высоты пролета торца ВПП  $H_T$  по фактическим данным летной эксплуатации самолетов ГА ( $N$  — число случаев,  $m$  — математическое ожидание)

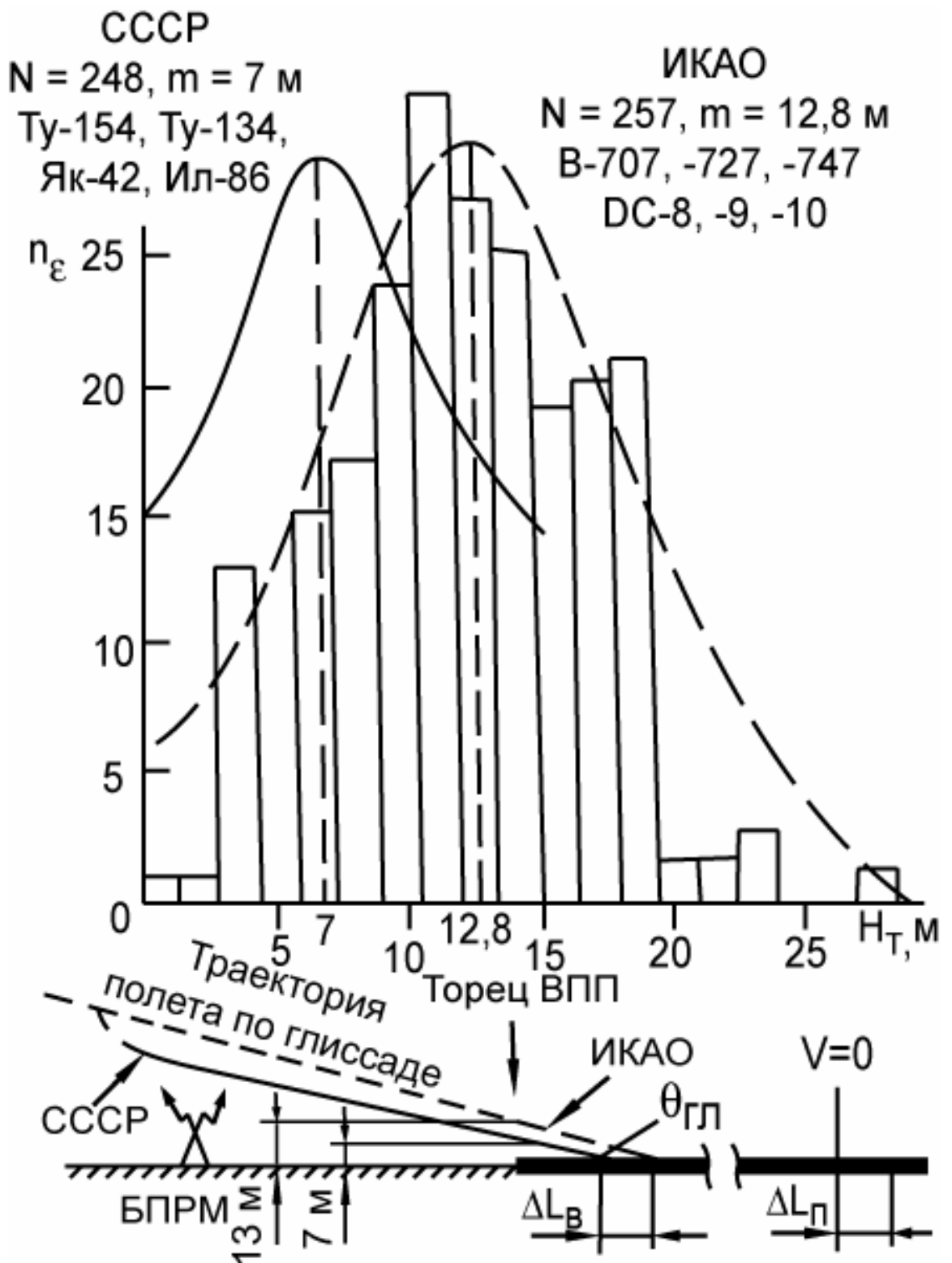


Рис. 2 Сравнение распределений высот пролета торца ВПП самолетов ГА в СССР и ИКАО

## 2. ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИМЕРЫ ГРУБЫХ ПРИЗЕМЛЕНИЙ

**Посадка самолета Ту-154Б в аэропорту Красноводск 21 января 1988 г. (рис. 3).** Полет выполнялся ночью в условиях спокойной атмосферы. Режим работы двигателей оставался неизменным во время всего полета по глиссаде. Приборная скорость также была практически постоянной — 275 км/ч, что для массы  $m = 76,8$  т больше, чем рекомендовано в РЛЭ, на 10 км/ч.

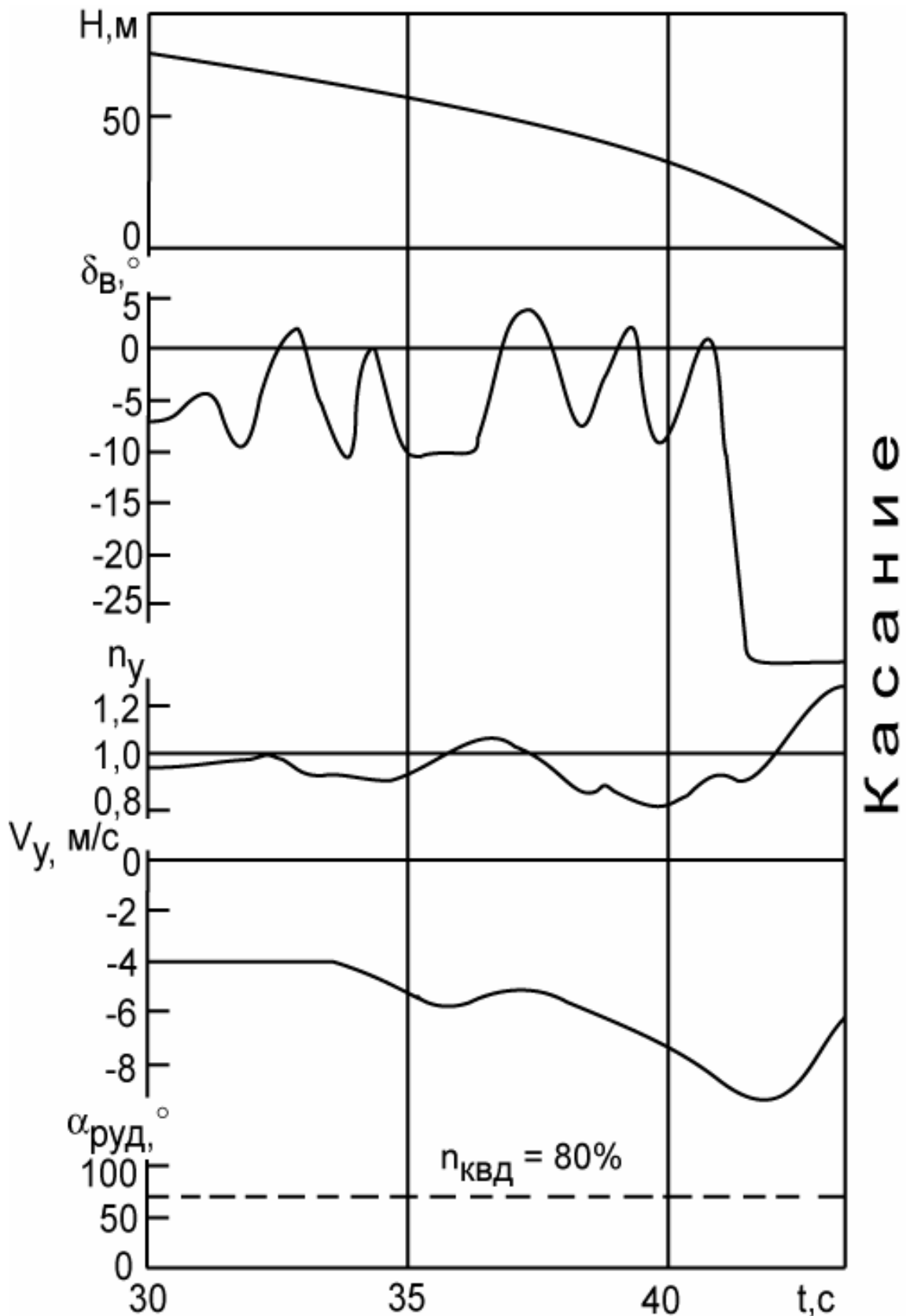


Рис. 3. Изменение параметров движения при посадке самолета Ту-154Б в аэропорту Красноводск.

На высоте  $H = 50$  м при вертикальной скорости снижения  $V_y = -5$  м/с штурвал трижды импульсами отклонялся на пикирование вследствие нахождения самолета выше глissады. Отклонение руля высоты на пикирование превосходило потребное для балансировки в течение 4,5 с. Вследствие этого вертикальная перегрузка уменьшилась

до  $n_y = 0,85$ . Это привело к быстрому нарастанию вертикальной скорости снижения, которая на высоте  $H = 15$  м превысила  $V_y = -9$  м/с. Создавшуюся опасную ситуацию экипаж вовремя не распознал. Только за 2 с до касания ВПП при угле тангажа  $6,5^\circ$  руль высоты был полностью отклонен на кабрирование. Вертикальная перегрузка к моменту касания возросла до  $n_y = 1,32$ , скорость снижения уменьшилась до  $V_y = -6$  м/с, угол тангажа увеличился на  $7^\circ$  и стал равен  $\sim 0,5^\circ$ . Приземление самолета произошло практически на три точки с перегрузкой  $n_y = 4,8$  (по записям КЗ-63), что привело к его разрушению.

**Посадка самолета Ту-154М в аэропорту Норильск 24 сентября 1988 г. (рис. 4).**

Полет по глиссаде до высоты 150 м выполнялся на скорости по РЛЭ  $V_{ПР} = 275$  км/ч с массой 79 850 кг. В результате увеличения режима работы двигателей сверх потребного для установившегося полета по глиссаде самолет постепенно увеличивал скорость и к моменту пролета ближнего приводного радиомаркера (БПРМ) она возросла до 295 км/ч. В районе БПРМ режим работы двигателей в два приема по команде штурмана был снижен до близкого к малому газу. Дальнейший полет проходил в условиях уменьшения приборной скорости, которая к моменту касания составила 255 км/ч. Это обстоятельство осложнило пилотирование самолетом, поскольку требовалось выполнять его перебалансировку с помощью штурвала. Однако в целом до высоты  $H = 30$  м явных признаков развития особой ситуации не наблюдалось. На высоте  $H = 30$  м штурвал был отдан "от себя" на пикирование для обеспечения посадки ближе к входному торцу ВПП. Вертикальная перегрузка уменьшилась до  $n_y = 0,9$  и удерживалась менее единичной в течение 3 с, что привело к увеличению скорости снижения более 5 м/с. Экипаж своевременно не определил возникновение особой ситуации и только за 1,5 с до касания ВПП полностью отклонил руль высоты на кабрирование. Нормальная перегрузка к этому времени превысила единичную и возросла к моменту касания ВПП до 1,2. Однако ввиду дефицита времени вертикальная скорость снижения уменьшилась в недостаточной степени. Приземление произошло с  $V_y = -4$  м/с, что привело к грубой посадке с перегрузкой (по МСРП-64)  $n_y = 3,15$ .

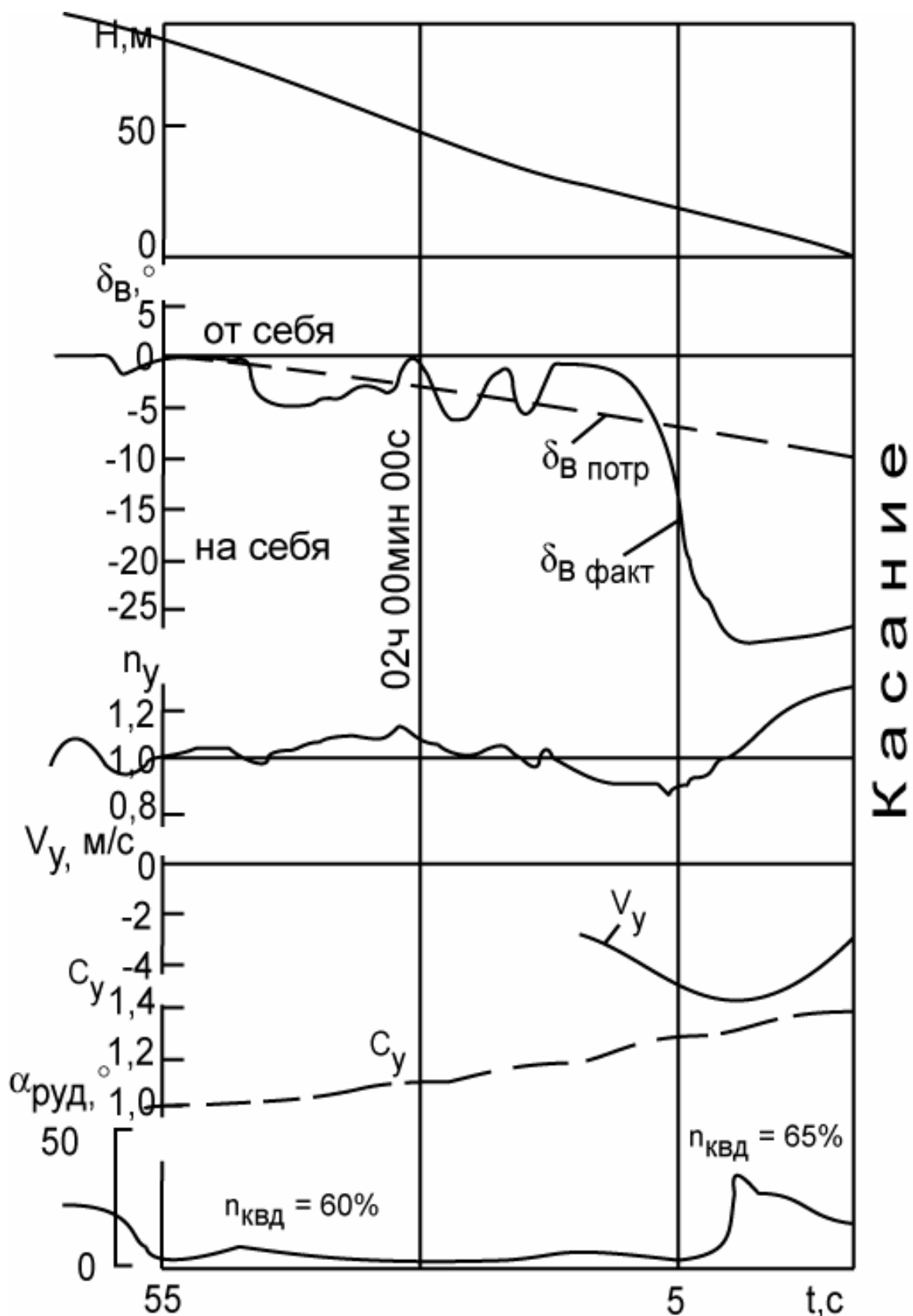


Рис. 4. Изменение параметров движения при посадке самолета Ту-154М в аэропорту Норильск

**Посадка самолета Ту-154Б в аэропорту Алеппо (Сирия) 24 сентября 1988 года  $m = 79,5$  т) (рис 5).** Заход выполнялся в условиях слабого порывистого ветра. При полете по глиссаде приборная скорость изменялась от 265 до 290 км/ч (по РЛЭ –  $V_{гр} = 269$  км/ч). Самолет не был сбалансирован по усилиям - остаточные тянущие усилия на штурвале составили  $P_B = -10$  кг.

На высоте  $H = 35$  м вследствие отдачи штурвала от себя вертикальная перегрузка уменьшилась до 0,9 и удерживалась менее единицы в течение 3 с. Это привело к увеличению скорости снижения от 3,5 до 5,9 м/с за 2 с до касания. За 1,5 с до касания руль высоты был полностью отклонен на кабрирование. Эти действия по уменьшению вертикальной скорости — полное взятие штурвала "на себя" — оказались запоздалыми. Приземление произошло с недопустимо большой вертикальной скоростью  $V_{\gamma} = -5,5$  м/с, что привело к разрушению самолета. Перегрузка при приземлении составила более четырех единиц.

Следует заметить, что заход на посадку осуществлялся с центровкой  $X_T = 16$  % средней аэродинамической хорды (САХ), что выходило за установленные ограничения. Это обстоятельство усложнило управление самолетом, однако, как показали расчеты, не оказало решающего влияния на исход полета.

#### **Посадка самолета Ил-86 в аэропорту Симферополь 9 апреля 1985 г. (рис. 6).**

Заход выполнялся на скорости, незначительно превышающей рекомендованную РЛЭ (~ на 10 км/ч), несколько выше глиссады. На высоте  $H = 60$  м самолет ушел под глиссаду. Режим полета вследствие выполнения маневра "подныривания" оказался неустановившимся. Об этом, в частности, свидетельствуют циклические изменения угла тангажа  $\alpha$ , вертикальной скорости снижения и отклонений руля высоты. К началу выравнивания экипаж подошел с вертикальной скоростью снижения, примерно равной -4 м/с, но с перегрузкой менее единицы, о чем свидетельствует тенденция к росту вертикальной скорости. Выравнивание было начато на высоте 12 м отклонением руля высоты на кабрирование на  $\Delta\delta_B = 8$ . Вследствие несбалансированности самолета на момент выравнивания ( $n_{\gamma} < 1$ ) такого отклонения руля высоты оказалось достаточно только для парирования тенденции роста  $V_{\gamma}$ . На высоте  $H = 6$  м штурвал был дополнительно резко отклонен на кабрирование. Вертикальная скорость снижения к этому моменту возросла до -4,5 м/с. Максимальное отклонение руля высоты  $\delta_B = -22^\circ$  было достигнуто уже после приземления самолета с вертикальной скоростью  $V = -3$  м/с. Резкое движение штурвалом привело к росту угла тангажа и касанию хвостовой пятой поверхности ВПП через 0,3 с после приземления самолета.

Аналогичная посадка была выполнена в аэропорту Алма-Ата в 1985 г.

Как видим, во всех конкретных примерах экипаж вовремя не смог распознать развитие опасной ситуации на посадке и своевременно не принял грамотных мер. В результате последовало авиационное происшествие.

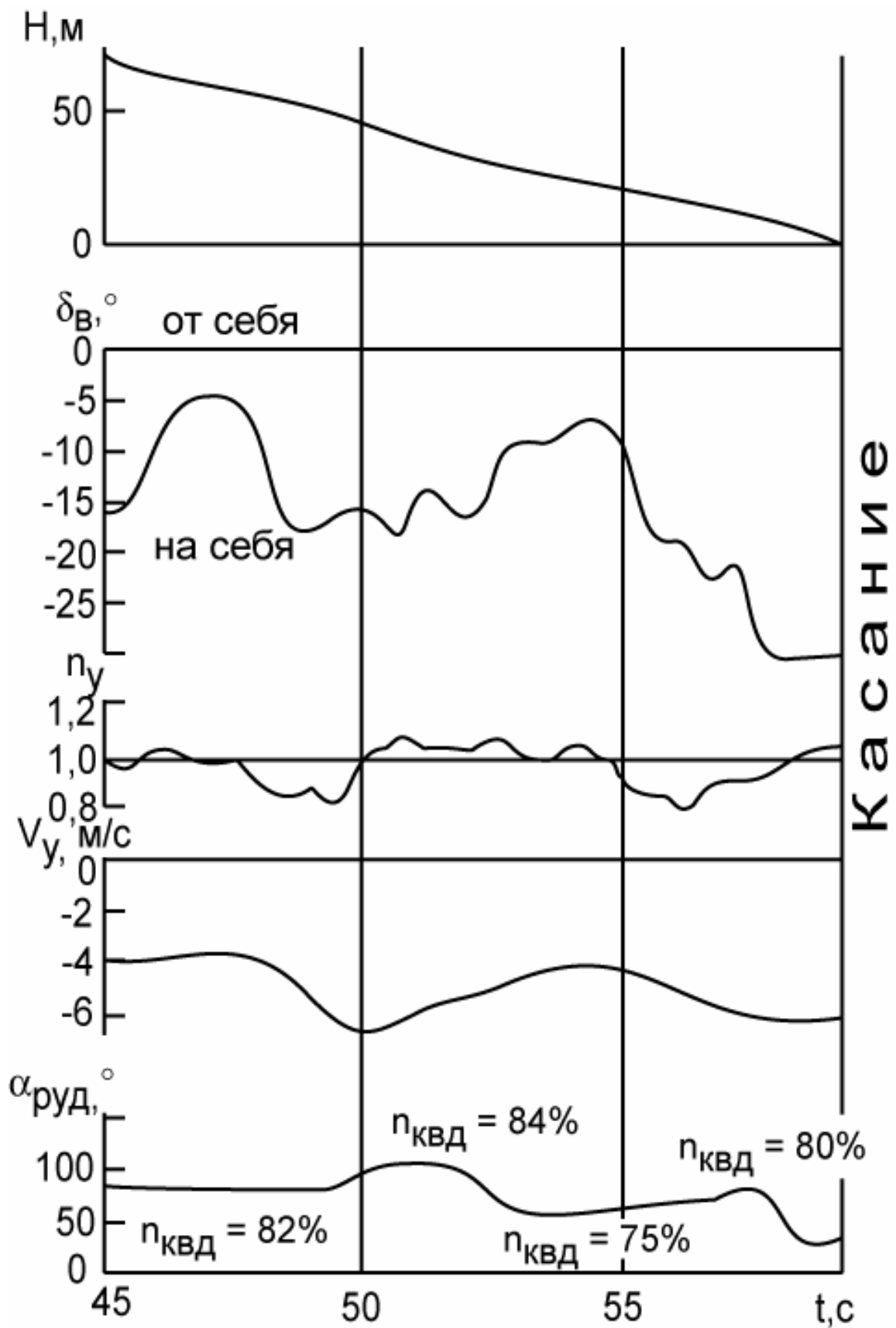


Рис. 5. Изменение параметров движения при посадке самолета Ту-154Б в аэропорту Алеппо



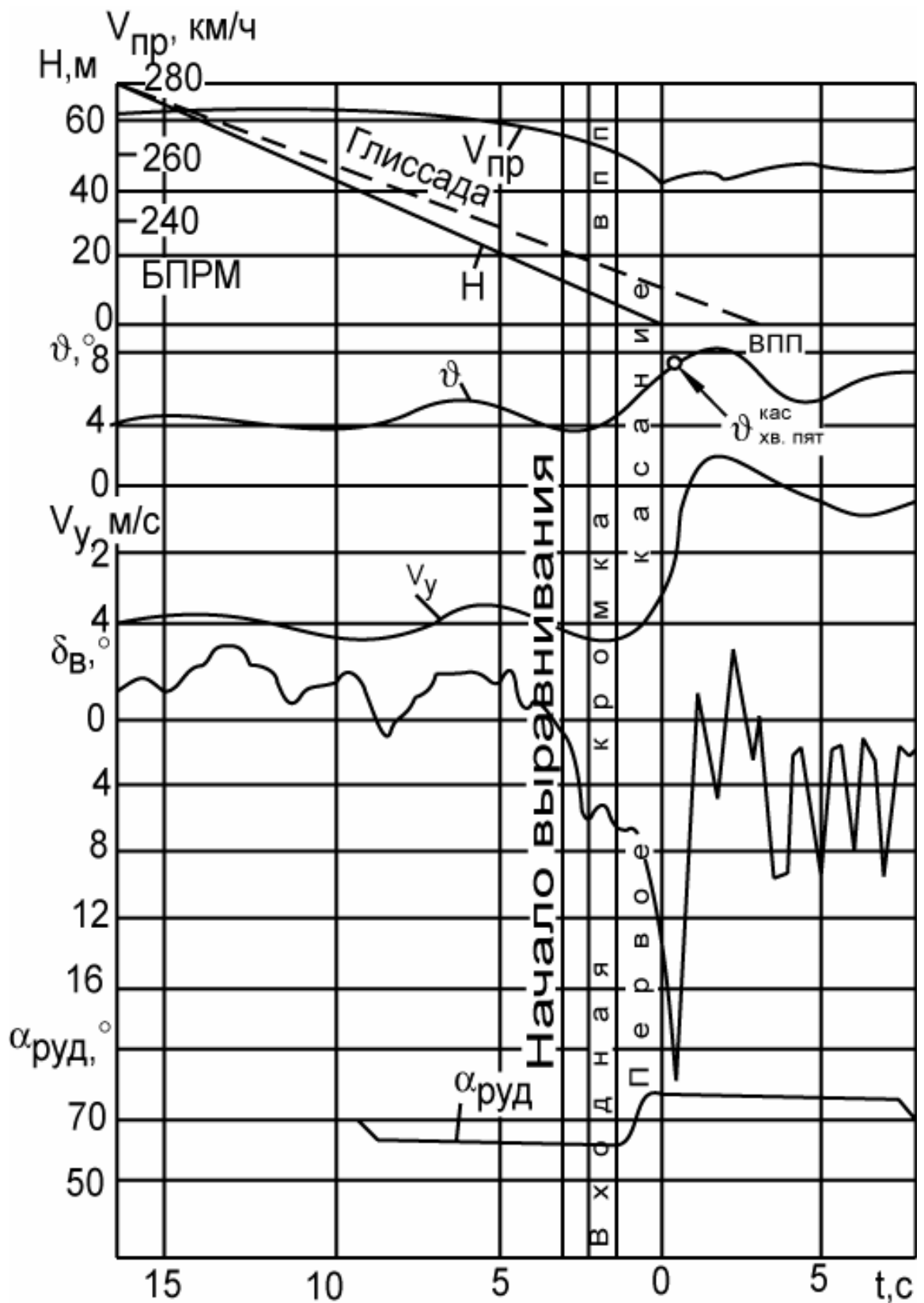


Рис. 6. Изменение параметров движения при посадке самолета Ил-86 в аэропорту Симферополь

### 3. ОСОБЕННОСТИ ОШИБОК ПИЛОТИРОВАНИЯ

Обобщенный анализ обстоятельств грубых посадок воздушных судов позволил выявить характерные ошибки пилотирования, проявляющиеся вне зависимости от типа самолета.

**Попытки исправить траекторию полета в вертикальной плоскости на малой**

**высоте.** Для выполнения этого маневра пилот резко отдаст штурвал "от себя" на высотах 50—30 м. При этом развивается вертикальная скорость снижения  $V_{\gamma} = -9 \div -6$  м/с. Опасную ситуацию экипаж распознает поздно. Хотя для уменьшения вертикальной скорости снижения пилот использует отклонение руля высоты на кабрирование до упора, он достигает этого за 2 — 1,5 с до столкновения с землей. Это не позволяет экипажу реализовать имеющиеся ресурсы управляемости самолета по перегрузке и уменьшить вертикальную скорость до допустимого значения.

Приземление происходит с вертикальной скоростью 4—6 м/с, что приводит к тяжелым последствиям. Как правило, экипаж не осознает причин происшествия, не может объяснить естественную тенденцию возрастания вертикальной скорости снижения после отдачи штурвала и неспособность самолета мгновенно после взятия штурвала "на себя" реагировать уменьшением вертикальной скорости.

Характерной в этом отношении является грубая посадка самолета Ту-154 в аэропорту Красноводск.

Экипаж оценил поведение самолета при посадке как непонятное явление и характеризовал развитие вертикальной скорости так: "Нас резко бросило вниз...", а поведение самолета после взятия штурвала "на себя" — "Самолет завис...".

**Намеренный уход под глиссаду на высотах полета  $H = 100 \div 80$  м с последующим прицеливанием на желаемую точку касания ВПП.** В этом случае происходит характерная раскачка самолета по тангажу рулем высоты. Изменения угла тангажа и вертикальной скорости снижения при этом имеют характерную волнообразную форму (см. рис. 5,6). Причем колебания вертикальной скорости снижения относительно расчетной сравнительно невелики ( $\pm 1$  м/с) и значения ее могут не выходить за рекомендованные РЛЭ. Контроль за вертикальной скоростью и ее стабилизация при этом затруднены ввиду инерционности и запаздывания в показаниях вариометра. Разница между истинным и измеренным по прибору ВАР-30 значениями переменной вертикальной скорости может достигать примерно 1 м/с. Вертикальная перегрузка изменяется, как правило, в диапазоне 0,9—1,1. При таком колебательном процессе полета по глиссаде могут реализоваться два крайних варианта подхода самолета к высоте начала выравнивания.

В первом варианте  $V_{\gamma}$  незначительно больше рекомендованной (примерно на 1 м/с) и перегрузка к моменту начала выравнивания несколько меньше единицы:  $n_{\gamma} = 0,9 \div 0,95$ . Как правило, на выравнивании вертикальная перегрузка увеличивается на 0,15 единицы по отношению к исходной. В этих условиях пилот, беря штурвал "на себя", расходует часть этой перегрузки, равную  $\Delta n_{\gamma 1} = 0,1 \div 0,05$ , на восстановление равновесия вертикальных сил  $n_{\gamma} = 1$ , и только оставшаяся часть  $\Delta n_{\gamma 2} = 0,05 \div 0,1$  идет на гашение вертикальной скорости. С учетом того что в рассматриваемом варианте в начале выравнивания исходная вертикальная скорость повышена, оставшейся части перегрузки недостаточно для полного гашения при выравнивании вертикальной скорости (см. рис. 6). В результате происходит грубое приземление с вертикальной перегрузкой до трех единиц.

Экипаж не осознает опасности ситуации, часто не понимает причин грубых посадок и не связывает их с пилотированием самолета. Например, после грубой посадки самолета Ил-86 в аэропорту Ереван ( $n_{\gamma} = 2,1$ ) повышенная перегрузка при касании связывалась с неровностью ВПП.

Второй вариант — несбалансированный подход к высоте начала выравнивания с уменьшением вертикальной скорости снижения за счет повышенной перегрузки  $n_{\gamma} = 1,1 \div 1,05$ . При этом привычным отклонением штурвала в процессе выравнивания самолет можно "подвесить" над ВПП, что приведет к увеличению длины воздушного участка. Последующая попытка приземлить самолет в ранее выбранной точке неминуемо приводит к грубому приземлению, в том числе на переднюю опору шасси.

Рассмотренные ранее примеры грубых посадок с тяжелым исходом (самолеты Ту-154 в аэропортах Красноводск, и Алеппо) имели элементы рассмотренных ошибок пилотирования: полет до высот 50—45 м в неустановившемся режиме, на высотах 50—35 м попытка экипажа изменить траекторию полета с целью ухода под глиссаду, для чего отдачей штурвала на пикирование пилот увеличивал вертикальную скорость снижения. Руль высоты отклонялся до упора "на себя" за 2 - 1,5 с до столкновения с землей, что

позволило лишь частично уменьшить развившуюся вертикальную скорость снижения и не могло предотвратить грубых приземлений. Чтобы понять опасность несбалансированного захода на малых высотах, обратимся к основам динамики полета.

#### 4. ДИНАМИКА ПОЛЕТА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПИЛОТИРОВАНИЮ

Приращение нормальной перегрузки  $\Delta n_Y$  влияет на вертикальную скорость снижения  $V_Y$  и высоту полета  $H$  следующим образом:

$$\dot{V}_Y = g \Delta n_Y; \quad \dot{H} = -V_Y$$

В свою очередь приращение вертикальной перегрузки  $\Delta n_Y = n_Y - 1$  определяется отклонением руля высоты от балансирующего положения.

Характер изменения перегрузки для простейшего случая отклонения руля высоты с удержанием его в установившемся положении показан на рис. 7. Время срабатывания перегрузки  $t$  не зависит от хода руля высоты. Для самолета Ту-154 в посадочной конфигурации  $t_C = 3$  с. Рассмотрим простейшие примеры, характеризующие поведение самолета при изменении перегрузки.

**Пример 1** (рис. 8). В начале рассмотрим идеализированный случай скачкообразного изменения перегрузки. Для определения изменения вертикальной скорости  $\Delta V_Y$  необходимо проинтегрировать первое уравнение движения самолета. При этом интеграл равен площади под линией приращения перегрузки, умноженной на ускорение свободного падения  $g = 9,81$ . Приращение высоты в свою очередь равно площади под кривой  $\Delta V_Y$ .

Как следует из рис. 8, такой режим полета сопровождается непрерывной потерей высоты. Общее ее значение составляет примерно 18 м, несмотря на знакопеременное изменение перегрузки, причем площадь под  $-\Delta n_Y$  равна площади под  $+\Delta n_Y$ . Что же при этом происходит?

При выполнении горизонтального полета ( $V_Y = 0$ ) в случае возникновения отрицательной перегрузки ( $\Delta n_Y = -0,2$ ) в течение 3 с появляется вертикальная скорость снижения, которая нарастает от 0 до  $-6$  м/с, а затем при изменении перегрузки в положительную сторону ( $\Delta n_Y = 0,2$ ) в течение последующих 3 с вертикальная скорость возвращается к исходному значению  $V_Y = 0$ . В результате в течение всего маневра за 6 с высота полета уменьшается на  $\Delta H = 18$  м. Если такое изменение перегрузки происходит при снижении с исходной вертикальной скоростью  $-4$  м/с, то общая потеря высоты в течение 6 с составляет  $\Delta H = 4 \times 6 + 18 = 42$  м, что примерно вдвое больше ожидаемой. Такая потеря может оказаться неожиданной для экипажа и опасной на конечном этапе захода.

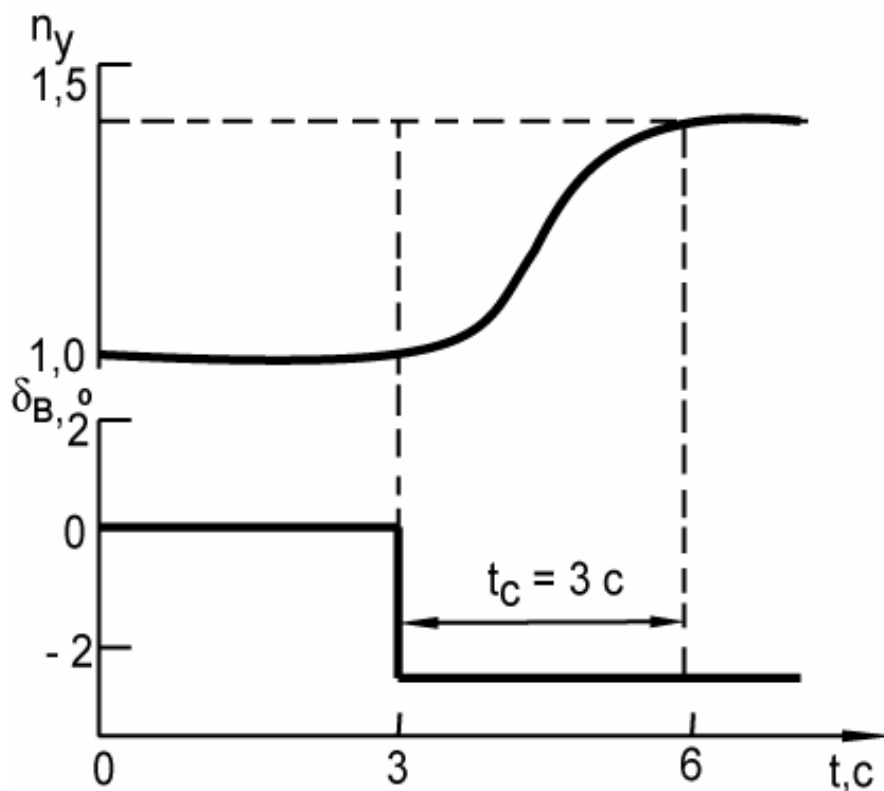


Рис. 7. Изменение вертикальной перегрузки при отклонении руля высоты

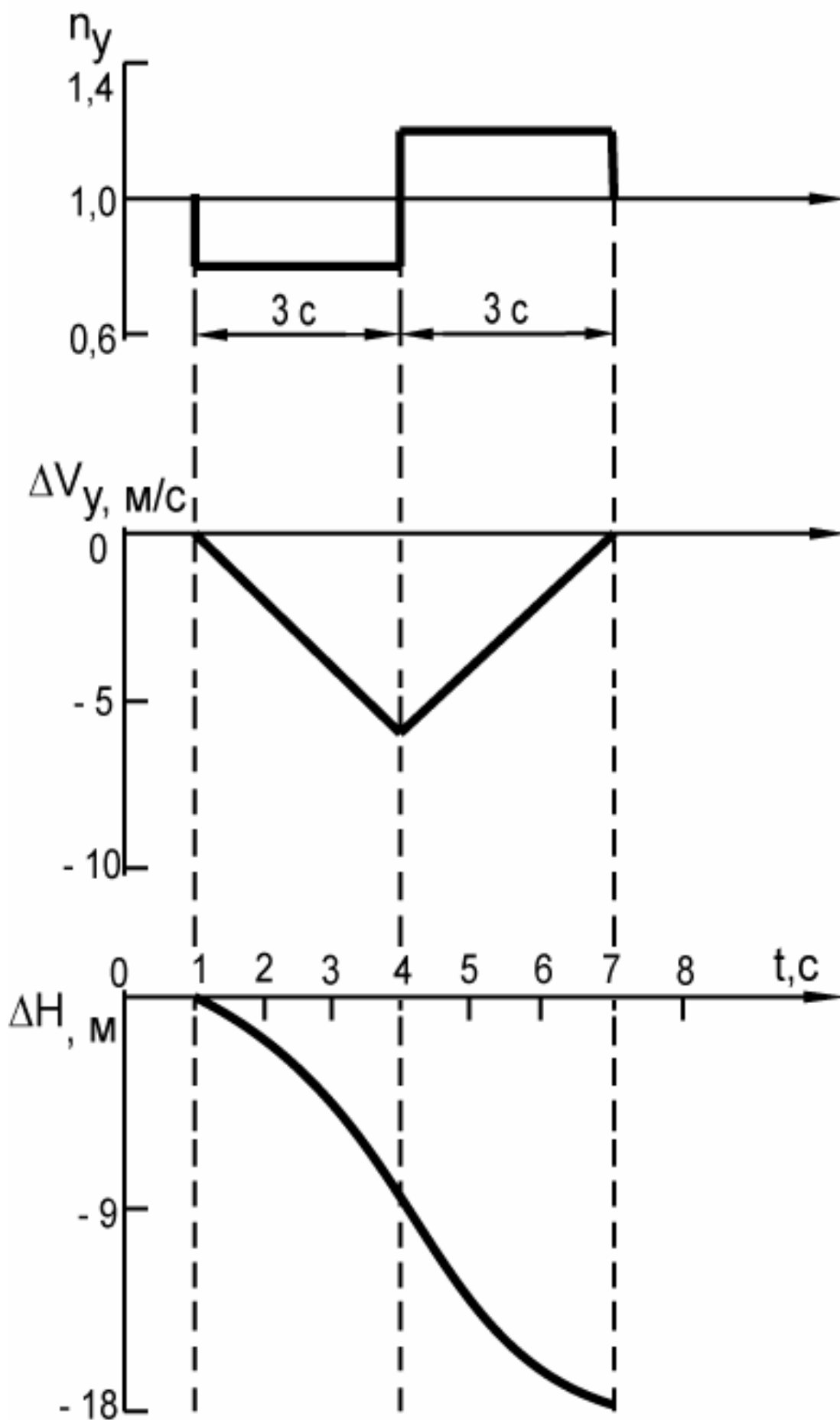


Рис. 8. Переходный процесс параметров движения самолета при создании переменной вертикальной перегрузки

**Пример 2** (рис. 9). При исходном снижении с  $V_Y = -4$  м/с на  $H = 30$  м выполняется двухступенчатая перекладка штурвала. Вначале на пикирование с созданием приращении перегрузки  $\Delta n_y = -0,2$ . Затем за 1,5 с до касания ВПП, как это было в приведенных примерах грубых посадок, руль высоты отклоняется на кабрирование в положение, обеспечивающее создание приращения перегрузки  $\Delta n_y = 0,35$  ( $n_y = 1,35$ ). Перегрузка 1,35 выбрана в качестве примера, потому что она является минимальной располагаемой перегрузкой, допустимой по нормам летной годности самолетов ГА при заходе на посадку.

При знакопеременных ступенчатых перекладках руля высоты переходный процесс движения самолета более сложен по сравнению с примером 1. Для определения изменения вертикальной скорости и высоты, как и в предыдущем примере, выполним расчет по уравнениям движения самолета.

При несбалансированном полете после отдачи штурвала "от себя" вертикальная перегрузка начинает превышать  $n_y = 1$  практически только в момент касания ВПП. Это означает, что, несмотря на отклонение руля высоты на кабрирование, самолет по-прежнему увеличивает (правда, с меньшим темпом) свою вертикальную скорость снижения, которая в момент касания ВПП достигает 8,4 м/с. Следует обратить внимание на то, что потеря высоты относительно расчетной траектории с исходной  $V = -4$  м/с к моменту столкновения с землей составляет всего 9,5 м. В то же время развивается недопустимая вертикальная скорость снижения, при которой неизбежно произойдет разрушение конструкции самолета.

При выполнении сбалансированного полета с созданием перегрузки  $n_y = 1,35$  самолет переходит в горизонтальный полет ( $V_Y = 0$ ), имея запас высоты 8 м.

Пример иллюстрирует влияние несбалансированности по перегрузке в завершающей фазе посадки самолета на развитие особой ситуации. Попытка исправить траекторию полета на малой высоте с увеличением вертикальной скорости снижения, приводящая к разбалансировке самолета по перегрузке, опасна, так как она неизбежно ведет к грубой посадке. Причем мастерство пилота не поможет предотвратить неблагоприятный исход, поскольку он предопределен динамикой самолета.

Отмеченные особенности динамики движения характерны не только для тяжелых транспортных самолетов.

**Пример 3.** В 1986 г. при выполнении испытательного полета совершил грубую посадку с разрушением конструкции самолет Ан-28. Пытаясь выполнить посадку у намеченной точки, на высоте 35 м пилот отдачей штурвала увеличил вертикальную скорость по сравнению с расчетной и на высоте  $H = 15$  м при достигнутой вертикальной скорости снижения 7,5 м/с попытался полным взятием штурвала "на себя" уменьшить ее до приемлемого значения. В момент касания ВПП самолет практически вышел на сваливание, т. е. были полностью использованы его маневренные возможности, однако приземление произошло с вертикальной скоростью — 6 м/с.

Из-за незнания перечисленных особенностей динамики самолета при попытках исправить траекторию полета на малых высотах посредством отдачи штурвала на пикирование экипаж воспринимает происходящее при возникновении грубых посадок таким образом: "нас резко бросило вниз...", "самолет завис", "не слушается рулей..." и т. п.

В перечисленных примерах были рассмотрены только две динамические характеристики самолета: время срабатывания  $t_c$  и располагаемая перегрузка  $\Delta n_{y\text{доп}}$  при выходе на допустимый угол атаки. Самолеты 1—2-го классов имеют близкие характеристики по времени выхода на допустимые перегрузки при отклонении руля высоты.

Тип самолета	$t_c$	$\Delta n_{y\text{доп}}$
Ил-86	3,2	1,44
Ту-154	3,0	1,35
Як-42	3,1	1,5
Ту-134	3,0	1,35

Приведенные в таблице данные показывают, что нет существенных различий в характере изменения параметров движения при выполнении маневра "подныривания" на разных типах самолетов.

При выполнении маневров со знакопеременной перекладкой руля высоты на пикирование, а затем на кабрирование следует обратить особое внимание не только на значение вертикальной скорости, но и на тенденцию ее изменения в момент начала выравнивания.

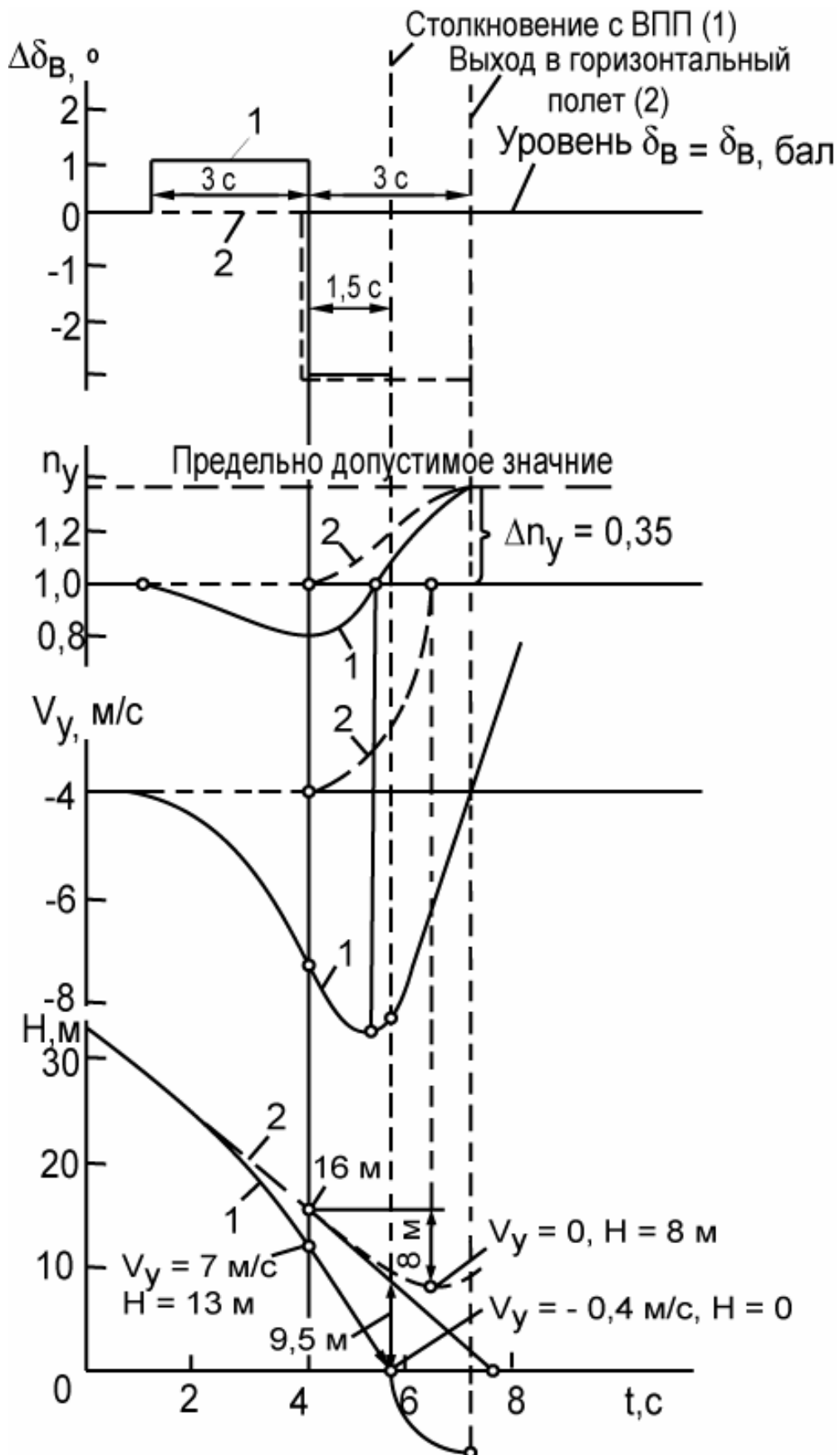


Рис. 9. Сравнение параметров движения при сбалансированном полете и при "подныривании" под глиссаду:

- 1 — выравнивание при несбалансированном полете после отдачи штурвала "от себя" (на пикирование);
- 2 — выравнивание при сбалансированном полете.

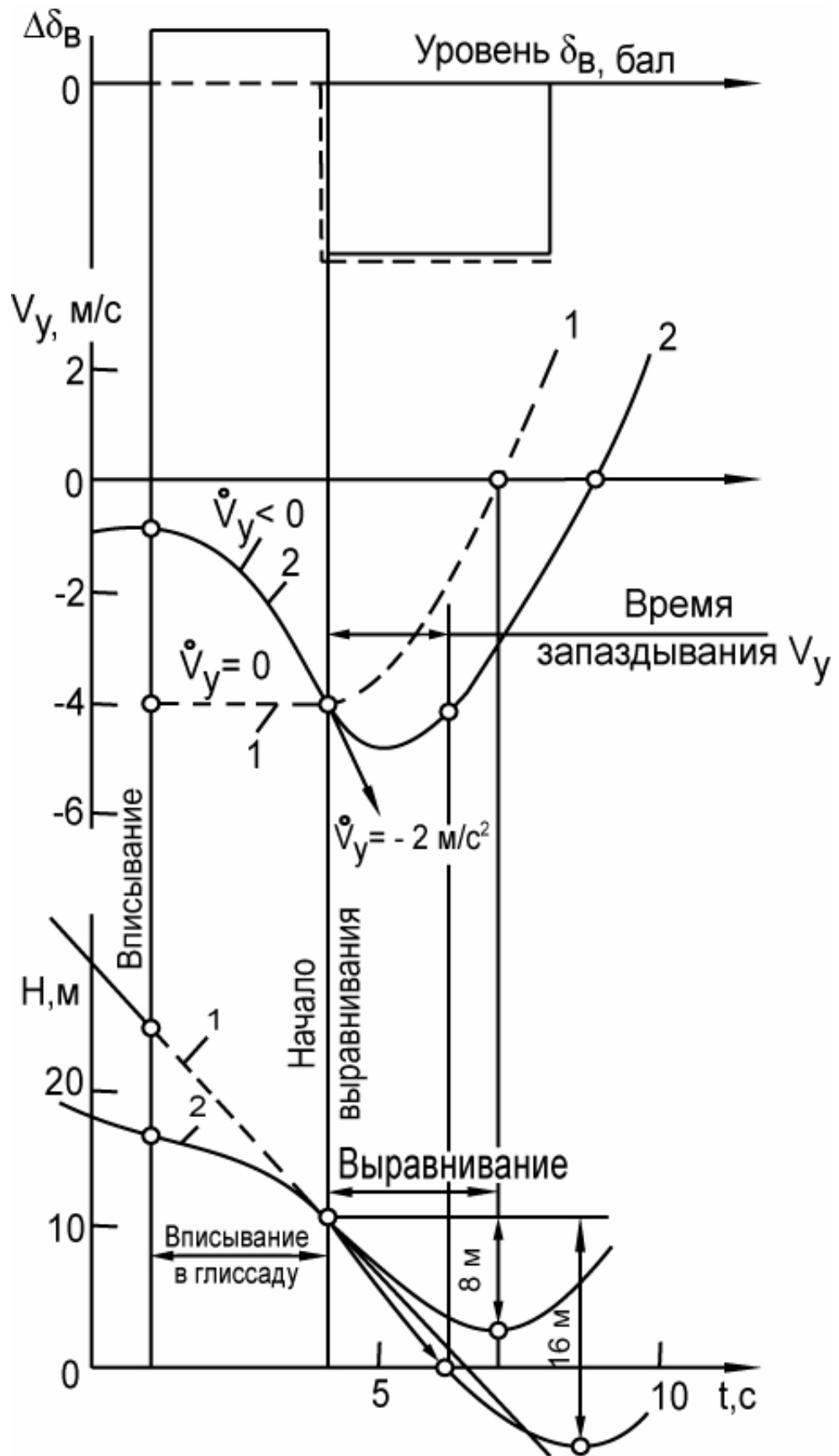


Рис. 10. Сравнение параметров движения при сбалансированном полете и вписывании в глиссаду снизу:

- 1 — выравнивание при сбалансированном полете;
- 2 — выравнивание при несбалансированном полете после вписывания в глиссаду снизу.

На рис. 10 показаны параметры движения при вписывании в глиссаду снизу, которое выполняется перекладкой руля высоты, аналогичной закону управления при "подныривании" под глиссаду (см. рис. 9). Отличие здесь в том, что выравнивание начинается при одной и той же вертикальной скорости  $V_Y = -4$  м/с как при сбалансированном полете по глиссаде 1, так и при маневре вписывания в глиссаду 2.

Несмотря на одинаковую исходную вертикальную скорость, динамика переходных процессов в случаях 1 и 2 в движении самолета различна:  $\dot{V}_Y = 0$  в случае 1 и  $\dot{V}_Y = -2$  м/с<sup>2</sup> в случае 2. В случае 1 самолет через 3 с после взятия штурвала "на себя" выходит на режим  $V_Y = 0$  с просадкой  $\Delta H \approx 8$  м. При этом до начала выравнивания самолет движется по прямолинейной траектории с постоянной вертикальной скоростью и постоянным тангажом без вращения с перегрузкой  $n_Y = 1$ . В случае 2 на первом этапе в процессе вписывания в глиссаду самолет движется по выпуклой траектории с переменной вертикальной скоростью, которая за 3 с меняется от  $-1$  до  $-4$  м/с.

В момент сопряжения траектории с глиссадой изменение вертикальной скорости по времени достигает  $\dot{V}_Y = -2$  м/с<sup>2</sup>. Несмотря на взятие штурвала "на себя", вертикальная скорость снижения продолжает возрастать и только после заброса до  $V_Y = -5$  м/с через 1,5 с начинает уменьшаться.

Заброс вертикальной скорости происходит вследствие вращения самолета на пикирование (с уменьшением угла тангажа), вызванного отклонением штурвала "от себя" на первом этапе (угловая скорость вращения  $\omega_z < 0$ ). При взятии штурвала "на себя" для придания самолету обратного вращения с положительным знаком ( $\omega_z > 0$  — на кабрирование) требуется некоторое время для преодоления инерции самолета (2—3 с), которое вызывает запаздывание изменения вертикальной скорости при выводе самолета из снижения. В результате просадка в случае 2 возрастает по сравнению со случаем 1 на 8—10 м.

Чем больше время импульса первой ступени (штурвал "от себя"), тем больше дополнительная просадка. На тяжелых самолетах (Ил-86, Ту-154) она может достигать  $H = 25$  м.

На рис. 10 показано, чем кончается маневр вписывания в глиссаду перед порогом ВПП на  $H = 10 \div 12$  м. При сбалансированном заходе 1 можно выполнить уход на второй круг с высоты  $10 \div 8$  м на любом типе самолета. При маневре вписывания 2 на любом типе самолета неизбежна грубая посадка с  $V_Y = -4 \div -5,0$  м/с, так как уход на второй круг в этом случае возможен лишь с высоты 18—20 м.

Из рис. 10, в частности, вытекает, что подобный маневр вписывания должен быть завершен на высоте не менее 20 м (30 м с запасом 10 м) в спокойной атмосфере, а при болтанке и порывистом ветре 30 (40 м):

$$H_{\text{впис}} = H_{\text{прос}} + \Delta H_Y + 10_{\text{м}} + \Delta H_{\text{турб.атм}} = 16 + 4 + 10 + 0 \div 10$$

На крутых глиссадах с  $V_Y > -4$  м/с вертикальные маневры должны быть закончены на высоте  $> 60$  м, так как  $H_{\text{прос}} = 30 \div 40$  м. А если учесть время адаптации пилота на принятие решения, то во всех случаях все вертикальные маневры относительно глиссады должны быть завершены до момента пролета БПРМ.

От БПРМ до начала выравнивания полет должен выполняться по прямолинейной траектории с выдерживанием фиксированного угла тангажа при постоянном режиме работы двигателей, так как потребная высота начала выравнивания неоднозначно связана с исходной вертикальной скоростью и может возрасти в два раза вследствие вертикального ускорения при искривлении траектории на пикирование.

Не менее опасны также частые перекладки штурвала "от себя — на себя" после перехода на визуальное пилотирование. Чаще всего эта характерная ошибка проявляется после выполнения "подныривания" под глиссаду на высотах 100—80 м. До перехода на визуальное пилотирование управление должно выполняться плавными дозированными движениями штурвала, что свидетельствует о сбалансированности самолета на глиссаде. Выполнив отдачу штурвала "от себя", на второй фазе маневра — после взятия штурвала "на себя" для уменьшения вертикальной скорости — пилот стремится за кратчайшее время установить направление полета в желаемую точку касания на



ВПП, что приводит к резким энергичным движениям штурвала. Эта характерная манера управления самолетом проявилась при заходе на посадку самолета Ту-154 в аэропорту Красноводск (см. рис. 3).

Известно, что замкнутый контур "самолет-пилот" при приближении к ВПП в режиме так называемого "жесткого управления", когда пилот стремится немедленно устранить малейшее рассогласование в направлении на выбранный ориентир ВПП, является неустойчивым. Характерное проявление неустойчивости — возрастание амплитуды колебаний по тангажу, вертикальной скорости и, как следствие, увеличение "расхода" руля высоты при приближении к ВПП. Непосредственная опасность такого управления самолетом описана ранее. Кроме моментов, связанных с динамикой движения, имеются и другие косвенные причины, по которым такая манера управления является нежелательной. При напряженной работе штурвалом и баранкой пилот, как правило, теряет контроль за рядом параметров полета. Например, при заходе на посадку в аэропорту Красноводск пилот при подходе к ВПП, несмотря на интенсивную работу баранкой штурвала (почти на 1/2 хода элеронов), допустил уход самолета от оси ВПП. А размашистой работой штурвалом с отклонением руля высоты в пределах  $15^\circ$  не смог стабилизировать самолет на глиссаде. Такая манера управления в большой мере осложняет переключение внимания пилота даже кратковременно на выполнение других операций.

Крайне нежелательной является также несбалансированность самолета по усилиям. Особенно она опасна при создании на штурвале тянущих усилий (самолет "висит" на штурвале). В этом случае бесконтрольное ослабление усилий вызывает "самопроизвольное" перемещение колонки штурвала вперед и переход самолета в пикирование, опасность которого показана выше.

В ряде случаев грубых приземлений имела место интенсивная работа РУД или даже их установка на режим малого газа в районе БПРМ. Как показали расчеты, такие действия не являлись непосредственной причиной грубых посадок, однако это был фактор, способствующий их появлению. Уменьшение режима работы двигателей сопровождается, с одной стороны, уменьшением скорости полета, что требует выполнения перебалансировки самолета на предпосадочной прямой, с другой стороны, изменение тяги двигателей непосредственно сказывается на продольной балансировке самолета. Например, уменьшение режима работы двигателей на самолете Ту-154Б от взлетного режима до малого газа на скорости захода на посадку дает дополнительный пикирующий момент, эквивалентный  $4^\circ$  отклонения руля высоты. При уменьшении режима работы двигателей от потребного для полета по глиссаде до малого газа возникает пикирующий момент, эквивалентный  $2^\circ$  отклонения руля высоты, что требует дополнительных действий штурвалом для выдерживания прямолинейной траектории. На самолете Ил-86 перебалансировка от изменения режима работы двигателей ощущается еще сильнее и требует больших "расходов" руля высоты.

При заходе на посадку в аэропорту Норильск самолета Ту-154М установка двигателей на малый газ в районе БПРМ привела к уменьшению скорости к моменту касания на  $40 \text{ км/ч}$  за  $11 \text{ с}$ . Такое существенное снижение скорости от ее расчетного значения очень опасно. Однако в рассматриваемом примере была повышенная исходная скорость —  $295 \text{ км/ч}$  и ее уменьшение на  $40 \text{ км/ч}$  не привело к заметному ухудшению управляемости самолета. Но это потребовало непрерывной перебалансировки, что затруднило выдерживание установившегося снижения.

Кроме перечисленных недостатков, к которым приводят резкие изменения режима работы двигателей при заходе на посадку, отметим, что при переключении РУД значительно труднее обнаружить попадание самолета в сдвиг ветра, поскольку при этом невозможно выделить составляющую влияния ветра в изменении приборной скорости полета. Таким образом, сохранение подобранного режима работы двигателей является другим необходимым условием осуществления сбалансированного полета по продолженной глиссаде и предупреждения грубых посадок.

Приведенные примеры полетов и анализ их динамики позволяют сформулировать основные принципы управления самолетом на завершающей фазе захода на посадку, которые уменьшают опасность выполнения грубого приземления и реализованы в действующих РЛЭ.

На конечном участке захода на посадку на высотах менее 100 м увеличение вертикальной скорости становится особенно опасным вследствие скоротечности процесса ее развития и позднего распознавания экипажем в условиях дефицита времени.

В этом случае возможно приземление самолета с вертикальной перегрузкой, превышающей допустимую. Поэтому к высоте пролета БПРМ полет самолета должен быть установившимся: вертикальная скорость снижения должна быть постоянной, соответствующей расчетной, и не выходить за ограничения, установленные РЛЭ. Управление штурвалом и баранкой должно использоваться только для стабилизации самолета на установившейся траектории полета. При этом не надо стремиться точно выдерживать направление на ориентир (точку приземления). Лучше осуществлять "прицеливание" не на точку на ВПП, а выделить некоторую зону. Заметим, что при подныривании с повышенной скоростью захода теряется ориентация зоны прицеливания (тем более точки), а выигрыш по посадочной дистанции является мнимым в сравнении с РЛЭ.

Для предупреждения опасного увеличения вертикальной скорости снижения на конечном участке захода на посадку, когда значительная часть внимания командира направлена на оценку положения самолета относительно ВПП и запаздывают показания фактической вертикальной скорости по вариометру, необходимо к высоте принятия решения (ВПР) иметь устойчивые расчетные параметры движения самолета в сбалансированном состоянии по продольному каналу.

В режиме стабилизации на продолженной глиссаде усилия с рычагов управления (штурвала, баранки) должны быть сняты триммерами, а корректирующие движения должны быть дозированными и кратковременными.

Значение вертикальной скорости снижения пилот может оценить после установления надежного визуального контакта с ориентирами или огнями ВПП (приближения) с высоты 40—30 м. Следует иметь в виду, что на достоверность визуальной оценки вертикальной скорости снижения влияет контрастность ориентиров (огней), отражающая способность поверхности ВПП в ночных условиях при использовании самолетных фар, рельеф местности и уклон ВПП.

Важно помнить, что при сбалансированном положении штурвала и подобранном режиме работы двигателей самолет благодаря своей устойчивости способен сохранять установившееся прямолинейное движение по заданной траектории без вмешательства пилота в управление. При этом случайные внешние возмущения (циклическая болтанка, кратковременные порывы) приводят к длинно-периодическим плавным изменениям траектории, которые пилот успевает своевременно заметить и скорректировать. Активное же управление штурвалом индуцирует короткопериодическое движение, что делает возможной раскачку по тангажу, затрудняющую выдерживание заданной траектории.

Если к моменту пролета БПРМ (но не ниже 60 м) положение самолета требует исправления траектории в вертикальной плоскости, заход на посадку необходимо прекратить и выполнить уход на второй круг.

Аналогичные требования по строгому контролю методики захода на посадку предъявляются и рядом зарубежных авиакомпаний. В исследованиях безопасности полетов мирового коммерческого реактивного парка, проводимых фирмой "Боинг", подчеркивается необходимость строгого выполнения следующих основных требований к выдерживанию режимов захода на посадку:

самолет следует сбалансировать в посадочной конфигурации до высоты 300 м, а при наличии сильного бокового ветра, низкой облачности или плохой видимости — по меньшей мере до дальнего приводного радиомаркера (ДПРМ);

если самолет не был сбалансирован до высоты 150 м, экипаж должен осуществить уход на второй круг.

Таким образом, можно сформулировать основные принципы пилотирования по глиссаде, рекомендованные экипажам воздушных судов.

**Первый.** До пролета ДПРМ сбалансировать самолет на глиссаде триммерами и режимом работы двигателей таким образом, чтобы отсутствовала нагрузка на рычагах управления, а скорость полета и вертикальная скорость снижения соответствовали расчетным.

До пролета БПРМ (но не ниже 60 м) завершить все маневры в вертикальной

плоскости по корректировке траектории.

Оценить возможность продолжения захода на посадку в установившемся сбалансированном режиме.

**Второй.** При принятии решения о посадке снижение с ВПР выполнять по продолженной глиссаде, сохраняя рекомендованную РЛЭ вертикальную скорость снижения и установившийся (подобранный) режим работы двигателей вплоть до высоты выравнивания.

Допустимые на ВПР отклонения самолета от глиссады ни в коем случае не исправлять, а выполнять полет по продолженной глиссаде, используя управление штурвалом только для стабилизации траектории.

При этом не допускать резких отдач штурвала "от себя" и уменьшения выбранного режима работы двигателей вплоть до высоты начала выравнивания.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие

3

1. Статистический анализ грубых приземлений  
3

2. Характерные примеры грубых приземлений  
9

3. Особенности ошибок пилотирования  
15

4. Динамика полета  
и рекомендации по пилотированию  
17

*Производственное издание*

Буряков Валерий Михайлович  
Егоров Герольд Сергеевич  
Еремин Владимир Александрович и др.

ПИЛОТУ О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ  
ГРУБЫХ ПОСАДОК

Серии "Безопасность движения на транспорте"

Обложка художника  
Технический редактор Н. М. Романова  
Корректор-вычитчик Н. А. Лобунцова  
Корректор В. А. Спиридонова

№4541

## **ПИЛОТУ О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ГРУБЫХ ПОСАДОК**

---

Подписано в печать 23.02.90 Т-00076 Формат 70X100 1/32  
Бум. офсетная №2. Гарнитура Универс Печать офсетная  
Усл. печ.л. 1,95 Усл. кр.-отт.2,19 Уч.-изд. л. 1,99  
Тираж 7 500 экз. Заказ 2580 Цена 10 коп. Заказное.  
Изд. №1-3-1/7-5608 Текст набран в издательстве на наборно-печатающих  
автоматах  
Ордена "Знак Почета" издательство "ТРАНСПОРТ",  
103064, Москва, Басманный туп., 6а

---

Московская типография № 4 Госкомпечати СССР  
129041, Москва, Б. Переяславская, д. 46

# **ПИЛОТУ О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ГРУБЫХ ПОСАДОК**

---

Брошюра содержит результаты анализа обширных статистических данных по случаям грубых приземлений самолетов ГА, позволившие установить основные причины и факторы, приведшие к ним. Описаны конкретные авиационные происшествия и инциденты, в которых эти причины и факторы наиболее характерно проявились. Рассмотрены физические основы процессов, приводящих к грубым приземлениям, и изложены рекомендации по их предотвращению. Брошюра адресована пилотам, командно-летному составу, слушателям и курсантам учебных заведений ГА.

---