

УДК 629.735.33

DOI: 10.26467/2079-0619-2024-27-1-43-60

Оценка значимости основных факторов риска авиационного происшествия на посадке на основании анализа результатов опроса пилотов гражданской авиации

В.В. Стрелков¹

¹*Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского,
г. Жуковский, Россия*

Аннотация: В интересах изучения проблемы грубых посадок и выкатывания самолетов с взлетно-посадочной полосы (ВПП) была разработана анкета для пилотов, в которой содержалось 22 вопроса, имеющих отношение к рассматриваемой проблеме. Основной акцент в анкете был сделан на выкатывании самолета за боковую кромку ВПП. Спектр вопросов охватывал разные аспекты проблемы, в том числе восприятие и сравнительную оценку пилотами различных факторов риска, личный опыт выполнения посадок с предпосылками к выкатыванию, принятие решения об уходе на второй круг, отношение к политике авиакомпаний в части оценки качества посадки, достоверность сообщаемой экипажу информации о погоде и состоянии ВПП, качество тренажерной подготовки к полетам в условиях бокового ветра и скользкой ВПП, современные бортовые системы предотвращения выкатывания самолета с ВПП и др. Были опрошены более 50 пилотов гражданской авиации разного возраста, с разным стажем и опытом работы, командиры воздушных судов и вторые пилоты. Анкетирование проводилось заочно и анонимно. Обработка анкет включала в себя детальный анализ ответов на каждый из вопросов анкеты. При отсутствии ответа на вопрос или обоснованном сомнении в его корректности анкета исключалась из рассмотрения. Результаты обработки анкет по всей выборке и по отдельным группам (молодые/опытные, командиры / вторые пилоты, турбовинтовые/турбореактивные самолеты) представлены и проанализированы в данной работе.

Ключевые слова: грубая посадка, выкатывание самолета со взлетно-посадочной полосы, факторы риска, предпосылки к выкатыванию, анкетирование, уход на второй круг, состояние взлетно-посадочной полосы.

Для цитирования: Стрелков В.В. Оценка значимости основных факторов риска авиационного происшествия на посадке на основании анализа результатов опроса пилотов гражданской авиации // Научный Вестник МГТУ ГА. 2024. Т. 27, № 1. С. 43–60. DOI: 10.26467/2079-0619-2024-27-1-43-60

Significance assessment of the main risk factors of landing accidents based on the results of the survey of civil aviation pilots

V.V. Strelkov¹

¹*Central Aerohydrodynamic Institute, Zhukovsky, Russia*

Abstract: To study the problem of rough landings and aircraft runway excursions, a 22-item questionnaire, related to the subject under consideration, was drawn up for pilots. The questionnaire mainly focused on aircraft veering off. The range of issues covered different aspects of the problem, including: pilots' perception and a comparative evaluation of various risk factors; personal experience of landings with prerequisites for a runway excursion; decision-making for the go-around procedure; attitude to the airline policy regarding the landing quality assessment; reliability of information reported to the crew about weather and runway conditions; quality of simulator training for flights in terms of crosswind and slippery runways; modern aircraft systems to prevent a runway excursion, etc. More than 50 civil aviation pilots of different age, experience, including aircraft captains and co-pilots were interviewed. The survey was conducted remotely and anonymously. The processing of the questionnaires included a detailed analysis of the answers to each question. If a question was not answered or if there was some reasonable doubt as to its correctness, the questionnaire was excluded from consideration. The results of questionnaire processing for the entire group and for individual categories (young/experienced, captains/co-pilots, turboprop/turbojet aircraft) were presented and analyzed in this paper.

Key words: rough landing, runway excursion, risk factors, prerequisites for runway excursion, survey, go-around, runway condition.

For citation: Strelkov, V.V. (2024). Significance assessment of the main risk factors of landing accidents based on the results of the survey of civil aviation pilots. Civil Aviation High Technologies, vol. 27, no. 1, pp. 43–60. DOI: 10.26467/2079-0619-2024-27-1-43-60

Введение

В настоящее время сокращение количества авиационных происшествий на посадке остается в числе приоритетных задач ИКАО¹. Грубые посадки и выкатывания самолетов с взлетно-посадочной полосы (ВПП) в аэропортах РФ постоянно напоминают о существовании такой проблемы. Безопасность полетов на посадке определяется многими факторами, поэтому исследования в данной области носят междисциплинарный характер. Значительное количество публикаций, имеющих непосредственное отношение к данной проблеме, например [1–12], говорит об интересе к ней специалистов в области безопасности полетов.

В ЦАГИ проводятся комплексные исследования безопасности посадки, при этом акцент делается на разработке методов выявления предпосылок к авиационному происшествию и соответствующих бортовых систем предотвращения выкатывания самолета с ВПП (проактивный подход к обеспечению безопасности полетов) [13–15]. Но пока человек остается ключевым звеном в системе обеспечения безопасности полетов, поэтому одной из составляющих исследований ЦАГИ в области безопасности на ВПП стала оценка значимости основных факторов риска авиационного происшествия на посадке на основании анализа результатов опроса пилотов гражданской авиации. Предметное обсуждение с пилотами авиакомпаний вопросов безопасности посадки позволило увидеть проблему глазами тех, кто сталкивается с ней регулярно в процессе своей работы, и в определенной мере скорректировать направления исследований в интересах предотвращения грубых посадок и выкатывания самолета с ВПП.

Автор настоящей статьи считает своим долгом отметить значительный вклад в настоящую работу Олега Александровича Бутырина – сотрудника авиакомпании «Аврора», высококлассного специалиста в области безопасности полетов, которого уже нет с нами, и выразить благодарность всем пилотам, которые приняли участие в опросе.

Методы и методология исследования

Для исследования мнений линейных пилотов гражданской авиации по проблеме грубых посадок и выкатывания самолета с ВПП была разработана анкета, которая включала в себя 22 вопроса. Поскольку самолеты выкатываются за боковую кромку ВПП примерно так же часто, как за торец полосы, притом что спрогнозировать боковое выкатывание существенно сложнее, при составлении анкеты было уделено особое внимание проблеме выкатывания самолета за боковую кромку. К большинству вопросов (там, где это уместно) предлагались варианты ответов. Формулировки вопросов были «апробированы» на одном из летчиков-испытателей, которые участвуют в некоторых работах ЦАГИ, а затем уточнены с учетом замечаний специалистов Росавиации и одной из авиакомпаний РФ. Тем не менее в качестве ремарки нужно отметить, что некоторые вопросы оказались сложными для восприятия пилотами авиакомпаний.

Целью анкетирования было определение наиболее значимых, с точки зрения пилота, факторов риска и предпосылок к выкатыванию самолета с ВПП, а также выявление возможных недостатков в существующей практике выполнения полетов и подготовки экипажей (достоверность сообщаемой экипажу информации о погоде и состоянии ВПП, принятые в авиакомпаниях критерии оценки ка-

¹ Annual safety review // EASA, 2021. 186 p.

чества посадки, вопросы подготовки к полетам в сложных метеоусловиях на авиационных тренажерах и др.). Также ставилась задача изучения мнений пилотов о ситуациях, связанных с необходимостью принятия решения об уходе на второй круг.

Проведение анкетирования позволяет не только изучить проблему инцидентов на ВПП изнутри, понять, насколько субъективные оценки пилотов коррелируют с объективными статистическими данными, как они зависят от летного стажа, но и получить численные оценки таких размытых вербальных терминов, как «сильный», «слабый», «редко», «часто» и подобных, которые используются при описании условий посадки и предпосылок к авиационному происшествию.

Анкетирование было анонимным. Анкеты были переданы пилотам двух авиакомпаний и предложены еще нескольким пилотам из других авиакомпаний. В итоге было собрано и поступило в обработку 55 заполненных анкет. Фактически выборка при обработке ответов на конкретный вопрос анкеты могла быть несколько меньше в том случае, когда пилот не давал ответа на вопрос, или ответ был заведомо некорректным. Для статистического анализа это очень маленькая выборка. Тем не менее благодаря детальному рассмотрению каждой из анкет и обобщению всех ответов пилотов удалось получить некоторые интересные результаты.

Среди всех опрошенных были выделены следующие группы:

- молодые / среднего возраста / с большим стажем (опытные);
- командиры ВС / вторые пилоты;
- пилоты турбовинтовых и пилоты турбореактивных самолетов.

Ответы на вопросы анкеты анализировались как по всей выборке, так и по отдельным выделенным группам.

Результаты исследования

Ниже приводятся результаты анкетирования. Формулировки вопросов полностью повторяют те, которые предлагались пилотам.

1. Ваш возраст?

В опросе приняли участие пилоты всех возрастных категорий (табл. 1). Большая часть опрошенных относится к категории «средний возраст» (68 % от общего числа).

Таблица 1
Table 1

Возраст опрошенных пилотов
Age of surveyed pilots

Категория	Возраст, лет	Доля респондентов, %
Молодые	До 35	18
Средний возраст	36–55	68
С большим стажем (опытные)	Больше 55	13

2. Ваш общий налет?

Налет опрашиваемых пилотов составлял от 1000 до 20 000 летных часов. Значения среднего налета по каждой из возрастных групп приведено в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Средний налет по возрастным группам
Average flight hours in age groups

Категория	Возраст, лет	Кол-во часов
Молодые	До 35	1828
Средний возраст	36–55	8830
С большим стажем (опытные)	Больше 55	16 800

3. Командир / второй пилот?

Более половины опрошенных пилотов являются командирами воздушных судов (табл. 3). Средний налет для командиров составил 9592 часа, для вторых пилотов – 4411 часов.

Таблица 3
Table 3

Позиция опрошенного в экипаже
Respondent's position in flight crew

Позиция в экипаже	Доля респондентов, %
Командир	63
Второй пилот	37

4. Типы освоенных самолетов?

Каждый из опрошенных пилотов перечислил все типы летательных аппаратов, которые он освоил за время летной работы, начиная с учебно-тренировочных самолетов. Поэтому спектр получился весьма широким. Среди освоенных самолетов пилотами были перечислены следующие типы самолетов: Ан-2, Ан-24/Ан-26, Ан-28, Ан-38, Ан-140, А-310, А-319/320/321, В-737, В-757, В-747, В-767, В-777, ИЛ-76, ИЛ-86, ТУ-134, ТУ-154, ЯК-40, ЯК-42, ДНС-6-400, ДНС-8-300/400, L-410, L-29, ЯК-18, ЯК-52. Были также названы вертолеты Ми-8 и Ми-24. На рис. 1 приведена информация о количестве пилотов, которые имели опыт полетов на каждом из перечисленных выше типов летательных аппаратов (за исключением вертолетов).

Видно, что в спектре представлены и турбовинтовые, и реактивные самолеты отечественного и зарубежного производства, как старые модели, так и современные воздушные суда. Так получилось, что ни один из опрошенных пилотов не имел опыта полетов одновременно и на турбовинтовых, и на реактивных самолетах. Среди опрошенных пилотов имеют опыт управления:

- реактивными магистральными самолетами – 40 %;
- турбовинтовыми региональными самолетами – 60 %.

Таким образом, всех опрошенных пилотов можно четко разделить на две группы, сопоставимые по численности: пилоты реактивных самолетов и пилоты турбовинтовых самолетов.

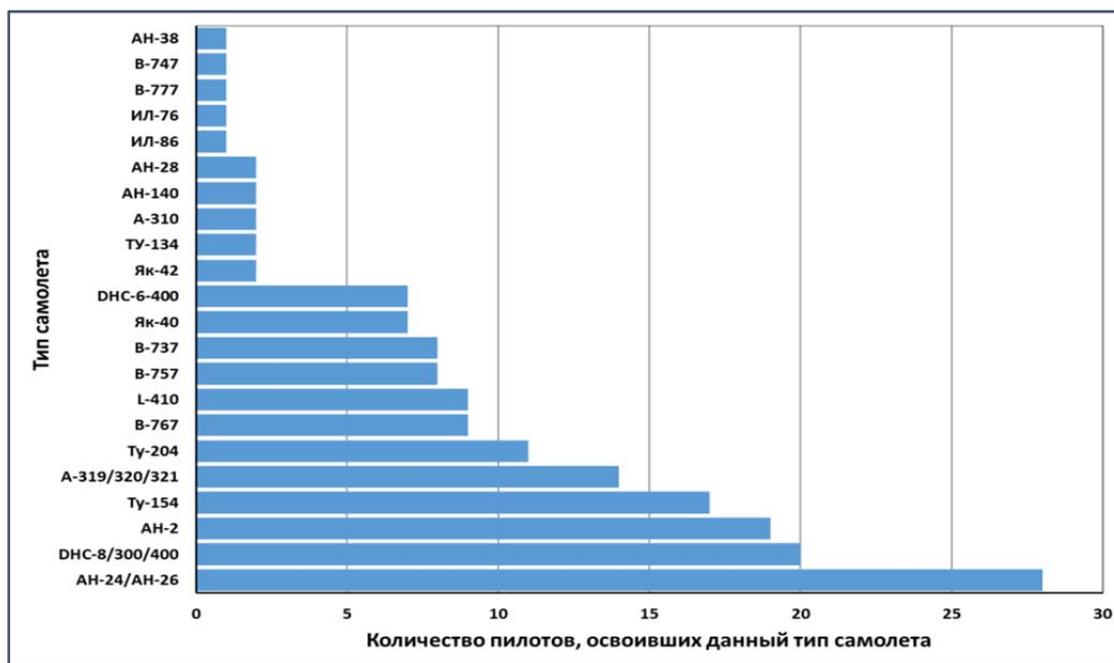


Рис. 1. Освоенные типы воздушных судов
Fig. 1. Mastered Aircraft Types

5. Сталкивались ли Вы с ситуацией, когда после приземления в силу каких-то причин Вам с трудом удалось удержать самолет на ВПП либо произошло выкатывание за боковую кромку ВПП? Если да, то укажите причину и обстоятельства.

Это один из ключевых вопросов анкеты. Отвечая на него, пилоты фактически отвеча-

ли на вопрос об актуальности проблемы бокового выкатывания самолета с ВПП. Результаты обработки ответов (осреднение по всей выборке) приведены в табл. 4. Видно, что каждый третий пилот (31 % опрошенных) в своей летной практике сталкивался с проблемами управляемости самолета на ВПП, когда имел место реальный риск выкатыва-

ния. То есть проблема реально существует и, следовательно, требует анализа и поиска путей ее решения.

При этом в группе пилотов реактивных самолетов с проблемой сталкивалось несколько большее количество опрошенных (41%), чем в группе пилотов турбовинтовых самолетов (32%) (рис. 2). Ожидается, что среди пилотов с большим стажем (возраст больше 55 лет) доля ответов «Да, были сложные ситуации» (50%) заметно выше, чем среди молодых пилотов (17%) (рис. 3).

Таблица 4
Table 4

Варианты ответа на вопрос 5, осредненные по всей выборке анкет (54 анкеты)
Answer options for Question 5 averaged for the complete questionnaire group (54 questionnaires)

Вариант ответа	Доля респондентов, %
Нет	69
Да, были сложные ситуации	29
Было выкатывание	2

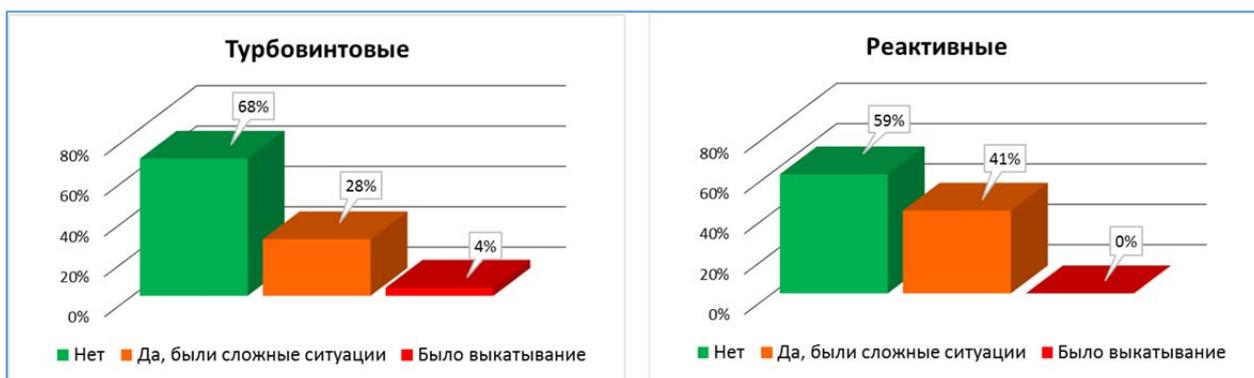


Рис. 2. Распределение ответов на вопрос 5 для пилотов турбовинтовых и реактивных самолетов
Fig. 2. Distribution of the answers to Question 5 among turboprop and turbojet pilots

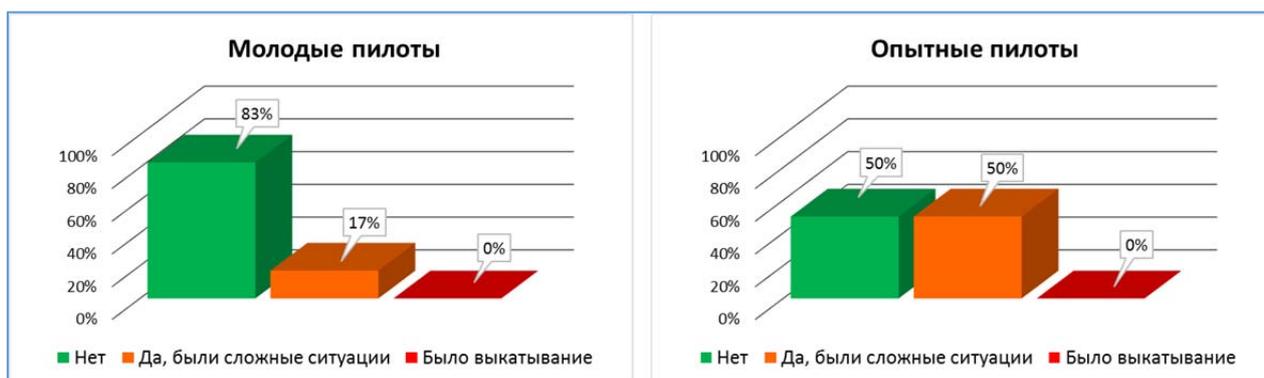


Рис. 3. Распределение ответов на вопрос 5 для молодых и опытных пилотов
Fig. 3. Distribution of the answers to Question 5 among young and experienced pilots

6. Если были ситуации с риском бокового выкатывания, то на каком этапе возникли первые предпосылки к этому?

Результаты обработки ответов на данный вопрос приведены на рис. 4.

Ответы на данный вопрос анкеты оказались достаточно неожиданными. Ни один из

пилотов из числа опрошенных не сказал, что предпосылки к проблемам на ВПП появились у него при заходе на посадку, хотя в авиационном сообществе обоснованно принято считать, что предвестники авиационного происшествия на посадке, как правило, появляются еще на этапе снижения по глиссаде. В част-

ности, нестабилизированный заход на посадку является главной причиной выкатываний с ВПП. Когда авиакомпания начинает контролировать выполнение условий стабилизированного захода на посадку, сразу снижается количество инцидентов на ВПП, в том числе выкатывания.

Почти три четверти (77 %) пилотов отметили, что первые признаки развития сложной ситуации у них проявились в процессе пробега, (рис. 4). Даже если предположить, что часть из этих пилотов не захотели признаться в своих ошибках, совершенных до момента приземления, полученная цифра кажется достаточно высокой. Если исходить из того, что в большинстве случаев первые предвестники бокового выкатывания возникают только на пробеге, то основные меры борьбы с таким авиационным происшествием должны быть направлены на поддержание ВПП в надлежащем состоянии и на автоматизацию систем управления. В любом случае результаты опроса заставляют уделить особое внимание этапу выравнивания самолета, поскольку 23 % опрошенных пилотов, которые сталкивались с проблемой удержания самолета на ВПП на посадке, отметили, что именно на этом этапе возникли предпосылки к боковому выкатыванию.

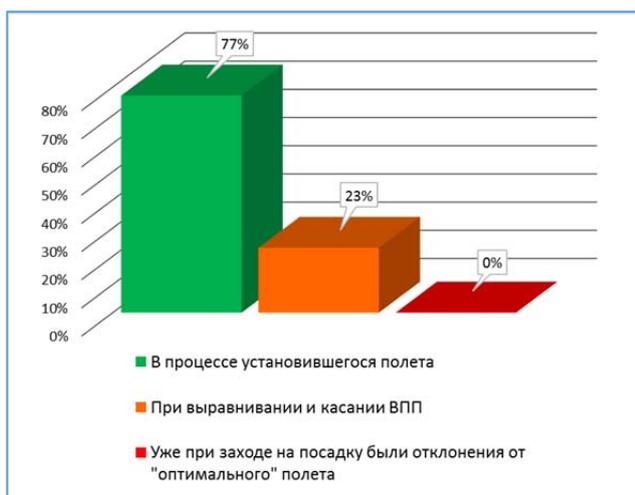


Рис. 4. Распределение ответов на вопрос 6 («На каком этапе возникли предпосылки к выкатыванию») **Fig. 4.** Distribution of the answers to Question 6 (“At what stage did the prerequisites for the runway excursion appear?”)

7. Были ли в Вашей летной практике посадки с перегрузками более 1,8 (по данным объективного контроля)?

Результаты обработки ответов на данный вопрос по всем анкетам приведены на рис. 5. 67 % опрошенных ответили, что в их практике не было перегрузок больше 1,8 («грубая посадка»). Тем не менее третья часть (33 %) опрошенных пилотов знакома с грубой посадкой. Если судить по результатам данного опроса, то на реактивных магистральных самолетах посадки с большими перегрузками случаются значительно чаще, чем на региональных турбовинтовых самолетах (что, вероятно, обусловлено более высокими посадочными скоростями турбореактивных самолетов): 59 % опрошенных пилотов реактивных самолетов (против 24 % пилотов турбовинтовых самолетов) сообщили, что у них были грубые посадки (рис. 6).

Ожидается, что среди опытных пилотов (с большим стажем) процент совершавших грубые посадки (64 %) больше, чем среди молодых (25 %) (рис. 7).

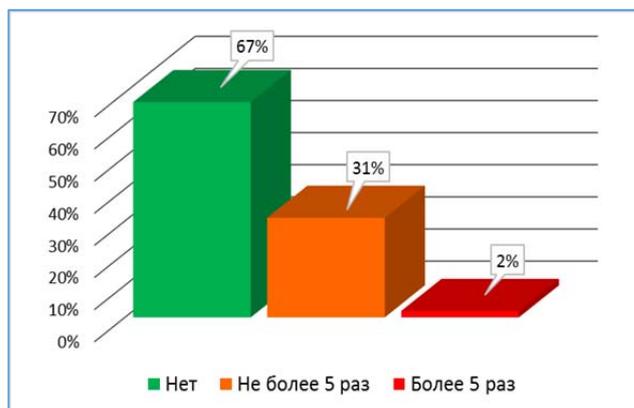


Рис. 5. Распределение ответов на вопрос 7 по всем опрошенным **Fig. 5.** Distribution of the answers to Question 7 among all the respondents

Грубые посадки фиксируются в практике авиакомпаний достаточно часто. Бывают периоды, когда вдруг возрастает количество инцидентов такого типа. При этом отсутствует четкое определение термина «грубая посадка». Во многих российских авиакомпаниях величина нормальной перегрузки на по-

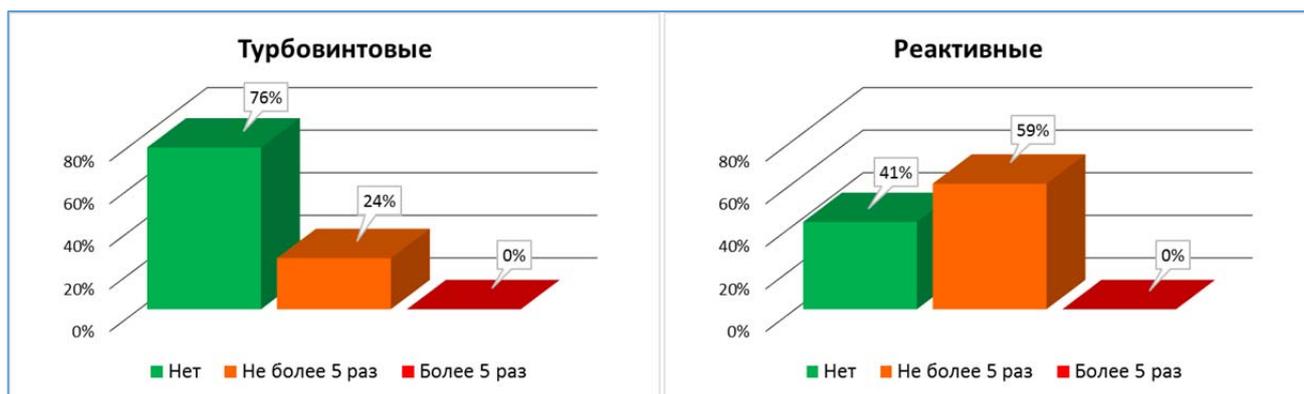


Рис. 6. Распределение ответов на вопрос 7 для пилотов разных типов самолетов
Fig. 6. Distribution of the answers to Question 7 for the pilots of different aircraft types

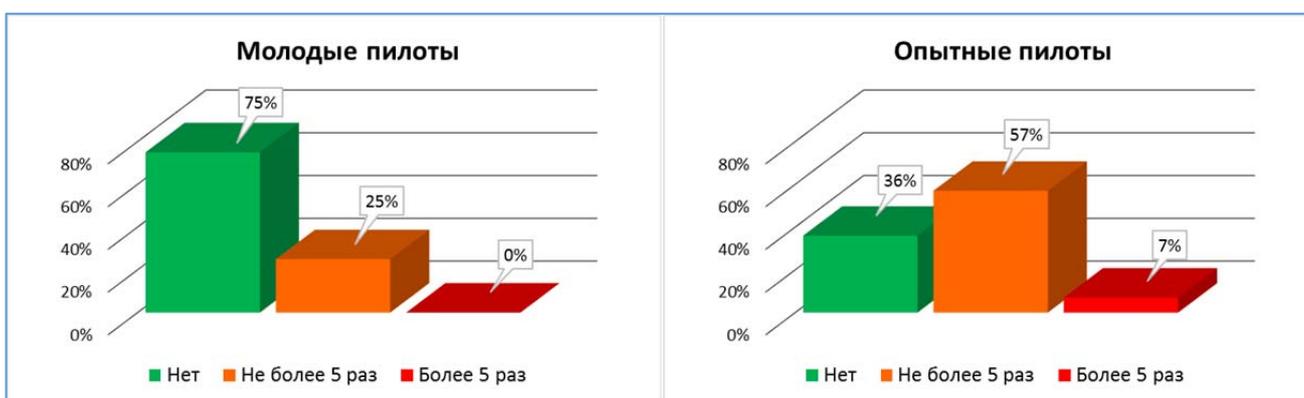


Рис. 7. Распределение ответов на вопрос 7 для молодых и опытных пилотов
Fig. 7. Distribution of the answers to Question 7 for young and experienced pilots

садке рассматривается как один из основных критериев качества выполнения посадки и контролируется службами объективного контроля авиакомпаний. Если нормальная перегрузка на посадке меньше 1,5, то посадка считается отличной, если больше 1,8, то посадка считается грубой (цифры в конкретной авиакомпании могут несколько отличаться от приведенных).

8. Ваше отношение к принятому в авиакомпании критерию оценки качества посадки по величине максимальной нормальной перегрузки в момент приземления.

Контроль нормальной перегрузки при посадке в российских авиакомпаниях выполняется прежде всего с целью оценки техники пилотирования. Считается, что чем мягче посадка, тем выше уровень летного мастерства. Но в авиационном сообществе, особенно

с появлением высокоавтоматизированных пассажирских самолетов, обратили внимание на наличие взаимосвязи между стремлением выполнить мягкую посадку и повышением риска выкатывания самолета с ВПП. Высокое выравнивание и длительное выдерживание являются предпосылками к выкатыванию самолета с ВПП, особенно при наличии попутного и бокового ветра. Ставится вопрос о необходимости пересмотра критерия оценки качества посадки, однозначно связанного с величиной нормальной перегрузки. И результаты проведенного опроса подтверждают необходимость пересмотра данного критерия. Мнения опрошенных пилотов разделились практически поровну между тремя вариантами ответа, если рассматривать ответы всех респондентов (табл. 5).

Среди молодых пилотов только 8 % ответили, что мягкая посадка – это признак ма-

Таблица 5
Table 5

Мнения пилотов относительно критерия качества посадки (вопрос 8)
Pilots' opinions on the landing quality criterion (Question 8)

Вариант ответа	Доля среди всех респондентов, %	Доля среди молодых, %	Доля среди опытных, %
Поддерживаю полностью, мягкая посадка – это признак мастерства пилота	31	8	29
Поддерживаю в целом, но считаю, что некоторое смягчение критерия по величине максимальной перегрузки будет способствовать повышению безопасности полетов	33	58	21
Критерий должен учитывать как величину перегрузки, так и координату точки приземления самолета на ВПП	36	33	50

стерства, и проголосовали за смягчение ограничения по перегрузке на посадке (58%). Большинство опытных пилотов (50 %) поддержали третий вариант ответа: «критерий должен учитывать как величину перегрузки, так и координату точки приземления самолета на ВПП».

9. Какой из внешних факторов, по Вашему мнению, наиболее сильно влияет на безопасность? Пронумеруйте в порядке убывания сложности.

Из 55 анкет после их предварительного анализа семь были исключены из рассмотрения при обработке ответов на данный вопрос (нет ответа или он непонятен). Итого было обработано 48 анкет. Распределение ответов на предложенный вопрос в порядке убывания значимости фактора (места от 1 до 5) представлено в табл. 6.

Большинство пилотов на первое место среди факторов, влияющих на безопасность, поставили «нештатную работу или отказ двигателя, или системы реверса, или системы торможения, или системы управления носовым колесом» (43,8 % от числа опрошенных). Среди лидеров по количеству набранных голосов находятся также скользкая ВПП и боковой ветер. Такой фактор, как осведомленность экипажа об особенностях посадки на данном аэродроме, оказался на последнем месте по количеству набранных голосов – 64,5 % пилотов поставили его на пятое место.

Если просуммировать количество голосов по трем самым значимым факторам (столбцы 1–3 приведенной выше табл. 6), то получим тройку наиболее критических факторов риска: нештатная работа и отказы (83 % голосов всех респондентов), скользкая ВПП (75 %), боковой ветер (60 %). На четвертом месте с 50 % голосов оказалась плохая видимость. Замыкает перечень из пяти перечисленных факторов недостаточная осведомленность (31 % голосов). Диаграмма распределения факторов риска по их значимости приведена на рис. 8.



Рис. 8. Внешние факторы, наиболее сильно влияющие на безопасность

Fig. 8. External factors most strongly affecting flight safety

Таблица 6
Table 6

Количество (и процент) голосов в пользу перечисленных факторов
Percentage of the votes in favor of the listed factors

Внешний фактор	Количество голосов				
	1 место	2 место	3 место	4 место	5 место
Боковой ветер	5 (10,4 %)	15 (31,3 %)	9 (18,8 %)	11 (22,9 %)	8 (16,7 %)
Плохая видимость	2 (4,2 %)	6 (12,5 %)	16 (33,3 %)	17 (35,4 %)	7 (14,6 %)
Скользкая ВПП	15 (31,3 %)	12 (25 %)	9 (18,8 %)	10 (20,8 %)	2 (4,2 %)
Нештатная работа или отказ двигателя, или системы реверса, или системы торможения, или системы управления носовым колесом	21 (43,8 %)	7 (14,6 %)	12 (25 %)	8 (16,7 %)	—
Недостаточная осведомленность экипажа об особенностях посадки на данный аэродром	5 (10,4 %)	8 (16,7 %)	2 (4,2 %)	2 (4,2 %)	31 (64,5 %)

10. Максимальная скорость бокового ветра, при которой практически нет затруднений при выполнении посадки при любом состоянии ВПП (за исключением случая коэффициент сцепления $\mu < 0,3$).

Боковой ветер является одним из наиболее часто упоминаемых внешних факторов, которые сопутствуют случаям выкатывания самолета за боковую кромку ВПП. При этом нигде не указано, при каком значении скорости бокового ветра W_z его можно рассматривать как фактор, оказывающий влияние на посадку самолета.

Ответы на предложенный вопрос анкеты имеют неожиданно широкий разброс. Этот разброс имеет место как в группе реактивных, так и в группе турбовинтовых самолетов. Пилотами были указаны скорости ветра в диапазоне от 5 до 20 м/с. Возможно, вопрос был недостаточно четко сформулирован и, соответственно, не понят участниками анкетирования. Иначе трудно объяснить такой широкий диапазон мнений относительно граничной скорости ветра, притом что пилоты назвали боковой ветер одним из наиболее

опасных факторов на посадке. После предварительного анализа всех ответов на данный вопрос из дальнейшей обработки было исключено 8 анкет (нет ответа или ответ представляется недостоверным). Результат обработки представлен на рис. 9.

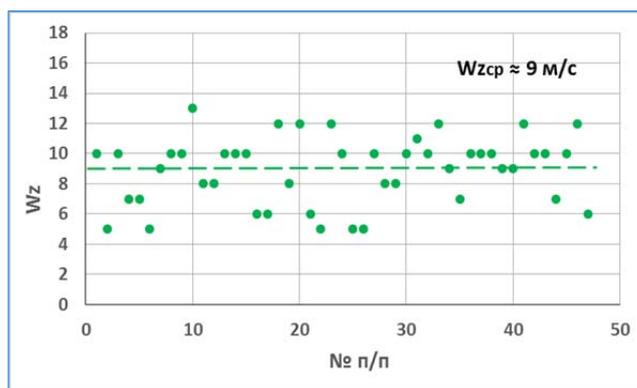


Рис. 9. Максимальная скорость бокового ветра, при которой практически нет затруднений в пилотировании при любом состоянии ВПП на посадке

Fig. 9. Maximum crosswind velocity, at which there are practically no difficulties in controlling aircraft under any runway condition on landing

Значение скорости, полученное как результат осреднения по выборке из 47 анкет, составляет $Wz \approx 9$ м/с. При таком большом разбросе ответов достоверность полученной цифры нельзя считать высокой, поэтому она принимается лишь в качестве некоторого предварительного ориентира для величины скорости бокового ветра, который практически не вызывает затруднений при посадке.

11. *Скорость бокового ветра, выше которой существенно усложняется пилотирование на посадке даже при сухой ВПП?*

Ответы на данный вопрос так же, как и на предыдущий, отличаются большим разбросом (рис. 10). Полученное среднее по выборке значение $Wz \approx 12,8$ м/с рассматривается только как предварительная оценка величины скорости «сильного» бокового ветра. Уровень доверия к данной цифре невысокий также из-за того, что посадки с боковым ветром более 10 м/с случаются очень редко [13].

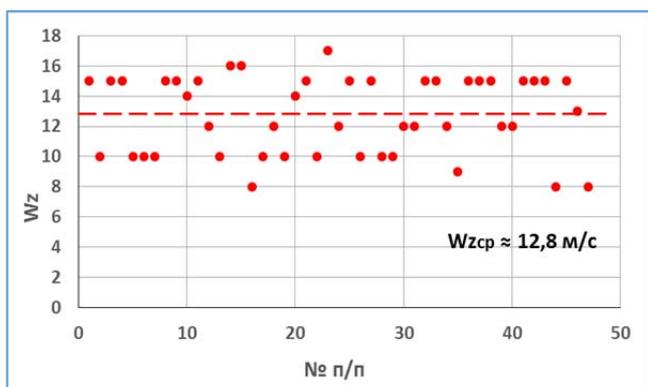


Рис. 10. Скорость бокового ветра, выше которой существенно усложняется пилотирование на посадке даже при сухой ВПП

Fig. 10. The crosswind velocity, above which controlling aircraft on landing is considerably complicated even in case of a dry runway

12. *Какой тип загрязнения ВПП, из Вашего опыта, представляет наибольшую опасность с точки зрения риска выкатывания за боковую кромку ВПП? Пронумеруйте в по-*

рядке убывания типы загрязнения ВПП (1 – самый опасный).

После отбраковки в выборке осталась 51 анкета. Все ответы на данный вопрос распределились следующим образом в порядке уменьшения уровня опасности (табл. 7).

По результатам опроса пилотов выявлены три типа загрязнения ВПП, представляющие для них наибольшую опасность с точки зрения риска выкатывания за боковую кромку ВПП:

1-е место по уровню опасности – лед (75 % всех обработанных анкет);

2-е место – слякоть (39 %);

3-е место – мокрый снег (41 %).

Если просуммировать количество голосов по трем самым значимым факторам, то получим прежнюю тройку лидеров (рис. 11):

1-е место – лед (92 %);

2-е место – слякоть (75 %);

3-е место – мокрый снег (71 %).

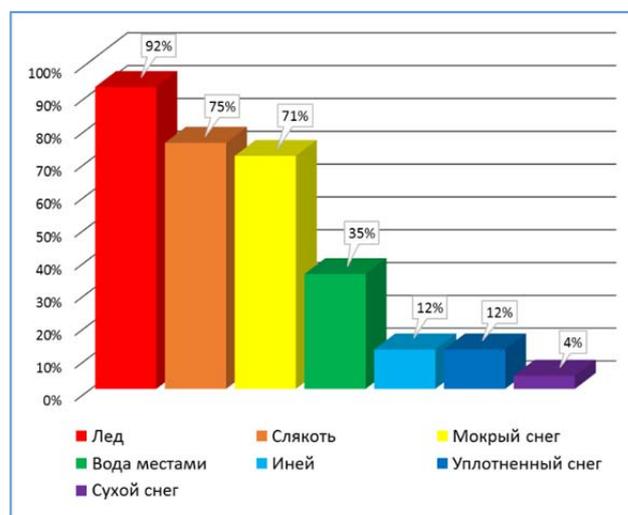


Рис. 11. Наиболее опасные для бокового выкатывания типы загрязнения ВПП

Fig. 11. The most dangerous runway contamination types for veering off

Иней, сухой снег и уплотненный снег, по мнению большинства пилотов, не представляют большой опасности и поэтому идут в списке факторов риска с большим отрывом от тройки «лидеров». Группировка анкет по возрастному составу не меняет общей картины.

Таблица 7
Table 7

Наиболее опасный тип загрязнения ВПП
The most dangerous type of runway contamination

Тип загрязнения	Количество голосов						
	1	2	3	4	5	6	7
Вода местами	1	10	7	9	9	9	6
Иней	0	2	4	5	13	14	13
Сухой снег	0	1	1	4	8	16	21
Мокрый снег	3	12	21 (41 %)	11	3	0	1
Слякоть	8	20 (39 %)	10	11	2	0	0
Лед	38 (75 %)	4	5	2	2	0	0
Уплотненный снег	1	2	3	9	14	12	10

13. Приходилось ли Вам сталкиваться с эффектом аквапланирования при выполнении посадки на ВПП, залитую водой?

Аквапланирование характеризуется резкой потерей сцепления пневматиков шасси с поверхностью ВПП, залитой (а в ряде случаев просто смоченной водой). Аквапланирование бывает нескольких видов. И только один из них связан с большим слоем воды на ВПП и высокой скоростью движения ВС². Очень опасным является наличие просто влаги на участках ВПП, загрязненных резиной от прошлых приземлений, а также на окрашенных зонах ВПП. На них тоже может наблюдаться резкое уменьшение коэффициента сцепления. Этот эффект в зоне приземления ВПП может возникать даже на относительно небольших скоростях.

Важно было понять, как часто указанный эффект встречается в обычной летной практике и замечается ли он пилотами. На рис. 12 приведены результаты обработки всех анкет.

Более 65 % опрошенных пилотов 1–2 раза за время своей летной практики ощущали фактическую потерю сцепления с ВПП, залитой водой; 27 % пилотов не сталкивались либо не заметили эффекта аквапланирования; 8 % пилотов отметили, что периодически сталкиваются с этим явлением на посадке. На рис. 13 приведена диаграмма распределения ответов пилотов в зависимости от типа самолета.



Рис. 12. Распределение ответов на вопрос 14 по всем опрошенным

Fig. 12. Distribution of the answers to Question 14 among all the respondents

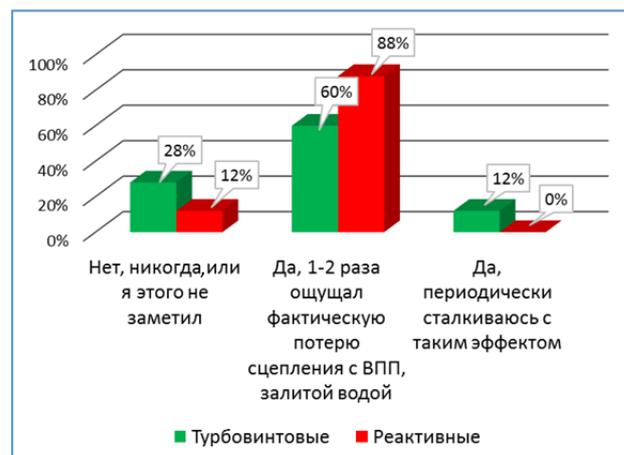


Рис. 13. Распределение ответов на вопрос 13 в зависимости от типа самолета

Fig. 13. Distribution of the answers to Question 13 depending on the aircraft type

² Aquaplaning [Электронный ресурс] // SKYbrary. URL: <https://skybrary.aero/articles/aquaplaning> (дата обращения: 10.04.2023).

Как видно из этой диаграммы, пилоты реактивных лайнеров значительно чаще, чем турбовинтовых (на 28 %), ощущают потерю сцепления с залитой водой ВПП, и в 2 раза меньше их количество никогда не встречалось с этим эффектом. Это можно объяснить тем, что турбореактивные самолеты имеют большую посадочную скорость и, соответственно, большую вероятность превышения скорости начала аквапланирования. Однако и пилоты турбовинтовых самолетов периодически сталкиваются с аквапланированием.

Вполне ожидаемой является разница в ответах молодых и опытных пилотов. Среди молодых 42 % никогда не сталкивались с эффектом потери сцепления на ВПП, в то время как среди опытных пилотов эта цифра существенно меньше (14 %) (рис. 14).

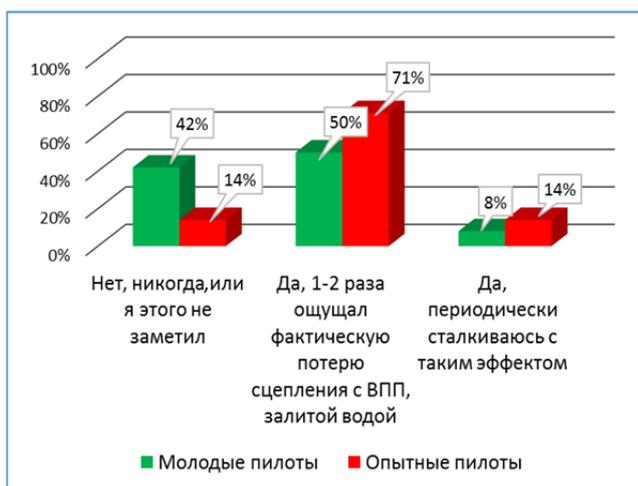


Рис. 14. Распределение ответов на вопрос 13 в зависимости от возраста пилота

Fig. 14. Distribution of the answers to Question 13 depending on pilot's age

14. *Считаете ли Вы целесообразным включение в программу тренажерной подготовки дополнительных тренировок посадки в условиях бокового ветра и скользкой ВПП?*

Подавляющее большинство опрошенных пилотов (87 %) считают целесообразным включение в программу тренажерной подготовки дополнительных тренировок посадки в условиях бокового ветра и скользкой ВПП (табл. 8).

Таблица 8
Table 8

Ответы на вопрос 14 (расширение тренажерной подготовки)
Answers to Question 14 (enhancement of simulator training)

Вариант ответа	Доля респондентов, %
Да	87
Нет	11
Не знаю	2

15. *Считаете ли Вы, что режимы посадки в условиях бокового ветра на ВПП, покрытую осадками (вода, снег, лед), воспроизводятся на авиационных тренажерах с высокой степенью правдоподобности?*

Большинство опрошенных пилотов считает, что режимы посадки в условиях бокового ветра и скользкой ВПП воспроизводятся на авиационных тренажерах с высокой степенью правдоподобия (80 %). При этом более половины опрошенных (56 %) считают, что можно или даже нужно повысить качество воспроизведения этих режимов (табл. 9).

Таблица 9
Table 9

Ответы на вопрос 15 (совершенствование авиационных тренажеров)
Answers to Question 15 (improvement of flight simulators)

Вариант ответа	Доля респондентов, %
Да, очень правдоподобно	35
Весьма правдоподобно, но можно улучшить	45
Отдаленно похоже, надо улучшать	11
Не знаю	9

Рассмотрение ответов пилотов в зависимости от уровня квалификации (рис. 15) позволяет сделать вывод о том, что необходимость улучшать воспроизведение на авиационных тренажерах режимов посадки в условиях бо-

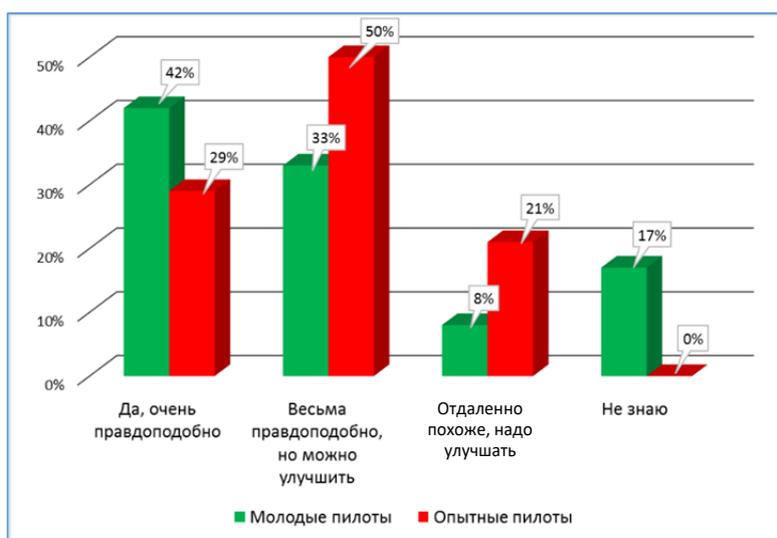


Рис. 15. Распределение ответов на вопрос 15 среди молодых и опытных пилотов
Fig. 15. Distribution of the answers to Question 15 for young and experienced pilots

кового ветра на покрытую осадками ВПП отмечает почти в 2 раза больше опытных пилотов, чем молодых (71 % против 41 %).

В то же время молодые пилоты в 2 раза чаще не могут ничего сказать относительно качества авиационных тренажеров или не замечают никаких недостатков (59 % против 29 %).

16. Как часто Вы сталкиваетесь с ситуацией, когда расчеты потребной посадочной дистанции, выполненные перед посадкой, показывают, что потребная длина ВПП превышает располагаемую (указать примерное количество таких случаев за прошедший год)?

Подавляющее большинство опрошенных пилотов ответили, что ни разу не сталкивались с такой ситуацией. Трое пилотов ответили, что сталкивались с данной ситуацией от 1 до 4 раз за время летной практики.

17. Насколько точно фактические данные по состоянию ВПП соответствуют информации, предоставляемой экипажу?

По мнению большинства пилотов (96 %), фактические данные по состоянию ВПП могут несколько отличаться от информации, предоставляемой экипажу, но в целом ей можно доверять (табл. 10).

Таблица 10
Table 10

Ответы на вопрос 17 (достоверность информации о состоянии ВПП)
Answers to Question 17 (accuracy of runway condition information)

Вариант ответа	Доля респондентов, %
Информации можно доверять	20
Фактические условия могут несколько отличаться от информации, предоставляемой экипажу, но в целом ей можно доверять	76
Фактические условия часто заметно отличаются от информации, предоставляемой экипажу	4

18. Насколько точно фактические данные по боковому ветру, наличию сдвига ветра и осадков в зоне взлета и посадки соответствуют информации, предоставляемой экипажу?

Фактические данные по боковому ветру, наличию сдвига ветра и осадков в зоне взлета и посадки, по мнению пилотов, могут несколько отличаться от информации, предо-

Таблица 12
Table 12

Ответы на вопрос 19 (уход на второй круг)
Answers to Question 19 (go-around procedure)

Вариант ответа	Доля среди всех респондентов, %	Доля среди молодых, %	Доля среди опытных, %
Штатная ситуация, не вызывает затруднений, при необходимости всегда ухожу на второй круг	78	91	57
Штатная ситуация, не вызывает затруднений, но приходится учитывать «общественное» мнение, связывающее уход на второй круг с квалификацией пилота, и другие факторы	15	9	21
Дискомфортная ситуация. Это заметное усложнение условий полета. Иногда кажется, что проще выполнить посадку даже в сложных условиях, чем «перестроиться» на выполнение ухода на второй круг	7	0	21
Дискомфортная ситуация. Это и достаточно сложно, и приходится учитывать «общественное» мнение и другие факторы	0	0	0

ставляемой экипажу, но в целом ей можно доверять (94 % опрошенных) (табл. 11).

Таблица 11
Table 11

Ответы на вопрос 18 (достоверность информации о ветре)
Answers to Question 18 (accuracy of wind information)

Вариант ответа	Доля респондентов, %
Информации можно доверять	22
Фактические условия могут несколько отличаться от информации, предоставляемой экипажу, но в целом ей можно доверять	72
Фактические условия часто заметно отличаются от информации, предоставляемой экипажу	6

19. Ваше отношение к ситуации, когда Вам приходится принимать решение об уходе на второй круг или продолжении захода на посадку?

Уход на второй круг выполнялся практически всеми из опрошенных пилотов, однако количество уходов на второй круг у большинства пилотов не превышало 10 раз за все время летной практики. Значительная часть пилотов воспринимает уход на второй круг как штатную ситуацию, не вызывающую затруднений (табл. 12).

Ответы в группах пилотов турбовинтовых и турбореактивных самолетов практически идентичны. А вот между ответами молодых и опытных пилотов есть отличия. Все (!) молодые пилоты считают выполнение ухода на второй круг штатной ситуацией, не вызывающей никаких затруднений. Лишь только 9 % из них склонны делать оглядку на «общественное мнение». Ответы опытных пилотов на данный вопрос не столь категоричны. Штатной ситуацией, не вызывающей затруднений, этот маневр считает примерно две трети (57 %) пилотов из данной группы, при этом 21 % командиров ВС связывает уход на второй круг с «общественным» мнением, финансовой политикой авиакомпаний и другими причинами.

Наиболее интересным результатом анализа ответов на данный вопрос является тот факт, что 21 % опытных пилотов (которые ощущают

груз ответственности за самолет, экипаж и пассажиров) считает ситуацию с уходом на второй круг дискомфортной и заметно усложняющей условия выполнения полета.

20. Как Вы оцениваете рекомендации по технике пилотирования в условиях сильного ветра и (или) скользкой ВПП, принятые в Вашей авиакомпании?

Рекомендации по технике пилотирования в условиях сильного ветра и (или) скользкой ВПП, принятые в авиакомпании, воспринимаются практически всеми опрошенными пилотами как достаточно четкие (табл. 13).

Таблица 13
Table 13

Ответы на вопрос 20 (отношение к рекомендациям авиакомпании)
Answers to Question 20 (relation to airline recommendations)

Вариант ответа	Доля респондентов, %
Очень четкие, всегда следую этим рекомендациям	89
Требуется небольшая доработка	11
Рекомендации должны быть переработаны	0

21. Знакомы ли Вы с системами Smart Landing, Smart Runway, ROPS?

Половина из опрошенных пилотов оказалась незнакома с такими системами, как Smart Landing, Smart Runway, ROPS (табл. 14). Опрос проводился в 2016 году. Тем не менее такой результат несколько озадачил, поскольку компания Airbus к тому времени уже несколько лет активно продвигала свою разработку (ROPS – Runway Overrun Prevention System), и в ИКАО уже стоял вопрос о внесении соответствующих дополнений в авиационные правила. Следует отметить, что сегодня отечественные и зарубежные нормы летной годности требуют наличия системы оповещения и предупреждения о выкатывании на самолетах транспортной категории.

Таблица 14
Table 14

Ответы на вопрос 21 (системы ситуационной осведомленности)
Answers to Question 21 (Situational Awareness Systems)

Вариант ответа	Доля респондентов, %
Нет, не знаком	51
Слышал, но не приходилось летать на самолетах с такими системами	38
Знаком	11

22. Ваше отношение к появлению на борту самолетов системы ситуационной осведомленности экипажа (автоматическая оценка ситуации при заходе на посадку, в том числе сравнение потребной и располагаемой длины ВПП, и выдача рекомендаций экипажу).

По мнению большинства пилотов (82 % опрошенных), появление на борту самолета системы ситуационной осведомленности (ССО) экипажа было бы полезным (табл. 15). Однако 18 % пилотов считает, что излишняя «перегруженность» воздушного судна системами искусственного интеллекта может не привести к ожидаемому повышению уровня безопасности полетов.

Таблица 15
Table 15

Ответы на вопрос 22 (целесообразность ССО на борту)
Answers to Question 22 (expediency of on-board Situational Awareness Systems)

Вариант ответа	Доля респондентов, %
Не вижу необходимости в появлении еще одной системы искусственного интеллекта на борту, поскольку не уверен, что это повысит безопасность	18
Такая система была бы полезной	82

Заключение

Анкетирование пилотов авиакомпаний позволило подтвердить актуальность проблемы снижения риска грубой посадки и выкатывания самолета с ВПП, оценить значимость основных факторов риска авиационного происшествия на заключительном этапе полета, уточнить границы «простых» и «сложных» условий посадки, скорректировать направления исследований в интересах обеспечения безопасности полетов. Анкетирование показало, что значительная часть пилотов, принявших участие в опросе, сталкивалась и с проблемой удержания воздушного судна от выкатывания за боковую кромку ВПП, и с грубыми посадками.

Среди факторов риска бокового выкатывания наряду со скользкой ВПП и боковым ветром пилотами был отмечен отказ или нештатная работа двигателя, реверса, систем торможения и управления носовым колесом. Следует также отметить потенциальную опасность такого эффекта, как аквапланирование, поскольку более 70 % опрошенных за время своей летной практики ощущали на пробеге фактическую потерю сцепления колес шасси с ВПП, залитой водой.

Притом что большая часть опрошенных назвала уход на второй круг штатной ситуацией, обращает на себя внимание на тот факт, что 21 % опытных пилотов считает ситуацию с уходом на второй круг дискомфортной и заметно усложняющей условия выполнения полета.

Результаты анализа ответов пилотов подтверждают давно обсуждаемую необходимость пересмотра критерия оценки качества посадки, привязанного к величине нормальной перегрузки, и говорят о необходимости дополнительного тренажерного обучения выполнению посадки на скользкую ВПП в условиях бокового ветра, необходимости совершенствования авиационных тренажеров и оснащения современных самолетов бортовыми системами ситуационной осведомленности на посадке.

Список литературы

1. **Van Es G.W.H.** A study of runway excursions from a European perspective [Электронный ресурс] // SKYbrary. Report NLR-CR-2010-259, May 2010. 70 p. URL: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/2069.pdf> (дата обращения: 29.04.2023).
2. **Jenkins M., Aaron R.F.** Reducing runway landing overruns [Электронный ресурс] // Boeing Aero Magazine. March 2012. URL: https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2012_q3/3/ (дата обращения: 29.04.2023).
3. **Окань Д.С.** Выкатывания воздушных судов. Риски, угрозы и рекомендации по предотвращению [Электронный ресурс] // LIVEJOURNAL. Апрель 2012. URL: <https://denokan.livejournal.com/20427.html> (дата обращения: 29.04.2023).
4. **Шаров В.Д.** Методика оценки вероятности выкатывания воздушных судов за пределы ВПП при посадке // Научный Вестник МГТУ ГА. 2007. № 122. С. 61–66.
5. **Шаров В.Д.** Оценка влияния среды на безопасность полетов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2013. № 192. С. 47–54.
6. **Шаров В.Д.** Общие подходы к идентификации и оценке риска авиационного происшествия по группе факторов «Среда» // Проблемы безопасности полетов. 2007. № 2. С. 21–29.
7. **Шаров В.Д.** Прогнозирование и предотвращение выкатываний самолета за пределы взлетно-посадочной полосы. Германия: LAP – Lambert Academic Publishing, 2013. 112 с.
8. **Шаров В.Д.** Метод оценки риска выкатывания за пределы ВПП при посадке на аэродромах Канады и его применение в авиакомпании «Волга-Днепр» // Труды общества исследователей авиационных происшествий. 2008. № 20. С. 290–295.
9. **Гузий А.Г.** Система управления безопасностью полетов эксплуатанта воздушных судов. Курс обучения персонала авиакомпании / А.Г. Гузий, А.М. Лушкин, А.В. Мишин, Д.А. Ширяев. М.: ИД Академии Жуковского, 2021. 182 с.

10. **Гузий А.Г., Лушкин А.М., Майорова Ю.А.** Теория и практика экспертного анализа в системах управления безопасностью полетов: монография. М.: ИД Академии Жуковского, 2015. 127 с.

11. **Мозоляко А.В., Акимов А.Н., Воробьев В.В.** Проблемы предотвращения выкатывания гражданских воздушных судов на этапе пробеге по ВПП // Научный Вестник МГТУ ГА. 2014. № 204. С. 74–77.

12. **Бородкин С.Ф.** Современные методы предотвращения выкатываний воздушных судов за пределы взлетно-посадочной полосы / С.Ф. Бородкин, А.И. Волынчук, Ш.Ф. Ганцев, М.А. Киселев, И.А. Носатенко // Научный Вестник МГТУ ГА. 2022. Т. 25, № 2. С. 8–19. DOI: 10.26467/2079-0619-2022-25-2-8-19

13. **Варюхина Е.В.** Анализ факторов риска, сопутствующих выкатываниям самолета с ВПП, и методика оценки сложности посадки / Е.В. Варюхина, В.В. Лучинин, А.А. Павлов, В.В. Стрелков // Гидроавиасалон-2016: сборник докладов XI научной конференции по гидроавиации. Геленджик, 23–24 сентября 2016 г. М.: ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского, 2016. Т. 1. С. 184–189.

14. **Стрелков В.В., Хайруллин Н.Г., Бутырин О.А.** Применение методов статистического анализа для решения задачи оценки влияния различных факторов на риск выкатывания самолета со взлетно-посадочной полосы при посадке // Труды МФТИ. 2019. Т. 11, № 3. С. 133–145.

15. **Ганяк О.И., Стрелков В.В.** Исследования в интересах разработки перспективных бортовых систем интеллектуальной поддержки экипажа на посадке // Технологическое развитие авиастроения: глобальные тенденции и национальные интересы России: труды первой научно-практической конференции. Москва, 25 февраля 2021 г. М.: ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского, 2021. С. 150–159.

References

1. **Van Es, G.W.H.** (2010). A study of runway excursions from a European perspective. *Report NLR-CR-2010-259*, May, 70 p. Available

at: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/2069.pdf> (accessed: 29.04.2023).

2. **Jenkins, M., Aaron, R.F.** (2012). Reducing runway landing overruns. *Boeing Aero Magazine*, March. Available at: https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2012_q3/3/ (accessed: 29.04.2023).

3. **Okan, D.C.** (2012). Aircraft runway excursions. Risks, hazards and prevention recommendations. *LIVEJOURNAL*. Available at: <https://denokan.livejournal.com/20427.html> (accessed: 29.04.2023). (in Russian)

4. **Sharov, V.D.** (2007). The method of evaluation of runway overrun probability for aircraft on landing. *Nauchnyy Vestnik MGTU GA*, no. 122, pp. 61–66. (in Russian)

5. **Sharov, V.D.** (2013). Assessment of environmental impact on flight safety. *Nauchnyy Vestnik MGTU GA*, no. 192, pp. 47–54. (in Russian)

6. **Sharov, V.D.** (2007). General approaches to the identification and risk assessment of aviation incidents based on the “Environment” factor group. *Problemy bezopasnosti poletov*, no. 2, pp. 21–29. (in Russian)

7. **Sharov, V.D.** (2013). Prediction and prevention of runway excursions of aircraft. Germany: LAP – Lambert Academic Publishing, 112 p. (in Russian)

8. **Sharov, V.D.** (2008). The method of assessing the risk of runway excursion on landing at Canadian aerodromes and its application by Volga-Dnepr Airline. In: *Trudy obshchestva rassledovateley aviatsionnykh prodvizheniy*, no. 20, pp. 290–295. (in Russian)

9. **Guziy, A.G., Lushkin, A.M., Mishin, A.V., Shiryaev, D.A.** (2021). Flight safety management system of an aircraft operator. Airline personnel training course. Moscow: ID Akademii Zhukovskogo, 182 p. (in Russian)

10. **Guziy, A.G., Lushkin, A.M., Mayorova, Y.A.** (2015). Theory and practice of expert analysis in flight safety management systems. Moscow: ID Akademii Zhukovskogo, 127 p. (in Russian)

11. **Mozolyako, A.V., Akimov, A.N., Vorobyev, V.V.** (2014). Status and development of runway overrun prevention systems. *Nauch-*

ную *Vestnik MGTU GA*, no. 204, pp. 74–77. (in Russian)

12. Borodkin, S.F., Volynchuk, A.I., Ganiev, Sh.F., Kiselyov, M.A., Nosatenko, I.A. (2022). Modern methods of preventing aircraft overrunning the runway. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 25, no. 2, pp. 8–19. DOI: 10.26467/2079-0619-2022-25-2-8-19

13. Varyukhina, E.V., Luchinin, V.V., Pavlov, A.A., Strelkov, V.V. (2016). Analysis of risk factors associated with aircraft runway excursion, and the methodology for assessing the difficulty of landing. In: *Gidroaviasalon-2016: sbornik докладов XI nauchnoy konferentsii po gidroaviatsii*. Moscow: TsAGI im. prof. N.Ye. Zhukovskogo, vol. 1, pp. 184–189. (in Russian)

14. Strelkov, V.V., Khairullin, N.G., Butyrin, O.A. (2019). Statistical analysis application for assessment of some factors impact on runway excursion risk. *Proceedings of Moscow Institute of Physics and Technology*, vol. 11, no. 3, pp. 133–145. (in Russian)

15. Ganyak, O.I., Strelkov, V.V. (2021). Research for the development promising onboard systems for intelligent support of the crew at the landing stage. In: *Tekhnologicheskoye razvitiye aviastroyeniya: globalnyye tendentsii i ekonomicheskiye interesy Rossii: trudy pervoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Moscow: TsAGI im. prof. N.Ye. Zhukovskogo, pp. 150–159. (in Russian)

Сведения об авторе

Стрелков Владимир Викторович, кандидат технических наук, начальник отдела безопасности полетов и сопровождения летных исследований ЦАГИ, v_strelkov@tsagi.ru.

Information about the author

Vladimir V. Strelkov, Candidate of Technical Sciences, the Head of Flight Safety and Flight Research Department of Central Aerohydrodynamic Institute (TsAGI), v_strelkov@tsagi.ru.

Поступила в редакцию	22.05.2023	Received	22.05.2023
Одобрена после рецензирования	21.08.2023	Approved after reviewing	21.08.2023
Принята в печать	25.01.2024	Accepted for publication	25.01.2024