

Новые приоритеты в сфере защиты окружающей среды от воздействия гражданской авиации

Н.И. Николайкин, д-р техн. наук, профессор

Московский государственный технический университет гражданской авиации

e-mail: nikols_n@mail.ru

Ключевые слова:

гражданская авиация, окружающая среда, топливная эффективность, альтернативное топливо, шум, экологические требования

Проанализированы современные направления защиты окружающей среды от воздействия авиации в свете решений Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Выявлены современные приоритеты в этой деятельности, рассмотрены тенденции в развитии международной и гражданской авиации, эволюция экологических требований к авиации, направления повышения топливной эффективности гражданской авиации и альтернативное топливо, проблемы воздействия на среду обитания авиационного шума.

1. Введение

Перед лицом обновляющихся угроз и вызовов возросла уязвимость международного сообщества в целом и каждого человека в отдельности. Одним из важнейших требований общества в XXI в. стало обеспечение экологической безопасности – состояния защищённости природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций и их последствий [1].

Авиация всегда относилась к числу наиболее технологически сложных отраслей деятельности человека, и за годы её существования у людей справедливо укрепилось мнение, что она использует самые передовые достижения науки и техники. Однако экологические требования на первых этапах развития авиаперевозок (начало и середина XX в.) были ограничены пожеланием снизить шум вблизи аэродромов [2, 3].

2. Эволюция экологических требований к деятельности авиации

К концу XX в. значимость экологических показателей деятельности любой отрасли экономики возросла очень сильно, поэтому в гражданской авиации (ГА) эти требования приблизились к главному требованию общества, предъявляемому к воздушному транспорту, – обеспечить безопасность полётов, то есть выполнять полеты без угрозы для жизни и здоровья людей. Сегодня традиционное восприятие понятия «безопасность полётов» расширилось настолько, что одна из

концепций интерпретирует его понимание как недопущение потерь в результате авиaproисшествий в виде человеческих жертв и/или нанесения ущерба имуществу и окружающей среде (ОС).

Наличие и значимость первых экологических проблем, вызываемых шумом в районе аэропортов, были осознаны еще в 1960-х гг. На 16-й ассамблее Международной организации гражданской авиации (ИКАО) в 1968 г. было принято решение разработать первые международные отраслевые (для гражданской авиации) экологические стандарты. Такие стандарты в виде двух томов Приложения 16 к чикагской Конвенции о международной ГА [4] были созданы и в настоящее время ими пользуется всё авиационное сообщество.

ИКАО констатирует, что её деятельность в области охраны ОС основана на трёх сбалансированных критериях принятия решения: экологической целесообразности, технической достижимости и экономической оправданности. Современные научно-технические достижения в сфере разработки и производства авиатехники в наши дни позволяют обеспечить высокий уровень ее технического и экологического совершенства. Однако переоснастить за два-три года (и даже за пять-десять лет) международную ГА экологически наиболее совершенными разработками последних лет невозможно по экономическим причинам: современные воздушные суда (ВС) создаются из расчёта срока их эксплуатации 30–40 лет, в течение которых они должны окупиться и приносить прибыль.

Анализ истории развития ГА за прошедшие годы показывает, что экологические ограничения по шуму и по эмиссии загрязнений от авиадвигателей (АД) постоянно ужесточались, что способствовало расширению спектра научных исследований и привело к значительному прогрессу на практике [2]. За десятки лет напряжённой работы международной ГА удалось достичь многого, в том числе значительного прогресса в экологическом совершенствовании авиатехники. Так, из анализа имеющихся данных об уровне развития авиационной техники следует, что через 20...25 лет шум ВС на местности, оцениваемый по правилам ИКАО, снизится практически на 70 дБ относительно современного уровня [5]. В 2010 г. на 37-й ассамблее ИКАО было фактически признано, что поставленные ранее цели и количественные показатели снижения негативного воздействия авиации на ОС почти достигнуты [6].

3. Тенденции в развитии международной и отечественной авиации

Международная организация гражданской авиации (ИКАО) на период до 2050 г. прогнозирует постоянный рост объёма авиаперевозок. Эта тенденция иллюстрируется данными по совершенствованию российской ГА. В России с начала XXI в. наблюдается постоянный рост объёма воздушных перевозок (рис. 1) который, при любых сценариях развития, по данным Государственного научно-исследовательского института гражданской авиации (ГосНИИ ГА) [7], предполагается и далее. При инновационном сценарии развития российской экономики на ближайшие десять лет оптимистично прогнозируется удвоение объёма авиаперевозок, а как к 2031 г., в зависимости от возможного сценария развития, грузооборот вырастет в 3,2–3,8 раза, а пассажирооборот увеличится: при инновационном сценарии – в 4,5 раза, при энергосырьевом – почти в 5 раз. Всё это означает практически пропорциональное увеличение негативного воздействия на ОС от деятельности ГА.

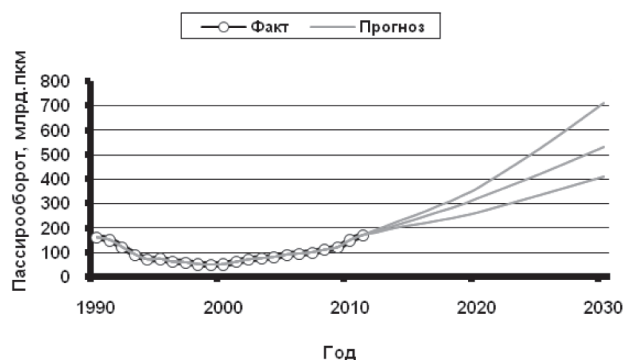


Рис. 1. Долгосрочный прогноз объёма авиаперевозок российской ГА

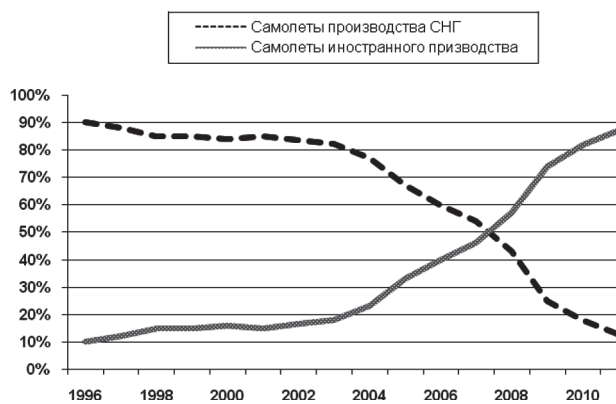


Рис. 2. Соотношение самолетов иностранного и отечественного производства, находившихся в эксплуатации в авиакомпаниях России на рубеже XX-XXI вв., %

Экологические проблемы на рубеже веков до определённой степени выступали в качестве сдерживающих факторов развития ГА в некоторых странах. Они, в частности, были использованы для решения экономических и политических вопросов в международных отношениях. Так, в 1990-х гг. были введены ограничения полётов российских ВС в Европу по шуму, что в 2000-е гг. послужило одной из причин (рис. 2) резкой замены ВС отечественного производства на иностранные [8].

Во второй половине 2000-х годов ситуация в международной ГА изменилась, поэтому в рабочих документах Комитета ИКАО по защите окружающей среды от воздействия авиации CAEP-8 и в итоговых документах 37-й ассамблеи ИКАО (2010 г.) определены новые цели, расширен круг рассматриваемых международным сообществом проблем авиаэкологии [9,10]. Изменились приоритеты деятельности ИКАО по охране ОС от загрязнения.

Для обеспечения авиаперевозок отечественная ГА к 2030 г. должна иметь 2400 ВС различных типов.



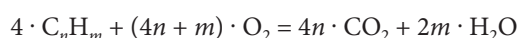
Рис. 3. Оптимистичный вариант прогноза парка пассажирских самолётов отечественных авиакомпаний

Прогнозируемый [11] рост объёмов перевозок до 540–700 млрд п-км (см. рис. 1) определяет необходимость наличия через 20 лет 1570–1890 магистральных и 460–500 региональных ВС (рис. 3).

Промышленность России может только частично удовлетворить прогнозируемый спрос российских авиакомпаний на обновление и расширение парка экологически совершенных (по перспективным требованиям) ВС в связи с ограниченным типоразмерным рядом самолётов, планируемых к производству в эти сроки. Перспективный ряд продукции, производимой Объединённой авиастроительной корпорацией (ОАК) России, включает только узкофюзеляжные самолёты пассажировместимостью 100–210 мест. Отечественная промышленность выпускает также региональные самолёты Ан-148 и Ан-140. В связи с повышенными экологическими требованиями к перспективной авиатехнике, вероятнее всего, в перспективе сохранится потребность в поставках зарубежной авиатехники ряда типоразмеров, которые не будут производиться в нашей стране.

4. Повышение топливной эффективности авиаперевозок

Сегодня особенно актуальны вопросы повышения удельной топливной эффективности¹ самолётов новых поколений и снижения за счёт этого выбросов в атмосферу парниковых газов (ПГ), влияющих на климат нашей планеты [12]. Выброс парниковых газов при авиаперевозках определяется, прежде всего, количеством израсходованного авиатоплива, поскольку в соответствии с уравнением



при сгорании 1 тонны авиатоплива (авиакеросина) образуется и поступает в атмосферу 3,16 т углекислого газа и 1,23 т паров воды. Таким образом, изменение объёма выброса ПГ в атмосферу при авиаперевозках в будущем практически полностью зависит от изменения потребления авиатоплива в ГА.

В сфере защиты ОС от воздействия авиации ИКАО поставлена задача разработать и принять новый международный экологический стандарт нормирования выброса парниковых газов (в первую очередь CO₂) при дальнейшем совершенствовании требований по снижению шума ВС и эмиссии загрязняющих веществ из АД. Требования к показателям выброса парниковых газов будут могут войти в третий том Приложения 16 к Чикагской конвенции о международной ГА [4].

¹ Удельная топливная эффективность – среднее количество авиатоплива, расходуемого на выполнение единицы авиатранспортной работы, измеряемое в кг топлива на 1 т-км.

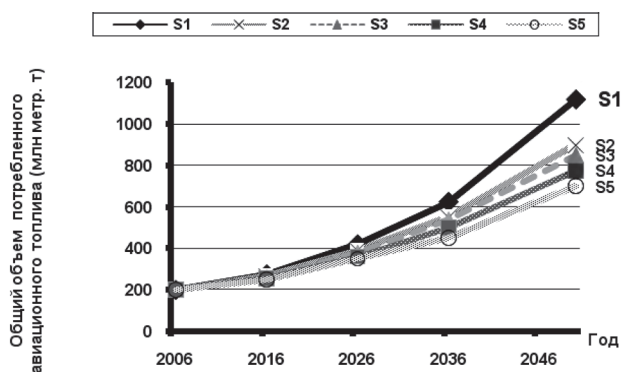


Рис. 4. Прогноз роста объема потребления авиационного топлива в мире (международные и внутренние перевозки) на период до 2050 г.



Рис. 5. Эффективность энергопотребления в российских авиакомпаниях

В качестве глобальной цели 37-я Ассамблея ИКАО наметила ежегодно повышать на 2% топливную эффективность авиаперевозок в мире вплоть до 2050 г. Прогноз ИКАО по общему потреблению авиатоплива в первой половине XXI в. для разных сценариев использования самолётов новых поколений с улучшенными методами их эксплуатации при существующих прогнозах роста объёма авиаперевозок приведён на рис. 4 и свидетельствует о его неуклонном росте при любых рассмотренных сценариях [6].

Показатели потребления авиатоплива в ГА за последние два десятилетия и динамика его среднего удельного потребления в российских авиакомпаниях за этот период показаны на рис. 5 [11].

5. Экологический компенсационный разрыв и альтернативное топливо

Поскольку 37-я Ассамблея ИКАО констатировала, что до 2050 г. и далее ожидается постоянное

повышение эффективности авиаперевозок по каждому рейсу, а уменьшению потребления авиационного топлива в совокупности также будут способствовать перспективные инженерно-технические достижения и совершенствование методов и приёмов выполнения полетов, включая повышение эффективности организации воздушного движения, предполагается значительное общее сокращение выбросов ПГ [13]. Однако даже в рамках наиболее оптимистичных прогнозируемых сценариев предполагается повышение топливной эффективности, а также совершенствование технических и эксплуатационных мер не компенсирует общий рост объема выбросов, обусловленный ожидаемым ростом объема воздушного движения.

Образующийся очевидный разрыв в материалах ИКАО получил название «экологический компенсационный разрыв», который должен быть ликвидирован с помощью других стратегий. Одной из которых признана разработка и использование в авиации экологических альтернативных видов топлива. Использование альтернативных видов топлива в авиации станет приоритетным направлением защиты ОС от воздействия авиации. Это многообещающий подход в деле ликвидации экологического компенсационного разрыва в объемах эмиссии ПГ авиакомпаниями ГА, хотя пока такие виды топлива в достаточном для удовлетворения потребностей всей коммерческой авиации количестве отсутствуют в мире.

Существующие альтернативные виды авиатоплива представляют собой в настоящее время только смеси биотоплива (производимого из биомассы или возобновляемых растительных масел) и традиционного нефтяного топлива в соотношении 50 на 50. При этом достигаются: серьёзное уменьшение загрязнения атмосферы ПГ в полном жизненном цикле авиатоплива; снижение отрицательного воздействия авиации на качество воздуха вследствие значительно более низкого содержания серы в биотопливе; уменьшение воздействия авиации на глобальное изменение климата [12, 13].

Кроме того, поскольку авиация в значительной степени в кратко- и среднесрочной перспективе зависит от жидких видов топлива, разработка и использование экологических альтернативных видов топлива будет играть активную роль в совершенствовании распределения ресурсов на планете и повышении надежности поставок в целом, а также в стабилизации цен на топливо.

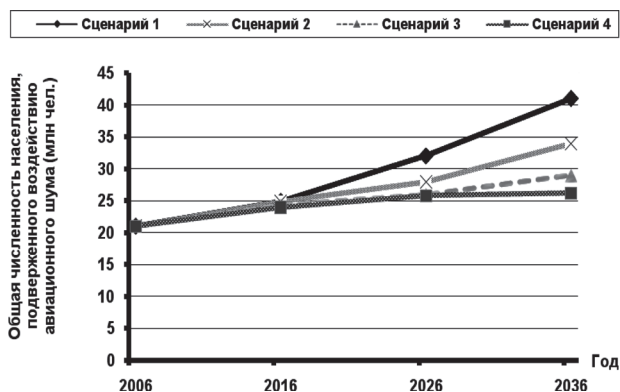


Рис. 6. Прогнозы ИКАО по изменению численности населения в мире, подвергнутого воздействию авиационного шума, с эквивалентным уровнем средневзвешенного суточного воздействия (с разделением суток на день-ночь по FAR¹-150) DNL² ≥ 55 дБА на ближайшие 25 лет

6. Воздействие шума на население

В XXI в. внимание мировой общественности к проблемам экологической безопасности ГА сконцентрировано на таком важном для населения, проживающего вблизи аэродромов, вопросе, как воздействие авиационного шума в ночное время. Это стало ещё одним новым приоритетным направлением защиты ОС от воздействия авиации. На общее состояние здоровья человека влияют снижение качества отдыха во время сна и другие факторы, связанные с уровнем шума, производимого ВС при выполнении взлётно-посадочных операций. Увеличение риска сердечно-сосудистых заболеваний населения, проживающего вблизи аэродромов, обусловленное воздействием авиационного шума на местности, в зависимости от его уровня (на примере крупных аэропортов) по данным [14, 15] рассмотрена в [16].

По прогнозам ИКАО, количество людей в мире, подвергающихся воздействию авиационного шума будет неуклонно увеличиваться (рис. 6) при любых сценариях использования в будущем новых достижений в производстве техники и усовершенствовании процесса её эксплуатации [6].

В ближайшие 10-15 лет для аэропортов в условиях относительной стабильности уже имеющегося парка ВС одним из приоритетных направлений снижения негативного воздействия авиаперевозок ГА на окружающую среду станет снижения уровня шума, беспокоящего население, путём экологически рационального выбора авиатехники, эксплуатируемой в ночное время. В последние годы многие европей-

¹ FAR (*Federal Aviation Rules*) – Федеральные авиационные правила США.

² DNL (*Day – Night Level*) – американский вариант нормирования эквивалентного уровня средневзвешенного суточного шума.

ские аэропорты используют различные ограничения ночных полетов – вводят экологические сборы или уменьшают взлеты или посадки ВС в оговоренный период.

7. Учёт акустического совершенства самолётов для полётов ночью

Для решения проблемы снижения уровня шума, беспокоящего население ночью, предлагается в отечественных аэропортах при выборе конкретных типов самолётов, предназначенных для ночных авиаперевозок (совершающих вылеты и прилёты на конкретных аэродромах), использовать систему учёта акустического совершенства самолётов (АСС). За базу системы АСС принимается QC (Quoter Count¹) система, положительно зарекомендовавшая себя в ряде европейских аэропортов. Эта система основана на ранжировании (классификации) парка самолётов авиакомпаний (либо ряда авиакомпаний, совершающих рейсы из одного аэропорта) по шуму, создаваемому ими на местности. Система основана на следующем положении: снижение на 3 дБ уровня шума, создаваемого источником, обеспечивается уменьшением в 2 раза энергии, передаваемой звуковой волной от этого источника. Аналогично изменяется (уменьшается) раздражающее действие шума на население, проживающее вблизи аэропортов.

В зависимости от шумности каждое ВС относится к одной из групп, обозначаемых как категория АСС. Сведения об уровне шума, создаваемом конкретными типами ВС, прошедших сертификационные испытания, представлена в «Банке данных ИКАО» (Noise dB) [17]. Такая система позволит выполнять больший объём авиатранспортной работы в ночное

время без увеличения раздражающего воздействия шума, и при выполнении заданного объёма перевозок – уменьшать раздражающее воздействие шума. Это достигается оперативным использованием парка ВС предприятия с меньшим показателем АСС.

8. Заключение

В начале XXI в. специалисты официально признали, что цели в сфере защиты окружающей среды от воздействия авиации, поставленные ИКАО 50 лет назад, в целом достигнуты. В условиях постоянного роста объёмов авиаперевозок, прогнозируемых до середины века во всём мире и в нашей стране, сформированы новые направления экологической деятельности международной ГА. К ним относятся:

- разработка и внедрение нового международного экологического стандарта, нормирующего выброс парниковых газов при авиаперевозках;
- продолжение планомерного ежегодного повышения топливной эффективности авиаперевозок (не менее 2% ежегодно до 2050 г.);
- перевод авиатехники на использование экологичных альтернативных видов топлива;
- снижение уровня шума в аэропортах в ночное время, в частности путём учёта показателей акустического совершенства авиатехники.

Новые направления в экологической деятельности ГА будут развиваться на фоне дальнейшего совершенствования инженерно-технических решений, методов эксплуатации АТ, включая совершенствование организации воздушного движения, а также планомерной (по мере выработки установленного ресурса) замены авиатехники на экологически более совершенные самолёты новых поколений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Матягин А.М. Ноксология. Учеб. пособие. М.: МГТУ ГА, 2013. – 56 с.
2. Aviation and Global Atmosphere. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. – 350 p.
3. Николайкина Н.Е., Николайкин Н.И., Матягина А.М. Промышленная экология. Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта. Учеб. пособие. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 240 с.
4. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Охрана окружающей среды. Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации. (Environmental protection. Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation). Изд. 5-е (с посл. поправками). – Монреаль, Квебек, Канада, 2005.
5. Мельников Б.Н., Большунов Ю.А., Николайкин Н.И. Перспективы создания малошумных самолётов гражданской авиации // Безопасность в техносфере. – 2010. – № 2. – С. 32–37.
6. Нынешние и будущие тенденции в области авиационного шума и эмиссии авиационных двигателей. Документ ИКАО А37-WP/26. – Монреаль: 21/7/10. – 10 с.
7. Шапкин В.С. Состояние и прогноз обновления парка ВС в России: Доклад на пленарном заседании МНТК «ГА на современном этапе развития науки, техники и общества», посвященной 90-летию ГА. М.: МГТУ ГА, 24.04.2013 г.
8. Николайкин Н.И., Тараничев А.А. К вопросу уменьшения выброса парниковых газов при авиаперевозках //

¹ Quota Count system – система, используемая в Великобритании и странах Европы для снижения шума от ВС в ночное время (например, для лондонских аэропортов с 23:30 до 06:00).

- Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 1(3). – С. 779–783.
9. Сводное заявление о постоянной политике и практике ИКАО в области охраны окружающей среды. Общие положения, авиационный шум и местное качество воздуха: Резолюция А37–18. Док. 9958, Ч. 1. Монреаль: ИКАО, 2011. – С. 62–78.
 10. Сводное заявление о постоянной политике и практике ИКАО в области охраны окружающей среды. Изменение климата: Резолюция А37–19. Док. 9958, Ч. 1, Монреаль: ИКАО, 2011. – С. 78–86.
 11. *Самойлов И.А., Страдомский О.Ю., Шапкин В.С.* Развитие парка самолётов российских авиакомпаний // Научный вестник ГосНИИ ГА. № 2, 2012. – С. 7–14.
 12. Сводное заявление о постоянной политике и практике ИКАО в области охраны окружающей среды. Изменение климата: Рабочий документ ИКАО А37-WP/25. – Монреаль: ИКАО, 2010. – 4 с.
 13. Авиация и альтернативные виды авиационного топлива Рабочий документ А37-WP/23, Монреаль: ИКАО, 2010.
 14. *Babisch W., Kamp I. van.* Guidelines for community noise impact assessment and mitigation. Final report // I-INCE Publication. 2011. N 11–1. March. 54 p.
 15. *Jarup L. et al.* Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study (Гипертония и воздействие шума вблизи аэропортов: исследования по программе HYENA). Environ. Health Perspect., 2008, March, Vol. 116, N 3. P. 329–333.
 16. *Большунов Ю.А., Мельников Б.Н., Николайкин Н.И.* Оценка рисков здоровью населения и лётного состава гражданской авиации при воздействии шума и выбросов загрязняющих веществ // Научный вестник МГТУ ГА. 2013. – С. 63–72.
 17. Noise Certification Database. ICAO. <http://noisedb.stac.aviation-civile.gouv.fr/find.php>.

New Priorities in the Environment Protection against Civil Aviation Influence

N.I. Nikolaykin, Doctor of Engineering, Professor, Moscow State Technical University of Civil Aviation

The modern directions of environment protection against aircraft influence in the light of International Civil Aviation Organization (ICAO) decisions have been analyzed. Modern priorities in this activity have been revealed, tendencies of development related to international and civil aviation, as well as evolution of ecological requirements to aircraft, civil aviation's fuel efficiency increase directions and alternative fuels, problems of aviation noise impact on habitat have been considered.

Keywords: civil aviation, environment, fuel efficiency, alternative fuels, noise, ecological requirements.

Параметры и характеристика ветра по шкале Бофорта

Категория	Скорость ветра		Частота	Характеристика смерча, торнадо
	м/с	км/ч		
F0	18–32,5	64–116	38,9 %	Штормовой. Повреждает дымовые трубы и телевизионные вышки, ломает старые деревья, сносит вывески.
F1	32,5–50	117–180	35,6 %	Умеренный. Срывает крышу с домов, сносит с фундамента передвижные дома, перемещает автомобили.
F2	50–70	181–253	19,4 %	Значительный. Срывает крыши с домов, разрушает передвижные дома, вырывает с корнем крупные деревья, выбивает окна.
F3	70–92,5	254–332	4,9 %	Сильный. Срывает крыши с домов и ломает некоторые стены, опрокидывает поезд, вырывает с корнем большинство деревьев, поднимает в воздух тяжёлые автомобили.
F4	92,5–116,5	333–418	1,1 %	Разрушительный. Поднимает в воздух лёгкие дома, частично или полностью разрушает прочные дома, переносит на значительное расстояние автомобили.
F5	116,5–142,5	419–512	менее 0,1 %	Невероятный. Сносит с фундамента прочные дома и переносит их на значительные расстояния, срывает асфальт, переносит тяжёлые автомобили на расстояние более 100 метров.
F6–F12	свыше 142,5	свыше 512	менее 0.001%	Апокалиптический. Категории с F6 по F12 являются теоретическими. Разрушения от торнадо категории F6 и более высоких категорий почти не отличить от тех, которые нанёс бы F5, так как большинство разрушений нанесёт периферия вихря, ещё до того, как ветер силы F6 дойдёт до территории разрушений.