

# Анализ статистики авиакатастроф на основе исследования множества факторов

Д.В. Дьячков, О.В. Золотарев

[dimitri.dyach@gmail.com](mailto:dimitri.dyach@gmail.com), [ol-zolot@yandex.ru](mailto:ol-zolot@yandex.ru)

АНО ВО «Российский Новый Университет», Москва, Россия

*Целью исследования является сбор информации об авиационных происшествиях, сбор и анализ статистики по критериям: модель летательного средства, авиаперевозчик, причина происшествия, определение, на каком именно этапе полета произошло происшествие.*

*Ключевые слова:* анализ, статистика, авиакатастрофы.

## Analysis of statistics of air crashes based on the study of many factor

D.V. Diachkov, O.V. Zolotarev

[dimitri.dyach@gmail.com](mailto:dimitri.dyach@gmail.com), [ol-zolot@yandex.ru](mailto:ol-zolot@yandex.ru)

ANO HE «Russian New University», Moscow, Russia

*The purpose of the study is to collect information about air accidents, collect and analyze statistics according to the criteria: aircraft model, air carrier, cause of the accident, and determining at what stage of the flight the accident occurred.*

*Key words:* analysis, statistics, air crashes.

### Введение

Авиакатастрофы начали происходить с момента, когда человек впервые поднялся в воздух на летательном аппарате благодаря развитию технического прогресса. При этом, наука никогда не стояла на месте, постоянно совершенствуясь как в деле производства летательных машин - самолетов, так и в анализе причин, по которым самолеты падали на землю. Одними из главных факторов совершения неудачных полетов традиционно называются природные факторы - погодные условия.

В нашей стране всегда придавалось большое значение предотвращению авиакатастроф с помощью анализа метеорологических условий, в которых выполняются полеты авиасудов. На территории всей страны в каждом отдаленном уголке были оборудованы метеостанции, которые анализировали состояние погоды для нужд авиаиндустрии. Ведь чем больше количество метеорологических станций, тем точнее возможно определить метеосостояние и, соответственно, тем выше безопасность полетов.

В настоящее время тема авиакатастроф стала очень актуальной, она широко обсуждается в средствах массовой информации. И по-прежнему погодные условия, а в особенности такое явление, как гроза, являются основополагающими факторами при оценке причин падения самолетов. Ученые всего мира признают важность и необходимость тщательного детального исследования окружающей среды, влияния анализа метеорологических факторов на обеспечение безопасности полетов, особенно в условиях глобального потепления климата.

Первые авиакатастрофы произошли практически сразу же после начала эры воздухоплавания, то есть еще в конце XIX века. Как число самих авиационных происшествий, так и число их жертв было относительно невелико до начала массового применения самолетов в боевых действиях и в качестве гражданского транспорта. С развитием международных авиаперевозок сформирова-

ровалась и система учета и классификации авиационных происшествий, началась выработка международных стандартов авиабезопасности.

С началом эры массовых авиаперевозок во второй половине 1940-х годов число авиакатастроф и количество жертв начали стремительно расти. Увеличение надежности самолетов и повышение стандартов безопасности привели к снижению этих показателей в первой половине 1950-х годов. Однако начало реактивной эры и экспансия авиатранспорта в страны третьего мира привели к новому росту числа катастроф, который прекратился лишь к середине 1960-х. К этому времени на рынок были выведены новые, более надежные реактивные лайнеры, налажена относительно безопасная работа авиации во всех странах мира.

Своего пика ежегодное число авиакатастроф достигло в середине 1970-х (наибольшее количество погибших пришлось на 1972 год). Связано это было как с ростом числа авиаперевозок, так и с увеличением средней вместимости авиалайнеров. Новым фактором снижения авиационной безопасности в 1970-е годы стал терроризм. После серии крупных авиакатастроф началось планомерное ужесточение стандартов контроля за состоянием воздушных судов, их обслуживанием, подготовкой экипажей и досмотром пассажиров. В результате среднее число погибших в авиакатастрофах к середине 1980-х сократилось более, чем вдвое. В последующие полтора десятилетия, однако, оно снова выросло - от 1000 до 1500 людей ежегодно лишались жизни в результате авиакатастроф. Это было связано не столько с увеличением их числа, сколько с увеличением средней пассажироместности авиалайнеров, массовым распространением широкофюзеляжных самолетов.

В последнее десятилетие, несмотря на значительный рост объемов авиаперевозок, снижается как число авиакатастроф, так и число погибших в них людей.

## 1. Статистика авиакатастроф

### 1.1 Описание авиатранспорта

Для способа перемещения людей и грузов в нужную точку в заданном направлении авиатранспорт появился в 20-м веке. Первые самолеты не давали поводов рассуждать о возможности создать отрасль такую, как воздушный транспорт. Летчики и инженеры мечтали не о людях и грузах, а о том, чтобы приземлиться и не разбиться. С увеличением надежности самолетов появились идеи об их коммерческом использовании. Авиация развивалась быстро, начали появляться первые регулярные авиасообщения между городами.

#### Виды современного воздушного транспорта:

##### Самолеты

Огромную долю современных авиоперевозок выполняют самолеты. В 2016 году они перевезли 3.7 млрд. пассажиров. Больше трети товаров, продаваемых через интернет, перевозятся именно самолетами. Главная особенность воздушного транспорта - это скорость. На сегодняшнем уровне развития авиации доставка пассажиров и грузов практически в самую удаленную точку мира занимает максимум сутки. При всем при этом авиалайнеры обладают высоким уровнем комфорта, и для большинства пассажиров авиAPERелет может показаться отдыхом. Однако за скорость, как и везде, приходится платить. Летать на авиалайнерах дорого. Далее, современные вместительные и грузоподъемные самолеты могут сесть далеко не на любую взлетно-посадочную полосу, то есть транспортирование может значительно удлиниться за счет финального отрезка маршрута, который нужно преодолеть по земле. Кроме этого, еще необходимо оформить документы и другие процедуры, которые требуется пройти перед взлетом. Зачастую данное оформление занимает даже больше времени чем сам перелет. Но, несмотря на это, авиатранспорт становится все более популярным. Что касается грузов, перевозимых в самолетах, их можно разбить на несколько условных категорий: почта, скоропортящиеся товары, малогабаритные и крупногабаритные грузы.

##### Вертолеты

Винтокрылые летательные аппараты поднялись в воздух немного позднее своих предшественников. Первыми ценителями вертолетов в качестве воздушного транспорта стали военные, за счет их способности вертикального взлета и посадки, умения зависать в воздухе. Вертолет оказался незаменимым транспортом в сложных и чрезвычайных ситуациях. Низкую (относительно самолетов) скорость, вертолеты компенсируют чрезвычайной маневренностью. Современные тяжелые вертолеты могут перевозить 50 тонн груза более чем на 500 км за один рейс. Гражданские модели вертолетов больше ценятся не за их грузоподъемность, а за отличную маневренность.

### 1.2 Опасности и аварии на авиационном транспорте

Ежегодно авиационным транспортом пользуются более сотни миллионов человек по всему миру.

Надежность и безопасность авиации повышается постоянно. Внедряются современные способы защиты при аварии на воздушном судне, используются современные методы досмотра пассажиров и багажа в аэропортах, тщательный осмотр судна перед вылетом и тесное взаимодействие с метеослужбами, наличие четких правил и регламентов управления самолетом. Но, несмотря на то что защите и безопасности полета в авиации уделяется первоочередное значение, аварии различной степени тяжести все равно продолжают происходить. Маленькая авария или невнимательность может привести к авиационной катастрофе и жертвам.

Авиационная авария — это происшествие, не приведшее к человеческим жертвам, но вызвавшее столь значительное разрушение самолета, что восстановительные работы невозможны или нецелесообразны.

Авиационная катастрофа — это авиационное происшествие, повлекшее за собой гибель хотя бы одного члена экипажа или пассажира, полное или частичное разрушение воздушного судна, или его бесследное исчезновение.

Анализ аварий и авиакатастроф последних лет позволяет собрать перечень основных причин, приводящих к авиационным происшествиям. Их можно объединить в следующие группы:

- человеческий фактор (ошибки экипажа или диспетчерской службы, плохое самочувствие или усталость пилотов) - до 60%;
- неисправность техники (поломка бортовой техники, плохое качество топлива) - до 30%;
- воздействие внешней среды (туман, ливень, резкое похолодание, высокая влажность воздуха, метель) - до 20%;
- прочие (террористический акт, саботаж, невыясненные) - до 10%.

Более половины авиационных происшествий происходит на аэродромах и прилегающей территории. По элементам полета они разделяются следующим образом:

- посадка - 36%,
- взлет - 30%,
- крейсерский полет - 18%,
- заход на посадку - 16%.

Как видно из приведенных данных, не менее половины авиационных происшествий случается из-за ошибок человека, в подавляющем большинстве случаев - членов экипажа.

Рассмотрим более подробно некоторые причины:

- нарушение регламента пилотирования, недостаточная квалификация пилотов для определенной модели авиационного судна;
- ошибки экипажа в сложных погодных условиях;
- усталость членов экипажа, проблемы с физическим и психоэмоциональным состоянием;
- ошибки наземной диспетчерской службы;
- неправильное техническое обслуживание самолета или его отсутствие;
- попадание птицы в двигатель самолета;
- потеря управления при попадании в зону высокой турбулентности,

- террористические акты.

Наиболее распространенный вид катастроф — это столкновение с землей в контролируемом полете, вызванное потерей пространственной ориентации самолета.

### 1.3 Описание авиакатастроф по типам

#### Статистика авиакатастроф по географическим регионам

Список из 25 географических регионов, в которых произошло наибольшее количество несчастных случаев с гражданскими авиалайнерами, приведен в таблице 1.

**Таблица 1.** Статистика географических регионов, в которых произошло больше всех авиакатастроф

№	РЕГИОН	АВАРИЙ	СМЕРТЕЙ
1	США	857	10816
2	Россия	527	8475
3	Бразилия	191	1800
4	Колумбия	189	2731
5	Канада	183	2932
6	Великобритания	110	1298
7	Франция	105	2249
8	Индонезия	103	2239
9	Мексика	101	1276
10	Индия	94	2331
11	Китай	75	1743
12	Венесуэла	69	1310
13	Италия	68	1119
14	Украина	63	1337
15	Д.Р. Конго	63	714
16	Боливия	62	644
17	Перу	61	1345
18	Филиппины	61	875
19	Германия	60	938
20	Испания	54	2355
21	Австралия	51	398
22	Новая Гвинея	49	168
23	Атлантический океан	49	120
24	Казахстан	44	742
25	Аргентина	43	819

#### Подробная статистика авиакатастроф за 2017-2019 годы с описанием модели самолета, оператора, страны и жертв

В 2017 году в мире произошло 10 аварий со смертельным исходом. Количество жертв составило 44 человека. Количество жертв ведется только среди пассажиров самолета, без учета жертв на земле (таблица 2).

**Таблица 2.** Статистика авиакатастроф 2017 года

ДАТА	САМОЛЕТ	ОПЕРАТОР	СТРАНА	ЖЕРТ ВЫ
16-JAN-17	Boeing 747-400	ACT Airlines	Киргизия	4
12-APR-17	Cessna 208 Caravan I	Spirit Avia Sentosa	Индонезия	1
01-MAY-17	Cessna 208B Grand Caravan	Grant Aviation	США	1
05-MAY-17	Air Cargo Carriers	Shorts 330-200	США	2
27-MAY-17	Summit Air	Let L-410UVP-E20	Непал	2
14-OCT-17	Valan Int'l Cargo	Antonov An-26-100	Кот-д'Ивуар	4

ДАТА	САМОЛЕТ	ОПЕРАТОР	СТРАНА	ЖЕРТ ВЫ
15-NOV-17	Khabarovsk Avia	Let L-410UVP-E20	Россия	6
15-NOV-17	Coastal Aviation	Cessna 208B Grand Caravan	Танзания	11
13-DEC-17	West Wind Aviation	ATR 42-320	Канада	1
31-DEC-17	Nature Air	Cessna 208B Grand Caravan	Коста-Рика	12

В 2018 году случилось 15 аварий со смертельным исходом. Количество жертв составило 556 пассажиров и членов экипажа (таблица 3).

**Таблица 3.** Статистика авиакатастроф 2018 года

ДАТА	САМОЛЕТ	ОПЕРАТОР	СТРАНА	ЖЕРТВЫ
11-FEB-2018	Antonov An-148-100B	Saratov Airlines	Россия	71
18-FEB-2018	ATR 72-212	Iran Aseman Airlines	Иран	66
12-MAR-2018	DHC-8-402Q Dash 8	US-Bangla Airlines	Непал	51
17-APR-2018	Boeing 737-7H4	Southwest Airlines	США	1
16-MAY-2018	Cessna 208B Grand Caravan	Makalu Air	Непал	1
18-MAY-2018	Boeing 737-201	Cubana, Isf Global Air	Куба	112
05-JUN-2018	Cessna 208B Grand Caravan	Fly-SAX	Кения	10
24-JUN-2018	Let L-410UVP	Eagle Air	Гвинея	4
10-JUL-2018	Convair CV-340	Rovos Air	ЮАР	1
04-AUG-2018	Junkers Ju-52/3mg4e	Ju-Air	Швейцария	20
09-SEP-2018	Let L-410UVP	South West Aviation, Isf Slav-Air	Южный Судан	20
28-SEP-2018	Boeing 737-8BK (WL)	Air Niugini	Микронезия	1
29-OCT-2018	Boeing 737 MAX 8	Lion Air	Индонезия	189
09-NOV-2018	Boeing 757-23N	Fly Jamaica Airways	Гвинея	1

В 2019 году среди гражданской авиации произошло 20 катастроф, унесшие жизни у 283 человек (таблица 4).

**Таблица 4.** Статистика авиакатастроф 2019 года

ДАТА	САМОЛЕТ	ОПЕРАТОР	СТРАНА	ЖЕРТВЫ
08-FEB-2019	Convair C-131B Samaritan	Conquest Air Cargo	США	1
23-FEB-2019	Boeing 767-375ER (BCF) (WL)	Amazon Prime Air, opb Atlas Air	США	3
09-MAR-2019	Douglas DC-3	LASER	Колумбия	14
10-MAR-2019	Boeing 737 MAX 8	Ethiopian Airlines	Эфиопия	157
05-MAY-2019	Sukhoi Superjet 100-95B	Aeroflot	Россия	41
13-MAY-2019	DHC-3T Vazar Turbine Otter	Taquan Air	США	1
27-JUN-2019	Antonov An-24RV	Angara Airlines	Россия	2
26-JUL-2019	Cessna 208 Caravan 675	Seair Sea-planes	Канада	4

ДАТА	САМОЛЕТ	ОПЕРАТОР	СТРАНА	ЖЕРТВЫ
06-AUG-2019	Cessna 208B Grand Caravan	Alkan Air	Канада	2
11-SEP-2019	Convair CV-440	Ferreteria e Implementos San Francisco	США	2
18-SEP-2019	Viking Air DHC-6-400 Twin Otter	Rimbun Air, opb Carpediem Aviation	Индонезия	4
23-SEP-2019	Cessna 208B Grand Caravan	Auric Air	Танзания	2
02-OCT-2019	Boeing B-17G Flying Fortress	The Collings Foundation	США	7
04-OCT-2019	Antonov An-12BK	Ukraine Air Alliance	Украина	5
17-OCT-2019	Saab 2000	PenAir	США	1

ДАТА	САМОЛЕТ	ОПЕРАТОР	СТРАНА	ЖЕРТВЫ
26-OCT-2019	DHC-3T/M601 Turbine Otter	Blue Water Aviation Services	Канада	3
24-NOV-2019	Dornier 228-201	Busy Bee Congo	Д.Р. Конго	26
09-DEC-2019	Cessna 208B Super Cargo-master	Martinaire	США	1
24-DEC-2019	Cessna 208B Grand Caravan	Calafia Airlines	Мексика	2
27-DEC-2019	Fokker 100	Bek Air	Казахстан	12

#### Аварии по типу самолета с разрушением самолета со смертями и без

Статистика с 1959 по 2017 год. Отсортировано по году введения (таблица 5).

Таблица 5. Статистика авиакатастроф по типу самолета

Самолет	Разрушение самолета	Разрушение самолета со смертями	Частота аварий с разрушением самолета (на миллион вылетов)	Частота аварий с разрушением самолета со смертями (на миллион вылетов)
707/720	153	74	8.84	4.28
DC-8	75	51	5.89	4.00
727	95	56	1.24	0.73
DC-9	92	49	1.47	0.78
BAC 1-11	26	12	2.99	1.38
737-100/-200	102	52	1.75	0.89
F28	43	22	4.51	2.31
747-100/-200/-300/SP	37	19	2.85	1.46
DC-10/MD-10	28	12	3.01	1.29
L-1011	4	3	0.74	0.56
A300	17	4	2.61	0.61
MD-80/-90	32	15	0.69	0.32
767	10	2	0.50	0.10
757	5	5	0.20	0.20
BAe 146, RJ70/85/100	17	8	1.47	0.69
A310	12	9	2.53	1.90
737-300/-400/-500	54	19	0.71	0.25
A300-600	7	4	1.06	0.60
A320/321/319/318	25	12	0.21	0.10
E100/E70	13	4	1.17	0.36
747-400	8	5	0.95	0.60
MD-11	10	5	3.59	1.79
A340	2	0	0.61	0
A330	4	2	0.39	0.19
777	4	2	0.36	0.18
737-600/-700/-800/-900	15	7	0.17	0.08
717	0	0	0	0
CRJ700/900/1000	0	0	0	0
E170/175/190	4	1	0.24	0.06
**A380	0	0	0	0
787	0	0	0	0
**747-8	0	0	0	0
**A350	0	0	0	0
**C Series	0	0	0	0
**A320/321/319neo	0	0	0	0
**737 MAX	0	0	0	0
Общее	993	507	1.29	0.66

#### 1.4 Несчастные случаи по фазам полета

На рис. 1 изображена частота несчастных случаев с жертвами по разным этапам полета.

##### Определение фаз полета

**Parking:** парковка, эта фаза начинается и заканчивается в момент, когда самолет начинает и прекращает свое движение.

**Taxi:** эта фаза начинается после взлета и посадки самолета, когда происходит буксировка воздушного транспорта.

**Takeoff run:** фаза начинается, когда экипаж начинает увеличивать тягу для отрыва от земли, заканчивается, когда произошел взлет или экипаж прерывает взлет.

**Aborted takeoff:** прерванный взлет, экипаж снижает тягу с целью остановить самолет, фаза заканчивается, когда экипаж остановил самолет.

**Initial climb:** начальная фаза набора высоты, начинается, когда самолет оторвался от взлетно-посадочной полосы на 10 метров. Этап обычно заканчивается в момент, когда самолет достигает своей обычной летной высоты.

**Cruise:** фаза начинается, когда самолет достигает своей крейсерской высоты полета. Заканчивается в момент снижения самолета.

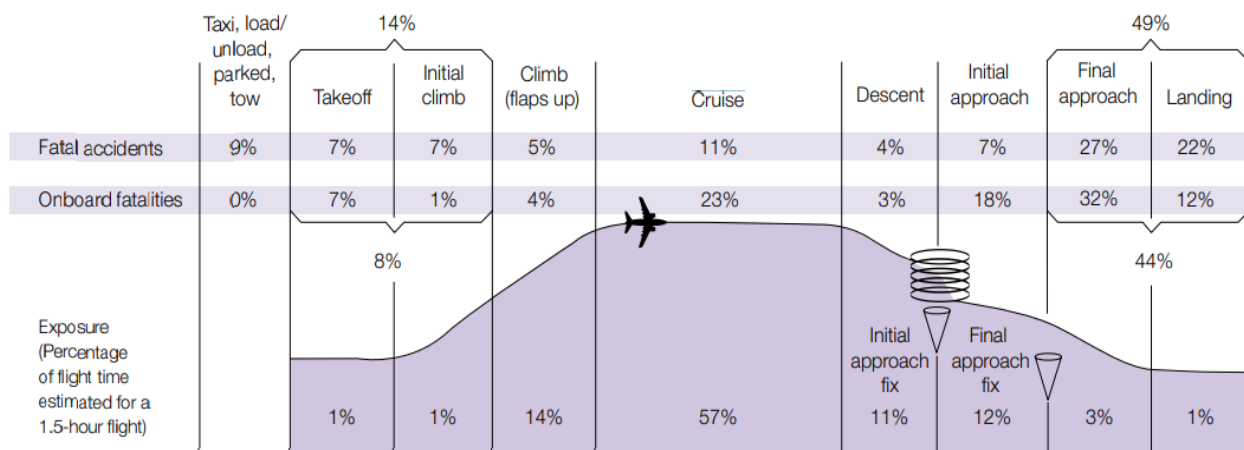


Рис.1. Несчастные случаи со смертельным исходом по этапам полета

Initial descent: фаза начинается, когда экипаж покидает крейсерскую высоту для того, чтобы приземлиться.

Approach: фаза захода на посадку, начинается в момент, когда экипаж готовит самолет к посадке, фаза обычно заканчивается, когда самолет и экипаж готовы к посадке на конкретную взлетно-посадочную полосу. В некоторых случаях может заканчиваться началом фазы Initial climb, начальным набором высоты или фазой Go-around, уходом на второй круг.

Go-around: уход на второй круг, фаза начинается, когда экипаж прерывает запланированную посадку во время фазы захода на посадку (Approach). Заканчивается первоначальным подъемом или когда самолет и экипаж вновь будут готовы совершить запланированную посадку.

Landing: посадка, фаза начинается, когда самолет находится на посадке, заканчивается, когда скорость самолета снижается до скорости буксировки (фаза Taxi) [1].

### Статистика несчастных случаев по фазам полета по годам

Приводится статистика несчастных случаев со смертельным исходом на разных фазах полета в течение года (таблица 6).

Таблица 6. Статистика несчастных случаев по фазам полета

Year	Take-off	Initial Climb	En Route	Approach	Landing	Taxi
2019	4	1	10	4	4	0
2018	1	1	11	3	2	0
2017	0	2	5	4	2	0
2016	3	1	11	2	0	0
2015	0	4	9	1	0	0
2014	0	3	12	3	2	0
2013	3	1	7	13	4	0
2012	1	6	3	11	2	0
2011	1	3	16	12	3	0
2010	0	6	11	10	5	0
2009	4	6	9	8	4	1
2008	4	2	14	10	4	4
2007	2	4	15	4	7	1
2006	1	4	18	4	5	1
2005	2	6	15	9	4	1
2004	2	2	13	12	4	1
2003	5	3	9	13	0	2
2002	2	0	16	20	2	5

Year	Take-off	Initial Climb	En Route	Approach	Landing	Taxi
2001	3	3	13	14	1	1
2000	4	5	17	12	3	1
1999	4	2	20	11	7	3
1998	4	4	14	19	3	1
1997	2	4	14	18	5	3
1996	2	5	18	22	8	1
1995	5	4	14	29	4	5
1994	7	5	17	19	5	4
1993	4	6	14	17	6	1
1992	6	9	18	22	3	2
1991	4	2	22	16	7	2
1990	4	9	10	17	1	1
1989	6	8	16	23	5	2
1988	7	6	12	30	3	5
1987	6	1	11	18	6	1
1986	5	3	10	24	2	7
1985	1	12	14	11	0	1
1984	1	5	18	8	4	1
1983	4	5	5	13	3	2
1982	3	4	12	9	6	1
1981	1	6	23	13	2	1
1980	2	5	16	15	3	3
1979	5	11	25	23	6	4
1978	8	14	21	16	3	2
1977	4	13	11	22	4	1
1976	3	8	27	17	4	2
1975	5	8	16	21	3	3
1974	6	7	25	26	0	1
1973	7	6	20	28	4	1
1972	4	11	27	27	0	2
1971	1	6	21	19	1	2
1970	7	16	24	21	5	3
1969	4	6	25	28	5	1
1968	2	9	21	22	5	2
1967	5	11	23	18	4	2
1966	5	5	30	17	1	1
1965	1	8	29	15	1	3
1964	3	5	21	13	4	3
1963	3	2	32	14	0	2
1962	8	10	27	18	1	2
1961	2	7	27	20	2	2
1960	5	9	31	21	2	1
1959	2	4	32	25	1	4
1958	5	4	40	17	2	1
1957	2	7	31	23	3	1
1956	1	6	29	15	3	1
1955	5	4	37	12	3	4
1954	7	3	22	16	3	1
1953	4	7	35	19	2	4
1952	3	10	28	10	4	1
1951	2	10	27	21	2	4
1950	4	6	37	14	5	1

Year	Take-off	Initial Climb	En Route	Approach	Landing	Taxi
1949	8	7	34	20	3	1
1948	7	6	52	18	7	2
1947	5	4	37	16	9	1
1946	1	13	20	27	5	1
1945	4	2	19	6	3	6
<b>ОБЩЕЕ</b>	<b>268</b>	<b>433</b>	<b>1495</b>	<b>1188</b>	<b>251</b>	<b>138</b>

На рис. 2 изображена диаграмма несчастных случаев со смертельным исходом по фазам полета за 1945-2019 год.

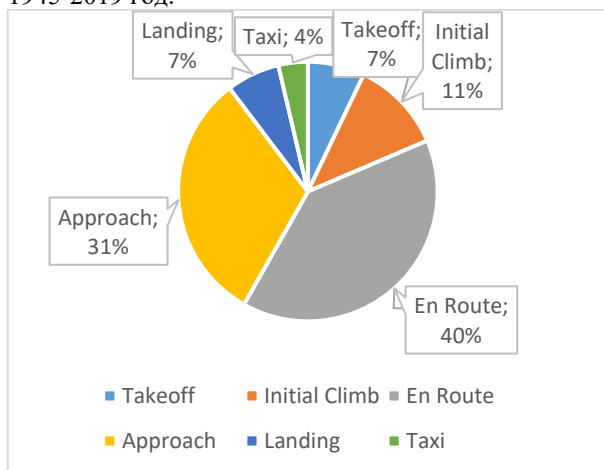


Рис. 2. Несчастные случаи по фазам полета

En Route - не конкретная фаза, а этап полета по маршруту

### 1.5 Несчастные случаи с жертвами по категориям

На рис. 3 представлена диаграмма несчастных случаев с жертвами по категориям.

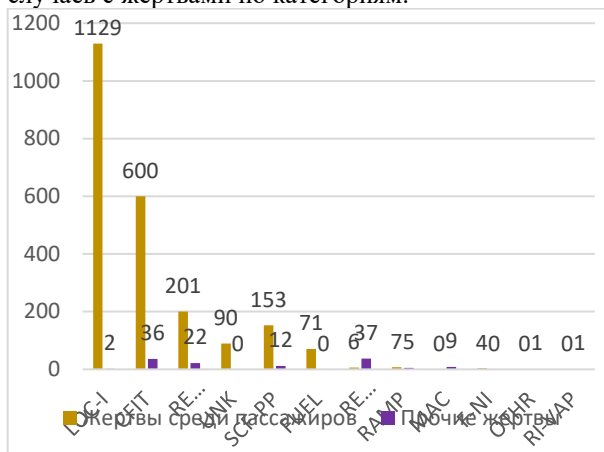


Рис. 3. Несчастные случаи с жертвами по категориям:

- ARC - контакт с ненормальной ВПП,
- CFIT - столкновение с землей в управляемом полёте,
- FUEL – топливо,
- LOC-I - потеря контроля в полете,
- MAC - столкновение в воздухе,
- OTHR - иные причины,
- RAM - наземное обслуживание самолета,
- RE (Takeoff/Landing) - выкатывание за пределы ВПП,
- RI-VAP - столкновение с неавторизованным объектом на активной полосе,

SCF-PP - отказ системы / неисправная работа системы,  
 UNK - неизвестные или неопределенные причины,  
 USOS - недолет/перелет [2].

### 1.6 Статистика авиапроисшествий по годам

Данные с 1945 по 2020 год. Не указывались катастрофы с военными самолетами, криминального характера (угон) и катастрофы частных самолетов.

Таблица данных авиапроисшествий по годам (таблица 7):

Таблица 7. Статистика авиапроисшествий

Year	Airliner Accidents	Airliner Fatalities	Corp. jet Accidents	Corp. jet Fatalities	Hijackings	Hijacking Fatalities
2019	23	288	9	30	4	1
2018	18	561	7	26	1	0
2017	14	59	7	24	0	0
2016	17	258	5	20	2	0
2015	14	186	9	40	0	0
2014	20	692	12	54	3	0
2013	28	232	8	23	1	0
2012	24	477	6	26	3	2
2011	36	525	4	16	1	0
2010	32	943	5	18	1	0
2009	32	763	4	11	5	0
2008	35	595	9	39	3	0
2007	32	774	9	21	6	0
2006	33	905	13	51	3	0
2005	40	1075	6	23	1	0
2004	35	462	8	31	4	0
2003	34	705	11	25	9	0
2002	42	1000	8	21	10	2
2001	36	879	9	37	11	268
2000	43	1148	8	20	27	5
1999	44	478	9	37	13	2
1998	47	1194	6	15	14	1
1997	47	1164	10	31	12	1
1996	57	1844	11	64	17	125
1995	58	1207	12	59	12	1
1994	59	1454	10	49	27	8
1993	51	1134	7	33	36	4
1992	61	1546	6	31	11	4
1991	54	1151	14	76	20	6
1990	48	664	9	31	38	86
1989	65	1536	6	18	15	1
1988	59	1149	10	30	15	12
1987	46	1111	9	36	12	2
1986	45	828	9	33	16	87
1985	42	2010	12	40	26	65
1984	40	683	10	38	27	33
1983	36	862	8	34	34	12
1982	37	1175	6	41	32	1
1981	46	905	8	30	30	6
1980	48	1299	11	28	38	1
1979	78	1778	8	31	24	0
1978	65	1263	6	18	26	4
1977	61	1645	12	52	32	114
1976	67	1631	9	46	16	15
1975	57	1193	4	9	19	2
1974	70	1997	10	39	20	83
1973	71	2033	8	31	22	88
1972	75	2389	7	27	59	24
1971	52	1445	6	23	54	8
1970	78	1476	7	17	77	7
1969	71	1676	8	33	86	5
1968	66	1398	6	23	29	1
1967	66	1342	3	7	5	1
1966	63	1467	4	10	4	2

Year	Airliner Accidents	Airliner Fatalities	Corp. jet Accidents	Corp. jet Fatalities	Hijackings	Hijacking Fatalities
1965	58	1159	5	14	5	1
1964	49	1016	1	3	0	0
1963	57	1263	1	0	1	0
1962	73	1770	5	16	1	0
1961	64	1345	0	0	11	3
1960	75	1484	0	0	8	3
1959	72	1075	1	3	6	1
1958	75	1233	1	0	9	19
1957	76	977	0	0	0	0
1956	58	850	0	0	2	1
1955	64	630	0	0	0	0
1954	56	707	0	0	3	2
1953	74	976	0	0	0	0
1952	61	783	0	0	4	2
1951	69	948	0	0	1	0
1950	71	1124	0	0	4	0
1949	81	1109	0	0	7	1
1948	99	1303	0	0	7	26
1947	82	1083	0	0	0	0
1946	74	1083	0	0	0	0
1945	39	333	0	0	0	0

Year - год, в котором произошло происшествие,  
Airliner Accidents - несчастный случай с/на авиа-  
лайнере,

Airliner Fatalities - несчастный случай с/на авиа-  
лайнере с жертвами,

Corp. jet Accidents - несчастный случай с/на част-  
ном самолете,

Corp. jet Fatalities - несчастный случай с/на част-  
ном самолете с жертвами,

Hijackings - угон авиатранспорта.

На рис. 4 представлена диаграмма несчастных случаев с жертвами среди пассажиров за период с 1945 по 2019 год. В таблице 8 приведено количество зарегистрированных авиаперелетов по странам.

number of fatal accidents and 5-year moving average

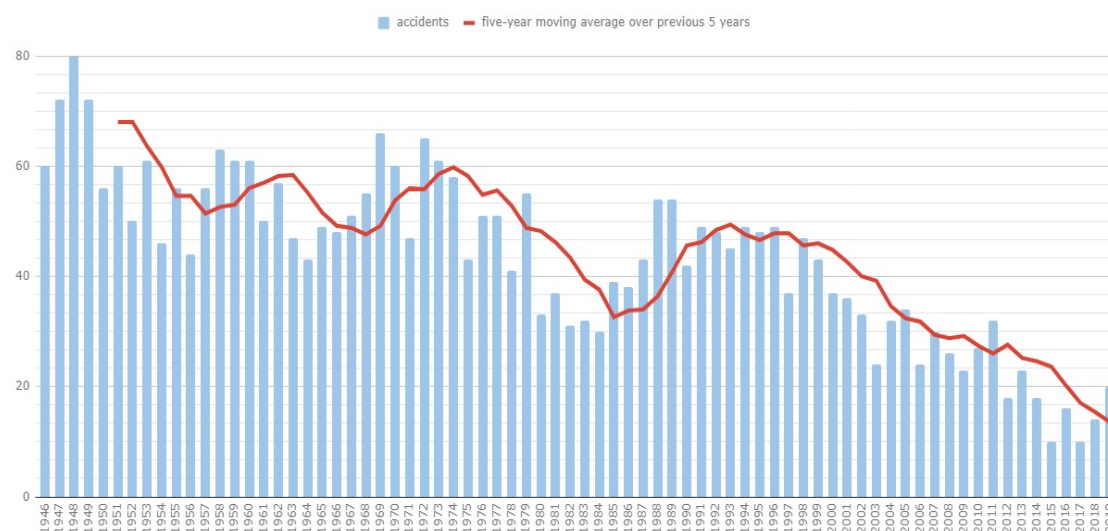


Рис. 4. Диаграмма несчастных случаев со смертельным исходом в гражданской авиации по годам 1946-2019

Таблица 8. Количество зарегистрированных авиаперелетов по странам

Страна	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
США	9054478	9182363	10095197	10057768	9864360	9745498	9556324	9498668	9640591	9639096	9879630
Китай	1853088	2140124	2377789	2538667	2779741	3073450	3356756	3616026	3952098	4359033	4692008
Канада	1200361	1198381	1234528	1245743	1280198	1263297	1290419	1322033	1359442	1443818	1475062
Велико- британия	1056206	1003893	985109	1062692	1050702	1052640	1064175	1104117	1180312	1182696	1242985
Япония	655495	641913	934487	812928	874677	915542	927666	956015	984320	1035522	999594
Индия	592292	601977	623196	695626	678125	689094	724541	787998	917625	1029426	1200111
Германия	1154472	1080553	971803	1021899	985668	954874	946082	967453	962803	955827	922648
Индоне- зия	345240	330112	520932	599692	641182	576000	675005	682389	823735	892801	959307
Ирландия	483741	528098	601262	635065	648817	641412	658512	718059	836293	883323	935961
Россия	522577	475261	523759	596042	636748	678071	747804	767043	746446	815708	885094
Украина	52509	58756	66038	76652	73378	58474	47927	45688	55261	63315	66712
Белорус- сия	6371	5868	12101	14378	14608	17820	21168	22939	26857	29562	31676
Казахстан	19229	18832	33483	40916	44580	66108	71220	72486	73188	83048	83287

Данные учитывают, как внутренние, так и между-  
народные перелеты, осуществляемые перевозчи-  
ками, зарегистрированными в стране. Сбором дан-

ных занимается Международная организация граж-  
данской авиации (ICAO - International Civil Aviation  
Organization) - специализированное учреждение  
ООН, устанавливающее международные нормы



гражданской авиации и координирующее ее развитие с целью повышения безопасности и эффективности. В сбор данных также принимает участие Всемирный банк (World Bank Air transport, registered carrier departures worldwide) [3], [4].

### 1.7 Сравнительный анализ мировых ведущих по авиарейсам стран и стран СНГ к авиакатастрофам

Для примера возьмем беспрецедентного мирового лидера по количеству авиарейсов США, в 2008 году произошло 9 несчастных случаев и катастроф со смертельным исходом, в 2009 - 4. Всего за период с 2008 по 2018 в США было совершено 106 213 973 рейса, на 93 из которых погибли люди. Вероятность оказаться на борту такого лайнера в этот период равна 0.000087%.

Рассмотрим теперь Россию, за десятилетний период в Россию прилетело и вылетело 7 394 553 рейсов, на борту у 48 погибли люди. Шанс оказаться в таком самолете 0.00065%, чуть вышел чем у США.

В Белоруссии за этот же период было зарегистрировано 203 348 рейса, и 1 рейс с жертвами, самолет British Aerospase BAe-125-800В выполнял рейс Москва-Минск, в условиях плохой видимости и малочисленного опыта экипажа самолет врезался в землю. Погибло 5 человек. Шанс оказаться на том борту составляет 0.0005%.

Украина зарегистрировала 664 711 рейса, 9 с жертвами. Шанс оказаться на таком борту составляет 0.00135%.

Ну и наконец в Казахстане за десятилетний период было зарегистрировано 606 377 рейса, на 9 погибли люди. Шанс оказаться там 0.0015%.

### 1.8 Сравнительный анализ пассажиров к жертвам авиакатастроф

В таблицах 9 и 10 приведены пассажиропотоки авиакомпаний, соответственно, США и России.

**Таблица 9.** Сравнительный анализ пассажиров к жертвам авиакатастроф

Авиакомпания	Перевезено пассажиров, млн. чел.
American Airlines	199.6
Delta Air Lines	196.4
Southwest Airlines	157.8
United Continental	148.1
SkyWest Inc.	51,5
Alaska Air	44
JetBlue	40
Spirit Airlines	39,59

**Таблица 10.** Пассажиропоток авиакомпаний России

Авиакомпания	Перевезено пассажиров, чел.
Аэрофлот	35 762 452
Сибирь (S7 Group)	11 598 533
Россия	11 140 199
Уральские Авиалинии	9 000 615
ЮТэйр	7 652 155
Победа	7 184 779
Другие	68 953 555

### 1.9 Анализ жертв авиакатастроф по всем странам мира в 2018 году

Исходя из данных таблицы 3, в 2018 году в мире произошло 15 катастроф, в которых погибло 556 человек.

В 2018 году в мире было официально зарегистрировано 311 220 051 рейс [3], которые перевезли больше 36 млрд. чел. (36 047 773 501 пассажира [5]). Исходя из этого, вероятность погибнуть в авиакатастрофе в 2018 году составляла 0,0000015 % или 1 к 1 000 000.

#### Анализ жертв авиакатастроф по 263 странам за период с 1970 по 2018 год

За период с 1970 по 2018 в 263 странах мира было официально зарегистрировано 7 млрд. (7 050 773 283) рейсов, которые перевезли около 576,5 млрд. пассажиров. Из них 55 136 пассажиров погибли в авиакатастрофах. Таким образом, шанс погибнуть в авиакатастрофе за период с 1970 по 2018 составил 0.00001% или 1 к 100 000 [6].

#### Перечень анализируемых стран

Пассажиропотоки и число зарегистрированных рейсов были проанализированы и сравнены с жертвами по периодам в следующих странах и государствах: Аруба, Афганистан, Ангола, Албания, Андорра, Объединенные Арабские Эмираты, Аргентина, Армения, Американское Самоа, Антигуа и Барбуда, Австралия, Австрия, Азербайджан, Бурунди, Бельгия, Бенин, Буркина-Фасо, Бангладеш, Болгария, Бахрейн, Багамские Острова, Босния и Герцеговина, Белоруссия, Белиз, Бермудские острова, Боливия, Бразилия, Барбадос, Бруней-Даруссалам, Бутан, Ботсвана, Центрально-Африканская Республика, Канада, Швейцария, Чили, Китай, Берег Слоновой Кости, Камерун, Конго, Конго, респ., Колумбия, Коморские острова, Кабо-Верде, Коста-Рика, Куба, Кюрасао, Каймановы острова, Кипр, Чехия, Германия, Джибути, Доминика, Дания, Доминиканская Республика, Алжир, Эквадор, Египет, Арабская Республика, Эритрея, Испания, Эстония, Эфиопия, Финляндия, Фиджи, Франция, Фарерские острова, Микронезия, ФРС., Габон, Великобритания, Грузия, Гана, Гибралтар, Гвинея, Гамбия, Гвинея-Бисау, Экваториальная Гвинея, Греция, Гренада, Гренландия, Гватемала, Гуам, Гайана, САР Гонконг, Китай, Гондурас, Хорватия, Гаити, Венгрия, Индонезия, Остров Мэн, Индия, Ирландия, Иран, Ирак, Исландия, Израиль, Италия, Ямайка, Иордания, Япония, Казахстан, Кения, Кыргызская Республика, Камбоджа, Кирибати, Сент-Китс и Невис, Корея, респ. Кувейт, Лаосская Народно-Демократическая Республика, Ливан, Либерия, Ливия, Сент-Люсия, Лихтенштейн, Шри-Ланка, Лесото, Литва, Люксембург, Латвия, Макао, Китай, Святого Мартина (французская часть), Марокко, Монако, Молдова, Мадагаскар, Мальдивы, Мексика, Маршалловы острова, Северная Македония, Мали, Мальта, Мьянма, Черногория, Монголия, Мозамбик, Мавритания, Маврикий, Малави, Малайзия, Намибия, Новая Каледония, Нигер, Нигерия, Никарагуа, Нидерланды, Норвегия, Непал, Науру,



Новая Зеландия, Оман, Пакистан, Панама, Перу, Филиппины, Папуа - Новая Гвинея, Польша, Пуэрто-Рико, Корея, Дем. Народная Республика, Португалия, Парагвай, Французская Полинезия, Катар, Румыния, Российская Федерация, Руанда, Саудовская Аравия, Судан, Сенегал, Сингапур, Соломоновы острова, Сьерра-Леоне, Сальвадор, Сан-Марино, Сомали, Сербия, Южный Судан, Сан-Томе и Принсипи, Суринам, Словения, Швеция, Синт-Мартен (голландская часть), Сейшельские острова, Сирийская Арабская Республика, Острова Теркс и Кайкос, Чад, Таиланд, Таджикистан, Туркменистан, Восточный Тимор, Тонга, Тринидад и Тобаго, Тунис, Тувалу, Танзания, Уганда, Украина, Уругвай, США, Узбекистан, Сент-Винсент и Гренадины, Венесуэла, Британские Виргинские острова, Виргинские острова (США), Вьетнам, Вануату, Самоа, Косово, Йемен, респ. Замбия, Зимбабве.

## 2. Многофакторная статистика авиакатастроф по типам самолетов

Для анализа были выбраны пассажирские и некоторые пассажирско-транспортные самолеты. Анализу подверглись только те модели самолетов, модификации которых до сих пор эксплуатируются среди авиаперевозчиков. Анализу подверглись не все авиационные инциденты, а лишь те, где имели место жертвы среди пассажиров, членов экипажа и жертвы среди населения на земле. Для повышения точности анализа и статистики было принято решение использовать случайно выбранные инциденты без жертв для тех моделей самолетов, на которых число инцидентов с жертвами составляло от 1 до 5 случаев. Модели самолетов, на которых не было инцидентов с жертвами, не рассматривались. В анализе было рассмотрено не менее 80% всех случившихся авиакатастроф.

### 2.1 Статистика авиакатастроф фирмы Boeing

#### Boeing

Пассажирские самолеты Boeing эксплуатируются в следующих странах: США, Арабские Эмираты, Гонконг, Франция, Южная Корея, Великобритания, Германия, Ирландия, Иран, Израиль [7]

На рис. 5 представлен анализ следующих моделей самолета Boeing разных модификаций: Boeing 707, Boeing 720, Boeing 727, Boeing 737, Boeing 747, Boeing 757, Boeing 767, Boeing 777.

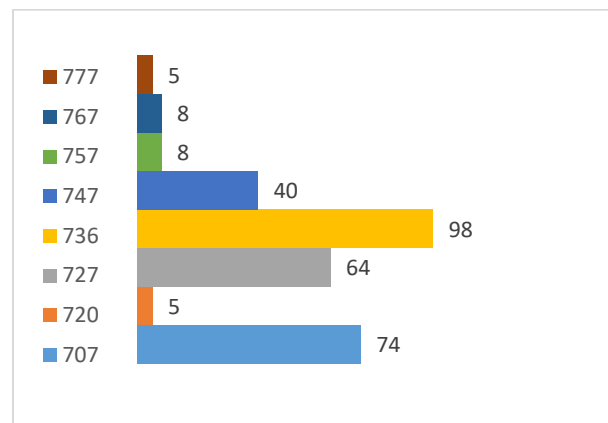


Рис. 5. Авиакатастрофы с жертвами самолетов Boeing

В результате анализа диаграммы, на рис. 5 видно, что больше всего катастроф с жертвами произошло с Boeing 736, 98 случая, затем Boeing 707, 74 случая, Boeing 727, 64 случая. Boeing 757 и Boeing 767 было по 8 случаев. Boeing 720 и Boeing 777 по 5 случаев.

Были проанализированы причины катастрофы для каждого самолета фирмы Boeing.

#### Boeing 707

Анализ причин аварий и катастроф самолета Boeing 707 представлен на диаграмме на рис. 6.



Рис. 6. Причины катастроф Boeing 707

Абсолютное большинство аварий произошло в результате ошибок экипажа, 30 случаев, затем по неизвестным причинам, 8 случаев и 7 случаев с неисправностью двигателя.

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Boeing 707 представлен на диаграмме на рис. 7.

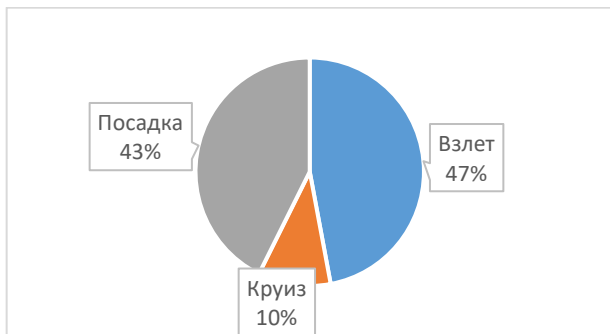


Рис. 7. Катастрофы по фазам полета Boeing 707

В основном все несчастные случаи происходят в момент взлета и посадки самолета, и лишь малая часть несчастных случаев происходит уже после взлета. Под фазой посадка подразумевается момент, когда самолет начинает движение с целью совершить взлет, и заканчивается, когда самолет достигает крейсерской высоты. Фаза посадки начинается, когда самолет начинает снижение с крейсерской высоты для захода на посадку.

#### Boeing 720

У Boeing 720 было 5 авиационных происшествий с жертвами, случившихся в результате учебного полета, неисправности рулевой системой, учебного полета и по неизвестной причине. 1 случай произошел в результате взлета, 1 на крейсерской высоте и 3 при посадке.

#### Boeing 727

Как и с 707, больше всего катастроф случилось из-за ошибок экипажа, затем из-за погодных условий. Всего было 64 инцидента.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Boeing 727 представлен на диаграмме на рис. 8.



Рис. 8. Причины катастроф Boeing

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Boeing 727 представлен на диаграмме на рис. 9.

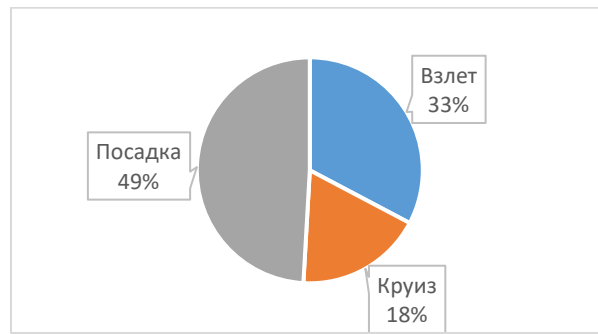


Рис. 9. Катастрофы по фазам полета Boeing 727

Как и в предыдущих случаях, большая часть авиакатастроф приходится на фазу посадки и взлет.

#### Boeing 737

Как и в предыдущих случаях, основной причиной является ошибка экипажа и погодные условия. В случае с 737 можно заметить, что по сравнению с предыдущими Boeing здесь выделяется еще одна причина - множество факторов неисправности самолета. Формулировка всех причин представлена ниже.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Boeing 737 представлен на диаграмме на рис. 10.



Рис. 10. Причины катастроф Boeing 737

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Boeing 737 представлен на диаграмме на рис. 11.

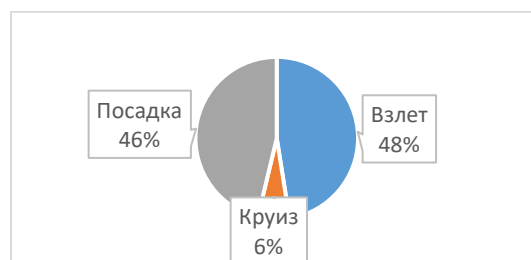


Рис. 11. Катастрофы по фазам полета Boeing 737

6% всех случаев произошло на крейсерской высоте, поровну пришлось на взлет и на посадку.

### Boeing 747

У Boeing 747 значительно меньше причин катастроф по сравнению предыдущими моделями Boeing. Тут в очередной раз выделяется ошибка экипажа, и как у Boeing 737 наблюдается относительно частая проблема с двигательной и топливной системой. Также выделяется 7 случаев криминального характера, а конкретнее - 3 случая угона и 4 случая теракта.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Boeing 747 представлен на диаграмме на рис. 12.



Рис. 12. Причины катастроф Boeing 747

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Boeing 747 представлен на диаграмме на рис. 13.

Здесь большой процент катастроф пришелся на крейсерской высоте, ввиду аварий, которые произошли на этой фазе полета, таких как пожар на борту, удар молнии, сбит военными, множество факторов неисправности и др.

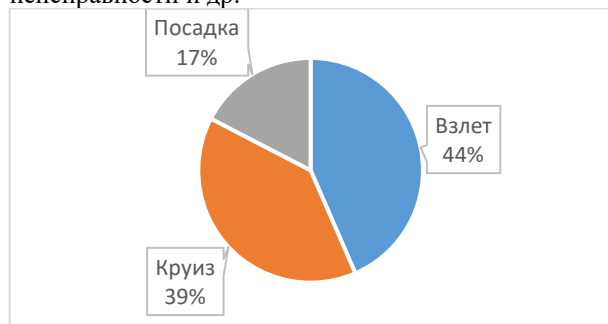


Рис. 13. Катастрофы по фазам полета Boeing 747

### Boeing 757

У Boeing 757 зарегистрировано 8 авиакатастроф с жертвами по следующим причинам: 2 теракта, 2 ошибки экипажа, 1 неисправность навигационных приборов, 1 в результате попадания в зону турбулентности т.е из за погодных условий, 1 столкновение в воздухе и 1 выкат за пределы взлетнопосадочной полосы при посадке. Ошибки

экипажа произошли в управляемом полете на крейсерской высоте. Общими причинами катастрофы стали: потеря управления в зоне турбулентности, теракты на взлете или немного позже, столкновение в воздухе при посадке и неисправность навигационных приборов.

### Boeing 767

Как и в случае с Boeing 757 у Boeing 767 произошло 8 авиакатастроф, но причины отличаются: 1 неисправность автопилота, 1 множественные факторы неисправности самолета, 1 по неизвестным причинам, 2 теракта, 1 случай самоубийства пилота, 1 случай угона и ошибки экипажа. Делать анализ аварий по фазам полета нет необходимости ввиду недостаточности данных.

### Boeing 777

С каждым новым поколением Boeing уменьшается число авиакатастроф с его участием и увеличивается его надежность для пассажиров. У Boeing 777 было 5 аварий, 2 аварии из-за неисправности двигателя, тогда самолет совершил аварийную посадку без жертв среди пассажиров, 1 раз был сбит ракетой ПВО, 1 раз произошла ошибка с навигационными приборами, в результате чего самолет разбился, имелась как минимум 1 ошибка со стороны экипажа, обошлось без жертв. Неисправность двигателя оба раза возникла во время посадки, как и ошибка экипажа, неисправность навигационных приборов во время круизного полета.

### Boeing 787

У Boeing 787 не было происшествий с жертвами со стороны пассажиров.

## 2.2 Статистика авиакатастроф фирмы Fokker

Был произведен анализ статистики авиакатастроф пассажирских самолетов Fokker следующих моделей разных модификациях: Fokker 50, Fokker 100, Fokker F27 Friendship. Самолет эксплуатируется у авиаоператоров в следующих странах: Боливия, Австралия, Иран, Нидерланды, Латвия, США.

На рис. 14 представлен анализ аварий и катастроф самолетов фирмы Fokker.

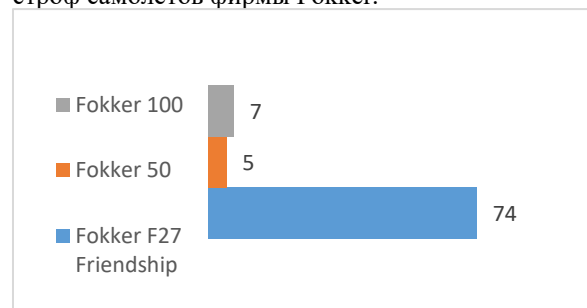


Рис. 14. Авиакатастрофы с жертвами самолетов Fokker

Больше всего катастроф с жертвами произошло с Fokker F27 Friendship, это не удивительно, так как это самая первая модель данного пассажирского самолета, но она до сих пор эксплуатируется в

некоторых странах. Были проанализированы причины катастрофы для каждого самолета фирмы Fokker.

### Fokker F27 Friendship

Как и в случае с Boeing, на большую часть аварий приходится ошибки членов экипажа. Также относительно распространена проблема неисправности двигателя или системы подачи топлива. Довольно часто происходит потеря управления, но это не причина, а следствие неправильных действий либо аварий или ошибок другой среды. 6 случаев пожара на борту и 6 случаев неизвестной причины. 4 случая выката за пределы взлетно-посадочной полосы, как и в случае с потерей управления - это не причина, а следствие других ошибок, обычно человеческих, ошибки пилотов или работников аэропорта. Реже причиной являются погодные условия. Дополнительно у него было 5 случаев неисправности навигационных приборов.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Fokker F27 Friendship представлен на диаграмме на рис. 15.

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Fokker F27 Friendship представлен на диаграмме на рис. 16.

Частота аварий пришлось поровну на взлет и посадку, вероятность аварий на крейсерской высоте вдвое меньше, чем вероятность аварии при взлете или при посадке.



Рис. 15. Причины катастроф Fokker F27 Friendship

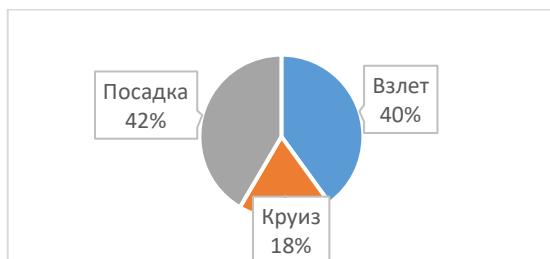


Рис. 16. Катастрофы по фазам полета Fokker F27 Friendship

### Fokker 50

Fokker 50 попадал в список авиакатастроф гораздо реже своего предшественника Fokker F27

Friendship. Официально зарегистрировано 5 серьезных происшествий, где имели место жертвы среди пассажиров: 1 случай ошибки экипажа, 1 выкат за пределы взлетно-посадочной полосы, 1 случай потери управления в управляемом полете. 1 случай, связанный с погодными условиями и 1 с потерей двигателя во время взлета. Эти случаи возникают почти всегда, когда возникает цепочка фатальных событий и неправильных действий среди экипажа самолета.

### Fokker 100

С Fokker 100 произошло 7 аварий и авиакатастроф. На основании этого нельзя утверждать, что он хуже своей предыдущей модели Fokker 50, поскольку модели Fokker 100 было произведено на треть больше, чем Fokker 50. Причинами аварий и авиакатастроф стали: 2 случая с погодными условиями, 1 случай выката за пределы взлетно-посадочной полосы при осуществлении посадки, 2 случая с потерей двигателя, 1 случай теракта на борту, 1 случай, когда при взлете самолет столкнулся со стаей птиц, в результате чего он совершил аварийную посадку без жертв.

## 2.3 Статистика авиакатастроф фирмы Convair

Для анализа статистики катастроф были рассмотрены следующие модели пассажирского самолета Convair разных модификаций: Convair CV-240, Convair CV-300, Convair CV-340, Convair CV-440, Convair CV-580, Convair CV-600, Convair CV-640, Convair CV-880, Convair CV-990 [8].

На рис. 17 представлен анализ аварий и катастроф самолетов фирмы Convair.

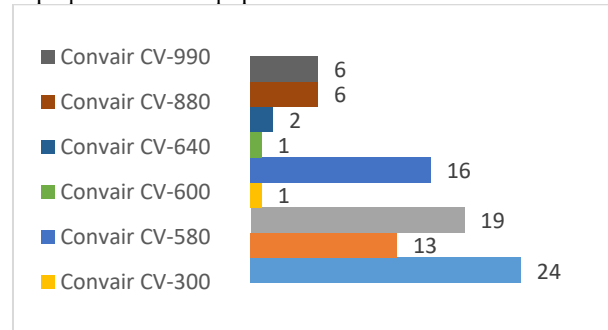


Рис. 17. Авиакатастрофы с жертвами самолетов Convair

Самолеты Convair эксплуатируются автооператорами во многих странах по всему миру, таких как: США, Боливия, Аргентина, Мексика, Сирия, Германия, Канада, Пакистан, Бельгия, Швеция, Норвегия, Бразилия, Польша, Дания, Финляндия и во многих других.

Рассмотрим детально каждую модель.

### Convair CV-240

Больше всего аварий произошло из-за неправильных действий экипажа, неисправности двигательной или топливной системы, и по неизвестным причинам.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Convair CV-240 представлен на диаграмме на рис. 18.



Рис. 18. Причины катастроф Convair CV-240

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Convair CV-240 представлен на диаграмме на рис. 19.

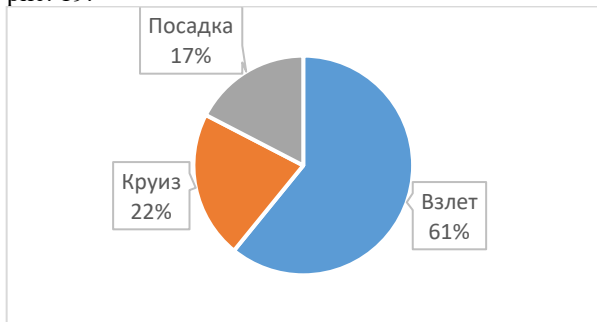


Рис. 19. Катастрофы по фазам полета Convair CV-240

Больше всего аварий произошло при взлете - 61%.

### Convair CV-340

У Convair CV-300 основными проблемами так же, как и в случае с Convair CV-240, остаются относительно частые проблемы с неисправностью двигательной или топливной системой и ошибки членов экипажа. Катастроф с жертвами по иным причинам значительно меньше.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Convair CV-340 представлен на диаграмме на рис. 20.



Рис. 20. Причины катастроф Convair CV-340

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Convair CV-340 представлен на диаграмме на рис. 21.

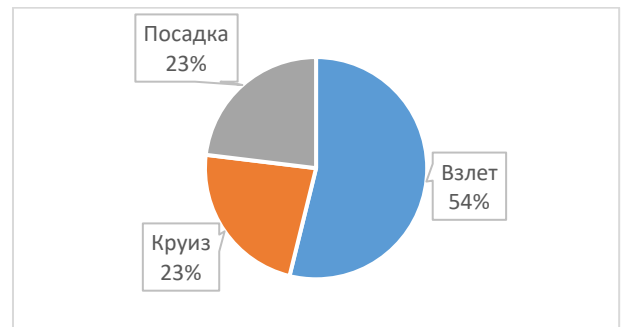


Рис. 21. Катастрофы по фазам полета Convair CV-340

На диаграмме катастроф по фазам полета видна закономерность, что, как и с первым самолетом, так и со вторым авиакатастрофа с жертвами чаще всего случается на этапе взлета самолета, и поровну на этапе круиз и посадка.

### Convair CV-440

В случае с CV-440 доминирующей причиной катастрофы по-прежнему остается проблема с двигателем, преимущественно на взлете. Так же на фоне других причин выделяется ошибки членов экипажа и авиакатастрофы, случившиеся по неизвестным либо по неопределенным причинам.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Convair CV-340 представлен на диаграмме на рис. 22.



Рис. 22. Причины катастроф Convair CV-440

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Convair CV-440 представлен на диаграмме на рис. 23.

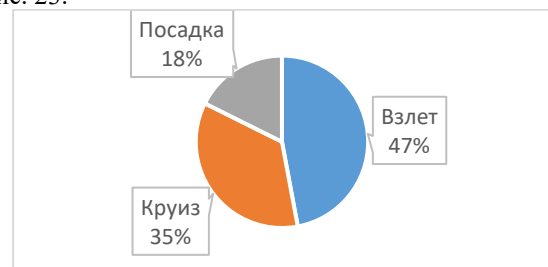


Рис. 23. Катастрофы по фазам полета Convair CV-440

В очередной раз большинство аварий приходится на этап взлета. Но в случае с Convair CV-440 видно, что по сравнению с предыдущими моделями,

треть аварий приходит еще на крейсерской высоте, это можно объяснить тем, что у данной модели случались аварии, которые зачастую случаются именно на данном этапе, например, 3 катастрофы, случившиеся по неизвестной причине произошли на данном этапе, пожар на борту и уничтожение самолета из-за усталости его механических частей.

### Convair CV-580

Сравнивая с предыдущими моделями, можно заметить, авиакатастроф по причине неисправности двигателя стало немного меньше. По-прежнему доминируют частые ошибки экипажа. В отличие от предыдущих случаев, с этим самолетом произошло 2 столкновения в воздухе с другими воздушными средствами. Во всех случаях, кроме Convair CV-240, наблюдается тпепя причина, как множественные факторы неисправности самолета; данным термином было обозначена механическая неисправность самолета либо усталость и последующий выход из строя механических частей самолета, в следствии чего самолет был уничтожен во время полета.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Convair CV-580 представлен на диаграмме на рис. 24.



Рис. 24. Причины катастроф Convair CV-580

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Convair CV-580 представлен на диаграмме на рис. 25.

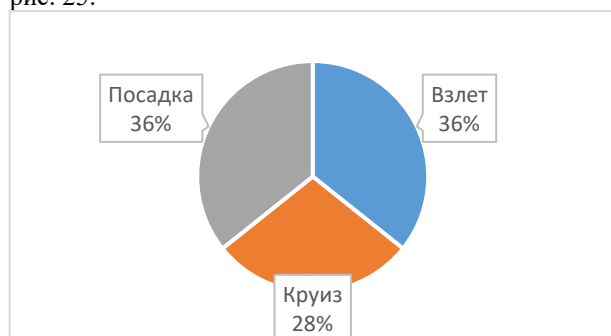


Рис. 25. Катастрофы по фазам полета Convair CV-580

Катастрофы данного самолета пришлись поврну на взлет и на посадку, чуть меньше на этапе полета. Это можно объяснить набором причин катастроф, которые могут произойти на любом этапе с почти одинаковой вероятностью.

### Convair CV-300

Всего произошла одна авария по причине неисправности магнитоэлектрической машины, преобразующей механическую энергию в электрическую. В связи с этим магнитоэлектрическая машина использовала топливо с избытком, что и привело к его окончанию ранее расчётного времени. Пилоты обнаружили неисправность, но планировали её устранить по прибытию. Самолет разбился, совершая аварийную посадку. Сообщается, что ранее самолет был осмотрен техниками и признан аварийным. Рассматривается версия человеческой халатности.

### Convair CV-600

За данным самолетом зарегистрирована одна катастрофа с жертвами.

Причиной катастрофы стала попытка капитана выполнять полет в ночном рейсе без использования всех навигационных средств и информации, доступной ему; и его отклонение от заранее спланированного маршрута, без адекватной информации о местоположении. Диспетчер не контролировал надлежащим образом действия летного экипажа или ход полета.

### Convair CV-640

У данного самолета зарегистрировано 2 авиакатастрофы. Первая произошла из-за ошибки экипажа, конкретнее: несоблюдение утвержденной процедуры захода на посадку по приборам. Вторая катастрофа произошла также из-за ошибки пилота при совершении посадки, пилот совершил преждевременный спуск, тем самым зацепил кроны деревьев и разбился, не долетев до аэропорта.

### Convair CV-880

Convair CV-880 падал 6 раз, 2 раза потерял управление в управляемом полете из-за сбоя оборудования, 1 раз столкнулся в воздухе, 1 раз потерпел крушение при взлете из-за неисправности двигателя, была 1 катастрофа по причине неправильных действий капитана судна, 1 раз случился теракт на борту.

## 2.4 Статистика авиакатастроф самолета Sukhoi Superjet

Эксплуатируется в России, Казахстане, Армении, Мексике, Таиланде, Ирландии, Лаосе. Всего с участием этого самолета было 4 аварий и авиакатастрофы. Первая случилась по причине ошибок экипажа и диспетчера, конкретнее стечение обстоятельств, некритичных по отдельности и принятие неправильных решений и действия экипажа лайнера, отсутствие у него достоверных данных о рельефе местности, невнимательность и перегруженность диспетчеров.

Следующая авария случалась при транспортировке самолета по взлётно-посадочной полосе.

Третья авария произошла в результате выката за пределы взлётно-посадочной полосы при посадке с деактивированным реверсом правого двигателя.

Четвертая авария произошла в результате технических неисправностей электрооборудования само-



лета, в результате чего пилоты сразу после взлета получили сигнал о наличии технических неполадок на борту и приняли решение о возвращении в аэропорт. В результате надлома стойки шасси самолет получил повреждения и загорелся [9].

### 2.5 Статистика авиакатастроф фирмы Canadair

Самолеты фирмы Canadair эксплуатируются в США, Канаде, Германии, России, Испании, ЮАР, Казахстане, Турции, Грузии, Китае, Белоруссии и Швеции.

Ниже проанализированы самолеты, на борту которых происходили аварии с жертвами.

#### Canadair CL-44

С участием данного самолета произошло 6 аварий и катастроф, из них 2 были вызваны потерей двигателя при взлете, неисправность рулевого управления, 1 раз упал, совершая посадку в трудных погодных условиях и 1 раз был сбит средствами ПВО.

#### Canadair CRJ

Всего зарегистрировано 8 аварий и катастроф с жертвами, 2 в результате полной неисправности и аварийности самолета, по 2 случая ошибок экипажа и трудных погодных условий. Практически все произошли в момент взлета самолета и набора высоты [10].

Анализ причин аварий и катастроф самолета Canadair CRJ представлен на диаграмме на рис. 26.



Рис. 26. Причины катастроф Canadair CRJ

### 2.6 Статистика авиакатастроф самолета Bombardier DHC

Эксплуатируется в США, Канаде, России, Великобритании, Австралии, Австрии, Польше, Японии, Казахстане и в других странах. В общей сложности в результате катастроф и серьезных аварий были потеряны 30 самолетов DHC-8 различных модификаций. На 8 из них были жертвы среди пассажиров. Причины аварий и катастроф: 5 случаев ошибки пилота при заходе на посадку, потеря высоты, в связи с ураганом, один случай угона самолета из суицидальных

побуждений угонщика, один случай с неисправностью навигационного оборудования и неисправностью шасси [11].

### 2.7 Статистика авиакатастроф фирмы McDonnell

Был проведен анализ следующих моделей самолета McDonnell Douglas: McDonnell Douglas DC-8, McDonnell Douglas DC-9, McDonnell Douglas DC-10, McDonnell Douglas MD [12].

На рис. 27 представлен анализ аварий и катастроф самолетов фирмы McDonnell.

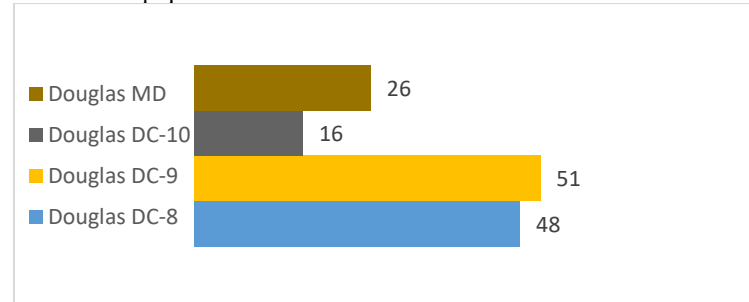


Рис. 27. Авиакатастрофы с жертвами самолетов McDonnell Douglas

#### McDonnell Douglas DC-8

Практически половина от всех аварий и авиакатастроф произошло в результате ошибочных действий экипажа. После них наблюдается рост аварий по причине неисправности двигателя или стабилизатора самолета.

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета McDonnell Douglas DC-8 представлен на диаграмме на рис. 28.

Анализ причин аварий и катастроф самолета McDonnell Douglas DC-8 представлен на диаграмме на рис. 29.

Половины аварий и авиакатастроф произошло при взлете и наборе высоты, 39% во время снижения и посадки, и только 5% в полете [13]

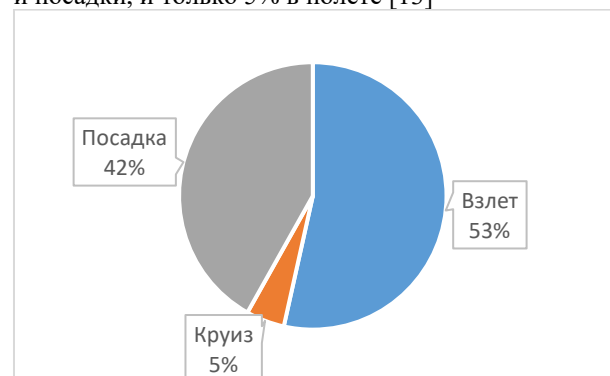


Рис. 28. Катастрофы по фазам полета McDonnell Douglas DC-8





Рис. 29. Причины катастроф McDonnell Douglas DC-8

### McDonnell Douglas DC-9

Больше всего катастроф, как и во всех предыдущих случаях, происходит из-за ошибок членов экипажа. Но на втором месте основных причин, как ни странно, оказывается столкновение в воздухе, что является большой редкостью, только не в США, поскольку в США очень большой поток рейсов (в среднем 8-9 миллионов), по сравнению с другими областями земного шара. В любом случае столкновение в воздухе не является причиной, а является следствием

нарушение регламента взлета или посадки, неправильных или халатных действий со стороны экипажа или диспетчеров.

Анализ причин аварий и катастроф самолета McDonnell Douglas DC-9 представлен на диаграмме на рис. 30

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета McDonnell Douglas DC-9 представлен на диаграмме на рис. 31.



Рис. 30. Причины катастроф McDonnell Douglas DC-9

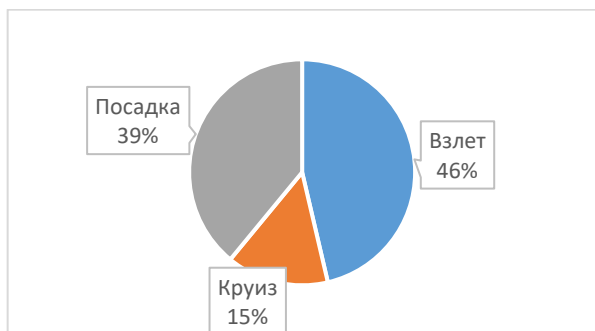


Рис. 31. Катастрофы по фазам полета McDonnell Douglas DC-9

Как и во многих случаях аварий и катастроф с другими самолетами, инцидент происходит в основном на этапе взлета и набора высоты, и на этапе снижения и посадки самолета. И лишь малая часть всех катастроф приходится в тот момент, когда самолет находится на крейсерской высоте.

Данную закономерность можно объяснить тем, что пилоты воздушного транспорта ошибаются в основном, совершая посадку или взлет, - 9 катастроф по причине ошибок пилотов, совершающих посадку и 5 ошибок пилотов, совершающих взлет.

Анализ аварий, произошедших во время круизного полета, показал следующие причины:

- Неисправность навигационных приборов.
- Пожар на борту.
- Неисправность двигателя или системы подачи топлива.
- Ошибка пилота.
- Погодные условия (зона турбулентности).

Все остальные причины, из-за которых случилась катастрофа произошли на этапе взлета или посадки.

#### McDonnell Douglas DC-10

По сравнению с предыдущей моделью McDonnell Douglas DC-9 здесь заметно меньше ошибок со стороны пилотов и членов команды самолета. Основной причиной аварий и катастроф в случае с данным самолетом является проблема с двигателем и топливной системой.

Значительно сократились менее частые причины аварий и катастроф.

Анализ причин аварий и катастроф самолета McDonnell Douglas DC-10 представлен на диаграмме на рис. 32.

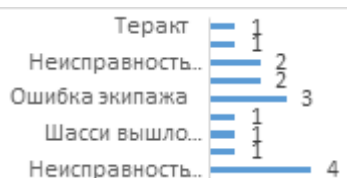


Рис. 32. Причины катастроф McDonnell Douglas DC-10

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета McDonnell Douglas DC-10 представлен на диаграмме на рис. 33.



Рис. 33. Катастрофы по фазам полета McDonnell Douglas DC-10

У McDonnell Douglas DC-10 больше всего аварий и катастроф произошло во время взлета из-за наличия частых проблем с двигателем, обычно они проявляются именно при совершении взлета. Ошибки пилотов McDonnell Douglas DC-10 происходят преимущественно во время взлета и посадки.

Во время полета на крейсерской высоте произошла одна авария, в результате которой самолет потерпел крушение, она была вызвана прохудившейся топливной магистралью, в результате чего произошло возгорание и уничтожение двигателя.

#### McDonnell Douglas MD

Основными причинами катастроф, бросающиеся в глаза это ошибка членов экипажа, неисправность системы автопилотирования и неисправность двигателя и топливной системы. Затем идут трудные погодные условия, в результате которых произошла катастрофа. Так же у данного самолета был эпизод с диверсией на борту.

Анализ причин аварий и катастроф самолета McDonnell Douglas MD представлен на диаграмме на рис. 34.



Рис. 34. Причины катастроф McDonnell Douglas MD

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета McDonnell Douglas MD представлен на диаграмме на рис. 35.

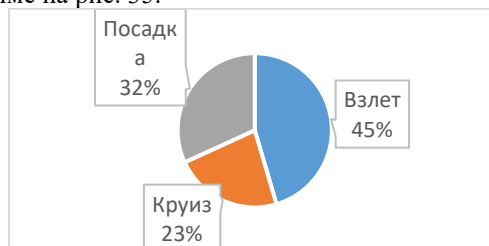


Рис. 35. Катастрофы по фазам полета McDonnell Douglas MD

Как и во многих предыдущих случаях, большая часть аварий, приводящих к катастрофе, происходила, когда самолет совершает взлет и набирает высоту, поднимаясь на свою крейсерскую высоту. Меньше всего аварий произошло на крейсерскую высоту. При посадке - 32% от всех аварий и катастроф [14].

## 2.8 Статистика авиакатастроф самолетов Ил

Пассажирский Ил разных моделей и модификаций эксплуатируется в России, США, Японии, Кубе, Китае и других странах.

Для анализа были отобраны модели самолета, которые эксплуатируются авиаоператорами и с которыми произошли аварии или катастрофы с жертвами среди пассажиров. Это модели: Ил-18, Ил-62, Ил-76, Ил-86, Ил-114 [15].

На рис. 36 представлен анализ аварий и катастроф самолетов Ил.

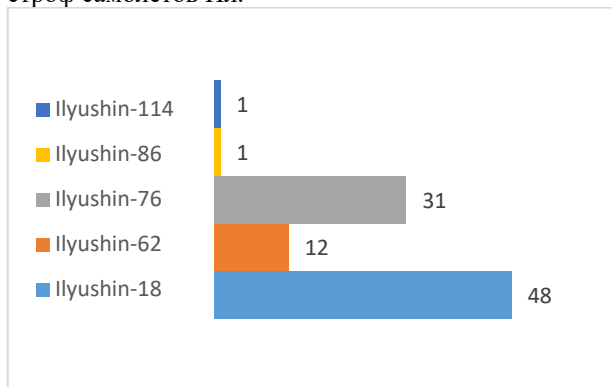


Рис. 36. Авиакатастрофы с жертвами самолетов Ил

### Ил-18

Больше всего случаев аварий и авиакатастроф произошло в результате ошибок экипажа - 15 случаев. Следующими причинами идут крушение по неизвестным причинам, неисправность двигателя либо системы подачи топлива и неисправность приборов навигации.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Ил-18 представлен на диаграмме на рис. 37.



Рис. 37. Причины катастроф Ил-18

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Ил-18 представлен на диаграмме на рис. 38.

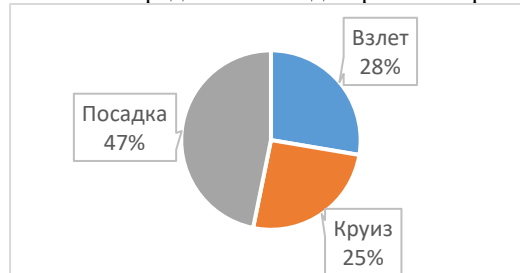


Рис. 38. Катастроф по фазам полета Ил-18

Аварии и катастрофы у Ил-18 произошли преимущественно во время захода на посадки и посадки. 28% аварий и катастроф произошло во время взлета, 25% во время посадки.

Анализ частоты ошибок пилотов для Ил-18 на разных этапах полета представлен на рис. 39.



Рис. 39. Частота ошибок пилотов по фазам полета Ил-18

Вывод:

61% ошибок пилотов приходится на этапе посадки самолета.

31% ошибок пилотов приходится на этапе взлета.

8% ошибок пилота приходится на крейсерской высоте.

### Ил-62

Самая частая причина аварий и крушений Ил-18 - это проблема с двигателем или топливной системой - 3 случая. Ошибок экипажа по сравнению с Ил-18 в 15 раз меньше, всего 1, допущенная при посадке, командир экипажа, принял решение о взлёте в ухудшающихся погодных условиях, при этом недооценивал всей опасности [16].

Во всех остальных случаях (кроме трудных погодных условий и неизвестной причины) произошла авария на техническом уровне самолета [17].

Анализ причин аварий и катастроф самолета Ил-62 представлен на диаграмме на рис. 40.



Рис. 40. Причины катастроф Ил-62

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Ил-18 представлен на диаграмме на рис. 41.

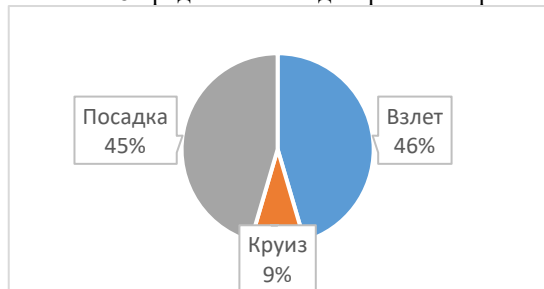


Рис. 41. Катастрофы по фазам полета Ил-62

Самая безопасная фаза полета у Ил-62 - это когда самолет летит на своей крейсерской высоте. Аварии и катастрофы происходят с одинаковой вероятностью как при взлете, так и при посадке [18].

### Ил-76

Нет конкретных причин, сильно выделяющихся или доминирующих на фоне остальных. С Ил-76 случилось практически все что только могло случиться, в плане аварий из-за технических неполадок и из-за человеческих ошибок.

Всего было произведено больше 960 самолетов Ил-76 [19].

Таким образом вероятность стать жертвой авиационной катастрофы в Ил-76 равна 3.1%

Анализ причин аварий и катастроф самолета Ил-76 представлен на диаграмме на рис. 42.



Рис. 42. Причины катастроф Ил-76

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Ил-76 представлен на диаграмме на рис. 43.

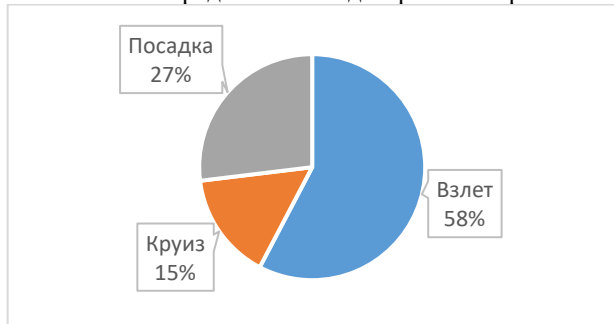


Рис. 43. Катастрофы по фазам полета Ил-76

Больше всего аварий и катастроф у Ил-76 происходили при взлете - 58%.

### Ил-114

С участием Ил-114 произошло 2 аварии, во время испытательного полета в результате отказа двигателя при взлете [20], и во время взлета с заклинившим рулем управления, это был грузовой рейс. У пассажирского Ил-114 с пассажирами на борту не было аварий. Всего было произведено 20 самолетов Ил-114.

## 2.9 Статистика авиакатастроф фирмы ATR

Пассажирские двухмоторные турбовинтовые самолёты ATR, Французско-Итальянского производства. Эксплуатируются в Индонезии, Бразилии, Австралии, Испании, Италии, Франции и других странах [21].

Статистике и анализу подверглись две модели самолета, ATR 42 и ATR 72.

### ATR 42

Анализ причин аварий и катастроф самолета ATR 42 представлен на диаграмме на рис. 44.

Из всех причин аварий и катастроф выделяется только аварии по причине ошибок экипажа, но их не велико, 3 случая.



Рис. 44. Причины катастроф ATR 42

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета ATR 42 представлен на диаграмме на рис. 45.

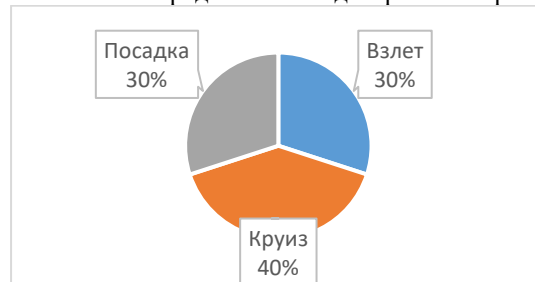


Рис. 45. Катастрофы по фазам полета ATR 42

У ATR 42 аварии случались на всех фазах полета почти с одинаковой вероятностью.

### ATR 72

Как и в случае с ATR 42 наблюдается проблема обледенения и ошибок экипажа.

Анализ причин аварий и катастроф самолета ATR 72 представлен на диаграмме на рис. 46.



Рис. 46. Причины катастроф ATR 72

Вывод: статистика аварий и катастроф по причинам и фазам полета ATR 72 схожа с ATR 42, 40% аварий, из-за которых случились катастрофы произошла на крейсерской высоте, и по 30% на этапе взлета и посадки.

## 2.10 Статистика авиакатастроф самолетов Ту

Ту - пассажирские самолеты на реактивной тяге. Для анализа аварий и катастроф были отобраны следующие модели разных модификаций: Ту-114, Ту-124, Ту-134, Ту-144, Ту-154, Ту-204.

Эксплуатируются в России, Украине, Казахстане, Китае, Египте, Кубе, КНДР, Германии и других странах [22].

На рис. 47 изображена диаграмма аварий и авиакатастроф, произошедших с участием самолетов Ту разных моделей и модификаций.

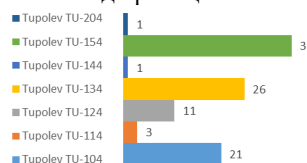


Рис. 47. Авиакатастрофы с жертвами самолетов Ту

### Ту-104

Чаще всего, причиной аварии и катастрофы становились неправильные действия со стороны экипажа самолета. Также видим, что как минимум в 9 случаях наблюдалась техническая неисправность самолета, повлекшие катастрофе. Это причины неисправности навигационных приборов, неисправность стабилизатора и рулевого механизма, направленность двигательной или топливной системы [23].

Анализ причин аварий и катастроф самолета Ту-104 представлен на диаграмме на рис. 48.



Рис. 48. Причины катастроф Ту-104

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Ту-104 представлен на диаграмме на рис. 49.

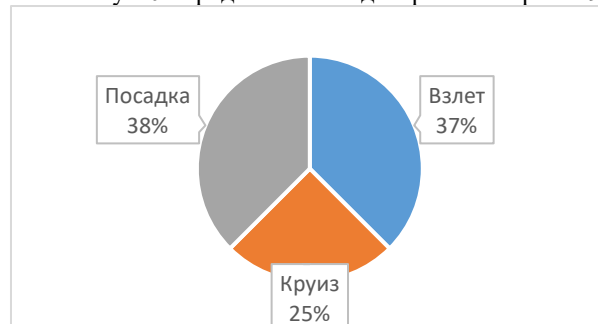


Рис. 49. Катастрофы по фазам полета Ту-104

Аварии и катастрофы самолета Ту-104 произошли с одинаковой вероятностью как на этапе взлета и набора высоты, так и на этапе снижения и посадки. На этапе круиз произошло ¼ всех аварий и катастроф, связанных с этим самолетом.

### Ту-114

Аварий с жертвами среди пассажиров с участием Ту-114 произошло всего 3. 2 аварии в результате халатных действий со стороны работников аэропорта, взлетно-посадочная полоса не была должным образом очищена от снега, и когда самолет совершал взлет, происходила катастрофа [24].

Последняя авария произошла в результате ошибки пилота.

### Ту-124

У Ту-124 произошло 2 аварии, приведшие к катастрофам, произошли в результате неправильных действий пилота и трудных погодных условий. Остальные 6 случаев произошли в результате технической или механической поломки оборудования или частей самолета.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Ту-124 представлен на диаграмме на рис. 50.



Рис. 50. Причины катастроф Ту-124

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Ту-124 представлен на диаграмме на рис. 51.

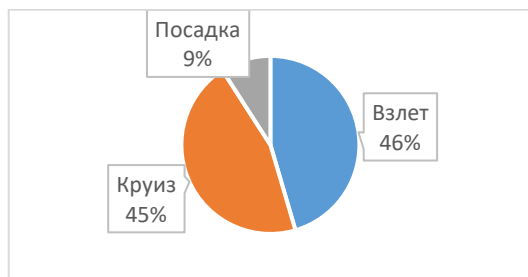


Рис. 51. Катастрофы по фазам полета Ту-124

Практически все аварии, привлекая к катастрофе, произошли во время взлета, набора высоты и полета до момента снижения. Это может говорить о том, что с учетом наличия большого количества технических причин падения Ту-124, с вероятностью в 91%, самолет не долетит до пункта назначения, и разобьется, совершая аварийную посадку на аэропорте взлета, либо совершая посадку на местности за пределами аэропорта, либо развалится/взорвется в воздухе.

### Ту-134

Большее половины катастроф произошло в результате ошибок пилотов и членов экипажа. 15% всех крушений Ту-134 произошли в результате технических или механических неисправностей самолета.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Ту-134 представлен на диаграмме на рис. 52.



Рис. 52. Причины катастроф Ту-134

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Ту-134 представлен на диаграмме на рис. 53.

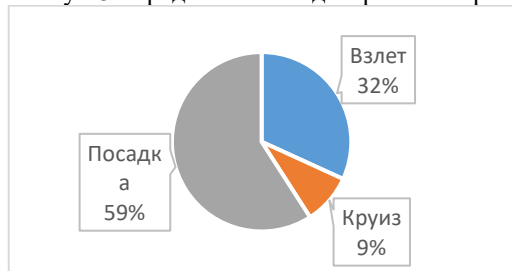


Рис. 53. Катастрофы по фазам полета Ту-134

Большее 50% аварий привлеченных к катастрофе произошли по вине экипажа, а доля аварий по техническим или механическим причинам составляет 15%

от всех аварий, получается такая ожидаемая диаграмма, как на рис. 53. Пилоты и экипаж ошибаются почти только во время взлета и посадки, во время полета на крейсерской высоте, самолет летит на автопилоте, и отвечает за самолет непосредственно программное и аппаратное обеспечение [25]. И с учетом того, что мы имеем 15% технических аварий, которые не обязательно происходят только на этапе круиз, конкретно в случае с Ту-134 во время крейсерского полета произошло только короткое замыкание и пожар на борту. Из-за этого и получается 9% аварий во время этапа круиз.

### Ту-144

С Ту-144 произошло 2 катастрофы с жертвами.

Первая катастрофа произошла во время показательного полета, причиной катастрофы считалось слишком резкий маневр, который экипаж должен был совершить во избежание столкновения в воздухе [26].

Вторая катастрофа произошла во время испытательного полета, во время полета произошло возгорание топлива в зоне мотогондолы 3-й силовой установки из-за разрушения топливопровода из-за этого возникло задымление в кабине и последующее отключение экипажем двух двигателей. Совершил вынужденную посадку на поле [27].

### Ту-154

Всего было произведено 1026 единиц Ту-154, на 36 из них произошла авария или катастрофа с жертвами среди пассажиров и экипажа. Основная причина катастрофы - это ошибка экипажа и пилотов, далее выделяется причина неисправности двигателя и неустановленная причина. Всего наблюдается не менее 9 причин связанных с технической или механической неисправностью самолета.

Анализ причин аварий и катастроф самолета Ту-154 представлен на диаграмме на рис. 54.

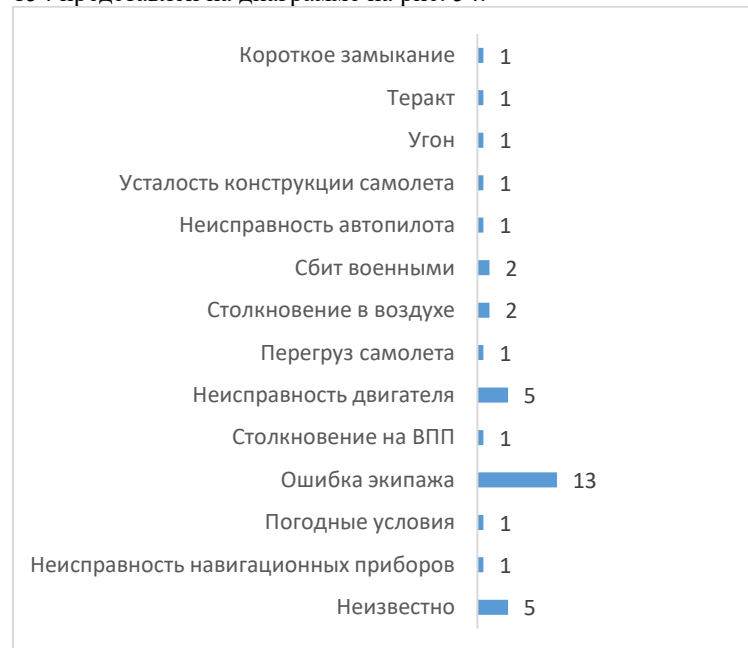


Рис. 54. Причины катастроф Ту-154



Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Ту-154 представлен на диаграмме на рис. 55.

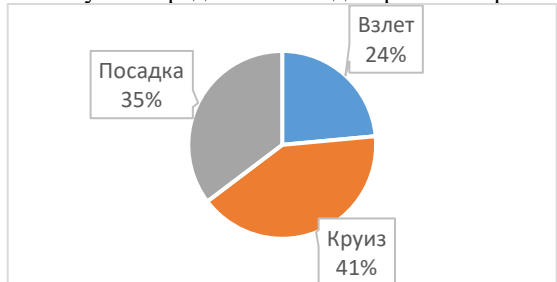


Рис. 55. Катастрофы по фазам полета Ту-154

В случае с Ту-154, большинство причин произошли на крейсерской высоте. Из 13 ошибок экипажа - 5 произошла на этапе круиз. В добавок самолет 2 раза сбивали ракетой ПВО с земли [28]. Большое количество технических аварий, которые зачастую происходят на данном этапе, все это в совокупности создает данную статистику.

### Ту-204

С Ту-204 произошла всего 1 авария, где были жертвы. Характер катастрофы был вакат за пределы взлетно-посадочной полосы. Причинами стали: Разрегулировка механизма управления и блокировки реверсивного устройства обоих двигателей.

Неверные действия экипажа при управлении интерцепторами и реверсом тяги при посадке.

Разберем еще 4 случая аварии и ЧП на борту Ту-204 без жертв.

1. Отказ левого двигателя, вызванный разрушением турбины, аварийная посадка.
2. Снижение ниже глиссады, жёсткая посадка в лесу. Ошибка экипажа.
3. Совершил вынужденную посадку в аэропорту Шэньяна из-за возгорания на борту.
4. Грузовой рейс. Грубая посадка с перегрузкой 3G, деформация структурных элементов.

## 2.11 Статистика авиакатастроф самолетов Embraer E-Jet

Реактивный самолет Embraer E-Jet, включает в себя четыре модификации: E-170, E-175, E-190 и E-195. эксплуатируется с Бразилии, Великобритании, России, Бельгии, Польше, США, Франции, Португалии, Греции и многих других странах [29].

Катастроф с жертвами с участием данного самолета произошли всего 3 раза, с участием модификации Embraer E-195 [30].

1. Выкатился за пределы ВПП при посадке ночью в густом тумане.
2. Командир экипажа намеренно изменил автопилот на снижение и снизил мощность двигателей.
3. Попытка угона уйгурскими террористами.

## 2.12 Статистика авиакатастроф самолетов фирмы Airbus

Широкофюзеляжные пассажирские самолеты, эксплуатируется в России, Канаде, США, странах СНГ, Европы, Азии и ближнего Востока.

Рассмотрим самолеты следующих модификаций: Airbus A300, Airbus A310, Airbus A320, Airbus A321, Airbus A330, Airbus A340.

Анализ причин аварий и катастроф самолетов фирмы Airbus представлен на диаграмме на рис. 56.

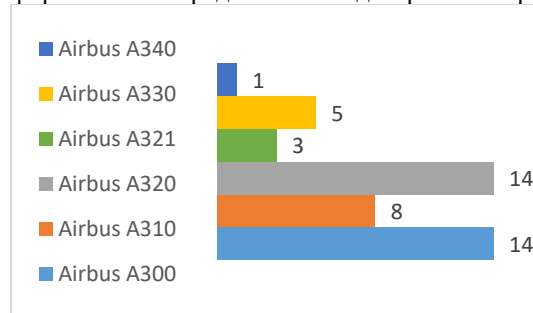


Рис. 56. Авиакатастрофы с жертвами самолетов Airbus

### Airbus A300

Анализ причин аварий и катастроф самолета Airbus A300 представлен на диаграмме на рис. 57.

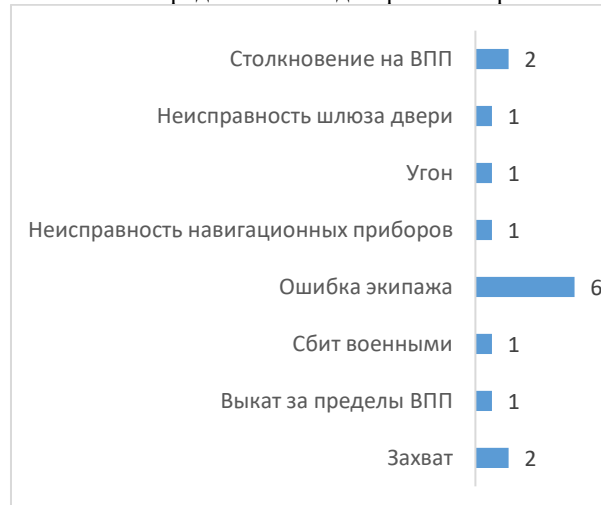


Рис. 57. Причины катастроф Airbus A300

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Airbus A300 представлен на диаграмме на рис. 58.

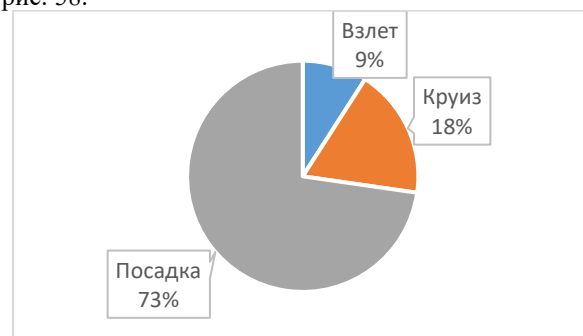


Рис. 58. Катастрофы по фазам полета Airbus A300

Большая часть аварий, повлекшая к катастрофам, произошла из-за ошибок экипажа. Произошло 2 инцидента со столкновением на взлетно-посадочной полосе, оба инцидента произошла во время посадки. 4 из 6 случая с ошибкой экипажа произошли во время посадки. Во время взлета произошла всего одна авария - 1 случай с ошибкой пилота.

### Airbus A310



С участием Airbus A310 произошло 8 аварий и катастроф с жертвами, 7 из них произошли в результате ошибок членов экипажа и пилотов. 1 из-за трудных погодных условий. Разбирая случаи с ошибками экипажа можно сделать вывод:

- 3 случая ошибки экипажа при взлете;
- 1 случай ошибки экипажа при полете на крейсерской высоте;
- 3 случая ошибки экипажа при посадке.

### Airbus A320

Анализ причин аварий и катастроф самолета Airbus A320 представлен на диаграмме на рис. 59.



Рис. 59. Причины катастроф Airbus A320

Анализ аварий и катастроф по фазам полета самолета Airbus A320 представлен на диаграмме на рис. 60.

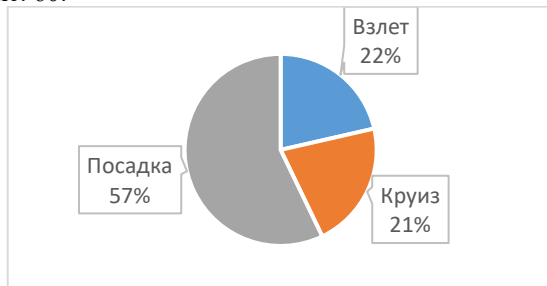


Рис. 60. Катастрофы по фазам полета Airbus A320

Самая частая причина крушения Airbus A320 — это ошибка экипажа. Так же присутствуют 2 случая затопления ВПП, из-за неисправность дренажной системы. Так же наблюдается случай с обледенением датчика угла, позднее этот дефект был ликвидирован путем доработки самолета. В основном, все аварии происходят при посадке, это вполне логично, в связи с набором причин из-за которых произошла катастрофа.

### Airbus A321

Всего произошло 7 аварий: 2 случая теракта, ошибка экипажа при посадке, выход из строя шасси при посадке, трудные погодные условия, в результате которых самолету не удалось приземлиться, выкат за пределы взлетно-посадочной полосы и падение птиц в двигатель при взлете.

Жертвы среди пассажиров были только в двух случаях теракта и в результате ошибки пилота при посадке. Во всех остальных случаях самолет без жертв совершал аварийные посадки [31].

### Airbus A330

Всего было рассмотрено 4 случая с аварией на которых были жертвы на Airbus A330 [32].

1. Тестовый полёт. Ошибки экипажа во время симуляции отказа двигателей.
2. Попытка угона. Получив выкуп, угонщик выпрыгнул из самолёта и погиб.
3. Свалился с эшелона из-за ошибочных действий экипажа при неверных показаниях обледеневших датчиков скорости.
4. Разбился при заходе на посадку в густом тумане из-за ошибок экипажа.

### Airbus A340

С Airbus A340 не случилось ни одной аварии с жертвами как среди пассажиров, так и среди экипажа [33].

## 2.13 Статистика авиакатастроф самолетов фирмы Bae

Реактивные самолеты фирмы Bae, эксплуатируются в Великобритании, Испании, Перу, Австралии, Иране, Киргизии, Швеции, ЮАР, Ирландии, Греции и других странах.

В авариях участвовало 2 модификации: Bae-125 и Bae-146

На Bae-125 произошло 6 случаев с аварией [34]:

1. Самоубийство пилота.
2. Неисправность закрылок.
3. Ошибка экипажа.
4. 2 случая аварии в результате трудных погодных условий.
5. По неизвестным причинам снизился ниже минимальной высоты.

На Bae-146 произошло 9 аварий и катастроф [35]:

1. Уволенный сотрудник авиакомпании пронёс пистолет в самолёт, на котором летел его проверяющий, и начал стрельбу. Убив бывшего начальника, стюардессу и пилотов, преступник направил самолёт в землю.
2. При посадке выкатился с ВПП в канал.
3. Попытка взлёта с невыпущенными закрылками.
4. Разбился при заходе на посадку из-за ошибок пилотов.
5. Разбился при заходе на посадку из-за ошибок пилотов.
6. Разбился при заходе на посадку в тумане.
7. При пробеге после посадки не выпустились спойлеры. Самолёт выкатился за пределы ВПП и загорелся.
8. Разбился в горах при заходе на посадку в низкой облачности.
9. Закончилось топливо, упал в 50 километрах от пункта назначения.

### 3. Анализ причин аварий и катастроф

После анализа причин аварий и катастроф некоторых пассажирских самолетов был получен список основных причин, из-за которых происходит трагедия.

#### 3.1 Список основных причин авиакатастроф

##### 1. Выкат за пределы ВПП.

ВПП - взлетно-посадочная полоса. Выкат за пределы ВПП не является причиной катастроф, а является следствием, в результате стечения фатальных событий. Результатом данной ситуации в большинстве случаев становится сумма предшествующих событий, такие как: неблагоприятные погодные условия, ошибка пилота, неисправность каких-либо частей самолета, например двигателя. Достаточно двух перечисленных причин для того, чтобы самолет при попытке взлета не смог взлететь и выкатился за пределы ВПП.

##### 2. Закончилось топливо.

Как и в первом случае, это не является причиной, а является результатом чьей-либо ошибки или неисправности техники. Отвечает за заправку самолета и занимается ей - командир самолета во время подготовки самолета перед процедурой взлета. Он принимает решение заправить самолет полностью или заправить его на 1 полет и по прибытию заправить его уже на другом аэропорту. Топливо может так же закончиться в результате технической неисправности самолета, причины могут быть разные, начиная от банальной не герметичной топливной магистрали, заканчивая программный или аппаратным сбоем, в результате которого самолет будет расходовать больше топлива чем ему нужно. Такой эпизод был с самолетом Convair CV-300.

##### 3. Зона турбулентности.

Зона турбулентности — это вибрация авиалайнера, которая возникает под влиянием восходящих и нисходящих вихревых воздушный потоков. Простым языком турбулентность в самолете называют болтанкой, воздушными ямами. Зона турбулентности скорее относится к категории погодных условий, но есть одно отличие, в отличии от погодных условий, таких как: гроза, сильный ветер, ограниченная видимость, из-за которых у пилотов и у самолета могут возникнуть проблемы, зона турбулентности может встретиться в ясную хорошую погоду. Периодические колебания конструкции самолета приводят к более быстрому износу материала, из которого он произведен. Кроме того, попадание в крупномасштабный вихревой поток в приграничных воздушных слоях может привести к потере высоты, а вертикальный порыв на большой высоте - к потере управляемости самолетом (он может войти в штопор). Но авиалайнеры проектируются с учетом этих перегрузок, а пилоты подробно проинструктированы о том, как действовать в случае болтанки. Поэтому, как правило, после прохождения опасной зоны движение авиалайнера выравнивается.

Таким образом, вероятность того, что самолет упадет из-за зоны турбулентности зависит только от того, на сколько изношен ваш самолет, и насколько пилоты ознакомлены с правилом поведения и полета в данных условиях.

##### 4. Испытания/Тренировочный полет.

Авиалайнеры всегда стараются модернизировать, улучшить, избавиться от проблем предыдущих версий, перед тем как пустить самолет в массовое производство прототип самолета новой или улучшенной модификации проводит испытательный полет, иногда такие самолеты падают. Так же пилоты стажеры, перед тем как сесть в кресло пилота авиалайнера с пассажирами, они вместе с инструкторами проводят тренировочные полеты на самолетах без пассажиров.

##### 5. Множество факторов неисправности самолета.

Данный термин ввел я, для классификации тех самолетов, катастрофа которых произошла не по вине экипажа, а в результате аварийного или может даже фатального состояния самолета. В виду человеческой невнимательности или халатности со стороны персонала, обеспечивающего техническое обслуживание самолета, к полету допускаются аварийные самолеты, с заводским браком жизненно важных механизмов авиалайнера, неправильное крепление их же, старые, уже отлетавшие свое самолеты, на которых имеется множественные неисправности и усталость конструкций ввиду длительного срока их эксплуатации.

##### 6. Неизвестно.

Катастрофы, причины которых не удалось определить. В основном такие причины ставят, когда ничего не предвещало беды, со стороны экипажа не поступало никаких сигналов бедствия или неисправностей, а авиалайнер упал в океан или в море, из-за чего становится невозможным определить причину катастрофы.

##### 7. Неисправность автопилота

Автопилот - это устройство или программно-аппаратный комплекс, ведущий транспортное средство по определенной, заданной ему траектории. Авиационный автопилот предусматривает автоматическую стабилизацию параметров движения летательного аппарата (автопарирование возмущений по курсу, крену и тангажу) и в качестве дополнительных функций - стабилизацию высоты и скорости.

В современной авиации более глубокое развитие автоматизации полёта получили системы автоматического управления. Система управления в автоматических режимах ведёт самолёт по заданному маршруту (или реализует более сложную подпрограмму боевого применения), используя пилотажно-навигационную информацию от группы собственных датчиков, самолётных систем, наземных радионавигационных средств или даже выполняя команды бортового оборудования соседнего самолёта (некоторые боевые летательные аппараты могут работать в паре или группой, постоянно обмениваясь тактической информацией по радиоканалам, вырабатывая тактику совместных действий и выполняя полётное

задание в автоматическом или, что происходит чаще, полуавтоматическом режиме - для выполнения того или иного автоматически выработанного решения требуется подтверждения человека). Подсистема траекторного управления позволяет выполнять заход на посадку с высокой точностью без вмешательства экипажа. Системы автоматического управления проектируются многоканальными, то есть параллельно работают два, три и даже четыре абсолютно одинаковых канала управления на общий рулевой привод, и отказ одного-двух каналов никак не влияет на общую работоспособность системы. В случае возникновения какого-либо отказа система самостоятельно принимает решение на возможность дальнейшей работы режима, его переключения на резервный канал, дублирующий режим или передачи управления лётчику. Хорошим способом проверки общего контроля исправности системы автоматического управления считается предполётный тест-контроль, осуществляемый методом «прогона» пошаговой программы. Тем не менее, даже полная предполётная проверка автоматической системы управления с программным тест-контролем не может дать стопроцентной гарантии исправности системы. В связи с большой сложностью некоторые режимы просто невозможно симулировать в наземных условиях, тогда дефект может проявиться в воздухе [36].

#### 8. Неисправность двигателя.

Неисправность двигателя чаще всего обнаруживается в момент взлета самолета, именно поэтому самолеты, у которых наблюдались частые проблемы с двигателем - падали при взлете. Иногда данная проблема проявляется, когда самолет уже совершил взлет и вышел на крейсерскую высоту, в данной ситуации частым катализатором проблемы двигателя становится неисправная система подачи топлива. Либо усталости двигателя. Неисправность двигателя при посадке случается редко, в основном из-за того, что в двигатель попала птица или самолет совершил грубую посадку и ударился о ВПП.

#### 9. Неисправность закрылок.

Закрылки — это собирательное название различных частей механизации крыла: элеронов, элевонеров, интерцепторов. Суть всех закрылок -изменить аэродинамику крыла. Например, чтобы сбросить скорость. У закрылок есть несколько различных положений - опять же, все зависит от задач. Также закрылки могут продолжить крыло или же, наоборот, уменьшить его площадь. Закрылки выпускаются перед посадкой для того, чтобы самолет сбросил скорость. Стоит отметить, что если закрылки не убираются или же убираются не в ту сторону, то это большая проблема для экипажа. Самолет может потерять управление.

#### 10. Неисправность навигационных приборов.

Под навигационным оборудованием летного аппарата понимается следующее оборудование: барометрические высотомеры, индикаторы, воздушной скорости и числа Маха, вариометры, приёмники воздушного давления, централизованные системы воз-

душных сигналов, манометры, тахометры, термометры, авиагоризонты, курсовые приборы, автомат угрозы атаки и сигнализации перегрузок.

В случае неисправности одного или нескольких приборов - экипаж самолета испытывает серьезные проблемы, но это еще не приговор авиалайнеру, поскольку для каждого случая расписан регламент действий. Seriously осложнить могут сопутствующие факторы, такие как трудные погодные условия, прочие неисправности самолета.

#### 11. Неисправность стабилизатора.

Стабилизатор самолета выступает в качестве несущей хвостовой поверхности и отвечает за продольную устойчивость воздушного судна. В отличие от крыльев он имеет симметрично выпуклый профиль по двум поверхностям. Таким образом есть возможность управлять рулями высоты в разных условиях их положения. В случае неисправности стабилизатора - самолет может потерять управление.

#### 12. Неисправность управления рулем.

Управление всем самолетом осуществляется из кабины пилота, сам процесс работы системы управления сложен, он включает в себя как механическое, так и электронные части, поломка или неисправность одного из них означает неправильный отклик самолета пилоту, управляющего им.

#### 13. Обледенение.

Красивые белоснежные облака и голубое небо могут содержать в себе достаточно коварные явления. Это и низкие температуры, и большая влажность, и взвесь воды. Все это чревато возникновением обледенения. В общем случае обледенение - это процесс образования льда на поверхностях самолета. Обледенение крыла и оперения ведет к ухудшению аэродинамических характеристик самолета, ведь лед на кромках меняет профиль крыла таким образом, что поток отрывается почти сразу на кромке, возникают завихрения, при этом падает подъемная сила и есть большой шанс свалиться или вообще не взлететь, и примеров таких катастроф достаточно много.

Далее, лед может формироваться на приводах рулей или механизации, что приведет к их заклиниванию и потере управления самолетом. Лед на лобовом стекле ухудшает видимость, а обледенение ПВД, устройств, которые измеряют скорость самолета и высоту, приводит к их закупориванию и потере экипажем информации о скорости и высоте полета. Самый перспективный способ бороться с обледенением - это разработка и внедрение специальных гидрофобных конструкционных материалов. Это такие материалы, которые сами по себе отталкивают воду. Ими необходимо покрывать самые уязвимые места - это кромки крыльев и оперений, воздухозаборники двигателей, обтекатели [37].

#### 14. Перегруз самолета.

У каждого авиалайнера есть его личная грузоподъемность, перегружая самолет, пилоты очень сильно рискуют тем, что их самолет не сможет взлететь, а оторвавшись от земли, не сможет набрать высоту и упадет. Перегружают самолет в основном в результате невнимательности или халатных действий.

## 15. Погодные условия.

Существует 2 типа погоды, летная и не летная. Для того, чтобы определить летную и не летную погоду, необходимо установить метеорологический минимум.

Минимумы для взлета и посадки применяются в отношении скорости и направления ветра, видимости, нижней границы облачности, состояния ВПП.

Существует три вида минимумов:

- Минимум воздушного судна. Это минимум, установленный производителем самолета, то есть перечень допустимых метеоусловий, при которых производитель гарантирует безопасную эксплуатацию самолета.

- Минимум аэродрома. Это минимум установленный в данном аэропорту для каждой конкретной взлетно-посадочной полосы. Он зависит от установленного на аэродроме наземного радионавигационного, светотехнического оборудования и окружающей аэропорт местности (в основном речь идет о рельефе и искусственных препятствиях).

- Минимум экипажа. Минимум экипажа, это персональный допуск каждого пилота к выполнению полета в определенных метеоусловиях. Минимумы пилотов достигаются прохождением специальной программы тренировок и подтверждаются летными проверками.

Основное правило применения метеорологических минимумов состоит в том, что применяется наименьший минимум из трех: самолета, аэропорта и экипажа.

Самая частая причина задержек по метеоусловиям - это ограниченная видимость. К этой группе относится как: туман, дождь, снег, пыль, дым и все, что понижает видимость. Основным параметром, определяющим возможность выполнения взлета и посадки, является дальность видимости на ВПП, или RVR (Runway visual range). Вторым параметром минимума для посадки является высота принятия решения. Например, 60x550, где 60 метров - высота принятия решения, а 550 метров - дальность видимости на ВПП [38]. Иногда добавляется третий параметр - высота нижней границы облачности. Минимум аэродрома зависит в числе прочего от радионавигационного оборудования ВПП. Минимумы аэропорта для взлета зависят в основном от характеристик светотехнического оборудования ВПП и препятствий вокруг ВПП и составляют как правило около 150-250 метров. Ограничения по ветру - это ограничения, установленные производителем самолета. Скорость ветра раскладывается на две составляющие - боковую и продольную. Самолеты выполняют взлет и посадку против ветра, либо с небольшой попутной составляющей. Причина этому - безопасность, взлет и посадка против ветра позволяют значительно уменьшить скорости посадки и отрыва, а значит сократить дистанции разбега и пробега. Для большинства современных гражданских самолетов максимальная попутная составляющая ветра на взлете и посадке составляет 5 метров в секунду, а боковая около 17-18 метров секунду.

Боковой ветер представляет опасность, чтобы его компенсировать, необходимо немного развернуть самолет против ветра, на так называемый угол сноса, чем сильнее ветер, тем больше этот угол. Пока самолет летит, снос проблем не вызывает, но в момент касания ВПП самолет приобретает сцепление с ее поверхностью и стремится двигаться в направлении параллельном своей оси, в это момент пилоту необходимо резко изменить направление движения, что не всегда легко. Особую опасность представляет порывистый ветер, который может «поддуть» в самый неподходящий момент, создав большой крен, что в условиях близости земли очень опасно.

Принятие решение на вылет - это исключительное право командира воздушного судна. Чтобы решить лететь или не лететь в первую очередь необходимо ознакомиться с метеорологической информацией по аэродромам вылета, назначения и запасным.

## 16. Пожар на борту.

Пожары на борту самолета происходят либо в результате технических неисправностей, либо в результате несоблюдения правил полета пассажирами. Если возгорание произошло сразу после взлета или вовремя, скорее всего это произошло по техническим причинам, к примеру короткое замыкание или неисправность топливной системы. Пожар на борту может привести к повреждению важных для управления самолетом элементов, что может привести к потере управления. Так же не менее опасно задымление в результате возгорания.

## 17. Птицы.

Случается, что во время взлета или посадки птицы попадают в двигатель самолета. Попадание одной небольшой птицы до 2 кг не опасно, в случае если в двигатель попадает птица больше 4 кг или стая птиц - двигатель с большой долей вероятности выйдет из строя.

## 18. Сбит военными.

Данной категорией были помечены те авиалайнеры, которые были сбиты средствами ПВО с земли военными тех или иных стран, а также прочими военными группировками: повстанцами, ополченцами, террористами. Так же авиалайнеры, сбитые военными истребителями, так же вошли в данную категорию.

## 19. Столкновение в воздухе.

Столкновение в воздухе происходит в результате чреды ошибок, пилотов или диспетчеров, а также перегруженности неба или аэропорта.

## 20. Столкновение на ВПП.

Столкновение на ВПП — это когда во время взлета или посадки, самолет сталкивается с каким-либо незарегистрированным или забытым объектом на ВПП. Происходит в основном в результате ошибок или халатности со стороны обслуживающего персонала аэропорта.

## 21. Теракт и угон.

Теракт на борту самолета это закладка взрывчатого вещества или пронос его вместе с багажом с целью устрашения, создания опасной ситуации для жизни всех пассажиров и экипажа.

Угон самолета - это незаконное овладение летным транспортом для достижения корыстных целей, иногда целью может быть террористический акт.

#### 22. Удар молнии.

Согласно статистике, каждый работающий самолет в мире получает удар молнией. На данный момент авиапарки практически всех стран обладают современными воздушными судами, которые достаточно хорошо защищены от удара молнии. И все же, несмотря на эффективный полный комплекс защиты, самолетам даже новой конструкции запрещается входить в грозовой фронт. А если в самолет во время полета все-таки попала молния, после посадки его тщательно просматривают на предмет сохранности обшивки корпуса.

В случае нарушения комплекса защиты при падении молнии может случиться катастрофа.

#### 23. Шасси вышло из строя.

Авария в результате неисправности шасси летательного аппарата может случиться если произошло заклинивание механизмов выпуска и забора шасси, в результате жесткой посадки, неисправности тормозной системы.

#### 24. Ошибки экипажа.

Наконец самая главная причины авиакатастроф. Изучив сотни случаев аварий и катастроф можно подметить, ошибки экипажа, конкретнее пилотов случаются очень разные, от немыслимых до самых примитивных.

### 3.2 Наиболее распространенные ошибки членов экипажа

К наиболее распространенным ошибкам экипажа относятся:

- разговоры пилотов на отвлеченные темы;
- пилоты не следовали регламенту взлета или посадки;
- пилот забыл провести проверку перед взлетом или посадкой (есть четко прописанный регламент, который обязует всех пилотов перед взлетом и посадкой провести проверку оборудования, это делается исключительно по памяти, которая находится в кабине каждого авиалайнера, делается это для того, чтобы пилот ничего не забыл);
- усталость пилота (физическое и психоэмоциональное состояние пилота, опьянение);
- визуальные иллюзии (Явления неправильного, неточного отражения объективных свойств вещей. Эти неточности и искажения могут вызываться физическими, физиологическими и психологическими причинами);
- пространственная дезориентация (есть два способа пилотирования, по правилам визуального полета и по правилам полета по приборам, в случае полета по прибору ни один пилот даже с опытом не застрахован от попадания в пространственную дезориентацию);
- пилот совсем недавно пересел на данный тип воздушного судна, а до этого много лет пилотировал другой вид самолетов (отсутствие опыта пилотирования данным летным средством);

- неопытность второго пилота;
- пилоты не верно интерпретируют показания приборов;

- пилоты не верят показаниям приборов (довольно часто бывает, в условиях ограниченной видимости пилоты не верят показаниям навигационных приборов и отказываются выполнять их рекомендации, в результате чего происходит катастрофа);

- несоблюдение регламентов при той или иной ситуации (пилотов обучают как действовать в случае любого происшествя, самолет можно посадить без жертв соблюдая данный регламент, существует не так много фатальных причин для падения самолета).

Таким образом, практически во всех случаях самолет не обречен и его можно еще спасти и посадить без жертв, лишь стечение нескольких фатальных событий и ошибок со стороны пилотов могут из этого сделать катастрофу.

### 3.3 Расчет вероятности аварии для каждого самолета

Был произведен расчет вероятности аварийного случая или катастрофы для каждого самолета (таблица 10). В первой колонке - модель самолета. Во второй - число аварий и катастроф, где были человеческие жертвы, случившиеся с конкретным самолетом [39], [40]. В третьей колонке сколько всего самолетов данного типа было произведено (на 2020 год). В последней колонке посчитанная вероятность.

Вероятность считалась по формуле:

Число аварий и катастроф \* 100 / Всего произведено самолетов.

Таблица 11. Вероятность аварий для каждого самолета

Самолет	Аварий и катастроф (с жертвами)	Всего произведено самолетов	Вероятность аварии с жертвами на самолет
Boeing 707	74	858	8,6
Boeing 720	5	154	3,2
Boeing 727	64	1832	3,5
Boeing 737	98	10577	0,9
Boeing 747	41	1555	2,6
Boeing 757	8	1050	0,8
Boeing 767	8	1186	0,7
Boeing 777	5	1634	0,3
Fokker 100	7	283	2,5
Fokker 50	5	213	2,3
Fokker F-27	74	586	12,6
Convair CV-240	24	1181	2,0
Convair CV-340	13	311	4,2
Convair CV-440	19	233	8,2
Convair CV-580	16	182	8,8
Convair CV-600	1	38	2,6
Convair CV-640	2	27	7,4
Convair CV-880	6	65	9,2
Convair CV-990	7	37	18,9
Sukhoi Superjet-100-95B	2	200	1,0
Canadair CL-44	2	39	5,1
Canadair CRJ	8	1899	0,4
Bombardier DHC	1	1257	0,1
Douglas DC-8	48	556	8,6
Douglas DC-9	51	976	5,2
Douglas DC-10	16	446	3,6
Douglas MD	26	1391	1,9
Ilyushin-18	48	800	6,0
Ilyushin-62	12	289	4,2
Ilyushin-76	31	960	3,2
Ilyushin-86	1	106	0,9
Ilyushin-114	1	20	5,0
ATR 42	11	476	2,3

Самолет	Аварий и катастроф (с жертвами)	Всего произведено самолетов	Вероятность аварии с жертвами на самолет
ATR 72	10	1000	1,0
Tupolev TU-104	21	201	10,4
Tupolev TU-114	3	31	9,7
Tupolev TU-124	11	165	6,7
Tupolev TU-134	26	854	3,0
Tupolev TU-144	1	16	6,3
Tupolev TU-154	36	1026	3,5
Tupolev TU-204	1	86	1,2
Embraer E-jet	2	1584	0,1
Airbus A300	14	561	2,5
Airbus A310	8	255	3,1
Airbus A320	14	9468	0,1
Airbus A321	3	1738	0,2
Airbus A330	5	1497	0,3
Airbus A340	0	380	0,0
Bae-146	6	391	1,5
Bae-125	4	1547	0,3

На рис. 61 изображен график вероятности аварии для каждого самолета.

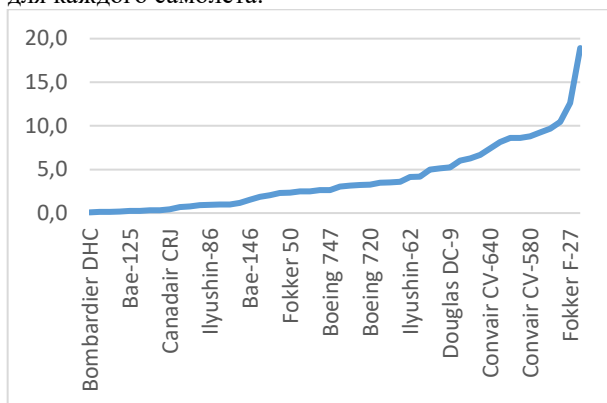


Рис. 61. График вероятности аварии для каждого самолета

Список самолетов с самой большой вероятностью аварий и катастроф:

1. Convair CV-990 - 18,9%
2. Fokker F-27 - 12,6%
3. Tupolev TU-104 - 10,4%
4. Tupolev TU-114 - 9,7%
5. Convair CV-880 - 9,2%
6. Convair CV-580 - 8,8%
7. Douglas DC-8 - 8,6%
8. Boeing 707 - 8,6%
9. Convair CV-440 - 8,2%
10. Convair CV-640 - 7,4%

Список из тех самолетов, которые находятся в постоянной эксплуатации во многих странах мира на 2020, с наибольшей вероятностью аварии и катастрофы:

1. Ilyushin-114 - 5%
2. Ilyushin-62 - 4,2%
3. Douglas DC-10 - 3,6%
4. Tupolev TU-154 - 3,5%
5. Boeing 727 - 3,5%
6. Boeing 720 - 3,2%
7. Airbus A310 - 3,1%
8. Tupolev TU-134 - 3%
9. Boeing 747 - 2,6%
10. Airbus A300 - 2,5%

Далее список самолетов, которые находятся в постоянной эксплуатации во многих странах на 2020 с

наименьшей вероятности аварии на борту и катастрофы:

1. Airbus A380 - 0%
2. Airbus A340 - 0%
3. Boeing 787 - 0%
4. Bombardier DHC - 0,1%
5. Embraer E-jet - 0,1%
6. Airbus A320 - 0,1%
7. Airbus A321 - 0,2%
8. Bae-125 - 0,3%
9. Airbus A340 - 0,3%
10. Boeing 777 - 0,3%
11. Airbus A330 - 0,3%
12. Canadair CRJ - 0,4%
13. Boeing 767 - 0,7%

Примечание: В данном анализе рассматривались модели самолетов, на которых происходили аварии с жертвами. Исключение Airbus A340, Airbus A380 и Boeing 787. Если в данном анализе, отсутствует какой-либо самолет, активно эксплуатирующийся в мире, скорее всего, с его участием не было аварий с жертвами.

### 3.4 Несчастные случаи и жертвы авиакатастроф

На рис. 62 изображен график несчастных случаев с жертвами среди пассажиров (более 14 пассажиров) за период с 1980 по 2019 год.

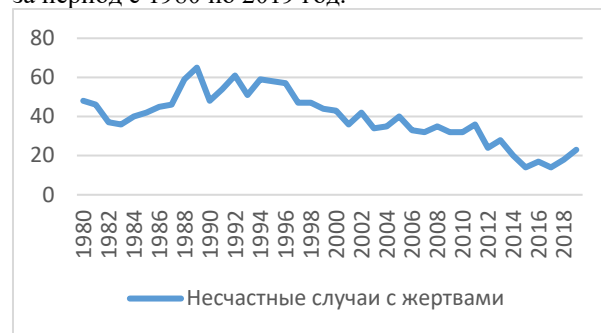


Рис. 62. График несчастных случаев с жертвами по годам

На рис. 63 изображен график жертв среди пассажиров за период с 1980 по 2019 год.



Рис. 63. График жертв по годам

Вероятность стать жертвой авиакатастрофы в 2018 году составила 0,0000015 % или 1 к 1 000 000.

### 3.2 Самые безопасные авиаперевозчики

Рейтинг авиаперевозчиков по безопасности приведен в таблице 12.

**Таблица 12. Рейтинг авиаперевозчиков по безопасности**

№	Авиаперевозчик	Страна	Дата основания	Потери самолетов	Аварий
1	Finnair	Финляндия	1923	0	5
2	Scott Tigerair	Сингапур	2003	0	3
3	Norwegian	Норвегия	1993	0	9
4	Emirates	ОАЭ	1985	1	28
5	Air Europa	Испания	1986	0	11
6	Transavia	Нидерланды	1966	0	10
7	Ethad Airways	ОАЭ	2003	0	13
8	Virgin Atlantic	Великобритания	1985	0	17
9	KLM	Нидерланды	1920	1	24
10	Jetstar Airways	Австралия	2004	0	10
11	Cathay Pacific	Гонконг	1946	0	10
12	EVA Air	Тайвань	1991	0	6
13	Vueling Airlines	Испания	2004	0	12
14	EasyJet	Великобритания	1996	0	45
15	JetBlue Airlines	США	2000	0	11
47	Rossvia	Россия	2006	0	5
76	Aeroflot	Россия	1923	6	20
81	Ural Airlines	Россия	1993	0	11
98	S7 Airlines	Россия	1992	3	8

Место в рейтинге определялось соотношением общего количества аварий, аварий с потерей корпуса самолета, аварий с жертвами среди пассажиров и без. Вывод самые безопасные авиаперевозчики это: Finnair, Scott Tigerair, Norwegian, Emirates, Air Europa. Российских: Rossvia, Aeroflot, Ural Airlines, S7 Airlines [41].

### 3.6 Анализ причин авиакатастроф

На рис. 64 и 65 изображены диаграммы причин авиакатастроф с 1950 по 2020 год.

С 1950 по 2020 год ситуация была разной. С 1950-ых по 1970-ые годы процент аварий, связанных с ошибкой пилота, значительно уменьшился, но с 1980-ых и до 2000-ых годов этот процент снова возрастал и почти пришёл к изначальному значению. Обратный процесс происходил с прочими причинами. Что касается погодных условий, то здесь сделать конкретных выводов нельзя, поскольку ситуация нестабильна, но процент таких аварий в среднем чуть выше 10%, а в последнее время меньше. Технические неисправности составляют не самый маленький процент, около 20%, но в 2000-е этот показатель вырос до 23%, а в 2010-е опустился до 21%. Причиной этого, возможно, является износ судов, поскольку массовое возникновение авиакомпаний приходится на 1980-е годы, следовательно, закупка судов происходила в тоже время, и к 2000-ым годам многие суда устарели. А к 2010-м мир стал отказываться от старых судов и эксплуатировать новые современные. Последнее, что хочется обсудить - теракты, в том числе и саботажи. К сожалению, эта проблема никуда не пропадает. Пик терактов пришёлся на 1980-годы и начало 2000-ых, сейчас их процент немного снизился, но по-прежнему остается высок.



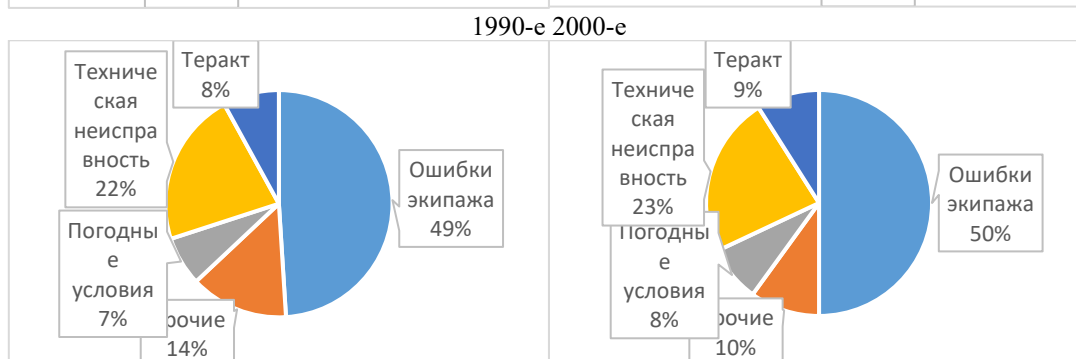
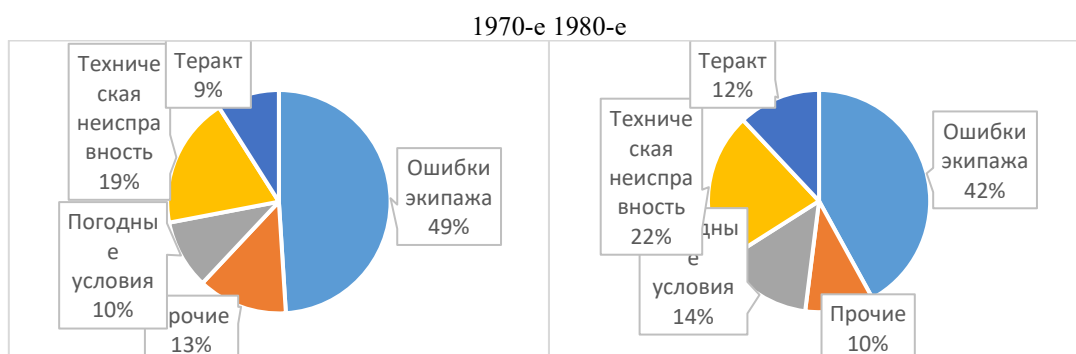
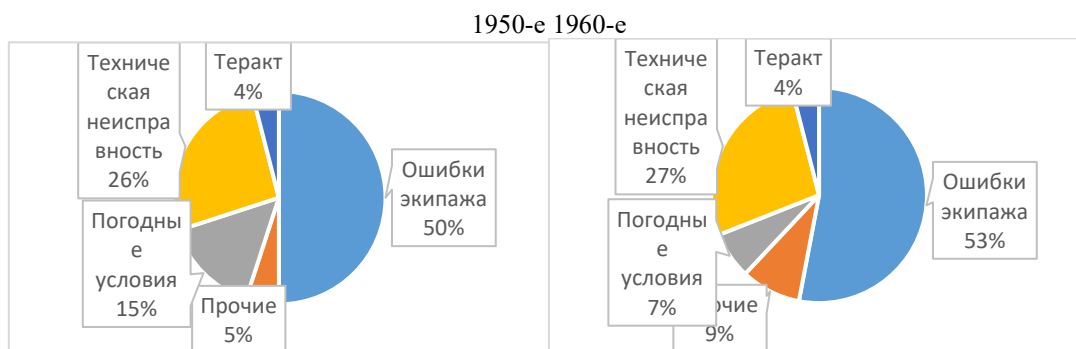


Рис. 64. Причины авиакатастроф с 1950 по 2010 год

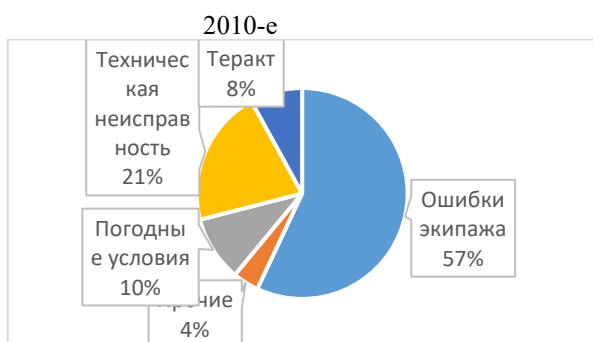


Рис. 65. Причины авиакатастроф с 2010 по 2020 год

### 3.7 Авиационный терроризм

На рис. 66 изображен график авиационного терроризма с 1983 по 2015 год.

Слева шкала - количества жертв среди пассажиров, справа - количество террористических актов.

Самолеты очень уязвимы для террористических атак, к счастью, благодаря многочисленным мерам,

которые были предприняты в целях предотвращения таких нападений, число террористических актов со временем сократилось. Однако, когда речь заходит о жертвах терроризма, не может быть никаких тенденций. Новые самолеты, перевозящие большое количество людей, могут стать мишенью для террористов, что может привести к смертельным атакам в будущем.

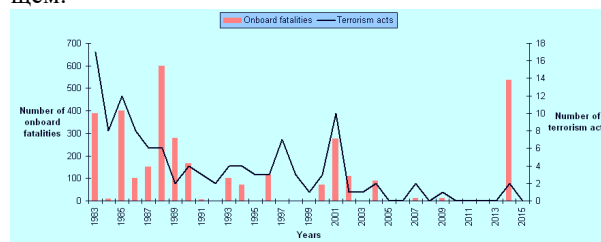


Рис. 66. График авиационного терроризма

### 3.8 Авиационный трафик

На рис. 67 изображен график авиационного трафика за период с 1970 по 2014 год.

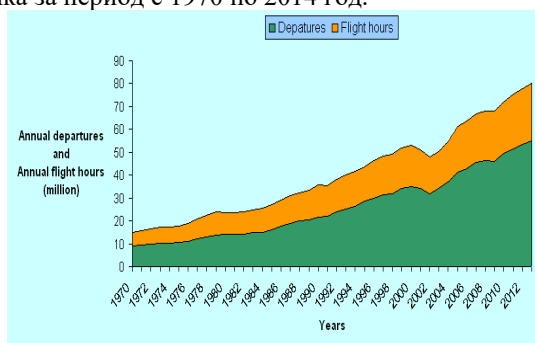


Рис. 67. График авиационного трафика

Воздушное движение увеличилось в геометрической прогрессии между 1970 и 2001 годом. Однако после нападения на Всемирный торговый центр в 2001 году многие авиакомпании столкнулись с финансовыми трудностями, и воздушное движение начало падать. Через два года движение снова возросло.

Таким образом можно сделать вывод: начиная с 1970 года и заканчивая нашим днем, ежегодное число авиаперелетов стремительно увеличивается, также соответственно увеличивается пассажиропоток в мировой гражданской авиации. Число аварий с жертвами среди пассажиров начиная с 1995 года значительно сокращается. Таким образом летать на самолете стало безопаснее. Несмотря на снижение числа несчастных случаев, основные причины аварий остаются практически без изменений. Устранить все причины нельзя, но можно снизить их процент. Например, более тщательная проверка самолета и пассажиров перед взлётом может уберечь от очередного теракта; более частый и качественный ремонт снизит процент аварий по технической причине; грамотное и непрерывное обучение (постоянная учёба, связи с новыми системами и технологиями на воздушных судах) может снизить аварии, причиной которых является человеческий фактор, в частности ошибка экипажа или недостаточность опыта у командира воздушного судна.

#### Заключение

В рамках исследовательской работы проведен анализ статистики авиационных происшествий, было сформировано описание авиатранспорта, составлены предварительные причины возникновения аварий и катастроф с участием летательных аппаратов.

Собрана и проанализирована статистика авиакатастроф по годам и географическим регионам.

Также было дано определение летных фаз и составлена статистика катастроф по этим фазам. Был произведен анализ ведущих стран по авиарейсам и пассажиропотоку. Посчитана вероятность стать жертвой авиакатастрофы в той или иной стране

Был произведен обширный анализ аварий и авиакатастроф с жертвами с учетом анализа причины ка-

тастрофы и в какой момент полета произошла катастрофа или авария для следующих авиалайнеров разных моделей и модификаций: Boeing, Fokker, Convair, Sukhoi Superjet, Canadair, Bombardier, McDonnell Douglas, Ilyushin, ATR, Tupolev, Airbus, Bae.

Названы основные причины авиакатастроф каждого из них.

Было сформировано описание самых распространенных причин аварий, которые привели к катастрофам.

Составлен список самых безопасных и самых опасных пассажирских самолетов.

Также был составлен список самых безопасных авиаперевозчиков, в т. ч. России.

Итог: с каждым годом число рейсов и пассажиров стремительно увеличивается, при этом наблюдается снижение несчастных случаев и жертв авиакатастроф соответственно. Летать стало безопаснее чем 10 или 20 лет назад. Основной причиной несчастных случаев названа ошибка экипажа.

#### Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00445.

#### Список литературы

- [1] Boeing Statistical Summary 1959-2017 [Электронный ресурс] - URL: <https://cdn.aviation-safety.net/airlinesafety/industry/reports/Boeing-Statistical-Summary-1959-2017.pdf>.
- [2] ICAO Safety Report 2019 [Электронный ресурс] - URL: [https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO\\_SR\\_2019\\_final\\_web.pdf](https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2019_final_web.pdf).
- [3] World Bank Air transport, registered carrier departures worldwide [Электронный ресурс] - URL: <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.DPRT>.
- [4] A.Kh. Khakimova, O.V. Zolotarev, M.A. Berberova. Visualization of bibliometric networks of scientific publications on the study of the human factor in the operation of nuclear power plants based on the bibliographic database Dimensions. Scientific Vis.
- [5] World Bank Air transport, passengers carried [Электронный ресурс] - URL: <https://data.worldbank.org/indicator/is.air.psgr>.
- [6] O. Zolotarev, Y. Solomentsev, A.Khakimova, M. Charnine. Identification of semantic patterns in full-text documents using neural network methods. Proceedings of the 29th International Conference on Computer Graphics and Vision. Graphicon-2019..
- [7] The Boeing Company [Электронный ресурс] - URL: <https://www.boeing.com/>.
- [8] Convair [Электронный ресурс] - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Convair>.
- [9] Sukhoi Superjet [Электронный ресурс] - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Sukhoi\\_Superjet\\_100](https://ru.wikipedia.org/wiki/Sukhoi_Superjet_100).
- [10] Canadair [Электронный ресурс] - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Canadair>.
- [11] Bombardier [Электронный ресурс] - URL: <https://www.bombardier.com/>.

- [12] McDonnell Douglas [Электронный ресурс] - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/McDonnell\\_Douglas](https://ru.wikipedia.org/wiki/McDonnell_Douglas).
- [13] Джонсон, Стивен Б. BBC США и культура инноваций 1945-1965 - Diane Publishing Co., 2002. - 32 с..
- [14] Уоддингтон Т. Douglas DC 8. - World Transport Press, Inc., 1996..
- [15] Ил-18 [Электронный ресурс] - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ил-18>.
- [16] Таликов Н. Д. Три четверти века «ильюшинского» неба... - М.: Вестник Воздушного Флота, 2008. - С. 153..
- [17] Таликов Н. Д. Три четверти века «ильюшинского» неба... - М.: Вестник Воздушного Флота, 2008. - С. 157..
- [18] Новожилов Г. В. Лещинер Д. В. Шейнин В. М. и др. Из истории советской авиации : Самолёты ОКБ имени С. В. Ильюшина / Под ред. Г. В. Новожилова. - М. : Машиностроение, 1985. - 263 с..
- [19] Сулейманова С. Ил-76МД-90А самолёт большого будущего // Гражданская авиация. - М., 2012. - № 11. - С. 8-11..
- [20] Дроздов С. В. Между Як-42 и "Суперджетом" // Крылья Родины. - М., 2019. - № 7-8. - С. 203..
- [21] ATR [Электронный ресурс] - URL: <http://www.atraircraft.com/>.
- [22] Самолеты Ту [Электронный ресурс] - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Самолёты\\_Т\\_уполева](https://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Самолёты_Т_уполева).
- [23] Затучный А. М., Ригмант В. Г., Синеекий П. М. - «Туполев-144» - Фонд «Русские витязи», Издательство «Полигон-пресс», 2015, 552 стр..
- [24] Кузнецова Т. «Авиакор» простился с Ту-154. - Производство легендарного советского самолёта прекращено. - Газета «Коммерсантъ».
- [25] Черемухин Г. А. Дальше. Выше. Быстрее: воспоминания о работе в авиапромышленности, о технике и её создателях. - М.: Проспект, 2011..
- [26] Катастрофа в Ле-Бурже [Электронный ресурс] - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ту-144#Катастрофа\\_в\\_Ле-Бурже\\_1973\\_года](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ту-144#Катастрофа_в_Ле-Бурже_1973_года).
- [27] Авиационное происшествие в испытательном полёте [Электронный ресурс] - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ту-144#Авиационное\\_происшествие\\_в\\_испытательном\\_полёте\\_31\\_июля\\_1980\\_года](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ту-144#Авиационное_происшествие_в_испытательном_полёте_31_июля_1980_года).
- [28] Авиакатастрофа рейса Ту-154 Тель-Авив - Новосибирск в 2001 году [Электронный ресурс] - URL: <https://ria.ru/20161004/1478372878.html?in=t>.
- [29] Embraer [Электронный ресурс] - URL: <https://embraer.com/>.
- [30] Потери самолета Embraer-ERJ [Электронный ресурс] - URL: <https://aviation-safety.net/database/types/Embraer-ERJ-170-190/losses>.
- [31] Авиакатастрофы Airbus 321 [Электронный ресурс] - URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Airbus\\_A321](https://en.wikipedia.org/wiki/Airbus_A321).
- [32] Авиакатастрофы Airbus 330 [Электронный ресурс] - URL: <https://aviation-safety.net/database/types/Airbus-A330/losses>.
- [33] Авиакатастрофы Airbus 340 [Электронный ресурс] - URL: <https://aviation-safety.net/database/types/Airbus-A340/database>.
- [34] Авиакатастрофы Bae 125 [Электронный ресурс] - URL: <https://aviation-safety.net/database/types/BAe-125-HS-125-DH-125-series/losses>.
- [35] Авиакатастрофы Bae 146 [Электронный ресурс] - URL: <https://aviation-safety.net/database/types/British-Aerospace-BAe-146/losses>.
- [36] Боднер В. А. Теория автоматического управления полётом - М., 2001..
- [37] Руководство по противообледенительной защите воздушных судов на земле [Электронный ресурс] - URL: [http://www.aviadocs.net/icaodocs/docs/9640\\_cons\\_ru.pdf](http://www.aviadocs.net/icaodocs/docs/9640_cons_ru.pdf).
- [38] Условия ограниченной видимости в авиации [Электронный ресурс] - URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Runway\\_visual\\_range](https://en.wikipedia.org/wiki/Runway_visual_range).
- [39] Michael Charnine, Konstantin Kuznetsov and Oleg Zolotarev. Multilingual Semantic Cyberspace of Scientific Papers Based on WebVR Technology. Proceedings of the International 2018 Conference on Cyberworlds. Singapore, 3-5 October.2018. P. 435-438..
- [40] Klimenko S., Khakimova A., Charnine M., Zolotarev O., Merkureva N. Semantic approach to visualization of research front of scientific papers using web-based 3D graphic. В сборнике Proceedings of the 2018 International Conference Web 3D. The 23rd Inte.
- [41] Рейтинг авиаперевозчиков по безопасности [Электронный ресурс] - URL: <https://www.jacdec.de/airline-ranking/>.