



ОСОБЕННОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОПЕРАТОРОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

*Рудько Виктория Николаевна,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

E-mail: victoria.rudzko@gmail.com

*Алефиренко Виктор Михайлович,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

E-mail: alefirenko@bsuir.by

Аннотация. В статье рассматриваются особенности принятия решений операторами сложных систем управления в авиации (пилотами самолетов) при возникновении критических ситуаций, характеризующихся высокой степенью неопределенности принятия решения, ограниченным временем на реагирование и стрессовыми факторами. Проанализированы три авиакатастрофы (рейсы под Пуэрто-Плата, над Баденским озером и под Шарм-эль-Шейхом), иллюстрирующие влияние технических и человеческих факторов на безопасность полетов.

Ключевые слова: операторы сложных систем управления, пилоты самолетов, безопасность полетов, авиационные катастрофы.

Современная авиация является одной из сложных высокотехнологичных отраслей, где операторы сложных систем управления, такие как пилоты и диспетчеры, принимают и анализируют несколько видов информации. Часто принятие решений, которые могут снизить риски катастрофы, необходимо принимать в критических ситуациях в условиях высокой неопределенности принятия решения, ограниченного времени и стресса.

Катастрофа рейса 301 *Boeing 757* под Пуэрто-Плата произошла 6 февраля 1996 года [1]. Экипаж управления самолетом состоял из трех человек – капитана, второго пилота и сменного капитана. Состав экипажа имел гражданство Турции и Доминиканской Республики, в культурах которых принято уважать мнение старших. Во время разгона самолета капитан судна заметил, что данные с указателей скорости на его панели и на панели второго пилота не сходятся. Капитаном было принято решение продолжать полет, а не отменять взлет, что следовало сделать исходя из инструкции. После взлета самолета капитан передал управление автопилоту, который получал информацию только из одного

источника – с указателя скорости с неверными показателями, на котором указывалась слишком высокая скорость, и автопилот принял действия для того, чтобы ее снизить. После этого с панели управления были получены два противоречащих друг другу предупреждения: в одном – что скорость превышена, во втором – что скорости недостаточно для полета. Экипаж сделал вывод, что оба указателя скорости неисправны, хотя у второго пилота показатели о слишком малой скорости, как оказалось в последствии, были верными, и самолет падал. После принятом капитаном решении о снижении скорости самолета, он получил вибросигнал штурвала, который сигнализировал о вхождении самолета в сваливание, но не понял, что самолет скоро войдет в сваливание. Это можно объяснить тем, что были получены один за другим противоречивые сигналы – сначала о слишком высокой, потом опасно низкой скорости самолета. А затем, после автоматического отключения автопилота при входе самолета в сваливание, пилот получил управление самолетом в момент, когда был больше всего растерян. Однако сменный капитан, исходя из полученного вибросигнала штурвала, понял, что происходит и что выходом из данной ситуации являлось направление носа самолета вниз и пикирование, и пытался донести капитану судна эту информацию. Но капитан судна игнорировал советы. Следует отметить, что при данной критической ситуации второй пилот автоматически получал доступ к управлению самолетом через свой штурвал, и сам мог сделать необходимые действия, которые могли бы исправить ситуацию. Можно предположить, что культура и социальная атмосфера экипажа не позволяла второму пилоту взять управление на себя у более старшего и опытного капитана судна, даже если это могло увеличить шансы на предотвращение катастрофы. Капитаном было принято другое решение, которое оказалось неверным и привело к крушению.

Как показали дальнейшие расследования, катастрофа имела первоисточник – технические неисправности самолета, которые не были замечены вовремя. На самолете *Boeing 757* скорость и высота полета измеряются при помощи трубок Пито и, соответственно, приемников воздушного давления – внешних датчиков, передающих информацию компьютерным системам самолета. После изучения обломков самолета рейса 301 было обнаружено, что одна из трех трубок Пито была заблокирована. Предположительной причиной блокировки явилось гнездо песочной оси, т. к. самолет простоял в аэропорту 20 дней, 12 из которых за ним никто не следил. За это время песочная ось успела сделать гнездо в трубке Пито, расположенной на фюзеляже самолета со стороны капитана воздушного судна. Вследствие вышеприведенных факторов пилоты получали ложные показания. Данные механические неисправности, усугубленные человеческими факторами, описанными ранее, привели к катастрофе, что демонстрирует необходимость учета всех данных, передающих информацию о самолете экипажу, а также улучшения протокола взаимодействий внутри экипажа для повышения эффективности принятия совместных решений.

Катастрофа над Баденским озером произошла 1 июля 2002 года с самолетом *Boeing 757* рейса *DHX 611* и самолетом *Tu-154M* рейса *BTC 2937* [1]. На борту

самолета Ту-154М находился экипаж гражданства Российской Федерации в составе 9 человек и 60 пассажиров. На *Boeing 757*, выполняющий грузовой рейс, находился экипаж, состоящий из двух пилотов гражданств Великобритании и Канады. Траектории полета самолетов пересекались, но должны были в момент пересечения быть на разной высоте. Управление воздушным движением на территории полета, близкой к месту пересечения, осуществлялось диспетчерским центром в Швейцарии. В центре в ночную смену работало два оператора. Незадолго до столкновения один из операторов вышел на незапланированный перерыв, оставив второго оператора следить за двумя экранами, между которыми расстояние составляло 1 м. После этого пришли техники и сообщили второму оператору о необходимости провести технический осмотр главного радара, и в это время сигнал на экране будет поступать медленнее, чем обычно. Кроме этого, отключают все телефонные линии. Оператору поступил запрос от экипажа *Boeing 757* на разрешение увеличения высоты полета – так как чем выше высота, тем разреженнее воздух и расходуется меньше топлива – на что оператор дал разрешение. Таким образом, новая высота полета *Boeing 757* стала равна высоте Ту-154М. Затем у оператора появилось задание посадить другой самолет, что требует непрерывного внимания, и, поскольку оператор все еще отвечал за контроль информации, поступающей с двух экранов, он пытался дозвониться до контрольного центра аэропорта и передать им это задание, но телефонные линии все еще были отключены из-за технических работ, поэтому передать задание не удалось. Затем оператора одновременно вызвали рейсы самолета Ту-154М и еще одного для уточнения курса. В это время в немецком центре управления полетами на экранах замечена опасность столкновения рейсов *DHX 611* и *BTC 2937*, они пытались дозвониться до оператора швейцарского центра, управляющим воздушным движением рейсов, чтобы предупредить об опасности (международные правила авиации не позволяют обращаться непосредственно к пилотам), но не смогли из-за отключенных телефонных линий. В Ту-154М на экране системы *TCAS*, предназначенной для уменьшения риска столкновения воздушных судов, появился *Boeing 757*. В это время оператор, сопровождающий посадку другого самолета, увидел на экране сигнал (с задержкой из-за технических работ) возможности столкновения и дал команду Ту-154М снижаться и сделал вывод, что предотвратил столкновение. Однако на борту Ту-154М система *TCAS* подала голосовой сигнал о необходимости набирать высоту. Одновременно на борту *Boeing 757* система *TCAS* подала сигнал снижать высоту. Системы *TCAS* разных самолётов согласовывают решение между собой перед выдачей указаний пилотам, то есть, если система одного самолёта даст указание снижаться, то система другого самолёта даст указание увеличить высоту. Пилоты Ту-154М пытались связаться с оператором, чтобы сообщить о разногласии его указаний, которым они последовали, с указаниями *TCAS*, но не успели, так как в последние секунды пилоты обоих самолетов увидели друг друга и попытались предотвратить столкновение, полностью отклонив штурвалы, но это не помогло, и произошло столкновение. Данное столкновение показывает, как технические

сбои могут усугубить ошибки оператора, что привело к ошибочному указанию экипажу Ту-154М. Несмотря на наличие системы TCAS, которая корректно определила безопасный маневр, менталитет российских пилотов заставил их следовать указаниям диспетчера. Ситуация выявила проблему отсутствия международных протоколов при разногласии указаний диспетчера и системы TCAS, а также необходимость внедрения резервных каналов связи.

Катастрофа *Boeing 737* под Шарм-эль-Шейхом произошла 3 января 2004 года [1]. При поднятии самолета в воздух экипаж летел на ручном управлении. Полет происходил в темное время суток над темным океаном, не было видно горизонта и наземных огней. В таких условиях вероятно возникновение у капитана нарушения пространственной ориентации, что обусловлено возникновением вестибулярной иллюзии прямолинейного полета [2]. Капитан мог не заметить, что самолет поворачивал, т. к. ему казалось, что самолет летит прямо. Самолет поворачивал из-за того, что штурвал самолета начал медленно поворачивать. Когда самолет вошел в крен над морем, он начал медленно сходить с курса. Однако капитан ничего не говорил, т. к. не замечал изменений в траектории полета. В данной ситуации происходит очень высокая нагрузка на пилота. Без визуальных внешних ориентиров легко потерять ориентацию. При начале поворота самолета второй пилот обратил внимание капитана на данный факт. То есть капитану поступала противоречивая информация, его восприятие показывало одну ситуацию, в то время как второй пилот докладывает другую. Командир пытался исправить ситуацию и ему почти удалось вернуть управление самолетом, при этом управление возвратилось тогда, когда самолет поворачивает к береговой линии. При видимых огнях на берегу капитан получил полную и безошибочную информацию о положении самолета и в этот момент дезориентация прошла, и он начал управлять самолетом. Однако времени спасти самолет не хватило. При этом вся информация для спасения самолета была все это время перед глазами капитана на приборах. Самое важное при потере пространственной ориентации – безоговорочно положиться на приборы. Таким образом, данный случай подчеркивает значимость взаимодействия и вовлеченностью между членами экипажа, особенно в ночное время или при плохой видимости, когда внешние ориентиры отсутствуют.

На безопасность полетов влияет большое количество факторов. В более подробной классификации факторов выделяют технические (определяются надежностью или отказами авиационной техники) и человеческие (определяются действиями людей и имеют личностную природу) [3]. Основные факторы, повлиявшие на катастрофу, в соответствии с данной классификацией, приведены в таблице 1.

В данных катастрофах проиллюстрировано комплексное влияние механических и человеческих факторов, приводящих к критическим ситуациям при управлении самолетом. В катастрофе под Пуэрто-Плата заблокированная трубка Пито привела к ложным показаниям скорости, и неспособность экипажа правильно и быстро интерпретировать данные привело к крушению. При столкновении ад Баденским озером технические работы, приведшие к задержке

актуальных данных в комбинации с перегрузкой диспетчера, привели к неправильным указаниям экипажу. В рейсе под Шарм-эль-Шейхом основным фактором являлся человеческий, вызванный пространственной дезориентацией, и недостаточной сверкой экипажа с показателями приборов, а также отсутствие командной работы. Эти случаи показывают, что безопасность полета требует комплексного подхода: надежности технических систем и слаженной работы команды.

Таблица 1

Влияние факторов на катастрофу

Катастрофа	Механические факторы	Человеческий фактор
под Пуэрто-Плата	– заблокирована трубка Пито; – ложные показания скорости.	– игнорирование расхождений показаний приборов; – отсутствие слаженной командной работы экипажа из-за культурных особенностей.
над Баденским озером	– задержка отображения данных у диспетчера из-за технических работ; – отключение телефонной связи из-за технических работ.	– диспетчер перегружен задачами; – следование разным указаниям (<i>TCAS</i> и диспетчера) из-за разного менталитета экипажей.
под Шарм-эль-Шейхом	– отсутствие автоматической стабилизации при ручном управлении.	– отсутствие ориентира на показания приборов; – недостаточное взаимодействие между членами экипажа.

Литература:

1. Расследование авиакатастроф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/@airplaneCrashe/playlists>
2. Гостилович В.М. Пространственная ориентация летчика как один из факторов обеспечения безопасности полетов воздушных судов / В.М. Гостилович, В.Э. Базылев, М.И. Токарева // *Авиация: история, современность, перспективы развития: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»*, Минск, 25 ноября 2021 г. – Минск: Национальная библиотека Беларуси, 2022. – С. 279-282.
3. Волк Е.А. Факторы, влияющие на безопасность полетов / Е.А. Волк, В.В. Шаталова // *Авиация: история, современность, перспективы развития: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию гражданской авиации Республики Беларусь учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»*, Минск, 3 ноября 2023 г. – Минск: Национальная библиотека Беларуси, 2024. – С. 201-203.