
ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

DIAGNOSTIC METHODS OF ENSURING THE RELIABILITY AND THE QUALITY OF COMPLEX SYSTEMS

УДК 351/354

DOI 10.21685/ 2307-4205-2018-2-9

С. М. Головнин

РИСК ПОТЕРИ НАВЫКА РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПИЛОТАМИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

S. M. Golovnin

THE RISK OF LOSING THE PROBLEM SOLVING SKILLS IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY BY PILOTS CIVIL AVIATION

Аннотация. Статья посвящена проблеме человеческого фактора в пилотировании и влиянию тренировок курсантов (начинающих пилотов) на безопасность полетов. Рассматривается значимость упражнений, о которых заведомо не известно курсантам в процессе тренировки, их влияние на общую подготовку и скорость принятия решений пилотами гражданской авиации. Приводятся результаты моделирования тренировки курсантов с учетом неожиданных для них упражнений в виртуальной среде пилотирования, рассматриваются риски потери навыка решения проблем в условиях неопределенности с учетом влияния человеческого фактора на безопасность полетов и процесс подготовки курсантов гражданской авиации. Рассматриваются основные тренды в процессе подготовки пилотов гражданской авиации и приводится теоретическое обоснование результатов моделирования ситуации с помощью виртуальной среды пилотирования. Результаты исследования приводятся в графическом виде для наглядного отображения результатов и вероятных последствий с использованием статистического прогнозирования. Приводится статистика распределения факторов опасности по трем основным составляющим человек-

Abstract. The article is devoted to the human factor problem and the impact of training of cadets (novice pilots) on flight safety. The importance of exercises, which the cadets are not aware of during the training process, their influence on the overall training and speed of decision making by civil aviation pilots is considered. The results of simulation of training of cadets in view of unexpected exercises for them in the virtual piloting environment are presented, the risks of loss of the problem solving skills in the conditions of uncertainty are considered, taking into account the human factor influence on flight safety and the process of training civil aviation cadets. The main trends in the process of training civil aviation pilots are considered and the theoretical justification of the simulation results of the situation with the help of a virtual piloting environment is given. The results of the study are presented in a graphical form for visualizing the results and probable consequences using statistical forecasting. The statistics of the distribution of hazards by the three main components of man-machine-environment and the explanation of statistical indicators for these areas in the past decades in civil aviation are given. Mention is made of the possibility and importance of working off contingencies on aircraft using a virtual piloting environment,

машина-среда и объяснение статистических показателей по данным направлениям за прошедшие десятилетия в гражданской авиации. Упомянется о возможности и важности отработки нештатных ситуаций на воздушных судах с помощью виртуальной среды пилотирования, когда риск реального нанесения ущерба сведен к минимуму. Приводится формула расчета вероятности совершения ошибок пилотами гражданской авиации в процессе выполнения полетов на воздушных судах и варианты увеличения уровня и культуры безопасности полетов путем корректировки программ подготовки авиационных специалистов. Выводы и рекомендации статьи предполагается внедрять в программы подготовки специалистов гражданской авиации в перспективе с ориентацией на управленческие риски, возникающие в процессе управления организациями, являющимися элементами авиатранспортной системы с целью улучшения качества услуг в сфере гражданской авиации и безопасности полетов. Результаты внедрения будут подробно отражены в последующих статьях.

Ключевые слова: безопасность полетов, управление рисками, управление качеством, виртуальная среда, подготовка авиационных специалистов, моделирование полетов, человеческий фактор в ГА.

where the risk of actual damage is minimized. A formula is given for calculating the probability of errors committed by civil aviation pilots in the process of performing flights on aircraft and options for increasing the level and safety culture of flights by adjusting training programs for aviation specialists. The conclusions and recommendations of the article are expected to be introduced into training programs for civil aviation specialists, in the future, with a focus on management risks arising in the management of organizations that are elements of the air transport system in order to improve the quality of services in the field of civil aviation and flight safety. The results of the implementation will be detailed in subsequent articles.

Key words: safety of flights, risk management, quality management, virtual environment, training of aviation specialists, modeling of flights, human facts in civil aviation.

Введение

Современная авиатранспортная система характеризуется большой зависимостью от человека, безопасное функционирование всех ее элементов напрямую определяет тот самый «человеческий фактор», играющий большую роль в управлении и стабильности всей системы (рис. 1). С течением времени и развитием авиационной промышленности роль человеческого фактора в авиационных происшествиях в значительной степени изменяется, и, если на первых ВС, которые вызвали сложности в управлении, а также в силу их ненадежности доля человеческого фактора составляла 5–7 %, в середине прошлого века – примерно 50 %, то в настоящее время доля человеческого фактора составляет около 80 % с тенденцией к увеличению. Можно предположить, что через 30 лет доля человеческого фактора будет составлять 90–95 % [1].

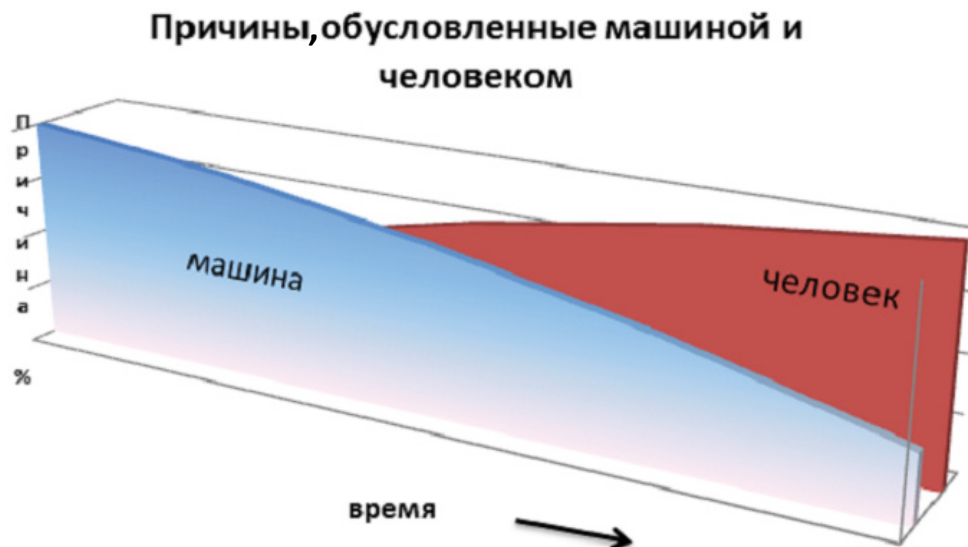


Рис. 1. Развитие роли человеческого фактора в авиатранспортной системе

Этот процесс закономерный как в нашей стране, так и во всем мире и объясняется следующим:

- начало XX в.: количество авиационных происшествий – неблагоприятные внешние условия, технические причины и человеческий фактор;
- середина XX в.: количество летных происшествий растет, неблагоприятные внешние условия, человеческий и технический фактор;
- начало XXI в.: технический фактор, неблагоприятные внешние условия, человеческий фактор.

По концепции ИКАО человеческий фактор – это люди в той обстановке, в которой живут и трудятся, взаимодействуют с техникой, с другими людьми, с окружающей средой и документацией. В целом же деятельность человека всегда характеризуется некой степенью неопределенности, предугадать действия, последствия и варианты решения невозможно, особенно в ограниченный промежуток времени.

Человеческий фактор как причина авиационного события подразумевает под собой неспособность человека своевременно среагировать (вмешаться) в создавшейся аварийной ситуации с целью избежания или минимизации последствий этого события [2].

Одной из важнейших характеристик человека является время его реакции. В общем виде время реакции – это время, которое проходит от начала появления раздражителя до окончания двигательного ответа. В гражданской авиации способность реагировать на раздражители (сигналы, команды УВД, ситуации в кабине ВС) прививается на ранних этапах обучения в летных школах. Однако практическая отработка реакций на события, несомненно, играет важную роль в развитии скорости реакции в условиях выполнения реальных полетов.

Для этой цели программы обучения курсантов включают в себя задания на тренировку с перечнем событий, которые отрабатываются на тренажерах и подразумевают возникновение правильной реакции у курсанта для избежания развития аварийной ситуации.

Однако, проводя занятия с курсантами, которые вводятся в строй на новый тип ВС после окончания обучения в летной школе, было замечено, что в случае проведения серии однотипных тренировок курсанты начинают предугадывать ситуацию, которая будет задаваться инструктором тренажера и развиваться в процессе проведения тренировок.

Почему так происходит?

Программа подготовки курсантов предусматривает типовые упражнения и ситуации на тренажере, которые должны быть отработаны. Данный перечень утверждается в компаниях и учебных заведениях. Это хорошая, рекомендованная практика соблюдения требований законодательства. Курсанты и начинающие пилоты всегда могут ознакомиться с заданием на тренировку и быть готовы к развитию различных сценариев. Конечно, в подобных заданиях на тренировку существует доля упражнений и ситуаций, которые задаются инструктором неожиданно. Но и тут присутствует вероятность появления закономерностей и предугадывания курсантом событий. К примеру, было выявлено, что упражнение «пожар одного двигателя» всегда включается при ясной погоде и в условиях незначительного ветра (CAVOK). Поэтому когда после выполнения упражнений по взлету и посадке в условиях сильно ограниченной видимости инструктор задает отличные погодные условия, пилоты, находящиеся на тренажере, объявляют друг другу, что, вероятно, сейчас будет упражнение с отказом двигателя [3, 4].

Таким образом пропадает эффект «неожиданности», а ведь отказы или прочие сложные ситуации, которые могут возникнуть в полете, невозможно предсказать в условиях реального полета.

Данная закономерность и предугадывание возможного сценария развития ситуации в полете способны существенно притупить у пилота навык реагирования и решения неожиданно возникающих проблем и снизить потребность в анализе и верном принятии решений относительно той или иной ситуации. Как следствие – основной навык пилота «лететь впереди самолета на несколько секунд» будет размыт и впоследствии останется без развития, что скажется на дальнейшей безопасной эксплуатации воздушных судов.

Моделирование и анализ проблемы

Виртуальная среда пилотирования характеризуется современными разработками в области искусственного интеллекта, что позволяет на сегодняшний день задать случайно время отказа/возникновения сложной ситуации, в том числе случайный выбор ситуации из широкого перечня.

Для того чтобы сузить временные рамки возникновения ситуации и сценария ее развития, существует возможность задать временные рамки, к примеру с четвертой по восьмую минуту полета, или на высоте от 200 до 1400 футов, или при захвате глиссадного луча при выполнении посадки.

Однако подготовить человека к действию в неопределенной ситуации, развить навыки поиска решения проблем возможно, смоделировав условия неопределенности в процессе проведения тренировок. Действия в условиях неопределенности заставляют пилота искать варианты решения, предугадывать последствия принятых решений и оценивать огромное количество информации в достаточно сжатые промежутки времени. В данном контексте неопределенность понимается как «отсутствие информации о вероятности наступления авиационного события», иными словами, моделируется ситуация, когда пилот не может оценить вероятность наступления события и поиск решения по устранению последствий события будет происходить в режиме реального времени [5, 6].

Классическая формула вероятности события выглядит следующим образом: $V = \frac{n}{M}$, где V – вероятность; n – количество событий; M – единица измерения времени, например количество летных часов или количество полетов. В процессе выполнения тренировки значение M известно и задано продолжительностью тренировки. Значение n зачастую также известно из задания на тренировку, и пилоты, изучая программу подготовки, уже понимают, сколько событий и какого рода будут возникать в процессе тренажерной подготовки. Для того чтобы сделать переменную V неизвестной, что, как следствие, сделает вероятность наступления события неизвестной, необходимо сделать неизвестной переменную n , для того, чтобы количество и характер событий был не известен для пилотов.

Моделирование

Для моделирования подобной ситуации с курсантами на тренажере был проведен следующий эксперимент: 10 курсантов проходили в общей сложности 20 тренировок, из них в 10 тренировках они знали, что будет запланировано моделирование столкновения с птицей (имитация разбитого остекления), а в 10 других случаях в задании на тренировку не было обозначено, что планируется отработка столкновения с птицей. Результаты фиксировались следующим образом: фиксировались номер тренировки и количество человек, которые не смогли правильно выполнить процедуры при столкновении с птицей (имитация разбитого остекления).

Условия тренировки: модель ВС Cessna 172, погода: штиль, CAVOK (видимость без ограничений), дневное время суток, в каждой тренировке столкновение имитировалось в случайный отрезок времени полета по кругу (курсант не знал, когда и на каком этапе произойдет столкновение).

В первую очередь выполнялись тренировки с условием, что курсанты не знают, что в тренировке будет имитация столкновения, результаты выглядели следующим образом:

Номер тренировки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество курсантов, допустивших ошибку ¹	10	8	7	8	9	6	4	3	2	2

Таким образом, наблюдается тенденция снижения количества человек, допустивших ошибку в пилотировании. Это объясняется адаптацией курсантов к ситуации и концентрацией внимания, а также привлечением внутренних резервов знаний и уже полученного опыта, более последовательными действиями по устранению последствий ситуации.

Во вторую очередь выполнялись тренировки с условием, что курсанты знают, что в тренировке будет имитация столкновения, результаты выглядели следующим образом:

Номер тренировки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество курсантов, допустивших ошибку	4	3	2	0	3	5	6	8	8	10

Таким образом, наблюдается обратная тенденция увеличения количества человек, допустивших ошибку в пилотировании. Это объясняется расслабленным состоянием курсанта, считающего, что все под контролем и обязательно удастся справиться с аварийной ситуацией. Дальнейший рост количества ошибок объясняется возросшим стрессом по поводу того, что даже, несмотря на то, что курсант заранее знает о проблеме, он не может с ней справиться, так как его знания и навыки не применяются в силу психологической уверенности в том, что ситуация полностью под контролем и она запланирована. Также наблюдается рассеянное внимание с увеличением числа тренировок.

¹ Под ошибкой подразумевается неспособность курсанта посадить ВС благополучно.

Обобщенные результаты эксперимента представлены на графике, содержащем линии тренда, наглядно демонстрирующие как элемент неожиданности события позволяет снизить количество ошибок, побуждая курсанта акцентировать внимание на пилотировании и выполнении процедур.

На рис. 2 показано:

- зеленая линия – моделирование ситуации, когда курсанты НЕ знают о предстоящем столкновении; пунктирная линия – линия тренда;
- красная линия – моделирование ситуации, когда курсанты знают о предстоящем столкновении; пунктирная линия – линия тренда.

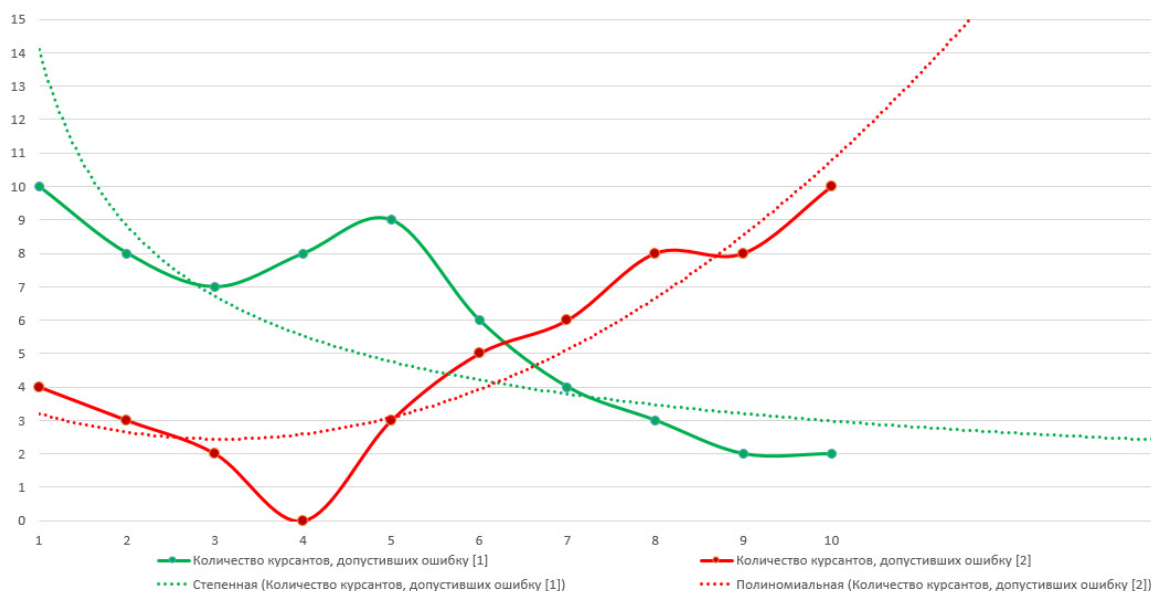


Рис. 2. Результаты моделирования

Как видно из графика, линии тренда показывают прогресс в обоих случаях – в случае неожиданного введения моделирования столкновения количество курсантов, выполнивших тренировку с ошибкой, стремится к нулю, в то время как условия во втором эксперименте показывают тенденцию увеличения количества ошибок.

Таким образом, следуя линиям тренда, заметна положительная тенденция включения в тренировку упражнений, о которых курсанты не осведомлены заранее.

Заключение

Благодаря моделированию условий неопределенности в виртуальном пространстве (тренажер, симулятор) данные навыки можно развивать на земле, готовя пилота к действиям практически в любой ситуации, причем не важно, будет ли причиной ситуации человек, машина или среда. Навыки действия в условиях неопределенности в любом случае будут помогать пилотам принять верное решение и своевременно устранить возникшую проблему.

С учетом вышеизложенного в условиях, когда все больше успешное завершение полета зависит от человека, считаем, что включение в программы тренажерной подготовки неожиданных сложных ситуаций, связанных с анализом и принятием решений экипажем, совершенно необходимо. Включение в программы подготовки летного состава отработки непредвиденных ситуаций (с эффектом неожиданного возникновения) положительно отразится на готовности экипажа воздушного судна оценивать ситуацию и принимать верные решения и, как следствие, улучшить показатели безопасности полетов.

Библиографический список

1. Овчаров, В. Е. «Человеческий фактор» в авиационных происшествиях : метод. материалы / В. Е. Овчаров. – М. : АВИКОС страховое общество, 2005. – 80 с.

2. Плотников, Н. И. Исследование состоятельности концепции «человеческого фактора» / Н. И. Плотников // Безопасность полетов. – 2011. – URL: [http://flightcollege.com.ua/library/ 3_ТЕХНИКА_И_ТЕХНИЧЕСКИЕ_НАУКИ/39_ТРАНСПОРТ/39.5_ВОЗДУШНЫЙ_ТРАНСПОРТ/ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ%20ФАКТОР/article02.pdf](http://flightcollege.com.ua/library/3_ТЕХНИКА_И_ТЕХНИЧЕСКИЕ_НАУКИ/39_ТРАНСПОРТ/39.5_ВОЗДУШНЫЙ_ТРАНСПОРТ/ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ%20ФАКТОР/article02.pdf)
3. Юрков, Н. К. Оценка безопасности сложных технических систем / Н. К. Юрков // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 2. – С. 15–21.
4. Юрков, Н. К. Безопасность сложных технических систем / Н. К. Юрков // Вестник Пензенского государственного университета. – 2013. – № 1. – С. 129–134.
5. Оценка свойств живучести, надежности и безопасности простейших топологических структур / Н. Ж. Мусин, А. И. Годунов, Б. Ж. Куатов, Е. С. Каракулов, Н. К. Юрков // XXI ВЕК: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Спецвыпуск. – 2012. – Вып. 1. – С. 118–124.
6. Горячев, Н. В. Опыт применения систем сквозного проектирования при подготовке выпускной квалификационной работы / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 26. – С. 534–540.

Головнин Сергей Михайлович

ведущий специалист по сертификации,
АК Волга-Днепр,
аспирант,
Ульяновский институт гражданской авиации
имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева
(432071, Россия, г. Ульяновск, ул. Можайского, 8/8)
E-mail: xplane.manual@gmail.com

Golovnin Sergei Mikhailovich

specialist certification,
AK Volga-Dnepr,
postgraduate student,
Ulyanovsk Civil Aviation Institute
named after Chief Marshal of aviation B. P. Bugaev
(432071, 8/8 Mozhayskogo street, Ulyanovsk, Russia)

УДК 351/354**Головнин, С. М.**

Риск потери навыка решения проблем в условиях неопределенности пилотами гражданской авиации / С. М. Головнин // Надежность и качество сложных систем. – 2018. – № 2 (22). – С. 67–72. – DOI 10.21685/2307-4205-2018-2-9.