

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра безопасности полетов и жизнедеятельности

А.Л. Рыбалкина

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины

для студентов
III курса направления 25.03.01,
IV курса направления 25.03.02
и VI курса специальности 25.05.03
заочной формы обучения

Москва
ИД Академии Жуковского
2020

УДК 629.7+159.9+331.45
ББК 053-082.03
Р93

Рецензент:

Гриценко Н.А. – канд. техн. наук, доцент

Рыбалкина А.Л.

Р93 Человеческий фактор [Текст] : учебно-методическое пособие по изучению дисциплины / А.Л. Рыбалкина. – М.: ИД Академии Жуковского, 2020. – 24 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Человеческий фактор» для студентов III курса направления 25.03.01, IV курса направления 25.03.02 и VI курса специальности 25.05.03 заочной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 29.08.2020 г. и методического совета 29.08.2020 г.

УДК 629.7+159.9+331.45
ББК 053-082.03

Общие указания

В дисциплине «Человеческий фактор» рассматривается комплекс вопросов, связанных с деятельностью человека в авиационных системах. Целью освоения дисциплины «Человеческий фактор» являются изучение студентами влияния человеческого фактора на безопасность процессов производства в гражданской авиации, в частности на безопасность полетов и авиационную безопасность, основных подходов к управлению этим фактором.

В настоящее время вопросам человеческого фактора в авиации уделяется все большее внимание. Необходимость обучения авиационного персонала основам человеческого фактора связана с тем, что при расследовании авиационных происшествий во многих случаях было выявлено игнорирование ряда аспектов, связанных с человеческим фактором. Поэтому ИКАО были включены требования к подготовке в области человеческого фактора в перечень требований к подготовке авиационного персонала при выдаче ему свидетельств, содержащихся в Приложении 1 «Выдача свидетельств авиационному персоналу» к Конвенции о международной гражданской авиации и Приложении 6 «Эксплуатация воздушных судов», а также предусмотрен их анализ в процессе расследования авиационных происшествий, рассмотренный в Приложении 13 «Расследование авиационных происшествий и инцидентов». Также вопросы, связанные с человеческим фактором регулируются Приложением 19 «Управление безопасностью полетов».

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- основные закономерности в развитии и эволюции человека и возрастные роли человеческого фактора в безопасности полетов;
- степень влияния различных характеристик человека-оператора на безопасность полетов;
- особенности действий в особых ситуациях на борту воздушных судов (ВС) с учетом влияния человеческого фактора;
- проблемы коммуникаций в авиационных коллективах, которые могут повлиять на безопасность полетов.

В результате изучения дисциплины студенты должны уметь:

- оценивать влияние человеческого фактора на безопасность полетов;
- получать простейшими способами некоторые характеристики членов экипажей ВС и сотрудников службы управления воздушным движением (УВД);
- своевременно выявлять проблемы коммуникаций в авиационных коллективах.

В результате изучения дисциплины студенты должны владеть:

- определением по результатам тестирования личностных качеств членов экипажей ВС и сотрудников службы УВД;
- получением характеристик человека-оператора и оценка их влияния на безопасность полетов;
- методиками управления ресурсами экипажа, команды, бригады по техническому обслуживанию воздушных судов;

- методиками управления риском, связанным с различными аспектами человеческого фактора.

Имеющаяся литература достаточно полно освещает вопросы программы, однако посещение лекций является обязательным. На обзорных лекциях студентов-заочников знакомят с наиболее трудными для самостоятельного изучения разделами учебной программы.

Для лучшего усвоения материала рекомендуется вести конспект, который должен содержать основные теоретические положения программы. В процессе изучения учебной дисциплины студенты-заочники выполняют контрольную работу. Задание и порядок выполнения контрольной работы приведены в соответствующем пособии.

Практические работы выполняются на кафедре под руководством преподавателя в соответствии с методическими указаниями по их выполнению. Зачет по дисциплине принимается только после выполнения всех практических работ и защиты контрольной работы.

Содержание дисциплины и методические указания

Раздел 1. Человеческий фактор: концепция и определение

Понятие о человеческом факторе. Факторы, влияющие на безопасность полетов. Концепция ИКАО о человеческом факторе. Модель SHELL. Инциденты и авиационные происшествия, связанные с человеческим фактором при техническом обслуживании ВС.

Безопасность полетов - состояние, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, относящейся к эксплуатации воздушных судов или непосредственно обеспечивающей такую эксплуатацию, снижены до приемлемого уровня и контролируются.

Принято выделять следующие факторы, влияющие на безопасность полетов:

1. Технический фактор (ТФ) - определяется, прежде всего, работоспособностью ВС и другой авиационной техники, средства навигации и управления воздушным движением.

2. Неблагоприятные внешние условия (НВУ) - события или явления во внешней среде, которые создают угрозу безопасности полета.

3. Человеческий фактор (ЧФ) - люди в той обстановке, в которой они живут и трудятся, взаимодействуют с машинами, процедурами и окружающей обстановкой, а также между собой.

На заре авиации доля человеческого фактора среди факторов, влияющих на безопасность полетов, составляла около 5%, в середине XX в. - 45%. В настоящее время человеческий фактор определяет около 80% всех авиационных происшествий.

Для понимания человеческого фактора целесообразно использовать концептуальную модель, изображенную в виде блоков, представляющих собой различные компоненты человеческого фактора (рис. 1). Такая модель может

строиться путем постепенного добавления по одному блоку, что дает возможность наглядно представить необходимость сопряжения отдельных компонентов. Модель "SHEL" (аббревиатура составлена из начальных букв английских названий ее составных элементов - Software, Hardware, Environment, Liveware) впервые была разработана Эдварсом в 1972 году, а затем в 1975 году дополнена иллюстрирующей ее диаграммой Хоукинса. Эти компоненты обозначают следующее: субъект - Liveware, (человек), объект - Hardware (машина), процедуры - Software (правила, руководства, символы и т. д.), среда - Environment (условия, в которой должны взаимодействовать первые три компонента). Эта искусственная блок-диаграмма не отражает всех взаимосвязей между компонентами, особенно тех, которые выходят за рамки ЧФ (объект - объект; объект - среда; установки - объект), и служит лишь основой для понимания человеческого фактора.

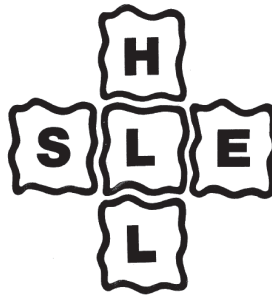


Рис. 1. Модель человеческого фактора (модель "SHEL")

L = Liveware (человек). В центре модели находится человек - наиболее гибкий, способный к адаптации и важный элемент авиационной системы, однако и наиболее уязвимый с точки зрения возможности отрицательного влияния на его деятельность. Остальные компоненты системы должны быть тщательно пригнаны к нему во избежание нежелательного напряжения и возможных сбоев в системе.

L-H Человек - техника. Чаще всего вопрос о взаимосвязях L-H возникает, когда речь идет о системах интерфейса человека и машины, например, при проектировании кресел с учетом характеристик человеческого тела, дисплеев с учетом возможностей усвоения информации пользователем; а также органов управления, их кодирования и размещения. При техническом обслуживании (ТО) ВС примерами такого взаимодействия могут быть работы с тяжелыми или громоздкими предметами, проблемы доступа к агрегатам и узлам.

L-S Человек - процедуры (правила, руководства, контрольные перечни и программное обеспечение ЭВМ). Взаимодействие обеспечивается такими «дружественными по отношению к пользователю» качествами, как актуальность, точность, формат и оформление, словарный запас, ясность системы обозначений. Для ТО ВС этот блок проявляется в неясностях при заполнении технических журналов, отсутствии соответствующих руководств или процедур, неправильном заполнении документов.

L-E Человек - окружающая среда. В этот блок входят проблемы с погодой (дождь, снег, туман и т.д.), температурой (слишком жарко или слишком холодно), высокими уровнями шума, вибрации, недостаточным или избыточным освещением и т.д.

L-L Человек - человек. При изучении коммуникаций в авиации особое внимание обращается на проблемы лидерства, взаимодействия членов экипажа, умение индивидуумов работать в коллективе и на межличностные отношения. Кроме того, анализируются отношения, складывающиеся между коллективом и его руководителями, а также аспекты корпоративной культуры, психологического климата в коллективе и требования руководства авиакомпаний, которые могут существенно влиять на работоспособность их сотрудников. Для ТО ВС особое внимание обращается на вопросы приема-передачи задания, смены.

Литература [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12]

Раздел 2. Психофизиология деятельности человека

Органы чувств человека и анализаторы. Восприятие информации. Характеристики анализаторов. Пороги чувствительности (ограничения). Время реакции человека. Оценка времени реакции. Внимание человека и память. Их оценка. Потребности, мотивация, цели. Клаустрофобия в авиации.

Целесообразная и безопасная деятельность человека основывается на постоянном приеме и анализе информации о характеристиках внешней среды и внутренних системах организма. Этот процесс осуществляется с помощью анализаторов - подсистем центральной нервной системы, обеспечивающих прием и первичный анализ информационных сигналов. Анализаторы человека осуществляют связь с внешним миром, средствами отображения информации, другими людьми. Информация, поступающая через анализаторы, называется сенсорной, а процесс ее приема и первичной переработки - сенсорным восприятием.

В зависимости от специфики принимаемых сигналов различают следующие анализаторы. Внешние: зрительный (рецептор - глаз), слуховой (рецептор уха), тактильный, болевой, температурный (рецепторы кожи), обонятельный (рецептор в носовой полости), вкусовой (рецепторы на поверхности языка и неба). Внутренние: анализатор давления, кинестетический (рецепторы в мышцах и сухожилиях), вестибулярный (рецептор в полости уха), специальные, расположенные во внутренних органах и полостях тела.

Анализатор называется органом чувств тогда, когда в результате восприятия информации у человека формируется некоторый образ, который сравнивается с преобразованной поступающей информацией, например, образ ручки, образ шума и т.д.

Основными анализаторами в деятельности авиационного «человека-оператора» являются зрительный и слуховой, через которые оператор воспринимает до 95% всей необходимой информации. В качестве допол-

нительных могут выступать кинестетический анализатор (движения), вестибулярный (положения и движения), тактильный (осязание).

Существуют различные группы характеристик человека:

1. Антропометрические (рост, вес, длина конечностей).
2. Физиологические (величина статических и динамических мышечных усилий, кровяное давление, температура тела, частота сокращения сердца, объем легких).
3. Психологические (объем памяти, степень концентрация внимания, скорость переключения внимания).
4. Психофизиологические (время реакции).
5. Личностные (характеристики темперамента, честность, добросовестность, искренность). Формируются у человека в процессе жизни, взаимодействия с другими людьми.

Время реакции – это время, прошедшее от начала появления раздражителя до окончания двигательного ответа. Существует простая и сложная сенсомоторная реакция.

Простая сенсомоторная реакция заключается в выполнении заранее обусловленного простейшего движения (нажатие кнопки, включение тумблера) в ответ на появление заранее обусловленного раздражителя (загорание лампочки, звуковой сигнал и т.д.).

Виды сложной сенсомоторной реакции:

- Реакция различения - реакция, которая производится в условиях, когда человек должен реагировать только на один из двух или нескольких сигналов, а ответное действие должно совершаться только на один из них.

- Реакция выбора - имеет место при предъявлении двух или нескольких сигналов, при условии, что нужно ответить на каждый из них своим определенным действием.

Внимание - это направленность нашего сознания на тот или иной вид деятельности. Благодаря вниманию обеспечивается ясность и отчетливость отражения одних объектов и предметов в сознании человека при одновременном отвлечении от других. Принято выделять несколько основных свойств внимания: объем, колебание, распределенность, интенсивность, сосредоточенность, переключаемость.

Эффективность трудовой деятельности человека-оператора во многом зависит от степени, характера и отдельных свойств его внимания. По состоянию внимания в разное время рабочего дня (в зависимости от фазы работоспособности человека, например периодов вработываемости, высокой работоспособности) можно судить об утомлении работающего, о степени трудности работы; это позволяет также учесть полученные данные при организации рационального режима труда и отдыха, нормировании труда.

Память - форма психического отражения, заключающаяся в закреплении, сохранении и последующем воспроизведении прошлого опыта, делающая возможным его повторное использование в деятельности или возвращение в сферу сознания.

Принято подразделять память на три вида: сенсорную, кратковременную или оперативную, долговременную.

Сенсорная память имеет самый короткий период удержания информации в виде сенсорных следов (энграмм), оставленных только что действующим стимулом. Сенсорная память не произвольна и играет важную роль в процессах восприятия, так как в течение этого времени происходит опознание образа.

Кратковременная память представляет собой следующий этап формирования энграммы. Во времени она ограничена (до 10 мин.) и функционирует на ранних этапах, подготавливая основу для длительного хранения следов.

Долговременная память - этап формирования энграммы, который переводит ее в устойчивое состояние. Процесс перехода информации из кратковременной в долговременную память называют процессом консолидации памяти.

Существенным фактором в организации памяти является значимость информации для индивидуума. Наиболее прочное удержание информации обеспечивает долговременная память.

Личностные характеристики человека делятся на две группы. Первая группа характеризует свойства нервной системы и формирующие так называемый темперамент человека. Ко второй группе относятся характеристики, непосредственно связанные с мышлением и принятием решения, которые характеризуют человека как личность.

Темперамент человека обусловлен процессами, происходящими в его нервной системе при передаче сигнала от одной нервной клетки к другой. Это так называемые процессы возбуждения в нервной клетке и торможения.

Принято характеризовать эти процессы по силе (качественно), и в соответствии с этим выделяются четыре типа темперамента: холерики, сангвиники, флегматики и меланхолики.

Литература [1, 2, 3, 10, 11, 13, 16]

Раздел 3. Факторы, влияющие на работоспособность авиационного персонала

Здоровье человека и его самочувствие. Усталость и ее накопление. Усталость авиационного персонала к концу смены. Нарушение биологических ритмов организма. Усталость и нарушение биологических ритмов организма при техническом обслуживании ВС. Вероятность ошибки. Стрессы. Влияние на результаты труда перегрузки и недогрузки. Оптимальная загруженность, степень напряженности.

Одним из факторов, влияющих на эффективность работы человека, является его общее самочувствие. Необходимо, чтобы все характеристики организма (температура, кровяное давление, частота пульса, острота зрения и т.д.) находились в норме.

Отклонение от нормы по любым параметрам приводит к тому, что организм человека автоматически включает дополнительные силы и средства

на борьбу с внешними проявлениями и соответственно уменьшается эффективность работы человека, так как жизненные силы уменьшаются и расходуются на преодоление жизненных обстоятельств. Следовательно, вероятность ошибок значительно увеличивается.

Поэтому в отраслях, где имеются источники повышенной опасности, в том числе для других людей: транспортные средства, прокатные станы в тяжелом машиностроении, работа шахтеров и т.д. вводится ежедневный или по графику работы с другой периодичностью предрабочий медицинский осмотр.

Постоянный контроль за состоянием здоровья человека перед началом работы позволяет уменьшить риск для людей, которые пользуются результатами его деятельности.

Под стрессом принято понимать состояние психологической напряженности, вызванное трудностями в решении конкретной задачи, опасностями, возникающими при решении этой задачи, независимо от происходящих опасностей. Для стрессовых ситуаций характерна одна общая черта - появление у человека острого внутреннего конфликта между требованиями, которые предъявляет к нему работа, и его возможностями.

Негативное влияние стресса проявляется в следующих направлениях:

1. При возникновении стресса возникает рассогласованность между предъявляемыми требованиями и способностью человека справиться с этими требованиями, и, как следствие, состояние напряжения.

2. Снижение эффективности деятельности. Высокая степень напряжения может отвлекать внимание от выполняемых действий, а если деятельность хорошо знакома и выполняется почти автоматически, приводит к излишней концентрации внимания на отдельных операциях, что также может ухудшить ее выполнение.

3. Нарушение мыслительных функций: усиливается тенденция к поспешному принятию решения, без рассмотрения всех возможных вариантов, ухудшается гибкость мышления, концентрации и запоминания. Реализуется принцип усиления главного направления за счет ослабления второстепенных направлений.

4. Физическое, психическое и эмоциональное истощение. Физическое истощение характеризуется хронической усталостью, слабостью, упадком сил. Психическое истощение проявляется в резко отрицательных оценках себя, своей деятельности и жизни в целом. Эмоциональное истощение приводит к чувству безнадежности, беспомощности и загнанности.

5. Стресс способствует возникновению ряда хронических заболеваний, связанных с сердечно-сосудистой, нервной, дыхательной и пищеварительной системами. Стресс способствует усилению восприимчивости к инфекционным заболеваниям.

Само по себе возникновение стресса является реакцией организма на проявление внешних условий, связанных с деятельностью. В этом плане до определенного предела стресс оказывает положительное влияние на результаты работы, а после - отрицательные результаты (рис. 2).

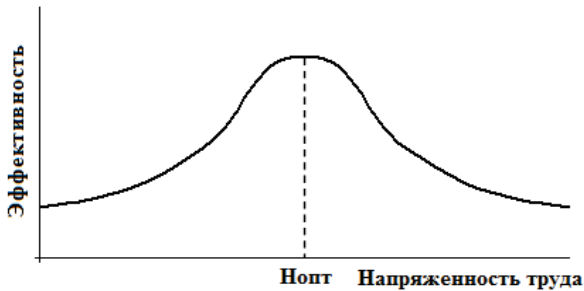


Рис. 2. Зависимость эффективности работы от напряженности (принцип Йеркса-Додсона)

Незначительное увеличение напряженности до точки $N_{\text{опт}}$ оказывает на эффективность труда положительное влияние, т.к. уже само возрастание напряженности работы мобилизует организм на более эффективную работу, при этом увеличивается величина кровяного давления (незначительно), увеличивается частота сердечных сокращений (незначительно), усилием воли человек концентрирует внимание и эффективность возрастает.

Существует некоторое значение напряженности, при котором достигается максимальная эффективность труда $N_{\text{опт}}$. Далее напряженность оказывается уже дестабилизирующим фактором. Эта напряженность, прежде всего, бывает обусловлена или дефицитом времени, или необходимостью применения физических усилий, находящихся на предельном уровне человека. В результате могут приниматься непродуманные и опасные решения.

Применительно к операторской деятельности в ГА характер кривой меняется (рис. 3). В точке $N_{\text{кр}}$ происходит резкое уменьшение эффективности труда. Таким образом для каждого человека можно определить некоторое критическое значение напряженности $N_{\text{кр}}$, после чего процент ошибочных действий или решений увеличивается.

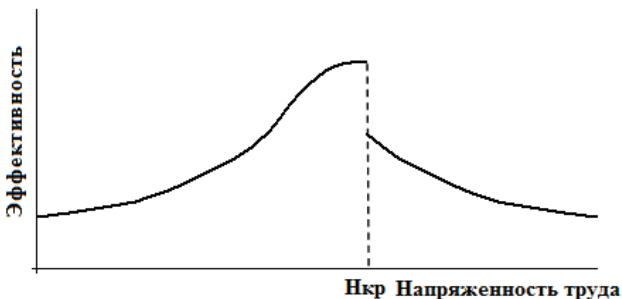


Рис. 3. Зависимость эффективности работы от напряженности при операторской деятельности

Можно выделить факторы, способствующие повышению напряженности:

1. Большая интенсивность деятельности в условиях дефицита времени.

2. Недостаточность поступающей информации, монотонность труда, отсутствие межличностных контактов, пониженная двигательная активность.

3. Внешние факторы: шумы, вибрации, пониженная или повышенная температура.

Утомление - комплекс физиологических изменений в организме, вызванных процессом труда, понижающих работоспособность и создающих противоречия между требуемыми характеристиками человека для выполнения определенной работы и имеющимися характеристиками в данный момент.

Субъективное ощущение возникающего утомления называется усталостью.

Утомление является естественной реакцией человека на труд, в отличие от любого механизма, который может работать непрерывно длительное время. Изменение функций организма в связи с выполненными производственными задачами наблюдаются в различные периоды времени: в течение рабочего дня, недели, рабочего года и т.д.

В самом начале рабочего дня (рабочей смены) эффективность человека ниже той, которую он может обеспечить (рис. 4). Далее в течение 3-4 часов эффективность повышается, затем снижается, после некоторого перерыва (например, обеденного перерыва) она несколько увеличивается и к концу рабочего дня значительно снижается. В конце рабочего дня продуктивность работы может незначительно повыситься за счет эмоционально-волевого напряжения, однако этот период быстро сменяется снижением работоспособности.

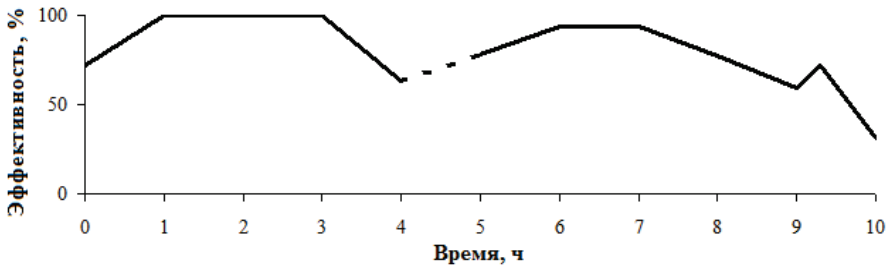


Рис. 4. Эффективность работы человека в течение рабочего дня

Представленная динамика характерна для работника, качественно отдохнувшего перед началом рабочего дня или смены. Если работник приступает к выполнению полета при неполном восстановлении функциональных резервов своего организма, то утомление наступит гораздо раньше.

Утомляемости также могут способствовать и другие факторы, в первую очередь связанные с получением достаточного количества сна работником и ролью суточных биоритмов.

Недостаток сна приводит к появлению чувства сонливости, затруднениям в поддержании активного состояния, раздражительности, замедлению реакций,

ухудшению координации, снижению скорости мышления, сосредоточенности на какой-либо части проблемы и утрате целостного видения задачи (потеря ситуационной ориентированности), снижению уровня креативности при решении проблем, а также ослаблению процесса консолидации следа памяти (нарушение обучаемости).

Дефицит сна более серьезно сказывается на таких сложных видах мыслительной деятельности, как принятие решений и общение, чем на выполнении относительно простых задач.

Сон в ночное время запрограммирован в головном мозге с помощью циркадных (околосуточных) биологических часов, древнейшего механизма адаптации к условиям жизни на нашей планете, обращающейся вокруг своей оси за 24 ч.

В течение суток отмечаются два пика сонливости:

- Пик в часы раннего утра - так называемое окно минимальной циркадной активности, которое у большинства людей приходится на период с 03:00 до 05:00. Значительная часть ошибок при ТО ВС приходится на период около 3-х часов ночи.

- Пик в середине дня - иногда именуемый окном дневной дремоты (у большинства людей оно приходится на период с 15:00 до 17:00). Недостаток или расстройство ночного сна могут затруднить бодрствование в последующее окно дневной дремоты. Этот период также подвержен большому количеству ошибок.

Литература [1, 2, 3, 4, 6, 14, 15]

Раздел 4. Эргономика

Понятие эргономики, ее задачи. Схема системы «человек – машина». Показатели эргономичности техники. Эргономические недостатки, способствующие совершению ошибок.

Эргономика – научная дисциплина, изучающая трудовую деятельность человека в системах «человек-техника-среда» с целью обеспечения ее эффективности, безопасности и комфорта.

Эргономика призвана оптимизировать взаимодействие между человеком и машиной в системе с учетом характеристик всех компонентов системы (например, условия окружающей среды и процедуры). На рис. 5 приводится упрощенная схема системы «человек – машина». Компонент «машины» изображен справа. Устройства воспроизведения информации (индикаторы, например, визуальные и звуковые) информируют человека о состоянии внутренней системы или о внешних по отношению к машине условиях, а органы управления позволяют человеку изменять состояние системы.

Слева изображен компонент системы «человек». Отображенная информация воспринимается и обрабатывается человеком, который затем принимает сознательное решение. Результатом может быть моторная реакция по изменению положений органов управления.

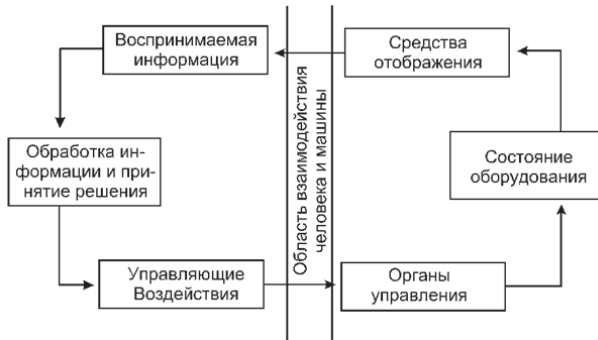


Рис. 5. Схематическое изображение системы «человек – машина»

Изображенная на рисунке линия, разделяющая машину и человека, представляет собой интерфейс «человек – машина». Информация передается по этому интерфейсу в обоих направлениях. Эргономика занимается вопросами передачи информации в рамках этого интерфейса с целью обеспечения совместимости индикаторов и органов управления с возможностями человека и потребностями выполняемой задачи.

Важная задача эргономики заключается в рациональном распределении функций и задач между человеком и машиной. Разработчики системы принимают решение о том, какие функции должно выполнять аппаратное оборудование, какие - прикладное обеспечение, а какие - человек, учитывая такие условия, как возможности человека, решаемые задачи, рабочая нагрузка, расходы, требования к обучению и существующие технологии. Неправильное распределение функций может привести к появлению ошибок и снижению уровня безопасности полетов.

Другая задача, решаемая эргономикой, заключается в приведении в соответствие рабочих мест с характеристиками человека. Некоторые из этих характеристик связаны с размерами и формой различных частей тела человека и их движениями.

Анализ данных об авиационных происшествиях и инцидентах показывает, что во многих случаях задачи, технологии или условия работы при ТО ВС не в полной мере соотносились с людьми, выполняющими эту работу. К эргономическим трудностям, с которыми сталкивается инженерно-технический персонал при ТО ВС, относятся:

- трудности доступа к обслуживаемому оборудованию приводят к необходимости выполнять работу «вслепую» или «на ощупь» или с использованием телескопического зеркала;

- возможность некорректного подсоединения к электрическим разъемам (перепутывание проводов, подсоединение к разъемам, относящимся к смежным системам);

- возможность физической взаимозаменяемости подобных агрегатов ВС, выполняющих разные функции;

- возможность физической установки не взаимозаменяемых агрегатов;

- возможность некорректного позиционирования агрегатов при установке;
- неудобный подход, доступ к объекту ТО из-за ограниченного пространства или непригодного подъемного оборудования, стремянок, и т.п., приводящий к физической усталости;
- тяжелый, затруднительный подъем, перемещение агрегатов и элементов ВС для целей ТО ВС, приводящий к повреждению ВС, агрегатов ВС, травмированию персонала;
- затруднительное управление подъемным оборудованием, например, самоходными стремянками, приводящее к повреждению ВС;
- плохо заметные визуальные индикаторы корректного закрытия, приводящие к оставлению замков в открытом положении после завершения ТО ВС (например, капоты двигателей ВС, лючки технических отсеков, и т. д.);
- несоблюдение принципа «единственности сборки», т.е. существование возможности для сборки или регулировки агрегата, узла иным образом, чем это предусмотрено их конструкцией или эксплуатационно-технической документацией.

Литература [1, 2, 3, 4]

Раздел 5. Факторы внешней среды

Производственные помещения и условия работы при техническом обслуживании ВС. Шум в авиации. Характеристики шума. Шумовое воздействие на технический состав. Освещение на рабочем месте. Недостаток и избыток освещения. Влияние на работоспособность. Климат и температура, их влияние на выполнение работы. Работа на высоте.

Авиационная техника при функционировании всегда сопряжена с наличием шума. Это шум, который производят двигатели, а также аэродинамический шум, в полете при обтекании воздушным потоком управляющих поверхностей. Шум способствует утомлению даже при уровнях ниже 65 дБА. Шум свыше 80 дБА вреден для человеческого организма.

Последствия шумового воздействия:

1. Повышение утомляемости, снижение концентрации внимания.
2. В эксплуатации, особенно в наземных условиях, существуют импульсные шумы, которые возникают неожиданно вследствие резкого изменения режима работы двигателей при их испытаниях, резкие сильные звуки, возникающие при обслуживании. Импульсные шумы приводят к испугу и к резкому ухудшению характеристик внимания, необходимых для работы.
3. Шум может мешать речевому обмену.
4. Снижение порога слышимости и развитие тугоухости. Тугоухость может приводить к тому, что информация может быть не услышана или неправильно понята.
5. Длительное шумовое воздействие рассматривается как один из факторов, вызывающих повышенную заболеваемость (нервные и сердечно-сосудистые заболевания).

Разборчивость речи является важнейшей характеристикой, определяющей качество ее восприятия. Основным фактором, влияющим на разборчивость речи в условиях шума, является отношение мощности речи к мощности шума. Обычно речь бывает понятной, если интенсивность речи превышает интенсивность шума на 6 дБ.

На остроту зрения влияют условия освещенности. При повышении освещенности острота зрения оператора улучшается. Оптимум освещенности, необходимой для наивысшего улучшения зрения, равен примерно 300 лк. Это соответствует освещенности в полдень ясного солнечного дня. При дальнейшем увеличении освещенности наступает ослепление, приводящее к резкому ухудшению остроты зрения. Таким образом, может быть недостаток или избыток освещенности.

Избыток освещенности приводит к резкой усталости глаз и, следовательно, увеличению утомления, а также при значительном избытке к ослеплению, например при полете по направлению к солнцу. Ослепительные блики и свет вызывают у человека дискомфорт и резко ухудшают его способность видеть важные для него предметы (например, приборы).

Недостаток освещенности приводит к снижению остроты зрения, и, следовательно, к повышенной утомляемости.

В условиях пониженной освещенности:

- падает острота зрения;
- частично или полностью утрачивается цветоразличение;
- нарушается восприятие глубины (так как отсутствуют ключевые сигналы: тени, изменение фактуры поверхности и цветовых оттенков, топографические ориентиры и др.), снижается контрастная чувствительность;
- область наилучшей воспринимающей способности смещается на 10-15 град, от центра сетчатки;
- необходим период темновой адаптации (до 40 минут).

На работоспособность человека влияет температура окружающей среды. Комфортной является температура 20-22°C при относительной влажности 40-60% и скорости движения воздуха до 2 м/с. Такие условия оптимальны для состояния покоя или очень легкой физической работы.

При повышении температуры окружающей среды выше 25°C начинается физическое утомление, выше 30°C - умственная деятельность ухудшается, замедляется реакция, появляются ошибки. Возможность сохранять постоянную температуру тела зависит от окружающей температуры, влажности и скорости движения воздуха. Важную роль играют также одежда и уровень физической активности.

Холод увеличивает время реагирования и затормаживает движение. При температуре ниже 16°C ухудшается гибкость рук и пальцев, а при температуре 13°C показатель гибкости рук уменьшается на 50%.

На работоспособность также значительно влияют другие микроклиматические условия, такие как давление и относительная влажность воздуха.

Литература [1, 2, 3]

Раздел 6. Коммуникации. Безопасная корпоративная культура

Информационный обмен и коммуникация при техническом обслуживании ВС. Индивидуальная работа и работа в группе. Коммуникации и связи внутри группы. Межгрупповая коммуникация. Производственные бригады. Распределение работы и поручений. Регистрация и запись поручения и исполнения. Создание устойчивой культуры безопасности как метод воздействия на человеческий фактор. Роль управленческого персонала в повышении безопасности полетов.

Люди работают в коллективах, и поэтому взаимоотношения, складывающиеся в коллективе, накладывают свой отпечаток на их поведение и работоспособность. Для эффективной коммуникации требуется слаженное взаимодействие следующих четырех элементов:

- Передаваемая информация должна быть однозначной, содержащей требуемые пояснения, и должна быть правдоподобной.
- Принимающий информацию человек должен подготовиться к ее приему, а именно, быть готовым слушать, задавать вопросы, если имеет место недопонимание, и доверять человеку, передающему информацию.
- Выбираемые методы передачи информации должны быть уместны и отвечать требованиям и передающего, и принимающего информацию человека.
- Передаваемая информация должна соотноситься с уже имеющимся у принимающей стороны уровнем представления о ней.

Ниже перечислены некоторые обстоятельства, которые снижают качество коммуникации:

- Сбои на этапе передачи информации (например, неясные или двусмысленные сообщения, языковые проблемы).
- Трудности, связанные с возмущениями на канале передачи информации (например, фоновый шум или искажения).
- Сбои при приеме информации (например, ожидание другого сообщения, неправильная расшифровка полученного сообщения или даже его игнорирование).
- Сбои, связанные с взаимной интерференцией рационального и эмоционального уровней информации (например, спор).
- Физиологические отклонения, препятствующие нормальным переговорам или восприятию информации на слух (например, пользование кислородной маской или дефекты слуха).
- Особенности произношения слов на английском языке лицами, для которых этот язык не является родным.
- Кодирование, декодирование, шум.

Для технического обслуживания важным фактором является эффективная коммуникация между уходящим и приходящим персоналом при приеме-передаче смены. Улучшению коммуникации при приеме-передаче смены способствуют следующие факторы:

1. Люди должны физически передавать информацию в письменном и устном виде, или жестами (невербальным образом или языком мимики и жестов). Если используется только один носитель, существует риск ошибочной передачи.

2. Наличие обратной связи, позволяющей проверить понимание в ходе коммуникации, повышает точность передачи.

3. Недопонимание чаще всего происходит тогда, когда участники не имеют единого мысленного образа положения дел. Это возможно при наличии отклонений от штатных рабочих процедур, при возвращении работников после длительного отсутствия (за это время могли произойти значительные изменения), а также при проведении приема-передачи между опытными и неопытными сотрудниками. Во всех таких случаях можно ожидать, что для приема-передачи потребуется больше времени, и такое дополнительное время необходимо предоставлять.

4. Успешной письменной коммуникации способствует формат таких документов, как журнал приема-передачи, учитывающий информационные потребности тех работников, которые будут им пользоваться.

Анализ данных об авиационных происшествиях часто свидетельствует о том, что ситуация, существовавшая до происшествия, была готовой к тому, чтобы происшествие произошло и возникновение обстоятельств, ведущих к авиационному происшествию, было только вопросом времени.

Когда случается само происшествие, часто кажется, что это чисто случайное событие. Имеющий отношение к происшествию эксплуатационный персонал и его коллеги, возможно, совершали подобные ошибки и опасные действия в прошлом сотни раз без каких-либо неблагоприятных последствий. Кроме того, опасные условия, повышающие вероятность совершения опасных действий, могли существовать в течение многих лет, не вызывая никаких происшествий. Эти опасные условия могут быть следствием решений руководства, которое понимает степень риска, но считая, что умеет управлять им, не принимает мер по его снижению.

Реагирование руководства на известные угрозы безопасности характеризует корпоративную культуру обеспечения безопасности.

Путем определения содержания надлежащей корпоративной культуры, ориентированной на безопасность, и ее характеристик руководители могут изменить и улучшить существующую корпоративную культуру, подавая примеры, характеризующиеся последовательностью в рамках всей системы ценностей. Культура безопасности способствует распространению среди работников чувства общей ответственности за последствия совершаемых ими действий, включая материальные последствия и возможное воздействие на людей.

Устойчивая культура безопасности включает следующие составляющие:

1. Установление доверия между служащими на всех уровнях. Это доверие зависит от непрерывной демонстрации руководством своего обязательства поддерживать безопасность полетов посредством своих действий. Это хрупкое доверие может быть легко утрачено и нуждается в непрерывном подтверждении.

2. Корпоративная система без поиска виновных. Руководители должны научиться терпимому отношению к ошибкам человека (не преднамеренным нарушениям). Уроки по безопасности должны извлекаться из ошибок, совершаемых во время ежедневных операций, и персонал должен иметь возможность свободно обмениваться информацией о своих ошибках, не опасаясь каких-либо санкций.

3. Осуществляются программы по проактивному определению условий работы, способствующих возникновению ошибок.

4. Предпринимаются своевременные и надлежащие действия по снижению уровня риска совершения ошибок, и информация об этом передается всем, кого это касается.

5. Осуществляются программы подготовки персонала, способствующие применению эффективной практики обеспечения безопасности полетов.

Литература [1, 2, 3, 4, 5, 7, 9]

Раздел 7. Человеческие ошибки

Природа ошибок человека, факторы, влияющие на возможность ошибки. Модели ошибок. Основные виды ошибок при техническом обслуживании. Стратегии предотвращения ошибок при техническом обслуживании ВС.

Ошибка человека считается главным или способствующим причинным фактором большинства авиационных происшествий. Часто ошибки совершаются нормальным, здоровым, достаточно квалифицированным, опытным и располагающим надежным оборудованием персоналом. Ошибки не являются результатом какого-то типа неправильного поведения, а являются естественным побочным продуктом практически всех человеческих действий.

Природа ошибок человека заложена в самом человеке. Человек является исключительно недетерминированной системой, то есть одно и то же простое механическое действие он может выполнять многими способами. При этом вероятность ошибки увеличивается.

В отличие от человека любая автоматическая система может выполнить действие только одним строго определенным образом, который заложен в программе. Вероятность ошибки в этом случае значительно меньше.

Однако надежность выполнения этой операции для человека будет выше, так как при любом сбое, любых отклонениях в программе, исполнительных механизмах, механическая система не сможет выполнить необходимое действие.

Ошибка человека может быть обусловлена различными факторами. Так, при техническом обслуживании ВС выделяют следующие факторы, представленные в серии плакатов «Грязная дюжина», выпущенных Министерством транспорта Канады:

- недостатки коммуникации,
- самоуспокоенность,
- недостаток знаний,
- отвлечение или прерывание,
- недостаточная слаженность в коллективе,
- утомление,
- нехватка ресурсов,
- давление,
- недостаточная уверенность в себе,
- стресс,
- недостаточная осведомленность,
- нормы или привычки.

Классификация ошибок

1. Непреднамеренные ошибки:

- **Процедурные ошибки.** Непреднамеренные ошибки с верными намерениями, но ошибочным выполнением. Например, когда летный экипаж (или авиамеханик, или диспетчер управления воздушным движением) забыл что-либо сделать.

- **Ошибка связи.** Непреднамеренная ошибка в результате неправильной передачи или неверного понимания информации.

- **Ошибка, связанная с профессиональным уровнем.** Непреднамеренная ошибка, вызванная недостатком знаний или физических навыков.

- **Ошибка в принятии эксплуатационных решений.** Намеренное отклонение от авиационных правил или эксплуатационных процедур авиакомпании. Если экипаж испытывает повышенную рабочую нагрузку или совершает ошибку только один раз, это, скорее всего, будет процедурной ошибкой. Однако если экипаж совершает одну и ту же ошибку неоднократно, или, если ошибка вызвана халатностью, тогда это преднамеренное несоблюдение (то есть нарушение).

2. **Преднамеренное несоблюдение (нарушение).** Намеренное отклонение от авиационных правил или эксплуатационных процедур авиакомпании. Человек, как правило, имеет намерение на совершение действий, отступающих от правил, но не на нежелательные последствия, которые время от времени возникают.

Нарушения можно подразделить на рутинные нарушения (например, для выполнения работы с минимальными усилиями) или необходимые нарушения (несоблюдение норм для того, чтобы выполнить работу, например, при отсутствии адекватных инструментов, оборудования или процедур).

Поскольку ошибки - это нормальное явление для поведения человека, то полное устранение человеческих ошибок является нереальной задачей. Цель заключается не в том, чтобы просто предотвратить совершение ошибок, а в том, чтобы научиться безопасному управлению ошибками, которые уже совершены.

Существует три стратегии контроля ошибок:

1. Уменьшение числа ошибок - стратегия направлена на принятие мер непосредственно в отношении источника ошибки путем уменьшения количества или полного устранения факторов, способствующих ее совершению.

2. Захват ошибки - предполагает, что ошибка уже совершена. Цель заключается в «захвате» ошибки до того, как проявятся ее неблагоприятные последствия.

3. Толерантность к ошибке - способность системы воспринимать ошибку без серьезных последствий.

Избежание и предупреждение ошибок при техническом обслуживании ВС является важнейшей частью работы по воздействию на человеческий фактор в целях повышения безопасности полетов.

Литература [1, 2, 3, 4, 5]

Список литературы

Основная

1. Рыбалкина А.Л. Человеческий фактор и психология безопасности [Текст] : учебное пособие / А.Л. Рыбалкина - М: ИД Академии Жуковского, 2018. - 84 с.
2. Воробьев В.В. Человеческий фактор [Текст] : тексты лекций / Р.В. Еникеев, А.П. Козловский, Н.И. Николайкин, С.Е. Прозоров, А.Л. Рыбалкина, В.А. Рябинин, Е.А. Сусалев, А.В. Чунтул, В.Д. Шаров. Под ред. д-ра техн. наук, проф. Воробьева В.В. - М: ИД Академии Жуковского, 2018. - 80 с.
3. Рыбалкин В.В., Рыбалкина А.Л. Человеческий фактор и психология безопасности: тексты лекций. - М: МГТУ ГА, 2016. - 36 с.

Дополнительная

4. ICAO Doc 9683-AN/950. Руководство по обучению в области человеческого фактора.
5. ICAO Doc 9824-AN/450. Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов.
6. ICAO Doc 9966. Руководство для регламентирующих органов: системы управления рисками, связанными с утомляемостью.
7. ICAO Doc 9806-AN/763. Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по проведению проверок безопасности полетов.
8. Циркуляр ICAO 253-AN/151 Человеческий фактор. Сборник материалов №12. Роль человеческого фактора при техническом обслуживании воздушных судов.
9. Козлов В.В. Безопасность полетов: от обеспечения к управлению. - М.: 2010.
10. Человек и безопасность полетов: Научно-практические аспекты снижения авиационной аварийности по причине человеческого фактора / Под ред. В.А.Пономаренко, А.В.Чунтула. – М.: Когито-Центр, 2013.
11. Овчаров В.Е. «Человеческий фактор» в авиационных происшествиях (методические материалы). - М.: Полиграф, 2005.
12. Рыбалкин В.В., Зубков Б.В. Человеческий фактор и безопасность полетов. Учебное пособие - М.: МГТУГА, 1994г.
13. Денисов Б.Г., Онищенко В.Ф., Скрипец А.В. Авиационная инженерная психология. - М.: Машиностроение, 1983.
14. Бодров В.А., Орлов В.Я. Психология и надежность: человек в системах управления техникой. - М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998. - 288 с.
15. Рыбалкина А.Л. Человеческий фактор и психология безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению практических работ. – М.: МГТУ ГА, 2017. - 52 с.
16. Рыбалкин В.В., Рыбалкина А.Л. Человеческий фактор и психология безопасности: пособие по выполнению практических работ. - М.: МГТУ ГА, 2014. - 36 с.

Содержание

	Стр.
Общие указания	3
Содержание дисциплины и методические указания	4
Список литературы	21

Для заметок

А.Л. Рыбалкина

Человеческий фактор

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 02.12.2020 г.

Формат 60x84/16 Печ. л. 1,5 Усл. печ. л. 1,395

Заказ № 683/0818-УМПЗ3 Тираж 90 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А

Тел.: (495) 973-45-68

E-mail: zakaz@itsbook.ru