



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

А.А. Рыбалкина

# ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР И ПСИХОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Учебно-методическое пособие  
по выполнению лабораторных работ

для студентов III курса  
направления 20.03.01  
очной формы обучения

Москва  
2019

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)»**

---

**Кафедра безопасности полётов и жизнедеятельности  
А.А. Рыбалкина**

# **ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР И ПСИХОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Учебно-методическое пособие  
по выполнению лабораторных работ**

*для студентов III курса  
направления 20.03.01  
очной формы обучения*

Москва  
2019

ББК 053-082.03

Р-93

Рецензент:

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

**Рыбалкина А.Л.**

Р-93 Человеческий фактор и психология безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ./ А.Л. Рыбалкина. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 60 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Человеческий фактор и психология безопасности» по учебному плану для студентов III курса направления 20.03.01 очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 24.09.2019 г. и методического совета 24.09.2019 г.

*В авторской редакции.*

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2019

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАБИНЫ ЭКИПАЖА САМОЛЕТА ИЛ-86

**Цель работы.** В ходе выполнения лабораторной работы студенты должны:

- познакомиться с основными принципами конструирования систем «человек-машина» на примере кабины экипажа воздушного судна (ВС);
- научиться проводить наземную эргономическую оценку кабины экипажа;
- научиться проводить эргономическую оценку кресел членов экипажа.

**Продолжительность лабораторной работы** - 8 часов.

### **1. Краткая теоретическая часть**

#### **Понятие эргономики**

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

С момента зарождения цивилизации эргономика уже на самом элементарном уровне была связана с конструированием новой техники. В авиации с первых дней ее существования и в течение многих лет основная эргономическая проблема заключалась в разработке общих принципов конструирования устройств отображения данных и органов управления в кабине пилота. Сегодняшний подход к конструированию заключается в том, что характеристики пользователя (его возможности, ограничения и потребности) учитываются с самого начала разработки конкретной системы, и, соответственно, все инженерные решения подчинены этому.

Развитие техники достигло качественно нового уровня, что способствовало существенному повышению безопасности полетов, тем не менее, эксплуатационный опыт свидетельствует о том, что ошибки человека все еще в значительной степени обуславливаются несовершенством конструкции оборудования или процедур его эксплуатации.

Эргономика призвана оптимизировать взаимодействие между человеком и машиной в системе с учетом характеристик всех компонентов системы (например, условия окружающей среды и процедуры). На рис. 1 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.

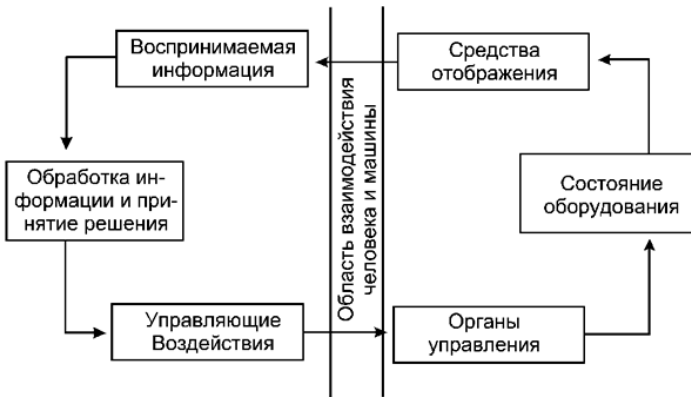


Рис. 1. Схематическое изображение системы «человек – машина»

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, и задача любого специалиста по эргономике заключается в том, чтобы обеспечить совместимость 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.

Существующая тенденция сравнивать человека и машину с точки зрения того, какие функции лучше выполняет человек, а какие машина, не должна вести к тому, что одни функции будет полностью выполнять человек, а другие - машина. Человек и машина должны дополнять друг друга в процессе выполнения поставленных задач. Кроме того, их взаимодействие должно планироваться таким образом, чтобы можно было менять распределение функций в зависимости от различных эксплуатационных условий.

### **Приведение в соответствие рабочих мест с характеристиками человека**

Одна из основных задач, решаемых эргономикой, заключается в приведении в соответствие рабочих зон и рабочих мест с характеристиками человека. Некоторые из этих характеристик связаны с размерами и формой различных частей тела человека и их движениями.

Производительность труда работника зависит от рабочей позы. В случае если рабочая поза является неоптимальной, это приводит к более быстрому

утомлению, снижению работоспособности организма и эффективности труда работника, как показано на рис 2.

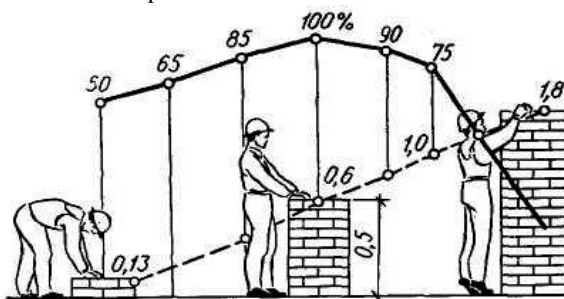


Рис. 2. Изменение производительности труда каменщика в зависимости от высоты кладки: сплошная линия - производительность труда, %, пунктирная линия - высота кладки, м.

При проектировании рабочих мест учитывают:

1. Вес, телосложение, размеры конечностей и других специфических размеров, например, высоты глаз в сидячем положении и пределов досягаемости органов управления в условиях использования или неиспользования ограничивающих свободу движения человека устройств, например, привязных ремней.

При наличии такой информации можно легко определить оптимальные высоту рабочей поверхности и расположение органов управления, высоту и глубину ящиков и ниш для хранения вещей, минимальное расстояние между рядами кресел, ширину кресел, длину подлокотников, высоту подголовника, а также требований к пределам досягаемости.

2. Перемещение частей тела и их силовые характеристики. Например, необходимо знать, каким силовым усилием можно передвинуть орган управления, а также где размещать орган управления по отношению к телу человека и направлению рабочего движения органа управления.

3. Различия между людьми. Это не только различия в физических размерах людей из разных этнических групп, но и различия между мужчинами и женщинами в рамках одной этнической группы людей (например, требования к усилиям по перемещению органов управления могут соответствовать силе мужчины, но быть слишком большими для женщин).

В том случае, когда невозможно учесть все различия между пользователями, необходимо предусматривать возможность регулирования и подгонки оборудования с той целью, чтобы им могли пользоваться как можно большее количество пользователей. В качестве примера могут служить системы регулировки педалей управления рулем направления и кресел пилотов.

### Функции экипажа в кабине

Члены экипажа прежде всего выполняют определенные функции в системах пилотирования, взлета и посадки. Они также входят в состав и других

систем «человек-машина», например в систему навигации, в которой оператор осуществляет главным образом наблюдение, контроль, измерение навигационной информации. На самолетах операторы входят также в системы, которые предназначены для контроля за работой силовых установок и управления ими, в электро-, пневмо-, гидрознергетические бортовые системы, в системы жизнеобеспечения. Как правило, эти системы обладают высоким уровнем автоматизации, и главная функция членов экипажа состоит в их контроле и в частичной ручной коррекции их работы.

Полет самолета в воздушной среде можно рассматривать как движение твердого тела, обладающего шестью степенями свободы. Действительно, находясь в воздухе, самолет может вращаться в любом направлении вокруг своего центра масс, а центр масс также может перемещаться поступательно в любом направлении. Это движение должно быть управляемым. Управляемое движение самолета в пространстве, характеризуемое определенными параметрами в заданных координатах (углами, скоростями, ускорениями) и совершаемое в определенных целях, называется режимом полета. Заданный режим выдерживают изменением параметров, определяющих этот режим, т.е. целенаправленным изменением координат положения самолета.

### **Принципы конструирования кабины экипажа**

#### При конструировании кабины экипажа необходимо учитывать:

1. Аэродинамические характеристики воздушного судна, определяющие поперечное сечение фюзеляжа и форму его носовой части.

Например, ширина кабины экипажа самолета "Конкорд" в 148 см продиктована аэродинамическими требованиями, что создает более стесненные условия работы для пилотов по сравнению с кабиной пилотов воздушного судна "Боинг-747", ширина которой составляет 191 см.

2. Обеспечение необходимого обзора в направлении вниз является требованием, которое определяет конструкцию лобового стекла и расчетный уровень положения глаз пилота. Расчетное положение глаз пилота играет важную роль при определении мест расположения оборудования (рис. 3).

3. Рабочие органы управления: педали, штурвал, которые являются основными, располагаются на таком расстоянии от пилотского кресла, которые позволяют человеку выполнять рабочие движения с максимальной эффективностью. При компоновке рабочего места оцениваются такие характеристики движений, как амплитуда и усилие. Важна также максимальная скорость выполнения рабочих движений.

Если человек едва дотягивается до педалей, то в штатном режиме он может пилотировать, но он окажется не в состоянии быстро корректировать перемещения педалей и создавать на них определенные усилия, если педали расположены на расстоянии вытянутой ноги. Штурвал, расположенный на расстоянии вытянутой руки позволяет осуществлять достаточно эффективное управление по крену, но управление по высоте будет неэффективно или пилоту потребуется переместиться по направлению к штурвалу.

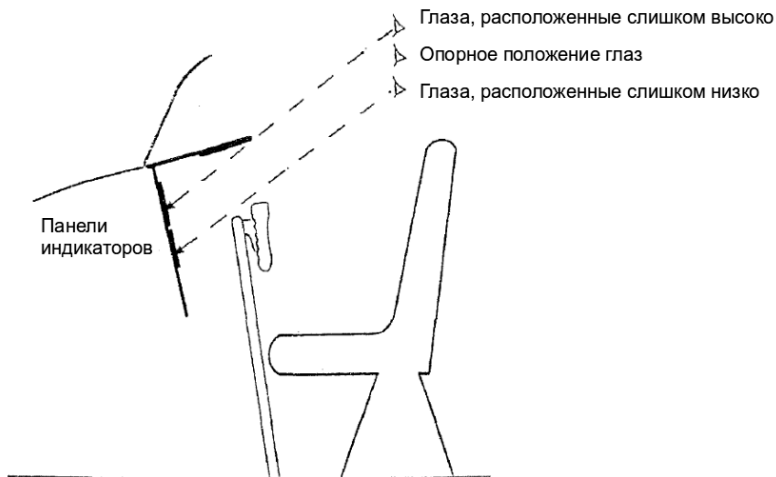


Рис. 3. Опорное положение глаз пилота

На крупных воздушных судах расстояние от глаз пилота до индикатора обычно составляет 71-78 см в отношении приборов и органов управления основной панели, 20 см - верхней панели и 2 м - боковой панели управления системами (рис. 4). Размеры цифр, букв и меток, наносимых на индикаторы, определяются, исходя из места установки индикатора и расстояния до глаз пользователя.

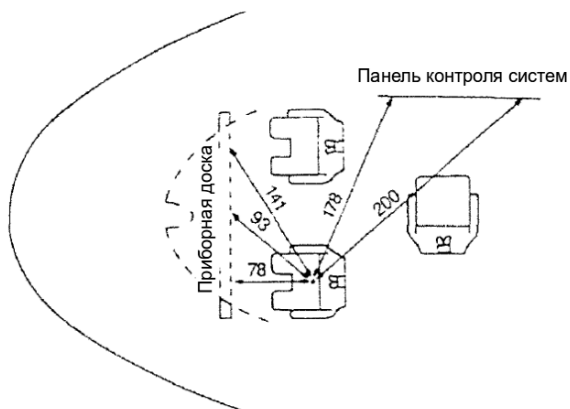


Рис. 4. Типовые расстояния для обзора от расчетного уровня глаз пилота до различных панелей управления в кабине экипажа (в см)

Кроме того, расположение приборных досок и органов управления должно быть таким, чтобы органы управления не закрывали приборные доски, и углы обзора приборных досок были бы оптимальными.



4. Взаимное расположение приборов. Расположение основных пилотажных приборов определяется из необходимости обеспечить быстрое и точное считывание четырех основных параметров: скорости, высоты, пространственного положения и курса.

5. Конструирование кресел. Позвоночный столб должен находиться в состоянии равновесия и сохранять относительно естественный изгиб благодаря пояснично-крестцовой опоре и конструкции кресла. Подлокотники должны обеспечивать надлежащую опору для рук и в то же время позволять свободное движение плеч, рук и туловища. Кроме того, необходимо уделить внимание таким факторам, как износостойкость и вес материала, его стойкость к воспламенению, а также структурной целостности и надежности конструкции, наличию места для размещения кресел. Должное внимание уделяется также органам регулирования кресел, системам привязных ремней и подставкам для ног.

Пилотам приходится в течение многих часов оставаться привязанными в своих креслах, и поэтому влияние особенностей конструкции кресел на пилотов выходит даже за рамки медицинских проблем (например, болезни спины), которые могут иметь место. Боли в спине и чувство дискомфорта вызывают у людей беспокойство и могут влиять на мотивацию, поведение и характеристики работоспособности.

### **Дисплей и индикаторы**

Задача индикаторов заключается в передаче информации от оборудования к субъекту. Органы управления используются для передачи команд в обратном направлении, т.е. от субъекта к оборудованию. Этот процесс представляет собой информационный контур.

#### Виды дисплеев и индикаторов:

1. Визуальные дисплеи. Они могут быть динамическими (например, высотомеры и указатели пространственного положения ВС) или статическими (например, световые табло, знаки и карты).

Они отражают количественную информацию (например, высоту или курс) или качественную (например, положение шасси). Они могут сигнализировать об опасности (например, «пожар в двигателе») или предупреждать (например, индикатор или световое табло давления масла).

Цифровые индикаторы позволяют более точно контролировать параметры и работу систем (например, приборы контроля работы двигателя), а аналоговые приборы лучше использовать в тех случаях, когда цифровые значения данных часто или быстро изменяются (например, высотомеры и вариометры). В табл. 1 показано влияние различных шкал приборов на качество считывания их показаний.

При конструировании индикаторов следует уделять внимание таким факторам как яркость, цвет, контрастность и мерцание.

Таблица 1

## Влияние различных шкал приборов на качество считывания их показаний

Характеристики считывания показаний приборов	Обычный трехстрелочный указатель	Указатель с одной стрелкой и цифровым счетчиком	Указатель с вертикальной ленточной шкалой	Цифровой счетчик
Количество ошибочных отсчетов, %	15,9	3,5	0,3-1,3	0,6
Среднее время осмысливания отсчета, с	7,1	1,7	1,3-2,3	Меньше 0,1

Появление электронных дисплеев способствовало устранению многих ограничений электромеханических индикаторов, позволило интегрировать индикаторы, а также более гибко и эффективно использовать рабочее пространство панелей управления.

С появлением электронных дисплеев потребовалось решить целый ряд проблем эргономического характера, касающихся яркости и яркостного контраста дисплеев, использования цветов для отображения различной информации, влияния на работоспособность оператора усталости, возникающей в связи с длительным наблюдением отображаемой на экране информации, а также определить, какие символы использовать и какая информация и где должна появляться на экране.

2. Тактильные/кинестетические индикаторы (тактильные связаны с осязанием, а кинестетические - с восприятием движения). Хорошим примером этому служит сигнализация о сваливании самолета в виде вибрации штурвала.

3. Звуковая сигнализация - эффективна для предупреждений.

Скорость и эффективность восприятия и переработки информации существенно повышаются с введением дополнительного сигнализатора, на который работающий должен обращать особое внимание. На рис. 5 показано, что время определения расположения стрелки на шкале с дополнительным сигнализатором значительно меньше, чем без него. Часто бывает целесообразно на шкале выделить цветной полоской зону «нормально», так как в этом случае при контрольном чтении оператору достаточно лишь воспринять и оценить взаимное положение стрелки-указателя и отметки-сигнализатора. Эффективность восприятия отметки-сигнализатора повышается, когда она отличается от других отметок не только цветом, но и формой.

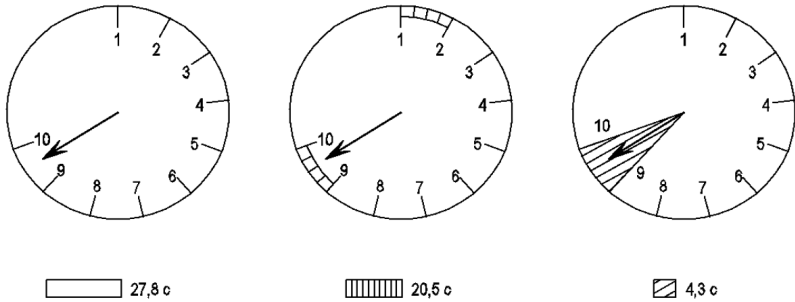


Рис. 5. Время считывания показаний с дополнительным сигнализатором и без него

### Системы информации, предостережения и оповещения

Информационные, предостерегающие и предупреждающие сигналы в кабине экипажа можно сгруппировать в четыре основные категории, а именно:

- сигналы, информирующие о характеристиках или отклонениях от эксплуатационных режимов или от безопасного профиля полета (например, предупреждение о сваливании, превышении допустимой скорости и опасной близости земли), обычно они требуют немедленных действий;
- сигналы, информирующие экипаж о конфигурации воздушного судна (например, положение шасси и закрылков);
- сигналы, информирующие экипаж о состоянии систем воздушного судна (например, флажки-сигнализаторы на лицевой части приборов);
- сигналы, передаваемые с помощью средств связи (например, система избирательного вызова и системы внутренней связи).

Системы оповещения предупреждают пилота об опасности, о таком состоянии самолета, которое требует незамедлительных действий со стороны экипажа в целях обеспечения безопасности полета, и обычно такие сигналы кодируются красным цветом. Предостерегающая сигнализация свидетельствует о ситуации, развитие которой или ухудшение может привести к аварии обычно кодируется желтым. Для информации, в связи с которыми экипажу можно предпринимать, а можно и не предпринимать действия используется голубой, белый или зеленый цветовые коды.

При конструировании систем предупреждения соблюдаются следующие принципы:

1. Они должны предупреждать членов экипажа об опасности и привлекать их внимание;
2. Они должны информировать экипаж о характере опасности;
3. Желательно, чтобы они предлагали рекомендации в отношении требуемых действий.
4. В тех случаях, когда зрительный анализатор оператора перегружен информацией или в связи с неблагоприятными условиями (низкая освещенность, сильная вибрация и др.) затруднено визуальное восприятие, целесообразно часть информации переключить на слуховой анализатор.

5. Не следует использовать одинаковые звуковые сигналы предупреждения о нескольких различных ситуациях. Эти сигналы, будучи эффективны с точки зрения привлечения внимания, могут стать источником ошибок или задержек в принятии необходимых действий по устранению опасности. В целях лучшей сигнализации о характере опасности желательно использовать дополнительные речевые сообщения.

6. Важно, чтобы не было частых ложных срабатываний, что может подорвать доверие к системе. Частое срабатывание снизит готовность экипажа к действиям и станет ему надоедать.

7. В случае отказа индикатора пользователь не должен получать недостоверную информацию. Отказ должен быть сразу виден на устройстве отображения информации, а не на индикаторе. В табл. 2 приведены характеристики эффективности деятельности летчика при отказах приборов.

Таблица 2

Некоторые характеристики эффективности деятельности летчика  
при отказах приборов

Отказавший прибор	Вероятность ошибочных действий	Диапазон времени определения отказа, с
Авиагоризонт	0,72	2 - 66
Указатель курса	0,68	10 - 256
Вариометр	0,70	21 - 50
Высотомер	0,62	14 - 76
Указатель скорости	0,58	24 - 141

Из таблицы видно, что без индикатора время определения отказа зачастую составляет более минуты.

### Органы управления

Системы управления состоят из командных рычагов, находящихся в кабине летчика, рулей и электроприводов, связанных с командными рычагами и с соответствующими рулями. Системы управления имеют четыре основных органа и несколько вспомогательных. Основные органы:

- руль высоты - для обеспечения продольной управляемости, то есть для отклонения самолета от направления полета вверх и вниз;
- руль направления - для обеспечения поперечной управляемости, то есть для поворота самолета влево и вправо от направления полета;
- рули крена (элероны) - для обеспечения поперечной управляемости, то есть для наклона самолета вправо или влево;
- рычаг управления двигателем - для управления тягой двигателя, а через нее - скоростью полета.

Вспомогательные органы управления: устройства для регулирования усилий на рычагах управления (триммеры), устройства для отклонения щитков или закрылков; рычаги регулирующие работу отдельных систем двигателя; устройства для регулирования работы и настройки различных автоматов, оборудования и т.д.

### Принципы проектирования органов управления следующие:

1. Силовые усилия. Функциональные требования и характеристики силовых усилий определяют тип и конструкцию конкретного органа управления.

Работа летного состава в подавляющем большинстве случаев носит целиком искусственный характер, так как применяются гидро- и электроприводы, то есть передается усилие от органов управления на рулевые поверхности, а обратное усилие не передается. Передача обратного усилия была возможна при «жесткой проводке» раньше. На современных ВС при их размерах, весах, площади управляющих поверхностей достаточно большие и, следовательно, усилий человека для управления не хватает, а при обратном воздействии - для удерживания.

Следовательно, с середины XX века в конструкции ВС внедряются гидро- и электроприводы, когда управляющей поверхностью человек управляет не непосредственно, а воздействуя на нее через гидросистему, электродвигатель. Реальное усилие человека, необходимое для такого управления очень мало. Эффективность управления возрастает, однако человек уже не чувствует обратного воздействия управляющей поверхности и таким образом, чисто психологически, теряется так называемое «чувство самолета», «чувство управления». Для возвращения этого чувства начали применять так называемые «загрузочные пружины», когда пилот перемещает штурвал, педали с определенным усилием, преодолевая сопротивление пружин. Усилие на пружинах автоматически регулируется с помощью специально созданных систем, которые задают усилие в зависимости от угла отклонения поверхности и скорости набегающего потока.

2. Кодирование органов управления (форма, размер, цвет, маркировка и расположение) призвано улучшить их заметность и уменьшить число совершаемых пилотами ошибок, а также уменьшить время выбора нужного органа управления.

3. Защита от случайного включения. Этого можно добиться путем использования щитков, блокировки и взаимной блокировкой (например, взаимосвязанные органы управления, не позволяющие задействовать рычаги реверса тяги до тех пор, пока рычаги управления двигателями не будут поставлены на режим малого газа).

В некоторых случаях любые действия, которые не отвечают текущим условиям полета, могут вызывать срабатывание визуальной или звуковой аварийной сигнализации (например, уборка рычагов управления двигателями в положении, когда шасси находятся в убранном положении, обязательно вызывает срабатывание звуковой аварийной сигнализации).

### **Расположение индикаторов и органов управления**

При проектировании рабочего места необходимо располагать индикаторы и органы управления в зависимости от частоты их использования (рис. 6) [25]. В зоне «А» располагаются наиболее важные и часто используемые индикаторы и органы управления. В кабине экипажа к ним относятся основные приборы

пилотирования: авиагоризонт, указатель скорости, указатель высоты, вариометр или соответствующие командно-пилотажные или навигационно-плановые приборы. В зоне «Б» располагаются нечасто используемые индикаторы и органы управления (в пределах досягаемости и обзора). В зоне «В» располагаются редко используемые индикаторы и органы управления (в пределах максимальной досягаемости, обзор только при движении глаз и головы). Зона «Г» используется для размещения вспомогательных индикаторов и органов управления (вне пределов досягаемости и обзора из исходного рабочего положения).

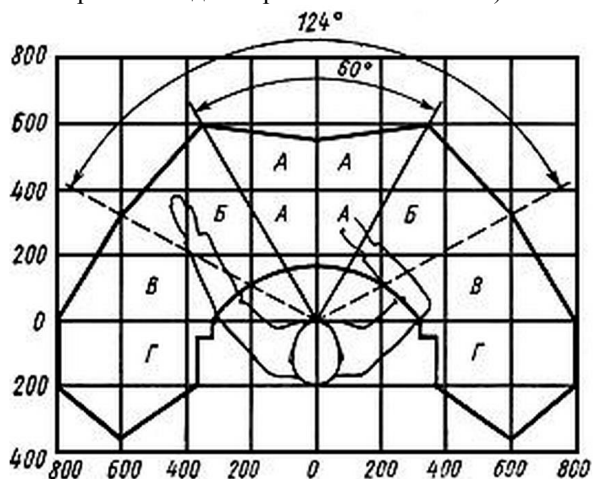


Рис. 6. Зоны расположения средств отображения информации и органов управления в горизонтальной плоскости

### Клавишные панели

В условиях использования клавиатуры на борту воздушного судна более важно точно и своевременно обнаруживать ошибки, а не быстрее вводить информацию.

Специалисты по эргономике должны определить оптимальные размеры клавиш, а также предусмотреть перегородки между клавишами, что необходимо для предотвращения случайных действий, и подставки для рук для компенсации вибрации.

Клавиатура "QWERTY" и "DVORAK", как правило, не годятся для использования на борту воздушного судна по причине ограниченности рабочего пространства в кабине экипажа и необходимости выполнять работу одной рукой. На рис. 7 показан образец клавишного пульта системы управления или навигационной системы.

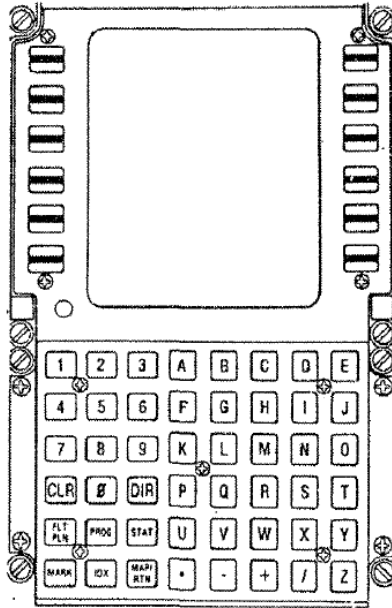


Рис. 7. Образец клавишного пульта системы управления или навигационной системы

### Особенности пространственной ориентировки в полете

Пилотирование самолета может выполняться визуально или по приборам. Наиболее существенное отличие полета по приборам от визуального заключается в изменении процесса пространственной ориентировки. В визуальном полете ориентировка осуществляется естественно, благодаря непосредственному восприятию окружающего пространства. Для оценки положения самолета летчик не тратит специальных усилий. В визуальном полете, как правило, невозможна потеря пространственной ориентировки, так как не возникают зрительные иллюзии, поскольку естественная визуальная информация подавляет их.

В полете по приборам пилотажная информация поступает от следующих основных приборов: авиагоризонта, вариометра, указателей высоты, скорости, магнитного и радиокурса. Установлено, что для формирования двигательного действия не все приборы играют одинаковую роль. Одни, обычно вариометр и авиагоризонт, используются для корректировки двигательных действий - это приборы управления. Другие служат для контроля качества управления, т.е. точности выдерживания заданных параметров, - это приборы контроля. Однако нельзя точно разделять приборы на две группы, так как один и тот же прибор в зависимости от режима полета может быть и прибором контроля, и прибором управления. Все приборы, служащие для построения двигательного акта, выдают информацию о параметрах пространственного положения.

В зависимости от использования летчиком показаний приборов для контроля и управления информация делится на контрольную и корректировочную. Взаимодействие летчика с этими видами информации различно. Контрольную информацию, служащую лишь пусковым сигналом к началу двигательного акта, летчик воспринимает и оценивает за время одной фиксации взгляда 0,3-0,9 с. С момента начала фиксации взгляда на соответствующем приборе и восприятия значимого отклонения начинается движение по управлению с использованием приборов управления. С корректировочной информацией летчик взаимодействует в относительно продолжительном процессе устранения отклонения параметров от заданного режима, периодически, каждые 1-2 с возвращаясь к показаниям приборов управления. Отдельный, наиболее простой двигательный акт - вывод самолета из крена при восстановлении нарушенного режима полета, длится 11-17 с. В течение этого времени взгляд 10-15 раз фиксируется на авиагоризонте с целью восприятия управляющих сигналов для корректировки движения органов управления.

Итак, обычная деятельность летчика - пилотирование представляется сложным поведенческим актом, включающим процессы восприятия информации, формирования на этой основе образа полета и, наконец, выполнение двигательных действий. Внешним выражением процесса восприятия информации летчиком является перемещение его взгляда по приборной доске. Анализ особенностей перемещения взгляда летчика показывает, что структура считывания показаний приборов определяется содержательной стороной информации, значимостью поступающих от каждого прибора сигнала.

Среднее и относительное время фиксации взгляда на разных приборах не являются строго постоянными; они определяются потребностями контроля и управления на конкретном режиме полета. Иллюстрацией сказанному служат данные, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Относительное время (в % к общему времени полета) фиксации взгляда летчика на различных приборах в зависимости от режима полета

Прибор	Время фиксации взгляда, с			
	Горизонтальный полет	Набор высоты	Разворот	Снижение
Авиагоризонт	38	31	37	33
Вариометр	8	11	9	12
Указатель курса	9	11	15	14
Высотомер	16	17	12	16
Указатель скорости	15	22	20	21
Прочие	14	8	7	4



Маршруты перемещения взгляда при полете по приборам подчиняются определенным закономерностям. Частота переключения внимания (переноса взгляда) на определенный прибор, определяется скоростью изменения данного параметра. Например, вероятность переноса взгляда с авиагоризонта на вариометр или обратно является весьма значительной. Отсюда следует, что эти приборы должны располагаться рядом. На рис. 8 приведена схема распределения внимания летчика между приборами в горизонтальном полете. Эта схема рекомендуется инструкцией по технике пилотирования (цифрами обозначена последовательность переноса взгляда летчика).

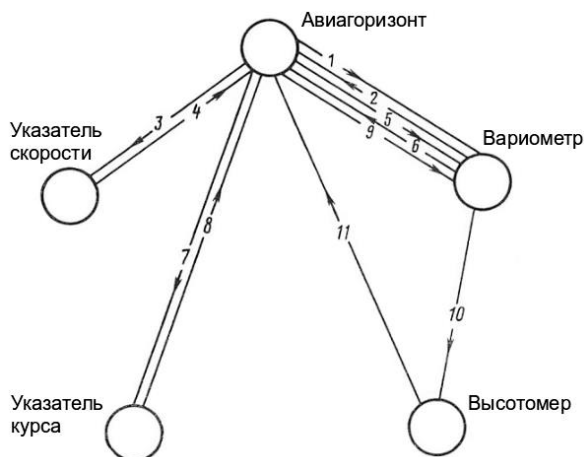


Рис. 8. Схема распределения внимания летчика между основными пилотажно-навигационными приборами для горизонтального полета

В полете по приборам процесс ориентировки связан со сложной умственной деятельностью. Так как летчик не видит непосредственно своего пространственного положения и не видит своего перемещения относительно земной поверхности, то он должен мысленно представлять режим полета, т.е. на основе показаний приборов сформировать обобщенный образ полета. Его управляющие движения определяются правильностью и своевременностью не только восприятия показаний приборов, но и результатом обобщения отдельных показаний в единый образ.

В относительно простых условиях полета недостатки средств отображения информации обычно не проявляются благодаря тому, что летчик в своих действиях опирается на целостный психический образ режима полета, на концептуальную модель, сформированную на основе знаний, практического опыта и представления о заданном режиме. При нарушении образа полета вследствие сочетания неблагоприятных обстоятельств: отвлечение внимания на время, в течение которого произошли незаметные для летчика изменения режима полета, фиксация внимания на внутренних ощущениях, не соответствующих приборной информации, и т.д. возникает то состояние, при

котором у летчика «разбегаются стрелки» и он теряет представление о пространственном положении, совершает грубые ошибки пилотирования. Возникновению такого состояния, резко снижающего безопасность полета, способствует несовершенство системы отображения пилотажной информации, прежде всего, разрозненность и недостаточная наглядность сигналов, на основе которых создается образ полета.

Существует два вида индикации пространственного положения самолета на авиагоризонте (рис. 9):

1. «вид с самолета на землю» (подвижная линия искусственного горизонта и неподвижный индекс, символизирующий самолет).
2. «вид с земли на самолет», при котором подвижен символ самолета.

На иностранных ВС преобладает индикация «вид с самолета на землю». На отечественных самолетах встречаются авиагоризонты с обоими видами индикации.

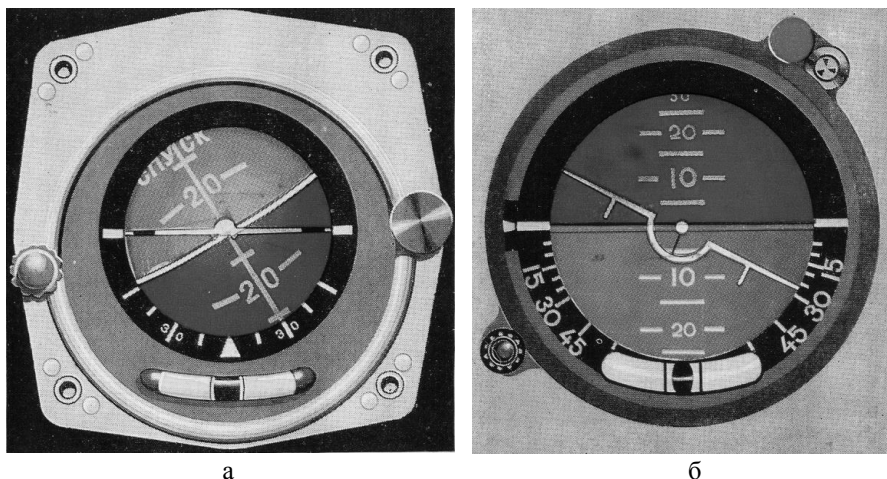


Рис. 9. Лицевая часть авиагоризонтов: а - АГИ-1, б - АГД-1

Авиагоризонты являются одними из первых приборов, в которых использовано цветовое кодирование отображаемой информации: часть сферы, соответствующая положительным значениям угла тангажа, окрашена в голубой цвет («небо»), отрицательным значениям - в темно-коричневый («земля»).

### Экспертиза кабины экипажа ВС

Экспертиза кабины экипажа ВС ГА проводится в целях установления соответствия заданным требованиям следующих характеристик кабины:

- основные размеры;
- обзор с рабочих мест членов экипажа;
- состав средств отображения информации и средств управления;
- компоновка средств отображения информации и средств управления.

Наземная оценка кабин ВС включает в себя следующие направления.

1. Оценка основных размеров кабины экипажа ВС. Оценивается соответствие основных размеров кабины антропометрическим характеристикам членов экипажа в части обеспечения:

- свободного входа и удобного размещения членов экипажа;
- возможности изменения позы членов экипажа на своих рабочих местах с целью ослабления мышечной напряжённости и снятия усталости;
- удобства выполнения всего комплекса рабочих операций;
- возможности безопасного покидания ВС при аварийной ситуации.

2. Оценка обзора с рабочих мест членов экипажа. Оцениваются следующие характеристики внекабинного обзора с рабочего места:

- величины углов обзора внешнего пространства через остекление кабины;
- величины помех со стороны конструктивных элементов кабины при наблюдении за внешним пространством;
- возможности наблюдения внекабинных элементов конструкции ВС, которые необходимо видеть по соображениям пилотирования;
- возможности наблюдения внешнего пространства при крайних отклонениях органов управления (в полёте с несимметричной тягой);
- изменение углов обзора внешнего пространства при применении средств борьбы с атмосферными осадками и обледенением остекления.

При этом необходимо различать конструктивный и реальный обзор. Численная величина конструктивного обзора определяется при прямой посадке пилота в кресле. Реальный обзор измеряется с учетом подвижности членов экипажа (свободный без напряжения поворот головы и наклон туловища без поворота) на рабочем месте с привязными ремнями.

Помимо этого определяется наличие и допустимость затенения информационных панелей органами управления и конструктивными элементами.

3. Оценка состава средств отображения информации и средств управления включает:

- оценку достаточности числа средств отображения информации и средств управления для выполнения членами экипажа своих функций в нормальных и аварийных ситуациях,
- определение соответствия основных характеристик (в том числе уровня технического совершенства) установленных на рабочем месте средств отображения информации и средств управления характеристиками ВС.

Состав средств отображения информации и органов управления зависит от распределения функций между членами экипажа и решаемых каждым из них задач. Оценка минимально необходимого состава средств отображения информации и органов управления должна осуществляться для каждой системы или комплекса на основе анализа её работы при нормальных условиях и в аварийной ситуации. При этом должны рассматриваться все возможные пути уменьшения числа средств управления и контроля, указанные в действующих

нормативных документах на системы отображения информация и системы органов управления.

Оценка минимально необходимого числа средств индикации и управления с учетом их дублирования должна быть дополнена анализом их достаточности с точки зрения обеспечения безопасности выполнения всех этапов полета как при нормальной работе основных средств индикации, так и при их функциональных отказах (в частности, при обесточивании воздушного судна).

При оценке правильности выбора индикаторов с точки зрения соответствия их характеристикам ВС необходимо проверить, находятся ли пределы изменения контролируемых ими параметров в границах их рабочих диапазонов и обеспечивают ли точности индикаторов выполнение эксплуатационных задач.

#### 4. Оценка компоновки (простоты и удобства использования) средств отображения информации и средств управления включает:

- оценку группировки средств отображения информации и средств управления;
- оценку размещения групп индикаторов, сигнализаторов и органов управления по зонам рабочего места данного члена экипажа;
- оценку размещения индикаторов, сигнализаторов и органов управления в группах;
- оценку установки («разворота») средств отображения информации и органов управления и удобства их использования, досягаемости и обзора.

#### Оценка группировки средств отображения информации и средств управления

Оценивается компактность размещения средств отображения информации (управления), относящихся к определенной группе. Если все они размещены вместе, между ними нет «вкраплений» других средств отображения информации (управления), и область их размещения может быть ограничена одной непрерывной замкнутой линией, то требование группировки следует считать выполненным. Если же одно из средств отображения информации (управления) «оторвано» от группы (находится на некотором расстоянии от нее), то, в зависимости от величины этого расстояния, требование группировки можно считать выполненным частично или невыполненным. Если вместо группы средств отображения информации (управления) на приборной доске размещается одно комбинированное или комплексное средство отображения информации (управления), то требование группировки полностью выполнено; если же вместо группы размещается одно некомбинированное средство отображения информации (управления), то требование группировки теряет смысл и его выполнение оценивать не нужно.

Экспертная оценка группировки индикаторов, сигнализаторов и органов управления на рабочих местах членов экипажа может осуществляться по следующим признакам:

- по функциональному назначению;
- по времени использования;

- по значимости.

Оценка группировки по функциональному назначению представляет собой проверку размещения средств управления и контроля на рабочем месте члена экипажа по принадлежности их к одному комплексу оборудования (например, пилотажно-навигационному), бортовой системе (например, установка рядом или на одном пульте сигнализаторов и органов управления противопожарной или топливной систем) или объекту (например, размещение рядом приборов и сигнализаторов контроля параметров силовой установки).

Функциональный принцип группировки оборудования является наиболее распространенным, однако следует обращать внимание на то, чтобы органы управления и приборы, используемые на земле, были размещены отдельно от средств управления и контроля, используемых в полете (в других менее удобных зонах рабочего места).

Одновременно необходимо следить, чтобы органы управления, используемые на наиболее ответственных этапах полета или в аварийной ситуации (например, приведение к горизонту, отключение автопилота), были размещены в наиболее удобных местах, при этом они могут быть отделены от других органов управления данной функциональной системы.

При оценке групп индикаторов и органов управления, образованных по временному принципу, необходимо проверять одновременность их использования на одном этапе полета, или при аварийной ситуации, или в определенной временной последовательности, соответствующей алгоритму их использования.

Оценка группировки оборудования по значимости, степени важности для данного члена экипажа в основном относится к оценке группировки основных пилотажно-навигационных индикаторов или проверке группировки аварийных, предупреждающих и уведомляющих сигнализаторов.

#### Оценка размещения групп индикаторов, сигнализаторов и органов управления по зонам рабочего места члена экипажа

При оценке основное внимание должно быть уделено проверке соответствия значимости отдельных групп индикаторов, сигнализаторов, органов управления характеристикам досягаемости и обзора зон рабочего места, в которых они установлены. Кроме того, необходимо обращать внимание на недопустимость перекрещивания рук в процессе управления.

#### Оценка размещения индикаторов, сигнализаторов и органов управления в группах

Размещение индикаторов, сигнализаторов и органов управления в группах должно проверяться на соответствие эргономическим требованиям:

- алгоритма работы - последовательности использования оборудования данным членом экипажа;

- мнемоники - пространственного, временного или пространственно-временного соответствия между положением элементов управления и контроля

на рабочем месте и размещением управляемых или контролируемых ими агрегатов и систем на ВС;

- размещения рядом родственных или резервных индикаторов, органов управления и др.;
- размещения с учетом располагаемого времени на ликвидацию аварийной ситуации для предупреждающих сигнализаторов;
- исключения размещения рядом органов управления, используемых в каждом полете и при аварийной ситуации;
- выдерживания необходимых интервалов между органами управления для удобства работы;
- исключения перепутывания рядом стоящих органов управления за счет выделения их цветом, формой, обособленным расположением, соответствующим ограждением;
- возможности использования «наощупь».

#### Оценка установки («разворота») средств отображения информации и органов управления и удобства их использования, досягаемости и обзора

Для оценки досягаемости органов управления определяется расстояние от спинки кресла (точки соприкосновения с ней выступающей части лопатки пилота) до соответствующего органа управления. Это расстояние сравнивается с горизонтальной досягаемостью руки пилота с учетом ее увеличения на 90 мм за счет подвижности в плечевом суставе. Оценочные баллы выставляются по методике оценки выполнения требований нормативных документов. Также может проводиться субъективная оценка досягаемости органов управления. Проводится она по балльной системе соответствующими членами экипажа, одетыми в форменное обмундирование и находящимися в основной рабочей позе. К оценке досягаемости должен привлекаться летный состав, имеющий данные, близкие к минимальным и максимальным антропометрическим данным.

Особое внимание следует уделять проверке досягаемости членом экипажа, притянутым к спинке кресла (при застопоренной привязной система), аварийных рычагов (торможения колес и др.) и органов управления, используемых при взлете и посадке.

Оценка ориентировки («разворота») индикаторов и органов управления на соответствующего члена экипажа, пользующегося этим оборудованием в полете, производится на его рабочем месте. При этом проверяются:

- углы в вертикальной и горизонтальной плоскостях между плоскостями шкал приборов и направлением взгляда члена экипажа, находящегося в основном рабочем положении, наличие и приемлемость наклона приборной доски;
- наличие затенения делений шкал и индексов приборов («колодезный эффект»);
- видимость, правильность и достаточность надписей, символов в кабинах, их удобочитаемость;

- затенение приборной доски ручкой управления или штурвалом (какие приборы попадают в область затенения).

Проверка ориентировки органов управления зависит от типа используемого органа управления (тумблер, кран, кнопка, рычаг) и производится путем выявления удобства его использования - захвата и приведения в движение.

Одновременно проверяется возможность чтения надписей на бортовых и потолочных пультах.

#### 5. Оценка направления движения, необходимых усилий, формы и окраски рычагов управления.

Направление движения рычага мнемонически должно совпадать с направлением движения управляемого им агрегата или с направлением движения стрелки соответствующего индикатора. Если мнемоническую связь обеспечить трудно (из-за размещения в разных плоскостях), то необходимо проверить обеспеченность преемственности с направлением движения рычага при наличии такой связи.

При оценке формы рычагов следует проверить удобство длительного пользования штурвалом, педалями, удобство пользования всеми расположенными на них кнопками (досягаемость пальцами). Для некоторых органов управления следует проверить удобство быстрого нахождения их наощупь (например, рычага управления любым двигателем на ВС с тремя и более двигателями).

Проверка формы рычагов кратковременного использования производится с целью определения удобства захвата соответствующей рукой; и быстроты распознавания необходимого рычага среди других в группе. Одновременно с указанными выше оценками целесообразно проверить наличие и содержание текстов надписей (в т.ч. сокращенных) на рабочих местах экипажа на соответствие требованиям стандартов.

#### **Кресла, устанавливаемые на рабочих местах членов экипажа**

Тип кресла, устанавливаемого на рабочем месте члена экипажа, определяется назначением воздушного судна и продолжительностью полета.

##### Авиационные кресла должны удовлетворять следующим требованиям:

- создавать оптимальные условия для размещения и длительного пребывания на них экипажа в рабочей позе;
- создавать экипажу оптимальные условия для выполнения двигательных операций и допускать изменения основной рабочей зоны;
- обеспечивать возможность безопасного аварийного покидания воздушного судна.

Оптимальной рабочей позой является поза, при которой член экипажа сидит, несколько откинувшись назад (16-18° от вертикали). Во время отдыха он может занимать более горизонтальное положение. Поэтому необходимо конструировать кресла, спинки которых отклонялись бы от вертикали назад на 45-60°. При этом должны быть предусмотрены промежуточные фиксации

спинки через каждые  $5^\circ$ , с тем, чтобы каждый член экипажа в силу своих привычек и физических особенностей мог занять более удобную позу. В том и другом положениях спинки конфигурация опорных поверхностей кресла должна максимально приближаться к форме соответствующих частей тела человека.

Кресла должны быть удобными для размещения, фиксации и отдыха в полете членов экипажа в штатном полетном обмундировании.

Кресла пилотов и кресла других членов экипажа ВС должны иметь следующие геометрические параметры:

- высота спинки кресла с подлокотником должна быть не менее 740 мм;
- ширина спинки кресла в области плеч должна быть не менее 410 мм;
- длина (глубина) сидения кресла должна быть 400 мм;
- ширина сидения кресла должна быть не менее 410 мм;
- расстояние между подлокотниками кресла должно быть не менее 440 мм;
- высота сидения над полом кабины при крайнем нижнем положении кресла и с учетом деформации мягкой подушки под весом человека (70 кг) должна быть 390 мм;

- диапазон регулировки сидения кресла в вертикальном направлении должен быть не менее 120 мм;

- высота подлокотника кресла над сидением должна быть 240 мм (средняя) с регулировкой от среднего значения в обе стороны на 60 мм. В пределах регулируемого расстояния фиксация подлокотника должна осуществляться на любой выбранной высоте;

- длина подлокотников должна быть не менее 350 мм;

- ширина подлокотников должна быть не менее 70 мм;

- спинка кресла должна иметь у своего основания шарнирное устройство, допускающее ее отклонение назад в диапазоне углов от  $100^\circ$  до  $130^\circ$  с возможностью фиксации ее в любом выбранном положении;

- сидение кресла должно устанавливаться с некоторым наклоном назад, причем угол наклона должен находиться в пределах  $5-10^\circ$ ;

- в горизонтальной плоскости спинка кресла должна иметь изгиб, определяемый радиусом 380-400 мм.

Конструкция кресла должна обеспечивать:

- бесступенчатое отклонение спинки при снятии стопора от исходного положения до предельного под действием составляющей веса верхней части туловища члена экипажа, при этом должна быть обеспечена фиксация его в любом промежуточном положении через каждые  $5^\circ$ ;

- автоматическое возвращение спинки и исходное положение при снятии стопора, отклонение спинки вперед от исходного и промежуточного положения без снятия стопора не допускается;

- перемещение сиденья по высоте с фиксацией в любых положениях или с интервалом не более 10 мм;

- возвращение сиденья из любого промежуточного положения в крайнее под действием веса сидящего члена экипажа или механизированного привода;

- продольное перемещение;



- поворот кресла (кроме кресла пилота) вокруг оси на  $170\pm 10^\circ$  в обе стороны от исходного положения с фиксацией в любых промежуточных положениях или с интервалом не более  $30^\circ$ ;

- отклонение подлокотников вверх с фиксацией через  $3^\circ+2^\circ$  и вниз с фиксацией через  $3^\circ+2^\circ$ . Стопор фиксации подлокотников должен размещаться в передней части каждого подлокотника.

Кроме того, кресло должно отвечать следующим требованиям:

- заголовник должен быть съемным;
- рукоятки (кнопки) управления креслом должны располагаться с одной стороны и быть легкодоступными для сидящего члена экипажа;
- кресло должно иметь карман для хранения карт;
- кресло не должно иметь выступающих частей, выходящих за его габариты и затрудняющих выход из кресла;
- внешний вид кресла должен отвечать требованиям современной эстетики;

- материалы и защитные покрытия, применяемые для изготовления кресел, должны быть негорючими, нетоксичными, влагоотталкивающими, легко очищаться от загрязнений, не изменять своих качеств под действием дезинсекционных веществ и солнечных лучей.

Как спинка, так и сиденье кресла должны быть покрыты эластичным мягким настилом, обеспечивающим индивидуальное моделирование опорных поверхностей кресла в соответствии с рельефом соприкасающихся с ними частей тела членов экипажа. Упругий материал мягких подушек сидения и спинки кресла не должен давать остаточных деформаций.

Для сохранения у летных экипажей работоспособности в длительных полетах должны предусматриваться системы разгрузки и фиксации тела в кресле. В качестве разгрузочного механизма на кресле должны быть предусмотрены убирающиеся подлокотники, выполненные с промежуточной фиксацией.

Привязная система кресла должна обеспечивать:

- надежную фиксацию экипажа в полете;
- хорошую подвижность члена экипажа при выполнении рабочих операций;
- удобство эксплуатации (легкое освобождение члена экипажа и быстрая фиксация).

## **2. Меры безопасности**

1. При проведении лабораторных работ на территории учебного авиационно-технического центра следует учитывать повышенную опасность, связанную с наличием:

- движущихся самоходных перемещаемых вручную машин, механизмов, устройств;
- незащищенных подвижных элементов управления и механизации самолетов (элероны, закрылки, предкрылки, выпускающиеся трапы, створки шасси);
- выступающих частей планера самолета и его оборудования (створки шасси, крышки лючков, антенны и т.д.), подвижных частей планера ВС, имеющих шарнирную подвеску;
- повышенного скольжения вследствие обледенения, увлажнения, замасливания рабочих поверхностей стремянок, трапов, лестниц, места стоянки ВС;
- острых кромок, заусенцев, шероховатостей на обшивке планера.

2. Необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.

3. Необходимо соблюдать осторожность при перемещении внутри ВС: Убедитесь, что проемы в полах, дверях, аварийных выходах, боковых и потолочных нишах, багажных и технических отсеках закрыты.

4. Поднимаясь и спускаясь по трапу необходимо держаться рукой за поручень.

5. Лабораторная работа должна проводиться под постоянным контролем инженерно-технического персонала УАТЦ.

6. Запрещается самостоятельное перемещение по стоянке, салону и отсекам ВС.

7. Запрещается включение самолетных систем без разрешения преподавателя или инженерно-технического персонала УАТЦ.

## **3. Порядок выполнения работы**

1. Изучить меры безопасности при проведении лабораторной работы.

2. Провести наземную оценку кабины экипажа самолета Ил-86 согласно таблице 4. Сделать вывод по таблице.

3. Измерить геометрические размеры зон размещения органов управления в горизонтальной плоскости для кабины экипажа самолета Ил-86 (рис. 10). Сравнить полученные значения с рекомендуемыми (рис. 6). Определить индикаторы и органы управления в каждой из зон (таблица 5). Сделать выводы.

4. Провести оценку кресел членов экипажа самолета Ил-86 согласно таблицам 6 и 7. Сделать выводы по таблицам.

**4. Форма отчета по лабораторной работе****Лабораторная работа №1****«Эргономическая экспертиза кабины экипажа самолета Ил-86»**

Выполнил \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Дата выполнения \_\_\_\_\_

Таблица 4

**Наземная оценка кабины экипажа**

<b>Наименование показателя</b>	<b>Характеристика показателя</b>
<b><u>1. Определение соответствия основных размеров кабины экипажа антропометрическим характеристикам членов экипажа в части обеспечения:</u></b>	
- свободного входа и удобного размещения членов экипажа;	
- возможности изменения позы членов экипажа на своих рабочих местах с целью ослабления мышечной напряжённости и снятия усталости;	
- удобства выполнения всего комплекса рабочих операций;	
- возможности безопасного покидания ВС при аварийной ситуации.	
<b><u>2. Оценка обзора с рабочих мест членов экипажа:</u></b>	
- величины углов обзора внешнего пространства через остекление кабины;	
- наличия помех и их величины со стороны конструктивных элементов кабины при наблюдении за внешним пространством;	
- возможности наблюдения внекабинных элементов конструкции ВС (например крыло, двигатель), которые необходимо видеть по соображениям пилотирования;	
- определение наличия и допустимости затенения информационных панелей органами управления и конструктивными элементами.	

Наименование показателя	Характеристика показателя
<p><u>3. Оценка состава средств отображения информации и средств управления</u> (рассмотреть основные пилотажные приборы с точки зрения отображения информации о скорости, высоте, пространственном положении и курсе)</p>	
<p><u>4. Оценка рациональности компоновки (простоты и удобства использования) средств отображения информации и средств управления:</u></p>	
<p>- оценка группировки средств отображения информации и средств управления по функциональному назначению, по времени использования, по значимости;</p>	
<p>- оценка размещения групп индикаторов, сигнализаторов и органов управления по зонам рабочего места данного члена экипажа;</p>	
<p>- оценка размещения индикаторов, сигнализаторов и органов управления в группах (на примере управления двигателями): размещения рядом родственных или резервных индикаторов, органов управления; исключения перепутывания рядом стоящих органов управления за счет выделения их цветом, формой, обособленным расположением, соответствующим ограждением; возможности использования «наощупь»;</p>	
<p>- оценка установки ("разворота") средств отображения информации и органов управления и удобства их использования, досягаемости и обзора.</p>	
<p><u>5. Оценка направления движения, необходимых усилий, формы и окраски рычагов управления.</u></p>	

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Зоны размещения органов управления в горизонтальной плоскости

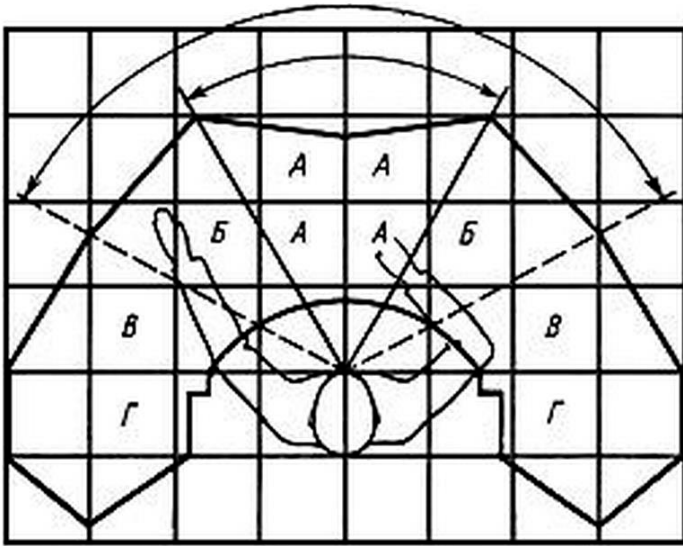


Рис.10. Зоны размещения органов управления в горизонтальной плоскости

Таблица 5

Зона размещения органов управления	Индикаторы и органы управления
Зона А	
Зона Б	
Зона В	
Зона Г	

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Оценка кресел членов экипажа

Таблица 6

## Особенности конструкции кресла

Наименование показателя	Характеристика показателя
<u>1. Конструкция кресла должна обеспечивать:</u>	
- бесступенчатое отклонение спинки при снятии стопора от исходного положения до предельного под действием составляющей веса верхней части туловища члена экипажа, при этом должна быть обеспечена фиксация его в любом промежуточном положении через каждые 5°;	
- автоматическое возвращение спинки и исходное положение при снятии стопора, отклонение спинки вперед от исходного и промежуточного положения без снятия стопора не допускается;	
- перемещение сиденья по высоте с фиксацией в любых положениях или с интервалом не более 10 мм;	
- возвращение сиденья из любого промежуточного положения в крайнее под действием веса сидящего члена экипажа или механизированного привода;	
- продольное перемещение;	
- поворот кресла (кроме кресла пилота) вокруг оси на $170 \pm 10^\circ$ в обе стороны от исходного положения с фиксацией в любых промежуточных положениях или с интервалом не более $30^\circ$ ;	
- отклонение подлокотников вверх с фиксацией через $3^\circ \pm 2^\circ$ и вниз с фиксацией через $3^\circ \pm 2^\circ$ . Стопор фиксации подлокотников должен размещаться в передней части каждого подлокотника.	
- заголовник должен быть съемным;	
- ручки (кнопки) управления креслом должны располагаться с одной стороны и быть легкодоступными для сидящего члена экипажа;	
- кресло должно иметь карман для хранения карт;	
- кресло не должно иметь выступающих частей, выходящих за его габариты и затрудняющих выход из кресла;	
- материалы и защитные покрытия, применяемые для изготовления кресел, должны быть негорючими, нетоксичными, влагоотталкивающими, легко очищаться от загрязнений, не изменять своих качеств под действием дезинсекционных веществ и солнечных лучей.	
<u>2. Для сохранения у летных экипажей работоспособности в длительных полетах должны предусматриваться системы разгрузки и фиксации тела в кресле. В качестве разгрузочного механизма на кресле должны быть предусмотрены убирающиеся подлокотники, выполненные с промежуточной фиксацией.</u>	

Наименование показателя	Характеристика показателя
<u>3. Привязная система кресла должна обеспечивать:</u>	
- надежную фиксацию экипажа в полете;	
- хорошую подвижность члена экипажа при выполнении рабочих операций;	
- удобство эксплуатации (легкое освобождение члена экипажа и быстрая фиксация).	

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Таблица 7

## Геометрические параметры кресла

Наименование показателя	Требуемое значение	Значение показателя
Высота спинки кресла с подлокотником	не менее 740 мм	
Ширина спинки кресла в области плеч	не менее 410 мм	
Длина (глубина) сидения кресла	400 мм	
Ширина сидения кресла	не менее 410 мм	
Расстояние между подлокотниками кресла	не менее 440 мм	
Высота сидения над полом кабины при крайнем нижнем положении кресла и с учетом деформации мягкой подушки под весом человека	390 мм	
Диапазон регулировки сидения кресла в вертикальном направлении	не менее 120 мм	
Высота подлокотника кресла над сидением	240 мм (средняя) с регулировкой от среднего значения в обе стороны на 60 мм	
Фиксация подлокотника	в пределах регулируемого расстояния на любой выбранной высоте	
Длина подлокотников	не менее 350 мм	
Ширина подлокотников	не менее 70 мм	

Наименование показателя	Требуемое значение	Значение показателя
Отклонение спинки кресла	назад в диапазоне углов от 100° до 130° с возможностью фиксации ее в любом выбранном положении	
Сидение кресла	с наклоном назад, угол наклона должен находиться в пределах 5-10°	
Изгиб спинки кресла в горизонтальной плоскости	радиус изгиба 380-400 мм	
Рабочая поза члена экипажа в кресле	отклонение назад на 16-18° от вертикали	

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **5. Контрольные вопросы**

1. Понятие эргономики. Схема системы «человек – машина».
2. Что необходимо учитывать при приведении в соответствие рабочих мест с характеристиками человека.
3. Принципы конструирования кабины экипажа.
4. Виды дисплеев и индикаторов.
5. Принципы проектирования органов управления.
6. Расположение индикаторов и органов управления.
7. Принципы конструирования систем предупреждения.
8. Способы индикации пространственного положения самолета на авиагоризонте.



**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.  
ОЦЕНКА ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ К  
МЕТОДАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА  
НА ПРИМЕРЕ САМОЛЕТОВ ИЛ-76, ИЛ-86, ТУ-154**

**Цель работы.** В ходе выполнения лабораторной работы студенты должны:

- научиться проводить эргономическую экспертизу приспособленности авиационной техники к методам технического обслуживания и ремонта (ТОиР),
- научиться определять количественные эргономические показатели ТОиР воздушных судов (ВС).

**Продолжительность лабораторной работы** - 4 часа.

**1. Краткая теоретическая часть**

Анализ данных об авиационных происшествиях и инцидентах показывает, что во многих случаях задачи, технологии или условия работы при техническом обслуживании (ТО) ВС не в полной мере соотносились с людьми, выполняющими эту работу. Основная цель проектирования рабочего места и оборудования заключается в следующем:

- определить, что работник должен делать;
- выяснить, какие информационные ресурсы, инструменты, средства контроля и процедуры требуются;
- предоставить эти элементы в надлежащих размерах, формах и форматах.

Элементы рабочего места и оборудования при ТО ВС, которые наиболее часто влияют на эффективность выполнения поставленных задач и возможность совершения ошибки, перечислены ниже:

- столы, стулья, испытательные стенды, передвижные модули;
- стремянки, платформы, порталы;
- инструменты и контрольно-испытательное оборудование;
- специальное освещение;
- интерфейс с компьютером;
- спецодежда;
- руководства, инструкции и технические спецификации для ВС или оборудования.

Эксплуатационная технологичность ВС имеет не менее важное значение при ТО. Многие системы ВС спроектированы таким образом, что трудности, с которыми сталкивается инженерно-технический персонал (ИТП) при их ТО, способствуют совершению ошибок и нарушений, например:

- трудности доступа к обслуживаемому оборудованию приводят к необходимости выполнять работу «вслепую (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.

К другим эргономическим трудностям, с которыми сталкивается ИТП при ТО ВС, относятся следующие:

- неудобный подход (доступ) к объекту ТО из-за ограниченного пространства или непригодного подъемного оборудования, стремянок, и т.п. (рис. 11), приводящий к физической усталости;

- тяжелый/ затруднительный подъем/ перемещение агрегатов или элементов ВС для целей ТО (рис. 12), приводящий к повреждению ВС или его агрегатов, травмированию персонала;

- затруднительное управление подъемным оборудованием, например, самоходными стремянками, приводящее к повреждению ВС;

- плохо заметные визуальные индикаторы корректного закрытия (рис. 13), приводящие к оставлению замков в открытом положении после завершения ТО ВС (например, капоты двигателей ВС, лючки технических отсеков, и т. д.);



Рис. 11. Пример неудобного подхода (доступа) к объекту ТО из-за ограниченного пространства



Рис. 12. Затруднительный подъем элементов при ТО ВС



Рис. 13. Плохо заметные визуальные индикаторы корректного закрытия (верхние замки не полностью закрыты)

- 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.

### **Эргономическая экспертиза приспособленности авиационной техники к методам технического обслуживания и ремонта**

При проектировании ВС необходимо учитывать приспособленность авиационной техники к ТО ВС в следующих направлениях:

1. контролепригодность,
2. доступность,
3. легкодоступность и взаимозаменяемость,
4. контрольно-проверочная аппаратура,
5. эксплуатационно-техническая документация.

На основании этих показателей проводится эргономическая экспертиза приспособленности авиационной техники к методам ТОиР. По каждому пункту эргономической контрольной карты (табл. 8) каждый из экспертов дает оценку, имеющую 3 значения:

- хорошо (4 балла),
- удовлетворительно (3 балла),
- неудовлетворительно (2 балла).

Окончательная оценка определяется как среднее арифметическое экспертных оценок всех экспертов по всем эргономическим показателям. Окончательная оценка дается следующим образом:

- Кэкс > 3,5 - хорошо,
- 3,5 > Кэкс > 2,5 - удовлетворительно,
- Кэкс < 2,5 - неудовлетворительно.

Таблица 8

Эргономическая контрольная карта

<b>Содержание эргономического требования</b>	<b>Экспертная оценка</b>
<u>Контролепригодность</u>	
1. Имеется ли встроенный контроль технических параметров, предусмотренных регламентом при ТОиР по всем формам?	
2. Соответствует ли объем и содержание технических параметров методу ТОиР для данной системы?	
3. Предусмотрена ли проверка технических параметров с помощью средств встроенного контроля и приборов штатного оборудования ВС?	
4. Каков процент параметров, проверяемых с помощью средств встроенного контроля к общему количеству параметров?	
5. Имеются ли специальные места в объекте авиационной техники достаточного объема для проверки технических параметров, определенных регламентом?	
6. Соответствует ли организация специальных панелей объема информации системно-функциональному принципу?	

Содержание эргономического требования	Экспертная оценка
7. Предусмотрено ли наличие памяти системы встроенного контроля и возможности ее снятия внешними средствами (кнопки, тумблеры и др.) в случае ложного срабатывания?	
8. Обеспечена ли приспособленность к неразрушающим методам контроля, если таковые предусмотрены технологическими картами проведения ТОиР?	
9. Требуется ли специальное контрольное оборудование, не входящее в состав штатной контрольно-проверочной аппаратуры (КПА) или применяемого в настоящее время наземного оборудования?	
10. Обеспечиваются ли требования по контролепригодности на бортовые системы?	
<u>Доступность к объекту обслуживания и ремонта</u>	
1. Обеспечен ли удобный доступ с визуальным наблюдением к агрегатам и узлам, требующим при техническом обслуживании осмотра, визуального контроля, смазки и т.д.?	
2. Обеспечивает ли конструкция ВС, его систем, агрегатов и коммуникационный возможность проверки работоспособности и контроля технического состояния без демонтажа?	
3. Требуется ли демонтаж и монтаж рядом стоящего оборудования при проведении ТО какого-нибудь узла блока или системы?	
4. Обеспечивают ли размеры, формы и расположение люков выполнение работ по ТОиР в спецодежде и с необходимым инструментом?	
5. Обеспечены ли крышки люков надежными быстродействующими замками, открываемыми (снимаемыми) при ТОиР ВС?	
6. Открываются ли крышки люков при оперативных видах ТО без применения инструмента?	
7. Удобна ли поза при выполнении операций по ТОиР? Есть ли операции, при выполнении которых поза оператора вызывает неприятные или болевые ощущения и до окончания данной операции требуется остановка в работе и смена позы?	
8. Обеспечен ли доступ к отдельным точкам узлов и агрегатов при поиске наиболее часто встречающихся неисправностей?	
<u>Легкодоступность и взаимозаменяемость</u>	
1. Обеспечены ли блоки, снимаемые при ТО или требующие частой замены в процессе эксплуатации легкооткрывающимися замками?	
2. Учитывается ли принцип минимальности точек крепления агрегатов и узлов, особенно при креплении с помощью резьбовых соединений?	
3. Предусмотрены ли в конструкции направляющие элементы при снятии и замене блоков и узлов?	
4. Предусмотрены ли меры при конструктивном исполнении агрегатов, узлов разъемов коммуникаций и штуцеров для исключения возможности неправильного монтажа в условиях эксплуатации?	

Содержание эргономического требования	Экспертная оценка
5. Имеются ли на агрегатах и узлах весом более 30 кг такелажные узлы для подъемных приспособлений?	
6. Имеются ли нестандартизованные крепежные узлы и детали?	
7. Обеспечена ли взаимозаменяемость агрегатов, узлов и блоков, снимаемых и заменяемых при ТОиР без подгоночных и регулировочных работ?	
<u>Контрольно-проверочная аппаратура</u>	
1. Соответствует ли КПА по количеству и весу составу операторов, предназначенных для работы с ней?	
2. Предполагает ли КПА организацию специальных рабочих мест?	
3. Соответствуют ли размеры соединительных элементов (жгуты, трубопроводы и т.д.) прилагаемых к КПА, местам установки (длина, необходимые изгибы) при ТО?	
4. Имеются ли специальные встроенные устройства с соответствующей сигнализацией, позволяющей устанавливать работоспособность КПА?	
5. Достаточно ли близко расположены приборы от соответствующих органов управления?	
6. Сгруппированы ли индикаторы на пультах КПА, используемые при выполнении данной операции оптимально в поле обзора?	
7. Соответствует ли расположение индикаторов (или приборов) необходимой последовательности считывания показаний (слева - вверх - направо)?	
8. Достаточно ли сгруппирована информация на приборах, чтобы избежать переноса взгляда на другие приборы?	
9. Соответствует ли вид информации и индикации цели проверки (цифровая, стрелочная и т.д.)?	
10. Соответствуют ли точности приборов точностям, указанным в технологических картах?	
11. Можно ли по положению органов управления быстро определить имеющуюся ситуацию (например "Включено" или "Выключено")?	
<u>Эргономическое обеспечение эксплуатационно-технической документации</u>	
1. Имеются ли в документации указания, какой метод технического обслуживания применяется к той или иной системе?	
2. Достаточно ли обоснован предлагаемый метод технического обслуживания и ремонта?	
3. Имеется ли перечень наиболее вероятных отказов по всем системам?	
4. Имеются ли методики поиска наиболее вероятных отказов?	
5. Имеются ли указания о поиске неисправностей КПА и их решение?	

## Количественные эргономические показатели

### 1. Коэффициент доступности:

$$Кд. = T_{осн.} / (T_{осн.} + T_{доп.}), \quad (1)$$

где  $T_{осн.}$  - трудоемкость выполнения основной (целевой) работы;

$T_{доп.}$  - трудоемкость выполнения дополнительной работы.

Коэффициент доступности рассчитывается для:

- отдельных компонентов ВС, агрегатов, узлов, блоков, отличающихся повышенной функциональной значимостью;

- отдельных работ по ТОиР.

### 2. Коэффициент доступности компонента при его замене:

$$Кд.зам. = T_{зам.} / (T_{зам.} + T_{доп.зам.}), \quad (2)$$

где  $T_{зам.}$  - сумарная трудоемкость основных монтажно-демонтажных работ по замене компонента;

$T_{доп.зам.}$  - трудоемкость всех дополнительных работ, выполняемых при замене данного компонента.

### 3. Коэффициент легкосъемности:

$$Кл. = T_{осн.э.} / T_{осн.}, \quad (3)$$

где  $T_{осн.э.}$  - трудоемкость замены такого же компонента на эталоне или прототипе.

### 4. Коэффициент взаимозаменяемости:

$$Квз. = T_{зам.} / (T_{зам.} + T_{подг.}), \quad (4)$$

где  $T_{подг.}$  - трудоемкость подгоночных и регулировочных работ при установке нового компонента.

## **2. Меры безопасности**

1. При проведении лабораторных работ на территории учебного авиационно-технического центра следует учитывать повышенную опасность, связанную с наличием:

- движущихся самоходных перемещаемых вручную машин, механизмов, устройств;
- незащищенных подвижных элементов управления и механизации самолетов (элероны, закрылки, предкрылки, выпускающиеся трапы, створки шасси);
- выступающих частей планера самолета и его оборудования (створки шасси, крышки лючков, антенны и т.д.), подвижных частей планера ВС, имеющих шарнирную подвеску;
- повышенного скольжения вследствие обледенения, увлажнения, замасливания рабочих поверхностей стремянок, трапов, лестниц, места стоянки ВС;
- острых кромок, заусенцев, шероховатостей на обшивке планера.

2. Необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.

3. Необходимо соблюдать осторожность при перемещении внутри ВС: Убедитесь, что проемы в полах, дверях, аварийных выходах, боковых и потолочных нишах, багажных и технических отсеках закрыты.

4. Поднимаясь и спускаясь по трапу необходимо держаться рукой за поручень.

5. Лабораторная работа должна проводиться под постоянным контролем инженерно-технического персонала УАТЦ.

6. Запрещается самостоятельное перемещение по стоянке, салону и отсекам ВС.

7. Запрещается включение самолетных систем без разрешения преподавателя или инженерно-технического персонала УАТЦ.

## **3. Порядок выполнения работы**

1. Изучить меры безопасности при проведении лабораторной работы.

2. Провести оценку приспособленности самолетов Ил-76, Ил-86 и Ту-154М к методам технического обслуживания и ремонта для заданной преподавателем системы согласно таблице 9. Сделать вывод по таблице.

3. Определить коэффициент доступности самолетов Ил-76, Ил-86 и Ту-154М для заданной системы по формуле (1). Заполнить таблицу 10. Сделать вывод по таблице.

**4. Форма отчета по лабораторной работе**

**Лабораторная работа №2**  
**«Оценка приспособленности авиационной техники к методам**  
**технического обслуживания и ремонта**  
**на примере самолетов Ил-76, Ил-86, Ту-154»**

Выполнил \_\_\_\_\_  
 Группа \_\_\_\_\_  
 Дата выполнения \_\_\_\_\_

Таблица 9

**Эргономическая экспертиза приспособленности авиационной техники к**  
**методам технического обслуживания и ремонта**

<b>Содержание эргономического требования</b>	<b>Ил-76</b>	<b>Ил-86</b>	<b>Ту-154М</b>
<b>Контролепригодность</b>			
1. Имеется ли встроенный контроль технических параметров, предусмотренных регламентом при ТОиР по всем формам?			
2. Соответствует ли объем и содержание технических параметров методу ТОиР для данной системы?			
3. Имеются ли специальные места в объекте авиационной техники достаточного объема для проверки технических параметров, определенных регламентом?			
4. Обеспечена ли приспособленность к неразрушающим методам контроля, если таковые предусмотрены технологическими картами проведения ТОиР?			
5. Требуется ли специальное контрольное оборудование, не входящее в состав штатного КПА или применяемого наземного оборудования?			
<b>Доступность к объекту ТОиР</b>			
1. Обеспечен ли удобный доступ с визуальным наблюдением к агрегатам и узлам, требующим при техническом обслуживании осмотра, визуального контроля, смазки и т.д.?			
2. Обеспечивает ли конструкция ВС, его систем, агрегатов и коммуникационный возможность проверки работоспособности и контроля технического состояния без демонтажа?			
3. Требуется ли демонтаж и монтаж рядом стоящего оборудования при проведении ТО какого-нибудь узла блока или системы?			
4. Обеспечивают ли размеры, формы и расположение люков выполнение работ по ТОиР в спецодежде и с			



Содержание эргономического требования	Ил-76	Ил-86	Ту-154М
необходимым инструментом?			
5. Обеспечены ли крышки люков надежными быстродействующими замками, открываемыми (снимаемыми) при ТОиР ВС?			
6. Открываются ли крышки люков при оперативных видах ТО без применения инструмента?			
7. Удобна ли поза при выполнении операций по ТОиР? Есть ли операции, при выполнении которых поза оператора вызывает неприятные или болевые ощущения и до окончания данной операции требуется остановка в работе и смена позы?			
8. Обеспечен ли доступ к отдельным точкам узлов и агрегатов при поиске наиболее часто встречающихся неисправностей?			
<b>Легкодоступность и взаимозаменяемость</b>			
1. Обеспечены ли блоки, снимаемые при ТО или требующие частой замены в процессе эксплуатации легкооткрываемыми замками?			
2. Учитывается ли принцип минимальности точек крепления агрегатов и узлов, особенно при креплении с помощью резьбовых соединений?			
3. Предусмотрены ли в конструкции направляющие элементы при снятии и замене блоков и узлов?			
4. Предусмотрены ли меры при конструктивном исполнении агрегатов, узлов разъемов коммуникаций и штуцеров для исключения возможности неправильного монтажа в условиях эксплуатации?			
5. Имеются ли на агрегатах и узлах весом более 30 кг такелажные узлы для подъемных приспособлений?			
6. Имеются ли нестандартизованные крепежные узлы и детали?			
7. Обеспечена ли взаимозаменяемость агрегатов, узлов и блоков, снимаемых и заменяемых при ТОиР без подгоночных и регулировочных работ?			
<b>Эргономическое обеспечение эксплуатационно-технической документации</b>			
1. Имеются ли в документации указания, какой метод технического обслуживания применяется к той или иной системе?			
2. Достаточно ли обоснован предлагаемый метод технического обслуживания и ремонта?			
3. Имеется ли перечень наиболее вероятных отказов по всем системам?			

Содержание эргономического требования	Ил-76	Ил-86	Ту-154М
4. Имеются ли методики поиска наиболее вероятных отказов?			
5. Имеются ли указания о поиске неисправностей КПА и их решение?			
<b>Среднее значение</b>			

Вывод: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Таблица 10

### Определение коэффициента доступности

Показатель	Ил-76	Ил-86	Ту-154М
Трудоемкость выполнения основной работы, сек			
Трудоемкость выполнения дополнительной работы, сек			
Коэффициент доступности			

Вывод: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### 5. Контрольные вопросы

1. Элементы рабочего места и оборудования при ТО ВС, влияющие на возможность совершения ошибки.
2. Эргономическим трудностям при ТО ВС, способствующие совершению ошибок.
3. По каким показателям производится эргономическая оценка авиационной техники.
4. По каким показателям производится эргономическая оценка контролепригодности авиационной техники.
5. По каким показателям производится эргономическая оценка доступности к объекту ТОиР.
6. По каким показателям производится эргономическая оценка легкодоступности и взаимозаменяемости узлов и агрегатов.
7. По каким показателям производится эргономическая оценка контрольно-проверочной аппаратуры.
8. По каким показателям оценивается эргономическое обеспечение эксплуатационно-технической документации.
9. Количественные эргономические показатели ТО ВС.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ

**Цель работы.** В ходе выполнения лабораторной работы студенты должны:

- научиться оценивать роль человеческого фактора в авиационных происшествиях среди факторов, влияющих на безопасность полетов,
- научиться оценивать влияние различных аспектов человеческого фактора в авиационных происшествиях на основании контрольного перечня человеческого фактора.

Продолжительность лабораторной работы - 4 часа.

#### 1. Краткая теоретическая часть

##### **Факторы, влияющие на безопасность полетов**

На безопасность полетов влияют следующие факторы:

1. Технический фактор - определяется, прежде всего, работоспособностью ВС и другой авиационной техники, средства навигации и управления воздушным движением. Это самый управляемый фактор.

Роль технического фактора в истории авиации значительно изменяется. Первые полеты представляли опасность для жизни и здоровья человека из-за ненадежности конструкции. По мере развития общества принимается решение использовать ВС в качестве транспорта, следовательно, общество выдвигает требования к ВС в области безопасности. Современные ВС - это чрезвычайно прочная конструкция, нарушить которую достаточно затруднительно.

2. Неблагоприятные внешние условия - события или явления во внешней среде, которые создают угрозу безопасности полета. К ним относятся неблагоприятные метеорологические условия, скопление в воздухе птиц, наличие спутных следов от ранее пролетевших самолетов и т. д.

Неблагоприятные внешние условия - самый неуправляемый фактор. Воздействовать на него человечество практически не может. В то же время имеется достаточно большое количество эффективных радиолокационных средств обнаружения неблагоприятных внешних условий и не допускается попадание ВС в них.

3. Человеческий фактор - люди в той обстановке, в которой они живут и трудятся, взаимодействуют с машинами, процедурами и окружающей обстановкой, а также между собой. По управляемости человеческий фактор находится посередине между техническим фактором и неблагоприятными внешними условиями.

На заре авиации доля человеческого фактора среди факторов, влияющих на безопасность полетов, составляла около 5% (рис. 14), в середине XX в. - 45%. В настоящее время человеческий фактор определяет около 80% всех авиационных происшествий.

Доля технического фактора убывает быстрее, чем доля человеческого, и будет продолжать убывать, так как конструкции ВС постоянно

совершенствуются. Однако следует отметить, что убывание идет по экспоненте и темп убывания постоянно снижается, приближаясь к некоторому стабильному уровню в 5-7%, который таким и останется, так как абсолютно надежную систему создать невозможно. Соответственно доля человеческого фактора будет приближаться к 90%.

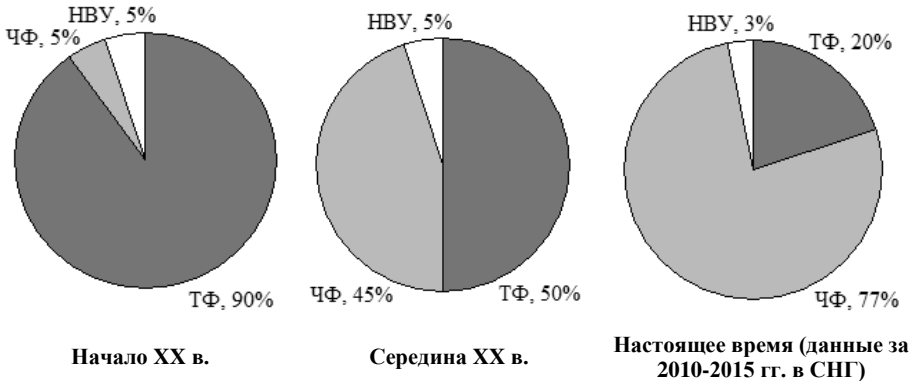


Рис. 14. Доля факторов, влияющих на безопасность полетов

С середины 1990-х годов появилось понятие «происшествия по организационным причинам», а безопасность полетов стала рассматриваться системно, охватывая организационные, человеческие и технические факторы. К организационным факторам относится влияние, которое оказывают организационная культура и политика на эффективность системы контроля за факторами риска для безопасности полетов.

### Классификация ошибок

Ошибка человека считается главным или способствующим причинным фактором большинства авиационных происшествий. Ошибки авиационного персонала подразделяются на непреднамеренные и преднамеренные.

#### 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).

### **Условия, способствующие совершению нарушений:**

1. Конфликтующие между собой цели (например, предпочтение отдается своевременности обслуживания или экономии топлива, а не обеспечению безопасности полетов).

2. Давление со стороны руководства авиакомпании (например, «Если ты не можешь делать это, то я найму кого-нибудь, кто сможет»).

3. Давление, инициируемое внутри самого себя и со стороны коллег (например, «Прежний командир воздушного судна хорошо справлялся с этим, и я смогу»).

4. Конфликт между работником и руководством.

5. Ненадлежащий надзор и контроль.

6. Не отвечающие требованиям нормы (например, применение опасной практики коллегами по работе).

7. Ошибочное восприятие риска.

8. Безразличие, проявляемое руководством (например, молчаливое согласие с тем, что отклонения от правил приемлемы).

9. Вера в то, что «авиационное происшествие не может случиться со мной».

10. Нечеткие или бессмысленные правила.

11. Культура поведения, требующая отклонений от правил.

### **Расследование авиационных происшествий в области человеческого фактора**

Человеческий фактор связан с большинством событий, происходящих в сфере авиационной деятельности. Совершение ошибок людьми невозможно полностью предотвратить, но можно уменьшить частоту совершения ошибок и свести к минимуму их последствия. Определение связи человеческого фактора с авиационными происшествиями и инцидентами позволит извлекать больше полезных уроков из случившегося и принимать новые более действенные меры по предотвращению повторения отрицательных явлений в будущем.

В отчетах о расследовании авиационных происшествий, как правило, четко указывается, что произошло и когда, однако во многих случаях в них

отсутствуют представленные в полной мере объяснения того, как и почему возникли данные происшествия.

Люди не являются единственными субъектами действий, они представляют собой один из элементов сложной системы. Зачастую человек играет роль последнего барьера, который препятствует всей цепи событий привести к происшествию. Однако в тех случаях, когда события сочетаются и взаимодействуют таким образом, что это приводит к катастрофе, необходимо провести исследование всех элементов сложной системы, для того чтобы понять, почему случилось данное происшествие. Таким образом, можно определить те недостатки, которые могут вызвать другие инциденты, или привести к еще одному происшествию.

Авиационное происшествие или инцидент не являются только результатом действий, предпринятых каким-либо одним индивидуумом. Возможность происшествия создается в тех условиях, когда действия людей и скрытые недостатки, имеющиеся в организации или авиатранспортной системе, вступают во взаимодействие таким образом, что это приводит к разрушению всех видов защиты.

Цель исследования человеческого фактора заключается в распознавании причин того, почему те или иные действия ведут к разрушению имеющихся видов защиты и заканчиваются происшествиями. Это требует определения соответствующих скрытых недостатков, имеющихся на всех уровнях организации и авиационной системы, частью которой она является.

#### Какую информацию следует собирать?

В целом данные, подлежащие сбору, делятся на две категории:

1. информация, позволяющая исследователям воссоздать подробную хронологию каждого значительного события, о котором известно, что оно имело место до и, в соответствующих случаях, после происшествия или инцидента (при установлении этой хронологии особое внимание следует уделять поведенческим событиям и тому, как они могли повлиять на последовательность связанных с происшествием событий);

2. информация, которая даст исследователям возможность делать обоснованные заключения относительно факторов, которые могли оказать влияние, ведущее к конкретному чреватому происшествием поведению, или побудить к нему.

Кроме того, для статистических и прочих специальных целей может потребоваться дополнительная информация.

Необходимо собирать информацию, которая охватывает решения, действия и поведение всех людей, связанных с происшествием или инцидентом, а не только операторов «переднего края». Также должны определяться условия, в которых принимались эти решения, предпринимались действия или имело место данное поведение. Эти условия могут включать организационную структуру и проводившуюся политику, установленные правила, процедуры и практику, в соответствии с которыми осуществлялась исследуемая деятельность. Именно на основе применения такого подхода

можно полностью понять, как была создана «зона возможностей» для того или иного происшествия или инцидента.

### Контрольные перечни

Контрольные перечни служат полезным средством организации и проведения исследования человеческого фактора. Они могут помочь проверить, насколько тщательно проводилось исследование соответствующих аспектов человеческого фактора, и оказать содействие исследователю при организации и установлении приоритетности собранных доказательств. Однако, учитывая тот факт, что большинство этих случаев носит уникальный по своей природе характер, исследователю целесообразно гибко использовать контрольные перечни.

Различными организациями, проводящими расследования, подготовлено большое число контрольных перечней. Каждый перечень отражает различный подход к исследованию человеческого фактора, все они ставят своей целью помочь лицам, проводящим расследование, выявить относящиеся к делу факторы и сосредоточить внимание на анализе коренных проблем. Один из таких перечней, приведенный в документе ИКАО «Руководство по обучению в области человеческого фактора», представлен ниже. Контрольный перечень предназначен для оказания помощи исследователям в определении и анализе наиболее важных областей, в которых требуется дополнительное расследование или анализ человеческого фактора.

### **Контрольный перечень человеческого фактора**

Для того чтобы обозначить те области, в которых требуется дополнительное расследование или анализ человеческого фактора, укажите степень важности каждого фактора, проставив соответствующий уровень значимости рядом с каждым пунктом:

- 0 = не влияет,
- 1 = возможно, влияет,
- 2 = вероятно, влияет,
- 3 = наличие опасности.

### Поведенческие факторы:

1. неправильное планирование (предполетное, полетное),
2. спешка (поспешный вылет и т.д.),
3. влияние погодных условий,
4. скука, невнимательность, рассеянность,
5. личные проблемы (семейные, профессиональные, финансовые),
6. самоуверенность, излишняя мотивация,
7. неуверенность,
8. способность оценки ситуации/паника,
9. нарушение полетной дисциплины (риск),
10. ошибка в оценке обстановки,
11. замедленная реакция,

12. неуверенность, отсутствие мотивации,
13. напряженность отношений между членами экипажа,
14. неспособность снятия стресса,
15. злоупотребление наркотиками,
16. употребление алкоголя/состояние похмелья,
17. личность, типы настроения, черты характера,
18. склад ума,
19. привычки,
20. восприятие или зрительные иллюзии,
21. синдром пилота, выполняющего полеты в неконтролируемом воздушном пространстве.

#### Медицинские факторы:

1. физические данные, общее состояние здоровья,
2. острота органов чувств (зрение, слух, обоняние и т.д.),
3. утомляемость,
4. лишение сна,
5. изменение времени сна в результате смены часовых поясов,
6. факторы питания (пропущенные приемы пищи, пищевые отравления и т.д.),
7. прием лекарственных средств (самостоятельный),
8. прием лекарственных средств (прописанных врачом),
9. употребление наркотиков/алкоголя,
10. изменения в сознании,
11. длительность реакции или временные смещения,
12. кислородное голодание, гипервентиляция и т.д.,
13. перепады давления, эмболия и т.д.,
14. декомпрессия,
15. укачивание,
16. нарушение ориентации в пространстве, головокружение,
17. зрительные иллюзии,
18. стресс,
19. гипотермия/гипертермия,
20. прочие острые заболевания,
21. ранее перенесенные заболевания,

#### Эксплуатационные факторы:

1. отбор персонала,
2. недостаточный опыт,
3. недостаточный уровень переподготовки,
4. отсутствие квалификационных отметок,
5. недостаточное знание систем воздушного судна,
6. недостаточное знание систем жизнеобеспечения воздушного судна,
7. установленные авиакомпанией политика и процедуры,
8. контроль,
9. взаимосвязь между командой и контролем,



10. нагрузка, предписанная авиакомпанией,
11. совместимость членов экипажа,
12. подготовка экипажа (например, управление в кабине воздушного судна),
13. недостаточность полетной информации (инструкции, планирование полета и т.д.).

Факторы, связанные с выполнением задания:

1. информация о полете (инструктаж и т.д.),
2. элементы задания (номер, длительность полета и т.д.),
3. темпы выполнения задания,
4. выполнение задания,
5. контрольное наблюдение за выполнением полета,
6. оценка и принятие решений,
7. понимание обстановки,
8. отвлекающие факторы,
9. кратковременная память,
10. неверные предположения (или способность предвидения, привычки и т.д.),
11. управление работой экипажа в кабине.

Факторы, связанные с конструкцией оборудования:

1. конструкция и расположение приборов и органов управления,
2. освещение,
3. несовместимость в рабочем пространстве,
4. антропометрическая несовместимость,
5. путаница при работе с органами управления, переключателями и т.п.,
6. неправильное считывание показаний приборов,
7. ограничения угла зрения из-за конструкции,
8. слишком широкий круг обязанностей (сложные виды работы),
9. неосторожные действия,
10. недостатки стандартизации кабины экипажа,
11. сбои в работе персонального оборудования,
12. оборудование жизнеобеспечения в ходе полета,
13. результаты использования автоматизации,
14. конструкция/конфигурация сидения,
15. схема и план аэродрома,
16. четкость видимости других самолетов, транспортных средств и т.д.

Факторы окружающей среды:

1. погода,
2. воздушная турбулентность,
3. зрительные иллюзии (белая пелена, черные дыры и т.д.),
4. ограничение видимости (свечение и т.д.),
5. освещенность рабочего места,
6. шум,
7. силы ускорения/замедления,

8. декомпрессия,
9. вибрация,
10. воздействие жары или холода,
11. порывы ветра,
12. воздействие движения (качка, тряска и т.д.),
13. наличие дыма и испарений в кабине,
14. загрязнение кислорода,
15. отравление угарным газом или другими токсичными веществами,
16. наличие радиации,
17. поражение электрическим током,
18. кратковременные приступы головокружения,
19. работа диспетчерской службы управления воздушным движением (УВД).

Факторы, связанные со сбором и передачей данных:

1. адекватность письменных материалов (доступность, понятность, квалифицированность и т.д.),
2. неправильная интерпретация устных сообщений,
3. языковой барьер,
4. шумовые помехи в эфире,
5. перерывы в радиотелефонных переговорах,
6. координация действий экипажа,
7. связь экипажа со службой УВД,
8. своевременность и точность устных сообщений,
9. невербальная связь между членами экипажа,
10. звуковая сигнализация в кабине экипажа (предупреждения, гудки, звонки и т.д.),
11. отображение показаний приборов в кабине,
12. сигналы, маркировки надписей и освещение на аэродроме,
13. сигналы, подаваемые рукой на аэродроме.

Другие проявления человеческого фактора:

*Управление воздушным движением*

1. внимательность (бдительность, забывчивость и т.д.),
2. степень усталости по отношению к рабочей нагрузке,
3. ведение связи (выбор лексики, темп речи, произношение и т.д.),
4. условия работы экипажа (освещение, шум, видимость и т.д.),
5. расположение и конструкция оборудования и средств отображения информации,
6. оценка ситуации в полете,
7. уровень подготовки и квалификации,
8. взаимодействие и функции поддержки,
9. присутствие контролеров,
10. методики работы диспетчерской службы УВД,

*Линейный персонал по обслуживанию воздушных судов*

1. отбор и уровень подготовки,
2. условия работы (шум, степень усталости, условия видимости и т.д.),
3. управление и осуществление контроля за работой,

*Персонал, обслуживающий авиалинии*

1. отбор и уровень подготовки,
2. наличие необходимой информации,
3. рабочее давление,
4. контроль.

Факторы, влияющие на выживаемость

1. устойчивость конструкции к авариям,
2. оборудование аварийного жизнеобеспечения (выходы, трапы, спасательные жилеты, аварийные приводные передатчики, аптечки и т.д.),
3. процедуры командования и контроля,
4. подготовка экипажа,
5. инструктаж и демонстрационные показы для пассажиров.

**2. Порядок выполнения работы**

1. Провести оценку роли человеческого фактора среди факторов, влияющих на безопасность полетов на основании отчета о расследовании авиационного происшествия (таблица 11). Сделать вывод по таблице.
2. Провести оценку влияния различных аспектов человеческого фактора на основании контрольного перечня человеческого фактора (таблица 12). Указать уровень значимости каждого аспекта человеческого фактора. Сделать вывод по таблице.

**3. Форма отчета по лабораторной работе****Лабораторная работа №3****«Оценка влияния человеческого фактора в авиационных происшествиях»**

Выполнил \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Дата выполнения \_\_\_\_\_

Таблица 11

**Оценка роли человеческого фактора среди факторов, влияющих на безопасность полетов**

Человеческий фактор					Технический фактор	Неблагоприятные внешние условия	Организационный фактор
Ошибки	Способствующие факторы	Нарушения	Способствующие факторы	Прочее			

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Таблица 12

**Контрольный перечень человеческого фактора**

<b>Фактор</b>	<b>Уровень значимости</b>
<u>Поведенческие факторы</u>	
1. Неправильное планирование (предполетное, полетное)	
2. Спешка (поспешный вылет и т.д.)	
3. Влияние погодных условий	
4. Скука, невнимательность, рассеянность	
5. Личные проблемы (семейные, профессиональные, финансовые)	
6. Самоуверенность, излишняя мотивация	
7. Неуверенность	
8. Способность оценки ситуации/паника	
9. Нарушение полетной дисциплины (риск)	
10. Ошибка в оценке обстановки	
11. Замедленная реакция	
12. Неуверенность, отсутствие мотивации	

<b>Фактор</b>	<b>Уровень значимости</b>
13. Напряженность отношений между членами экипажа	
14. Неспособность снятия стресса	
15. Злоупотребление наркотиками	
16. Употребление алкоголя/состояние похмелья	
17. Личность, типы настроения, черты характера	
18. Склад ума	
19. Привычки	
20. Восприятие или зрительные иллюзии	
21. Синдром пилота, выполняющего полеты в неконтролируемом воздушном пространстве	
<u>Медицинские факторы</u>	
1. Физические данные, общее состояние здоровья	
2. Острота органов чувств (зрение, слух, обоняние и т.д.)	
3. Утомляемость	
4. Лишение сна	
5. Изменение времени сна в результате смены часовых поясов	
6. Факторы питания (пропущенные приемы пищи, пищевые отравления и т.д.)	
7. Прием лекарственных средств (самостоятельный)	
8. Прием лекарственных средств (прописанных врачом)	
9. Употребление наркотиков/алкоголя	
10. Изменения в сознании	
11. Длительность реакции или временные смещения	
12. Кислородное голодание, гипервентиляция и т.д.	
13. Перепады давления, эмболия и т.д.	
14. Декомпрессия	
15. Укачивание	
16. Нарушение ориентации в пространстве, головокружение	
17. Зрительные иллюзии	
18. Стресс	
19. Гипотермия/гипертермия	
20. Прочие острые заболевания	
21. Ранее перенесенные заболевания	
<u>Эксплуатационные факторы</u>	
1. Отбор персонала	
2. Недостаточный опыт	
3. Недостаточный уровень переподготовки	

<b>Фактор</b>	<b>Уровень значимости</b>
4. Отсутствие квалификационных отметок	
5. Недостаточное знание систем воздушного судна	
6. Недостаточное знание систем жизнеобеспечения воздушного судна	
7. Установленные авиакомпанией политика и процедуры	
8. Контроль	
9. Взаимосвязь между командой и контролем	
10. Нагрузка, предписанная авиакомпанией	
11. Совместимость членов экипажа	
12. Подготовка экипажа (например, управление в кабине воздушного судна)	
13. Недостаточность полетной информации (инструкции, планирование полета и т.д.)	
<u>Факторы, связанные с выполнением задания</u>	
1. Информация о полете (инструктаж и т.д.)	
2. Элементы задания (номер, длительность полета и т.д.)	
3. Темпы выполнения задания	
4. Выполнение задания	
5. Контрольное наблюдение за выполнением полета	
6. Оценка и принятие решений	
7. Понимание обстановки	
8. Отвлекающие факторы	
9. Кратковременная память	
10. Неверные предположения (или способность предвидения, привычки и т.д.)	
11. Управление работой экипажа в кабине	
<u>Факторы, связанные с конструкцией оборудования</u>	
1. Конструкция и расположение приборов и органов управления	
2. Освещение	
3. Несовместимость в рабочем пространстве	
4. Антропометрическая несовместимость	
5. Путаница при работе с органами управления, переключателями и т.п.	
6. Неправильное считывание показаний приборов	
7. Ограничения угла зрения из-за конструкции	
8. Слишком широкий круг обязанностей (сложные виды работы)	
9. Неосторожные действия	
10. Недостатки стандартизации кабины экипажа	
11. Сбои в работе персонального оборудования	
12. Оборудование жизнеобеспечения в ходе полета	

Фактор	Уровень значимости
13. Результаты использования автоматизации	
14. Конструкция/конфигурация сидения	
15. Схема и план аэродрома	
16. Четкость видимости других самолетов, транспортных средств и т.д.	
<u>Факторы окружающей среды</u>	
1. Погода	
2. Воздушная турбулентность	
3. Зрительные иллюзии (белая пелена, черные дыры и т.д.)	
4. Ограничение видимости (свечение и т.д.)	
5. Освещенность рабочего места	
6. Шум	
7. Силы ускорения/замедления	
8. Декомпрессия	
9. Вибрация	
10. Воздействие жары или холода	
11. Порывы ветра	
12. Воздействие движения (качка, тряска и т.д.)	
13. Наличие дыма и испарений в кабине	
14. Загрязнение кислорода	
15. Отравление угарным газом или другими токсичными веществами	
16. Наличие радиации	
17. Поражение электрическим током	
18. Кратковременные приступы головокружения	
19. Работа диспетчерской службы УВД	
<u>Факторы, связанные со сбором и передачей данных</u>	
1. Адекватность письменных материалов (доступность, понятность, квалифицированность и т.д.)	
2. Неправильная интерпретация устных сообщений	
3. Языковой барьер	
4. Шумовые помехи в эфире	
5. Перерывы в радиотелефонных переговорах	
6. Координация действий экипажа	
7. Связь экипажа со службой УВД	
8. Своевременность и точность устных сообщений	
9. Невербальная связь между членами экипажа	

Фактор	Уровень значимости
10. Звуковая сигнализация в кабине экипажа (предупреждения, гудки, звонки и т.д.)	
11. Отображение показаний приборов в кабине	
12. Сигналы, маркировки надписей и освещение на аэродроме	
13. Сигналы, подаваемые рукой на аэродроме	
<u>Другие проявления человеческого фактора</u>	
<i>Управление воздушным движением</i>	
1. Внимательность (бдительность, забывчивость и т.д.)	
2. Степень усталости по отношению к рабочей нагрузке	
3. Ведение связи (выбор лексики, темп речи, произношение и т.д.)	
4. Условия работы экипажа (освещение, шум, видимость и т.д.)	
5. Расположение и конструкция оборудования и средств отображения информации	
6. Оценка ситуации в полете	
7. Уровень подготовки и квалификации	
8. Взаимодействие и функции поддержки	
9. Присутствие контролеров	
10. Методики работы диспетчерской службы УВД	
<i>Линейный персонал по обслуживанию ВС</i>	
1. Отбор и уровень подготовки	
2. Условия работы (шум, степень усталости, условия видимости и т.д.)	
3. Управление и осуществление контроля за работой	
<i>Персонал, обслуживающий авиалинии</i>	
1. Отбор и уровень подготовки	
2. Наличие необходимой информации	
3. Рабочее давление	
4. Контроль	
<u>Факторы, влияющие на выживаемость</u>	
1. Устойчивость конструкции к авариям	
2. Оборудование аварийного жизнеобеспечения (выходы, трапы, спасательные жилеты, аварийные приводные передатчики, аптечки и т.д.)	
3. Процедуры командования и контроля	
4. Подготовка экипажа	
5. Инструктаж и демонстрационные показы для пассажиров	

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



#### **4. Контрольные вопросы**

1. Факторы, влияющие на безопасность полетов.
2. Классификация ошибок.
3. По каким показателям производится оценка поведенческих факторов.
4. По каким показателям производится оценка медицинских факторов.
5. По каким показателям производится оценка эксплуатационных факторов.
6. По каким показателям производится оценка факторов, связанных с выполнением задания.
7. По каким показателям производится оценка факторов, связанных с конструкцией оборудования.
8. По каким показателям производится оценка влияния факторов окружающей среды.
9. По каким показателям производится оценка факторов, связанных со сбором и передачей данных.
10. По каким показателям производится оценка факторов, связанных с управлением воздушным движением.
11. По каким показателям производится оценка факторов, связанных с линейным персоналом по обслуживанию ВС и персоналом, обслуживающим авиалинии.

### Список литературы

1. ICAO Doc 9683-AN/950. Руководство по обучению в области человеческого фактора.
2. ICAO Doc 9806-AN/763. Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по проведению проверок безопасности полетов.
3. ICAO Doc 9859-AN/474. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП).
4. ГОСТ 23000-78 Система «Человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования.
5. Руководство по эргономическому обеспечению гражданской авиации. Книга 2. Эргономическая требования к образцам авиационной техники гражданской авиации. – М., 1980.
6. Руководство по эргономическому обеспечению гражданской авиации. Книга 4. Эргономическая экспертиза образцов авиационной техники и ее элементов. – М., 1980.
7. Методы инженерно-психологических исследований в авиации / под ред. Ю.П. Доброленского. М.: Машиностроение, 1975.
8. Денисов Б.Г., Онищенко В.Ф., Скрипец А.В. Авиационная инженерная психология. - М.: Машиностроение, 1983.
9. Производственная эргономика / под. ред. С.И. Горшкова. – М.: Медицина, 1979.
10. 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.

**Содержание**

1. Лабораторная работа №1. Эргономическая экспертиза кабины экипажа самолета Ил-86	3
2. Лабораторная работа №2. Оценка приспособленности авиационной техники к методам технического обслуживания и ремонта на примере самолетов Ил-76, Ил-86, Ту-154	32
3. Лабораторная работа №3. Оценка влияния человеческого фактора в авиационных происшествиях	42
4. Список литературы	57

*Для заметок*

Подписано в печать 07.10.2019 г.  
Формат 60x84/16 Печ.л. 3,75 Усл. печ. л. 3,49  
Заказ 516/7680 Тираж 80 экз.

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

Отпечатано ООО «МИР»  
*394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119А, лит. Я, оф. 215*  
*Тел.: 8 (958) 649-53-31 Email: 89586495331@mail.ru*