

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.04

Повестка дня:

Защита диссертации **Степновой Еленой Ивановной**  
на соискание ученой степени кандидата технических наук:

**"Адаптивный пилотажно-навигационный индикатор бортовой эргатической системы управления летательного аппарата"**

Специальность :

**05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».**

Официальные оппоненты:

**Михеев Михаил Юрьевич**, доктор технических наук, профессор,  
зав. кафедрой «Информационные технологии и системы», ФГБОУ ВО  
"Пензенский государственный технологический университет"

**Неретин Евгений Сергеевич**, кандидат технических наук,  
заместитель начальника отдела систем самолетовождения, филиал ПАО  
«Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования», г. Москва

Ведущая организация - ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева»

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.04  
от 28 сентября 2022 года

на заседании присутствовали члены Совета:

1.	Ярушкина Н.Г., председатель Со- вета	д.т.н., профессор	05.13.12	технические науки	Очно
2.	Киселев С.К. зам. председателя Со- вета	д.т.н., доцент	05.13.05	технические науки	Очно
3.	Наместников А.М., ученый секретарь Совета	д.т.н., доцент	05.13.12	технические науки	Очно
4.	Браже Р.А.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.05	технические науки	Дистан- ционно
5.	Васильев К.К.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
6.	Гладких А.А.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
7.	Дьяков И.Ф.	д.т.н., профессор	05.13.12	технические науки	Очно
8.	Епифанов В.В.	д.т.н., доцент	05.13.12	технические науки	Очно
9.	Иванов О.В.	д.ф.-м.н., доцент	05.13.05	технические науки	Дистан- ционно
10.	Клячкин В.Н.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
11.	Крашенинников В.Р.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Дистан- ционно
12.	Курганов С.А.	д.т.н., доцент	05.13.05	технические науки	Очно
13.	Негода В.Н.	д.т.н., доцент	05.13.12	технические науки	Очно
14.	Пиганов М.Н.	д.т.н., профессор	05.13.05	технические науки	Дистан- ционно
15.	Самохвалов М.К.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
16.	Сергеев В.А.	д.т.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
17.	Смирнов В.И.	д.т.н., профессор	05.13.05	технические науки	Дистан- ционно
18.	Ташлинский А.Г.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно

Председатель Совета  
д.т.н., профессор

Н.Г. Ярушкина

Ученый секретарь Совета  
д.т.н., доцент

А.М. Наместников



Председатель

**Уважаемые коллеги !**

На заседании диссертационного Совета Д212.277.04 из **23** членов Совета присутствуют 18 человек. Необходимый кворум имеем.

Членам Совета повестка дня известна. Какие будут суждения по повестке дня? Утвердить? (принято единогласно).

По специальности защищаемой диссертации **05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»** (технические науки) на заседании присутствуют 8 докторов наук.

Наше заседание правомочно.

Председатель

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Степновой Еленой Ивановной** по теме: *"Адаптивный пилотажно-навигационный индикатор бортовой эргатической системы управления летательного аппарата"*.

Работа выполнена в Ульяновском государственном техническом университете

Научный руководитель – **д.т.н., доцент Киселев С.К.**

**Официальные оппоненты:**

**Михеев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Информационные технологии и системы», ФГБОУ ВО "Пензенский государственный технологический университет"**

**Неретин Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, заместитель начальника отдела систем самолетовождения, филиал ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования», г. Москва**

Присутствуют оба оппонента.

Письменные согласия на оппонирование данной работы от них были своевременно получены.

Ведущая организация – **ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева».**

Слово предоставляется **Ученому секретарю** диссертационного Совета д.т.н. **А.М. Наместникову** Д212.277.04 для оглашения документов из личного дела соискателя.

#### Ученый секретарь

Соискателем **Степновой Еленой Ивановной** представлены в Совет все необходимые документы для защиты кандидатской диссертации (зачитывает):

- заявление соискателя;
- копия диплома о высшем образовании (заверенная);
- справка об обучении в аспирантуре;
- заключение по диссертации от организации, где выполнялась работа;
- отзыв научного руководителя;
- диссертация и автореферат в требуемом количестве экземпляров.

Все документы личного дела оформлены в соответствии с требованиями Положений ВАК.

Основные положения диссертации отражены **Степновой Е.И.** в **16** научных работах, в т.ч. в **3** статьях в изданиях из перечня ВАК, **1** публикации индексируемой **Scopus**. Соискатель представлен к защите **27.06.2022 г.** (протокол №9). Объявление о защите размещено на сайте ВАК РФ **14.07.2022 г.**

Вся необходимая информация по соискателю внесена в ФИС ГНА.

#### Председатель

Есть ли вопросы по личному делу соискателя к ученому секретарю Совета? (Нет).

Есть ли вопросы к **Степновой Е.И.** по личному делу? (Нет).

**Елене Ивановне**, Вам предоставляется слово для изложения основных положений Вашей диссертационной работы.

#### Соискатель

Спасибо. Добрый день уважаемые члены диссертационного совета!

Вашему вниманию представляется работа по теме: «Адаптивный пилотажно-навигационный индикатор бортовой эргатической системы управления летательного аппарата».

Возрастание сложности технических систем и объема информации, которая должна оперативно передаваться, анализироваться и контролироваться в эргатических системах т.е. в системах, где присутствует человек-оператор требует совершенствования человеко-машинных интерфейсов. Комплекс бортового оборудования современного летательного аппарата является одной из самых сложных систем, с которой приходится взаимодействовать человеку. Пилот не только должен оперативно воспринимать значения десятков и даже сотен пилотажных параметров, но и комплексно анализировать их, принимать решения и выполнять действия по управлению летательным аппаратом. Все это происходит в условиях существенно ограниченного времени, а также

высокой ответственности за принимаемые решения. Поэтому уровни сенсорной нагрузки членов летных экипажей чрезвычайно высоки.

Сенсорные нагрузки пилотов изучались в Научно-исследовательском институте медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова в НИР «Разработка и апробация методики оценки напряженности по показателям сенсорной нагрузки членов летных и кабинных экипажей воздушных судов гражданской авиации». По результатам проведенных исследований было выявлено, что у пилотов показатели сенсорной нагрузки значительно превышают не только максимальные значения, но и уровни сенсорных нагрузок в сравнении с другими, схожими по характеру трудового процесса профессиональными группами, при этом достигая превышения по некоторым показателям до 7,5 раз.

В течение полета летчики выполняют свои трудовые обязанности в условиях ограниченного времени, их работа обусловлена высокой ответственностью за принимаемые решения, высокой значимостью ошибок, а также ответственностью за безопасность других лиц, риском для собственной жизни, возможна вероятность возникновения конфликтных ситуаций, и наблюдается значительное превышение зрительной и интеллектуальных нагрузок пилотов, что сказывается на обеспечении безопасности полета.

Целью диссертационной работы является снижение зрительной нагрузки пилотов посредством адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации, что способствует повышению безопасности полета.

Основные задачи диссертационной работы:

1) Провести анализ зрительной нагрузки пилота по отображаемой и сигнализируемой пилотажно-навигационной информации летательного аппарата.

2) Определить пилотажные параметры, которые повышают зрительную нагрузку пилотов, но при этом не влияют на успешное выполнение плана полета.

3) Предложить принцип адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации на всех этапах полета воздушного судна;

4) Разработать математическую модель обработки данных для адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации;

5) Провести оценку зрительной нагрузки пилотов при адаптивном отображении и сигнализации пилотажно-навигационной информации на экране многофункционального индикатора.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) Результаты анализа отображаемой и сигнализируемой на экране многофункционального индикатора пилотажно-навигационной информации и действия экипажа, показывают, что часть постоянно отображаемых и сигнализируемых пилотажных параметров не участвуют в управлении вниманием командира воздушного судна и второго пилота на некоторых этапах полета воздушного судна, что способствует повышению зрительной нагрузки пилотов.

2) Принцип адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации, заключающийся в автоматическом определении этапа полета на основе логики работы воздушного судна и изменением состава пилотажно-навигационной информации с целью снижения зрительной нагрузки пилотов без потери качества восприятия полетной обстановки.

3) Математическая модель обработки данных для адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации, основанная на бинарном отношении множества этапов полета и множества условий полета.

4) Результаты сравнительной оценки зрительной нагрузки пилотов при различных режимах отображения и сигнализации пилотажно-навигационной информации, что подтверждает эффективность адаптивного функционирования индикатора.

Научная новизна работы заключается:

1) Принцип функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации, отличается адаптивным изменением на основе логики работы воздушного судна составом отображаемой и сигнализируемой пилотажно-навигационной информации;

2) Математическая модель обработки данных в адаптивном индикаторе построена на специальном целевом бинарном соотношении множества этапов полета и множества условий полетов;

3) Алгоритм автоматического определения этапа полета отличается тем, что позволяет определить этап полета на основе информации о таких параметрах как: наличие или отсутствие сигнала «шасси обжато», положение топливного крана, положение рычага управления двигателем, высоты и скорости полета воздушного судна.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что полученные в ней результаты во первых позволяют снизить зрительную нагрузку пилота по пилотажно-навигационной информации на всех этапах полета воздушного судна и во вторых повысить безопасность полета за счет появления у пилота дополнительного времени для обработки дополнительной пилотажной информации и оценку полетной ситуации.

В перспективных человеко-машинных интерфейсах предполагается адаптировать передачу информации, во-первых, в зависимости от физиологических возможностей человека, во-вторых, от условий, в которых функционирует эргатическая система.

Применительно к электронным системам индикации это может быть реализовано путем переноса выполнения части обработки данных непосредственно в средство отображения информации. Так, для бортовых систем электронной индикации, первоначально индикатор играл роль только как средство отображения информации, затем, по мере развития вычислительных возможностей, часть функций предварительной обработки отображаемой информации стала выполняться на вычислительных мощностях самого индикатора. В настоящее же время есть возможность реализовать в индикаторе выполнение дополнительной функциональной обработки пилотажно-навигационной информации, в частности, адаптацию пилотажно-навигационной информации.

Анализ подходов к созданию адаптивных человеко-машинных интерфейсов позволил предложить принцип создания формата отображения пилотажно-навигационной информации для адаптивного функционирования индикатора.

В работе рассматривается адаптация отображения пилотажно-навигационной информации в зависимости от этапа выполнения полета воздушного судна и от складывающейся в полете ситуации.

В работе были проведены исследования путем анализа комплексно-пилотажного индикатора, который позволяет отображать пилотажно-навигационную информацию о параметрах самолета, в частности такую, как пилотажно-навигационную информацию, пространственную информа-

цию о положении воздушного судна, местоположение, так же режимы работы системы автоматического управления, аварийную и предупреждающую сигнализацию, окружающую воздушную обстановку.

Анализ соотношения летного времени и катастроф по этапам полета позволяет показать, что на 0,75 % налета воздушного судна на этапе посадки приходится 66,7 % катастроф, на 9 % налета воздушного судна на этапе снижения и захода на посадку приходится 22,2 % катастроф. Таким образом, эти два этапа полета являются самыми аварийными.

В течении полета помимо нормальных эксплуатационных условий, по степени опасности различают еще 4 особые ситуации, это усложнение условий полета, сложная ситуация, аварийная ситуация и катастрофическая ситуация.

С учетом регламентируемых Авиационными правилами вероятностями возникновения за час полета особых ситуаций, и с учетом того, что каждая из особых ситуаций дает один и тот же уровень опасности, можно определить условную вероятность возникновения в полете катастрофической ситуации, аварийной ситуации, сложной ситуации и усложнение условий полета.

Каждая из особых ситуаций на определенных этапах полета оценивается вызываемым ею изменением критического параметра и может быть идентифицировано в виде представленного уравнения.

По точкам критических параметров на уровне особых ситуаций можно построить частную детерминированную информативную функцию опасности, которая позволяет определить уровень опасности полета воздушного судна при отказе функционирования элемента бортового эргатического комплекса, вызвавшего изменение критического параметра.

Если в соответствии с регламентируемыми нормами летной годности, авиационными правилами, особыми ситуациями и динамикой изменения критических параметров построить частную и интегральную информативные функции опасности в зависимости от времени, то по их положению, относительно особых ситуаций, можно оценить текущий уровень опасности полета воздушного судна, так же идентифицировать основные виды и причины возникновения той или иной особой ситуации, темп их развития во времени и тем самым своевременно сформировать предупреждающую сигнализацию членам экипажа.

По результатам проведенного анализа действий членов экипажа по «Инструкции и технологии взаимодействия членов экипажа» были определены параметры, которые необходимо выводить на индикацию на определенном этапе полета воздушного судна для успешного выполнения плана полета, а так же были определены пилотажные параметры, которые не учитываются при оценке полетной ситуации и только загружают зрительный канал пилотов.

В работе был проведен анализ взаимодействия между командиром воздушного судна и вторым пилотом.

По результатам проанализированных данных и анализа руководств по летной эксплуатации таких самолетов как Ту-204-300, Су-26 была проведена оценка зрительной нагрузки пилотов по частоте наблюдения пилотажных параметров. Результаты зрительной нагрузки пилотов и значения частот наблюдения пилотажных параметров и обычном функционировании индикатора в работе представлены в виде следующей таблицы, где зеленым цветом выделены параметры постоянно отображаемые на экране многофункционального индикатора, желтым цветом

выделены параметры, отображаемые при приближении к максимально-допустимым значениям, синим цветом выделены параметры, отображаемые при наличии условия нажатых кнопок, а красным выделены параметры не выводимые на индикацию при соответствующих этапах полета воздушного судна.

Для адаптации состава отображения пилотажно-навигационной информации под этап полета необходимо автоматически определять этап полета воздушного судна. Для этого, в работе был разработан алгоритм, который позволяет по положению опор шасси, рычага управления двигателями, топливного крана, высоты и скорости полета определять этапа полета воздушного судна.

В соответствии с установленными требованиями по отображению пилотажно-навигационной информации, был проведен анализ и определены параметры, которые необходимо выводить. Результаты распределения информации при адаптивном функционировании индикатора в работе сведены в представленную таблицу.

Для наглядного сравнения отображаемой пилотажно-навигационной информации при обычном функционировании индикатора и при адаптивном функционировании индикатора были сформированы кадры пилотажно-навигационного индикатора при нормальных условиях отображения информации.

Аналогично были сформированы кадры пилотажно-навигационных индикаторов при условии наличия нажатых кнопок, а так же при приближении к максимально допустимым значениям и при приближении к максимально допустимым значениям и условиям наличия нажатых кнопок.

Математическая модель обработки данных для адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации представляет собой отношение множеств этапов полета и множеств условий полета воздушного судна.

Подмножества условий полетов представляют собой группы элементов, таких как -этап полета воздушного судна, условия наличия нормального отображения информации, так же условие наличия нажатых кнопок, условия приближения к максимально-допустимым значениям, отсутствие условия наличия нажатых кнопок и отсутствие условия приближения к максимально-допустимым значениям принадлежащие множествам условий полетов.

Комбинации элементов условий полетов на этапах полета воздушного судна, принадлежащие подмножествам условий полетов, представляют собой набор элементов пилотажных параметров выводимых на индикацию.

Логика обработки пилотажно-навигационной информации при адаптивном функционировании индикатора представлена в виде следующего уравнения.

Бинарное отношение множеств представляет собой декартово произведение множества этапов полета и множества условий полета. Бинарное отношение представлено в виде следующего уравнения. Также в работе отношение множеств графически представлено с помощью диаграмм Эйлера-Венна.

Логика адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации можно представить в виде следующего алгоритма, который позволяет наглядно отобразить, какая информация отображается на экране многофункционального индикатора, при определенных этапах полета воздушного судна и условий, которые позволяют ее формировать.



Далее в работе была проведена оценка зрительной нагрузки пилотов при адаптивном функционировании индикатора и при обычном функционировании индикатора согласно следующей формуле.

Зависимость затраченного времени контроля пилотажных параметров длительности этапа полета воздушного судна представлена в виде неравенства.

Из неравенства видно, что лямбда позволяет показать, какая часть продолжительности этапа полета затрачивается пилотом на контроль пилотажных параметров. При лямбда равной единицы пилот все свое время тратит на контроль пилотажных параметров. При лямбда меньше единицы зрительная нагрузка пилота не превышает максимально допустимых значений, и пилот имеет резерв времени. При лямбда больше единицы зрительная нагрузка пилота превышает максимально допустимые значения.

Данный расчет проводился при нормальных условиях отображения информации, при условии наличия нажатых кнопок, при приближении к максимально допустимым значениям и при условии приближении к максимально допустимым значениям и наличия условия нажатых кнопок.

По результатам расчетов при нормальных условиях отображения информации видно, что значительное снижение зрительной нагрузки возможно достичь на этапе руления и разбега до скорости принятия решения, также на этапе пробега и заруливания. Так же значительное снижение зрительной нагрузки пилотов возможно достичь по окончании этапа набора высоты при полете воздушного судна по маршруту.

Аналогичная ситуация складывается при наличии нажатых кнопок.

При приближении к максимально допустимым значениям снижение зрительной нагрузки пилотов не столь значительно, что объясняется более тщательным контролем пилотажной обстановки и оценки дополнительной пилотажно-навигационной информации.

В режиме приближения к максимально допустимым значениям и условиям наличия нажатии кнопок расчеты аналогичны предыдущим.

В целом, результаты показали, что применение адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации позволяет значительно снизить зрительную нагрузку пилотов, на определенных этапах полета воздушного судна.

В целом, в работе было установлено, что совмещенный комплексно-пилотажный индикатор является сложным элементом эргатической системы управления летательного аппарата, поскольку 80 % информации пилот получает посредством визуального канала. Состав параметров и объем информации, характеризующие полетную ситуацию в зависимости от этапа полета, отличается.

В работе был разработан принцип адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации, заключающийся в автоматическом определении этапа полета на основе логики работы воздушного судна и изменением состава пилотажно-навигационной информации с целью снижения зрительной нагрузки пилотов без потери качества восприятия полетной обстановки.

Также была разработана математическая модель обработки данных для адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации.

Был проведен расчет зрительной нагрузки пилотов при адаптивном функционировании индикатора и при обычном функционировании индикатора.

По результатам расчетов было определено, что значительное снижение зрительной нагрузки пилотов, при нормальном отображении, возможно достичь на этапе разбега до скорости принятия решения, рулении, пробеге и заруливании. Так же значительное снижение зрительной нагрузки возможно достичь после окончания этапа набора по полету воздушного судна по маршруту.

В целом по результатам расчетов было определено, что благодаря адаптации отображения пилотажно-навигационной информации в зависимости от этапа полета воздушного судна зрительная нагрузка пилотов значительно сокращается, что дает пилоту дополнительное время на обработку дополнительной информации и принятия решений. Это подтверждает эффективность применения разработанного принципа адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации, реализация которого позволяет снизить зрительную нагрузку пилотов на всех этапах полета воздушного судна и тем самым способствует повышению безопасности полета.

Все задачи диссертационной работы выполнены в полном объеме. Доклад окончен, спасибо за внимание.

Председатель

У кого есть вопросы к соискателю?

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Уточните, пожалуйста, что Вы понимаете под принципом? У вас принцип в научной новизне. Вы предлагаете новый научный принцип?

Соискатель

Это непосредственно принцип, логика обработки пилотажно-навигационной информации. Да, новый принцип.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Я бы не сказал. Новый принцип вообще в науке это очень глобально. Есть принцип научного познания, в науке есть принцип относительности Галилея. Принцип, как правило, выше закона. Вы в научной новизне предлагаете новый научный принцип. Тогда в чем он состоит?

Соискатель

Принцип состоит в логической обработке пилотажно-навигационной информации на основе частоты восприятия и наблюдения пилотажных параметров, а также внешних параметров, которые воздействуют на изменение пилотажных параметров. То есть с учетом оценки полетной обстановки.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Все равно это принцип?

Соискатель

Это принцип. Да.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Посмотрим еще такой очень понятный принцип относительности Галилея. У Вас о чем принцип?

Соискатель

Принцип адаптивного формирования пилотажно-навигационной информации, адаптивной обработки пилотажно-навигационной информации. Принцип заключается в логике обработки пилотажно-навигационной информации. Некий способ обработки информации адаптивной под этап полета. То есть у нас определяется этап полета и в зависимости от этапа информация.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Это я все понял. Просто я не понимаю, причем здесь новый научный принцип?

Председатель, д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

То есть, если бы мы сказали, например, тип функционирования. Новый тип функционирования индикатора. Это Вас устроило бы? Если бы было написано новый тип функционирования индикатора, всё ваше содержание вошло бы в такое представление?

Соискатель

В принципе да. Я думаю, вошло бы.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Первый вопрос похожий на вопрос профессора Ташлинского. У Вас есть в новизне алгоритм определения этапа полета. Скажите, пожалуйста, в чем он отличается от известных методов определения этапа полета? Вы их десять выделяете и предлагаете какой-то новый алгоритм автоматизированного определения этих этапов. Скажите в чем тут новизна?

Соискатель

Новизна в том, что сам индикатор обрабатывает эту информацию. Он получает только информацию о стойке шасси, о высоте и скорости полета и сам обрабатывает ее.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Это технические все вопросы. Значит, у Вас есть состояние полета или этап полета определяется набором каких-то параметров. Так?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

До сих пор как определяли параметры этапа полета? По каким критериям? По каким параметрам? Они же определялись как-то? Вы же их выделяете как-то эти этапы? Они известны. Для каждого этапа характерен набор каких-то признаков – скорость, включен кран и т.д. Что вы предлагаете нового с точки зрения научной новизны? Вы оцениваете вероятность или ошибку определения этапа полета? Проводите процедуру сравнения? Это один вопрос. В чем новизна автоматизированного алгоритма определения этапа полета? Научная новизна. И 24 слайд покажите, пожалуйста. Система эргатическая, то есть там присутствует человек. Скажите, пожалуйста, откуда у вас взялись значения частоты и нагрузки в этих столбцах?

Соискатель

Значения и нагрузки взяты из представленных таблиц.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Хорошо. Откуда взялись данные непосредственно этой таблицы?

Соискатель

Сумма пилотажных параметров, которые у нас непосредственно определены на определенном этапе полета. То есть если у нас, например, рассматривается нормальное отображение пилотажно-навигационной информации, то мы смотрим все.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Я понимаю. Адаптивные и неадаптивные режимы. Откуда Вы взяли цифры частоты и времени съема этой информации?

Соискатель

Время съема информации общеизвестно. Оно составляет у пилота 0,4 – 0,35 с. У меня в работе проводился расчет для двух этих показателей. Частота формирования тоже из источников информации.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Где-то известные данные, из какой-то статистики. Вы взяли из каких-то нормативных документов данные?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Хорошо. Это без адаптивного алгоритма. А с адаптивным вы откуда взяли?

Соискатель

Без адаптивного был проведен анализ информации, который отображается на индикаторе.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

То есть информацию убрали и считали, что зрительная нагрузка уменьшается?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Я о другом хочу спросить. А Вы вообще эксперимент с человеком проводили на каком-нибудь тренажере?

Соискатель

В данной работе, к сожалению, эксперименты не проводились, но предполагается.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Вы предлагаете исключить часть информации и таким образом чисто арифметически считать, что у вас зрительная нагрузка уменьшается?

Соискатель

Да. Но при этом согласно авиационным правилам не просто убирается та или иная информация, а в соответствии с авиационными правилами были определены параметры, которые четко нужно отображать на экране многофункционального индикатора, которые нельзя исключать, а остальные уже параметры повышают зрительную нагрузку пилотов.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Эти параметры определены каким-то нормативным документом?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Если их можно исключить, почему их раньше не исключали? И только вы сейчас предлагаете это сделать, если нормативным документом уже определено, что они не являются критичными.

Соискатель

Работа такая не проводилась.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

То есть это просто не рассчитывалось. Спасибо, вопросов больше нет.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Получается ни за границей, ни у нас, нигде, никогда никто не менял структуру индикаторов при изменении этапа полета? Вы впервые это делаете?

Соискатель

Может изменения и были, но когда практическая работа, то больше разрабатывается пилотажно-навигационная информация с требованиями заказчика. Как заказчик сказал отображать информацию. Все индикаторы они, в принципе, подвергаются оценке опытных пилотов. Некоторые параметры отображаются без учета того, что отображать или не отображать.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Вы за границей тоже проанализировали?

Соискатель

Да. Анализ проводился.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

А не получается ли это, что в обычных условиях, не адаптивных, у пилота всегда один и тот же экран со всеми параметрами во всех режимах полета. А здесь на каждом этапе у вас мелькает перед летчиком каждый раз новая конфигурация экрана. Конфигурация меняется и если этапы меняются часто, то у летчика вообще этот экран будет прыгать. Этот эффект вы не анализировали?

Соискатель

В работе этот эффект анализировался.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

А как вы это анализировали? Ведь это можно только посадить пилота и демонстрировать ему смену этапов. И посмотреть, как он к этому отнесется. Вы это делали?

Соискатель

Нет, это планируется сделать. Сейчас индикатор на этапе летных испытаний. Поэтому пока только по значениям, которые были получены в процессе исследований.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

У вас математическая модель и алгоритм в последнем плакате. Я не очень понимаю, почему это математическая модель? Это общая формула записи зависимости состояния от этапов и условий полета. Вы где-нибудь эту модель использовали уже?

Соискатель

Да, использовалась при разработке пилотажно-навигационного индикатора в АО «УКБП». И принцип формирования этой информации практически реализован и уже на этапе летных испытаний сейчас.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

А алгоритм? Тоже понятно, что надо просто оставить на индикаторе только то, что относится к этому этапу. Зачем эта запись? Можно блок-схему просто привести, и все тоже понятно. Зачем математическая запись этого алгоритма и диаграммы Венна? То есть где вы ее использовали?

Соискатель

Если просто оставить блок-схему, то не особо понятно именно логическое представление. Если мы посмотрим как раз саму формулу, то значения логических элементов и связипо «И» или по «ИЛИ» формируют отображаемую информацию. Из блок-схемы, при определенных этапах полета и условий, ясно какотображается определенная информация.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Это понятно, это все использовалось просто как подсказка для программирования?

Соискатель

Это для формирования программного кода адаптивного функционирования. В принципе здесь математическая модель заложена.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

У вас нигде нет, ни в автореферате, нигде нет, каким пунктом специальности соответствует ваша диссертация.

Соискатель

Есть. И в автореферате обозначено, и на представленном слайде. Защищаемые положения соответствуют п. 1 «Разработка научных основ создания и исследования общих свойств и принципов ... ».

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

То есть это где-то записано?

Соискатель

Да. Это и в автореферате и в работе.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Какой слайд?

Соискатель

Четвертый.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Спасибо.

Д.т.н., доцент Негода В.Н.

Если посмотреть на тренажеры, то основная задача, когда их используют, это выработать условные рефлексы летчика на то, что появляется на индикаторе. А вот у вас какая-то модель определяемости рефлексов использовалась или нет? Потому, что там время реакции, обнаружения и т.д. Без нее, мне кажется, непросто с адаптацией. Я не сомневаюсь, что можно достичь принципом Беллмана, оптимального управления. Там тоже все на состоянии разбивается, передаточная функция для каждого состояния своя. И, казалось бы, здесь аналогия просматривается и она очень интересная. Но вот условные рефлексы, как понятие, Вы как ни будь использовали или нет?

Соискатель

Да. Это использовалось при расчетах и как раз именно по частотам наблюдения пилотажных параметров и с учетом времени снятия пилотом показаний.

Д.т.н., доцент Негода В.Н.

Это время у вас оценочное, экспертное или измеренное, или оно динамический процесс? Потому, что условный рефлекс, когда его выработывают, это динамический процесс. Сначала время реакции большое, потом меньше, потом превращается в очень быструю реакцию и он выигрывает в этих навыках на тренажере, этот летчик, у других. Даже соревнования проводят. Ваше время какое?



Соискатель

Динамическое. Как раз заложено по динамике изменения критических параметров. Это еще и реакция человека и изменение критического параметра и тем самым накапливается своего рода информация и выводится на индикацию. При приближении к максимально-допустимым значениям информация выводится на индикацию. То есть как раз динамически, в зависимости от условий полета во времени.

Д.т.н., доцент Негода В.Н.

Это не совсем то. Удалось ли вам установить факт, что не взирая на смену обстановки на экране время реагирования, то что в условных рефлексах, не ухудшается? Потому, что оно ожидаемо должно ухудшиться. А вот вопрос, оно действительно как-то сохраняется? То есть эта часть эксперимента с летчиками не проводилась?

Соискатель

Нет. К сожалению, экспериментов не проводилось пока.

Д.т.н., доцент Епифанов В.В.

В целом система выглядит так - «Человек - Самолет - Среда». То есть среда это сильное солнце, гроза и т.д. Учитывалось ли это как то?

Соискатель

Да, учитывалось. Формированием критических параметров при формировании информации, которую необходимо выводить на индикацию.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

А где это в алгоритме, как изменение среды будет менять состав выводимой информации?

Соискатель

Это как раз вот этот параметр.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Где это в алгоритме?

Соискатель

К сожалению, это не так подробно расписано в работе. Именно по значению приближения к максимально-допустимым значениям. Вот в этом параметре заложено в алгоритм.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Ну, тогда должен быть параметр внешней среды и параметры других указателей полета. Не только те, которые определяют этап полета. Я не очень понимаю, в чем здесь адаптивность. Потому что адаптивность предполагает неизвестность наступления каких-то комбинаций, этих самых режимов. А здесь у нас все понятно, один этап полета, второй. Наступил один этап - одна информация, наступил второй этап - вторая информация и т.д. У вас просто автоматизация отображения информации.

Председатель, д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

В развитие вашего вопроса. Учитывается ли каким-то образом вашим адаптивным индикатором то, что условия этой стадии могут быть разными. Вы сейчас говорили о приближении к неким максимальным значениям. Я так понимаю, что состав информации на момент посадки он определяется стадией. А ведь на посадку мы можем заходить по-разному, с разной скоростью, с разной относительной траекторией. Вот уже в пределах одной, какой-то, стадии у Вас как-то сказывается адаптивность в зависимости от этого параметра  $C_3$ ? Может вот здесь это сказывается, когда стадия уже определена, а внутри стадии есть еще какой-то учет параметров? Вот такого рода адаптивность есть у вас внутри стадии? Цвет разный, если ближе/дальше от какого-то параметра? Там же тоже у Вас есть такие сложные фрагменты индикации?

Соискатель

В данной работе такой анализ проводился. Дело в том, что данные параметры и информация была сведена в таблицу как раз с учетом разных условий. То есть при одном условии отображается одно, при другом другое. Это не только идеальные условия, но и всякие изменения параметров. Это все тоже учитывалось и в работе приведено много таких таблиц, которые приложены в приложении к работе, как раз с разными условиями, воздействующими на человека и формирующими пилотажно-навигационную информацию.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Будьте добры 8 слайд откройте, пожалуйста. Я хочу рассмотреть первый этап - руление. Там 0 % у вас. Действительно это не самый опасный этап полета. Но дальше мы на 0,1 выходим. Вероятность каких-то событий возрастает до 0,1. Откройте 15 слайд. Я пилот. У вас написано «при взлете при нормальных условиях». А что будет на Вашем индикаторе, правом, если будут ненормальные условия? Что-то случилось. Отказала какая-то система. Что произойдет на индикаторе справа? Я пилот. У меня зрительная нагрузка. Я должен увидеть это.

Соискатель

Это будет отображаться. У меня приведено при нормальных условиях и наличии нажатых кнопок, так же, если вдруг что-то произошло, то при приближении к максимально-допустимым значениям как раз и будет выводиться на индикацию.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

У вас вот эллипсами обведена на левом рисунке лишняя информация, которая не нужна пилоту при взлете?

Соискатель

Да. Все верно.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

А теперь, у меня происходит какое-то событие. Цветом, звуком или чем я привлекаю внимание к тому, что там что-то произошло у меня в агрегатах?

Соискатель

В данном случае в системе индикации оно выводится на индикацию. Если что-то произошло, информация будет выводиться.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Она как-то привлекает внимание? Цветом хотя бы.

Соискатель

Да. Сначала она мигает. То есть, как раз именно обратить внимание пилота на то, что произошли изменения.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Эта информация относится к тем, которые эллипсы убрали?

Соискатель

Да. При обычном функционировании она отображается.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Пилот должен увидеть что у него нештатная ситуация на борту произошла. Вы понимаете, да?

Соискатель

Да. Он, конечно, увидит.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Я хотел просто уточнить. У вас написано при нормальных условиях. Я хотел узнать. Допустим я пилот. У меня не нормальные условия на борту складываются. В этот момент с вероятностью 0,1, известная математическая сентенция если вероятность исчезающе мала, но она есть, то она может проявиться. Она проявилась у меня. Что происходит на индикаторе?

Соискатель

Выводится на индикацию информация. Потому что пилот должен знать о текущем состоянии воздушного судна.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Ну какая, которая на левом рисунке исчезла? Предположим, она была не нужна, а теперь она нужна. Так получается?

Соискатель

Да. Она будет выводиться на индикацию.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Хотелось бы узнать, зрительная нагрузка пилота во время взлета, во время полета и во время посадки они отличаются?

Соискатель

Зрительная нагрузка? Да. Потому, что частота наблюдения разная.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Где большая нагрузка больше всего? При взлете?

Соискатель

Больше всего при посадке. Поскольку больше всего внимания требуется на обработке информации. Потому, что на этапе руления не особо много информации. На этапе полета по маршруту, чаще всего, пилоты включают автопилот и они только контролируют пилотажно-навигационную информацию и они особо не участвуют в управлении воздушным судном. А на этапе посадки уже непосредственно они берут на себя управление и завершают этап полета. И там очень много информации.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Как среднее время считывания показаний у пилотов отличаются? От неопытного, у опытного пилота?

Соискатель

В работе берется больше статистическая, именно общая, которая формально задана 0,35 - 0,4 с снятия пилотом информации с индикаторов.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

А среднее время определяли как? Методом опроса пилотов или измерением каким то?

Соискатель

Это проводилось путем исследований и общестатистических данных, которые уже известны по времени, за которое пилот считывает информацию.

Ученый секретарь, д.т.н., доцент Наместников А.М.

Понятно, что когда мы переходим от неадаптивного индикатора к адаптивному, то, наверное, стоимость изделия увеличивается. Не оценивалось ли насколько сложнее с технологической точки зрения и по стоимости переход от одного вида индикации к другому?

Соискатель

Стоимость по цифрам не оценивалась. Но поскольку это касается чисто логической обработки и программной, то аппаратно в индикаторе ничего не меняется. Чисто логика и программный код обработки пилотажно-навигационной информации. Поэтому стоимость складывается с учетом разработки программного кода.

Ученый секретарь, д.т.н., доцент Наместников А.М.

То есть, серьезно конструкция не менялась?

Соискатель

Конструкция не меняется. Чисто программная обработка.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Скажите, пожалуйста, у Вас написано, что результаты работы внедрены в УКБП. В какой части? И что значит внедрены?

Соискатель

Внедрены, в смысле использованы. Когда у нас разрабатывался индикатор, то как раз и был «зашит» программный код адаптивного функционирования индикатора.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Какой-то есть запущенный?

Соискатель

Да. Индикатор запущен. Работа ведется.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Спасибо.

Председатель, д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

На этапе летных испытаний находится ваш индикатор, да?

Соискатель

Да.

Председатель, д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

Правильно ли я сейчас понимаю, что код, как основной результат, который «зашит» в модели, алгоритм передан в Ульяновское конструкторское бюро приборостроения и этот код использован для изготовления индикатора адаптивного и в настоящий момент времени находится на летных испытаниях?

Соискатель

Да.

Председатель, д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

Понятно. То есть для производства инновационного класса изделий этот код передан.

Председатель

Есть еще вопросы? (Нет).

**Согласны ли члены Совета сделать технический перерыв?** (Нет).  
Тогда продолжаем работу.

Слово предоставляется научному руководителю работы **д.т.н. Киселеву С.К.**

Д.т.н., доцент Киселев С.К.

Перед тем, как поступить в аспирантуру Елена Ивановна училась в магистратуре. И тогда, когда она еще училась в магистратуре, в АО «УКБП» была создана перспективная группа, целью которой была эргономика отображения информации на различных индикаторах. И первоначально, Елена Ивановна занималась чисто эргономикой. Как это ни странно, эти пилотажно-навигационные кадры рисуют программисты. И часто они рисуют даже с нарушением простой эргономики, то есть цифры налезает на стрелки, стрелки не как надо стоят по отношению к шкалам и т.д. Она, первоначально, занималась этим и оценивала эргономичность всех кадров, и даже тогда ей получилось получить результат в выигрыше по улучшению восприятия. Но понятно, что локальными изменениями эргономических параметров и элементов на индикаторе это было достаточно ограничено. Дальше работа развивалась таким образом, что она решила посмотреть более глубоко те функции опасности, которые рассматривались в работе. На самом деле они достаточно широко в специальной литературе, посвященной обеспечению

безопасности, рассматриваются и обсуждаются. И даже на основе них предлагаются решения, когда эта функция комплексной опасности нарастает. Как раз, в этой функции собирается большое количество информации о многих параметрах, в каких находится летательный аппарат и воздушное судно. Это и положение в пространстве, и информация о том в каких режимах работают бортовые системы. Они комплексно «защиты» в этих функциях опасности. Соответственно, даже предлагались такие решения, что если функция опасности приближается к критическим значениям, то выносить на кадр индикатора дополнительную информацию. Предположим, идет стрелочный указатель. На стрелочном указателе рисовать дополнительный флажок, который показывает, куда движется параметр. Но, на самом деле, кадр сильно перегружен и нанесение дополнительной информации на этот кадр, не нашло применения. На западе сейчас очень активно, в принципе и у нас, идет разработка нашлемной индикации и индикации на стекло перед пилотом, проекционная индикация. Соответственно встал вопрос о том, что нельзя всю информацию, которая присутствует в системах электронной индикации, вынести ни на шлем, ни на стекло. Каким-то образом необходимо из этой информации выделить и адаптировать ту информацию, которая необходима пилоту. К таким системам электронной индикации адаптация не рассматривается. Мне по крайней мере известна только одна работа в Санкт-Петербурге, где пытались пойти тем же путем, которым пошла Елена Ивановна. Адаптация к нашлемной и на стекло достаточно широко обсуждается.

Работоспособность Елены Ивановны и ее научная увлеченность позволила ей получить, с моей точки зрения, очень хороший результат. Она проанализировала тот отчет, который она приводила в обосновании и актуальности темы. Разобралась со всеми сложными вопросами, как пилот считывает информацию, как он ее воспринимает. Эту информацию она использовала в своей работе, в последней части для оценки эффективности тех решений, которые она предложила.

Я считаю, что работа получилась достаточно цельная, хорошая. В квалификации Елены Ивановны, как сложившегося очень хорошего инженера-исследователя, я уверен!

Председатель

**Ученому секретарю Совета** предоставляется слово для оглашения заключения организации, где выполнялась работа и отзыва ведущей организации.

**Ученый секретарь** оглашает заключение организации, где выполнялась работа. Затем зачитывает отзыв ведущей организации.

(Заключение и отзыв прилагаются).

Председатель

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва, все они положительные. Согласны ли члены Совета заслушать обзор отзывов или зачитать их полный текст?

Слово для обзора отзывов, поступивших на диссертацию, предоставляется **Ученому секретарю Совета**.

**Ученый секретарь зачитывает обзор отзывов.**

(Отзывы прилагаются).

**1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ».** Отзыв подписан доктором технических наук, профессором, профессором кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», заслуженным работником высшей школы Российской Федерации Солдаткиным В.М.

Замечания:

- Не сформулирована научная задача исследования диссертации, а приводятся направления ее решения (частные научные задачи);
- Не ясно как используются информативные функции безопасности функционирования элементов бортовой системы управления при реализации адаптивного пилотажно-навигационного индикатора;
- По тексту не всегда указываются единицы измерения физических величин, например, на рисунке 4.

**2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».** Отзыв подписан доктором технических наук, профессором, проректором по цифровой трансформации ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» Долининой О.Н.

Замечания:

- В автореферате отсутствует информация о способе отображения пилотажно-навигационной информации в случае аварийной ситуации;
- В модели SHEL, приведенной в тексте автореферата, участвует четыре компонента (S – процедура, H – объект, L – субъект, E – окружающая среда), однако по тексту говорится о том, что модель описывает взаимодействие компонентов системы «Человек – Машина – Среда»;
- Следует изменить подпись рисунка 2 (стр. 13 автореферата), поскольку данная подпись малоинформативна.

**3. Публичное акционерное общество «Корпорация «Иркут».** Отзыв подписан руководителем отдела квалификации комплектующих изделий, кандидатом технических наук Романовым Ю.В.

Замечания:

- В автореферате упоминается об уровне автоматизации функций, однако в работе конкретно не указано какие функции автоматизируются;
- В автореферате в таблице 2 отсутствует расшифровка ВПР.

**4. Чистопольский филиал «Восток» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ».** Отзыв подписан заведующим кафедрой приборостроения Чистопольского филиала «Восток» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», кандидатом технических наук, доцентом Прохоровым С.Г.

Замечания:

- Для рисунка 3 Блок-схема алгоритма адаптивного способа отображения и сигнализации пилотажной информации отсутствуют формулы



определения вариантов отображения и сигнализации пилотажной информации ( $O_1 - O_J$ ).

#### Председатель

Слово для ответа на замечания по заключению и отзывам предоставляется соискателю.

#### Соискатель

Спасибо. По поводу замечаний ведущей организации, по 3 замечания, могу пояснить, что обработка и предотвращение на индикацию вывода ложной информации, при разработке адаптивного функционирования пилотажно-навигационной информации, заложено в программном коде, реализующем три цикла обработки пилотажно-навигационной информации. Информация обрабатывается три цикла, если информация за это время не восстановилась, она блокируется и не выводится на индикацию.

С остальными замечаниями ведущей организации согласна.

По замечаниям Казанского национального исследовательского технического университета хочу пояснить, что информативная функция опасности использовалась в работе и обозначена как  $S_3$  - приближение к максимально допустимым значениям. По данным анализа проводился расчет зрительной нагрузки пилотов.

С остальными замечаниями согласна.

#### Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту - **д.т.н. Михееву Михаилу Юрьевичу.**

#### Д.т.н. Михеев М.Ю.

Добрый день уважаемые коллеги! Отзыв предоставлен в срок в соответствии с требованиями. Позвольте отзыв не зачитывать, а коротко пробежаться по нему, тем более отзыв предоставлен. И так, научные положения диссертация соответствует основным требованиям. Рассмотрены во введении выносимые положения. Первая глава посвящена обзору современного состояния. Вторая глава - комплексно-пилотажный индикатор в составе бортовой эргатической системы управления. По второй главе, хотел бы отметить, те замечания, которые я вынес и которые представляются наиболее важными, я их зачитаю в конце. Здесь мне хотелось бы отметить следующий момент, здесь явно идет разговор, и в ходе защиты по рассмотрению диссертации, речь идет о принятии коллегиальных решений. Причем здесь присутствуют первый - второй пилот и командир корабля - второй пилот, и обязательно присутствует еще диспетчер. Функции их в коллегиальном принятии решения, с одной стороны определяются нормативной документацией, с другой стороны той информацией, которая представляется каждому члену. К сожалению, этот вопрос не прозвучал, и по второй главе я этот момент предоставляю как недостаток. То есть, косвенным образом присутствует, что существует командир воздушного судна и второй пилот, но о функции диспетчера здесь ничего не говорится.

Третья глава. Разработан и исследован принцип адаптивного формирования состава. Третья глава вызвала наиболее сложные обсуждения. Здесь имеется достаточно сложная, я бы сказал, «чехарда» терминов. Здесь используются такие понятия как принцип, алгоритм, способ. Если мы обращаемся к автореферату, в тексте автореферата используется термин принцип, а в литературе используется слово способ. Более того, в автореферате присутствует блок-схема способа. Здесь идет вполне определенная путаница в терминологии, потому что способ это то, что защищено свидетельством, в данном случае две публикации автора имеются. Публикации с названием принцип у автора отсутствуют. Откуда это появляется, понятно. И я автора могу понять, и, наверное, поддержать, потому что это вытекает из паспорта специальности. В публикациях автор дошел до способа, а дальше, он эту фразу диссертации поднял до принципа. Это вызвало так же вполне определенный вопрос в ходе дискуссии. Автор ответил на вопрос и все стало понятно.

Дальше, в чем сложность – что такое адаптация. Во-первых, у автора, к сожалению, не прозвучало, это структурная, параметрическая адаптация, структурно-параметрическая адаптация? Адаптация к чему? И более того, если у нас имеются несколько лиц, принимающих решения, и информация предоставляется в какой-то мере отдельно, то здесь, наверное, нужно говорить о неких адаптивных алгоритмах. И более того, поскольку данная разработка только представлена на тестирование фирмы разработчика, то, наверное, могут в ходе экспериментов быть определены минимальные совокупности данных, которые нужно, в соответствии с процедурой положения о принятии решения, представлять для того, чтобы получить соответствующий результат.

По поводу актуальности диссертации вопросов нет. По поводу полученных результатов вопросов нет.

Еще целый ряд замечаний, которые мне не хотелось бы выносить в замечания, но, тем не менее, их следует огласить и это упоминалось в предварительном письме. Автор достаточно свободно относится к математическим обозначениям. Имеется очень серьезные проблемы с каллиграфическим отображением данной информации. В частности, один и тот же символ может быть отображен курсивом и не курсивом. Более того, имеется путаница между тире и дефисом, что честно говоря, не красит работу кандидатской диссертации.

Отмечается в работе соответствующие научно-технические модули. Проведен анализ нагрузки пилота. На основе проведенного анализа разработан принцип адаптивного индикатора. Наверное, мы с этим выводом согласимся, потому-то это возникает из паспорта специальности. Разработка математической модели обработки данных для адаптивного функционирования индикатора. Математическая модель для компьютерных систем – она всегда либо очень подробна в расчетах, либо, в данном случае, достаточно общая. Если смотреть форму научной задачи, то модель в несколько более обобщенном характере, чем хотелось бы. Вероятно, было бы целесообразно отобразить математическую модель до начала творческой работы автора и после. Какие параметры выводятся в математическую модель, как из нее логически реализуется принцип адаптации. Наверное, автор в дальнейшей работе учтет.

Проведена оценка зрительной нагрузки пилотов. Это важно. И здесь следует также оценить, что в ходе практической эксплуатации

на тренажере, должна данная работа быть доведена до соответствующего результата.

Дальше, приложена математическая модель обработки данных, что позволяет определить процесс формирования пилотажных параметров.

Дальше отображается практическая значимость работы. То есть разработка принципа адаптивного функционирования индикатора. Здесь члены совета скажут свое мнение, но если выходить из паспорта специальности, там действительно принцип функционирования. Наверное, с этим термином можно согласиться.

Дальше, предложен алгоритм формирования пилотажно-навигационной информации, хотя в публикациях автор использует термин способ. Две публикации со словом «способ» у автора имеется. Алгоритм и способ здесь так же следуют к обсуждению по исключению одного.

Дальше, алгоритм автоматического определения этапа полета. Здесь есть вполне определенный момент. Вообще то, этапы полета, строго говоря, нормируются. Есть взлет, потом идет полет, посадка и т.д. Они нормируются соответствующей документацией. На сколько это можно определить в автоматическом режиме, это требует дополнительного обсуждения. Возможны некоторые режимы полета – докритические, критические, внештатного возникновения ситуации. Тогда вопрос идет уже не об этапах полета, а о некоторых режимах функционирования летательного аппарата или как более точно отражено в соответствующей документации.

Тем не менее, диссертация имеет необходимую совокупность научно-обоснованных положений, решает поставленные задачи. Оформление материала, с учетом тех замечаний, которые я огласил устно, и не счел необходимым выносить. Тем не менее, оформление могло бы быть лучше.

Перехожу к замечаниям, которые я вынес по диссертации в заключение:

1. В методах исследования обозначено, что при выполнении работы использовался метод логического моделирования. По тексту диссертации не понятно, для чего применялся данный метод, и какие результаты он позволил получить.

2. В первой главе диссертации упоминается, что восприятие информации пилотом зависит от такой характеристики, как пропускная способность. Но далее в работе данная характеристика не рассматривается, не указано, от чего она зависит, не определена степень ее влияния на комплексное восприятие информации пилотом.

3. В 3 главе диссертации указано, что одним из основных требований работы пилота является надежность восприятия информации, однако в работе отсутствует анализ данного показателя.

4. Основная модель адаптивного формирования состава и передачи для отображения пилотажно-навигационной информации в индикаторе, представленная выражением, номер указан, предполагает единственный вариант отображения, сформулированный исходя из этапов полета, блок-схемы алгоритма.

5. В работе терминологически не совсем ясно, как автор различает термины «летательный аппарат» и «воздушное судно».

6. В работе есть неточности в оформлении графиков, таблиц и т.д.

7. В работе не приведены результаты опытного использования адаптивного пилотажно-навигационного индикатора или хотя бы опытных оценок адаптивного способа индикации.

Но это, предполагаю, направление дальнейшего развития.

Заключение. Диссертация Степновой Е.И. является законченной научно-квалификационной работой и может быть квалифицирована как совокупность научно обоснованных математических и алгоритмических решений, направленных на решение важной научно-технической задачи снижения зрительной нагрузки пилотов по пилотажно-навигационной информации на всех этапах полета ВС.

Работа выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне.

Опубликованные положения достаточны.

Содержание автореферата отражает содержание работы. Работа имеет актуальность, научный уровень, практическую значимость, отвечает требованиям ВАК на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Уважаемые члены совета, прошу поддержать данную работу и дать путевку в жизнь молодому ученому. А те замечания, которые нам удалось сформулировать, послужат в дальнейшем уроком в ее творчестве. Спасибо за внимание.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Соискателю предоставляется слово для ответа на замечания оппонента.

Соискатель

Спасибо. Со всеми замечаниями оппонента я согласна. Возражений нету. Спасибо за замечания.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту **-к.т.н. Неретину Евгению Сергеевичу.**

К.т.н. Неретин Е.С.

Добрый день уважаемые коллеги. Я так же внимательно изучил диссертационную работу и текст автореферата. Первое, что хотелось сказать, что автореферат соответствует по своему содержанию основным тезисам диссертационной работы. В тексте об актуальности и новизны результатов тоже много было сказано. Работа выполнена на актуальную тему. Вчасти основных научно-технических результатов, на мой взгляд, получено следующее:

1) Результаты проведенного анализа зрительной нагрузки пилота по отображаемой и сигнализируемой пилотажно-навигационной информации воздушного судна позволили автору определить пилотажные параметры, повышающие зрительную нагрузку пилотов, при этом не влияющие на успешное выполнения плана полета на различных его этапах.

2) Разработан принцип адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации на всех этапах полета воздушного судна, который позволил снизить зрительную нагрузку пилотов.

3) Разработана математическая модель обработки данных для адаптивного функционирования индикатора, отображающая изменение состава отображения информации на всех этапах полета и адаптивном функционировании индикатора, который был предложен в работе.

4) Проведенная оценка зрительной нагрузки пилотов при адаптивном отображении и сигнализации пилотажной информации на экране многофункционального индикатора подтвердила эффективность предложенного автором адаптивного функционирования индикатора.

Сам текст диссертационной работы, с одной стороны, было приятно читать, достаточно понятно, с другой, как отметил предыдущий оппонент, имеется достаточно большое количество неточностей, что не снижает ценности самого текста диссертации. Тем не менее, хотел бы отметить следующие замечания, которые я вынес в своем отзыве:

1) В наименовании и заключении работы говорится об элементах эргатической системы, однако по тексту проводится анализ элементов бортового эргатического комплекса.

2) В графическом представлении оценки зрительной нагрузки пилотов отсутствуют единицы измерения частоты наблюдения пилотажных параметров.

3) В первой главе диссертации отсутствует расшифровка обозначения FL в обозначении эшелона полета ВС.

4) В автореферате отсутствует информация о способе отображения информации в случае нештатных ситуаций. Однако в диссертационной работе этот момент присутствует.

5) В автореферате говорится о проведении оценки зрительной нагрузки пилотов при полном выводе на индикацию и при адаптивном, а в таблице 2 указаны результаты оценки зрительной нагрузки при обычном функционировании индикатора и при адаптивном функционировании индикатора.

6) В работе не представлено как применение принципа адаптивного функционирования индикатора сказывается на скорости программной обработки информации.

При этом все указанные замечания не снижают ценности полученных автором результатов.

Я поддерживаю работу. И тоже считаю, что автор выполнил все требования, которые определяются аттестационной комиссией к диссертация на соискание ученой степени кандидата наук и автор в моем понимании заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления. Так же призываю диссертационный совет поддержать данную работу и дать путевку в жизнь молодому ученому. Спасибо.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Слово для ответа на замечания оппонента предоставляется соискателю.

Соискатель

Со всеми замечаниями я согласна. Возражений так же нет.

Председатель

Кто хочет выступить?

Д.т.н., доцент Епифанов В.В.

На мой взгляд, представлен в работе достаточно интересный подход. Вот если мы возьмем автомобиль, индикатор его. На нем ведь не только спидометр числа оборотов. Там много информации «зашиито», но ее на экране нет. Вот мы не пристегнулись, она появится. Так же масло есть или нет – появится. Здесь этот подход достаточно интересный. Он обоснован автором достаточно подробно. Понятно, что нужно эту работу продолжать. Может на тренажерах с пилотом это анализировать. Развитие у работы есть. Сама Елена Ивановна на мой взгляд сложилась как специалист. Она и работает на предприятии «Аэроприбор Восход» г. Москва связанном с этой тематикой. Публикаций у нее достаточно. Я буду поддерживать эту работу.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

У меня создалось впечатление, что в рамках этого индикатора работе тесновато. Адаптивная система должна выводить на тот экран, о котором говорил руководитель работы, то есть это стекло, цвет меняется, звук какой-то и т.д. Замечание, которое я высказал и Саратовский государственный технический университет высказывает «Отсутствует информация о способе отображения пилотажно-навигационной информации в случае аварийной ситуации». Действительно, в рамках существующего метода, наверное, эта работа имеет хорошие перспективы. Это совпадает с мнением первого оппонента. Я опираюсь на мнения оппонентов. Призываю проголосовать за работу, за положительный эффект этой работы. Я буду голосовать «За». Спасибо.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Много вопросов было. Оппонент тоже понимает, что работа сильно проигрывает, потому что нет экспериментальных исследований. Хотя бы каких-то оценок на реальных людях. Система эргатическая, предполагает наличие людей, лиц принимающих решения. Тем более там не один человек. Эти вопросы вообще не затрагивались. К сожалению, мы не можем сказать насколько эффективна эта работа. Будет ли мерцание влиять на психологическое состояние человека. Меня учили мои учителя критиковать не за то, что отсутствует в работе, а за то, что присутствует. А присутствует в работе претензии на то, что «без потери объективного восприятия». Написано в положениях, выносимых на защиту «... без потери качества восприятия полетной информации». Откуда этот вывод? Как можно сделать вывод, что качество восприятия не теряется? Второе. Автор претендует на принцип. Действительно принципы это серьезные вещи, лежащие в основе анализа многих процессов, явлений и т.д. Здесь скорее способ или алгоритм, адаптивный алгоритм. Адаптация не к этапу полета, а адаптация к изменяющимся условиям полета. Вот здесь важно делать акцент, по

крайне мере в нашем заключении, мы должны будем это внимательно отразить и претензии автора нивелировать. В целом проделана большая работа. И подход действительно имеет право на существование, но оказался немного формализованный. Посчитали и считаем что это эффективно. На самом деле это надо доказывать.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Прежде всего, работа очень интересная и перспективная. Мне кажется надо смотреть на выполнение этого индикатора с точки зрения системного подхода. Это же не один индикатор. Там их много. Нужно смотреть все эти режимы полета, этапы вместе с остальными индикаторами. Если когда-то Елене Ивановне действительно привлечь ИЛС, то есть, индикатор на лобовом стекле, или на шлеме и это все вместе рассмотреть, вместе с другими индикаторами и конечно это будет очень здорово. И, наверное, позволит защитить диссертацию другого уровня. Сейчас я представляю работу пилотов – это мелькание, когда этапы особенно быстро меняются на самолетах. 10 этапов. Это все может меняться. И это мелькание навигационного индикатора, когда все время разные картинки, я не уверен, что это будет хорошо. В любом случае это надо исследовать экспериментально. И поэтому я думаю, что кроме всего прочего нам нужно написать не внедрение этих результатов, а хотя бы использование. Потому, что внедрение предполагает проработку этих вопросов, которые, прежде чем летчику прикрепить к самолету этот индикатор, должны быть тщательно все проработаны. Тем не менее, я считаю, что Елена Ивановна показала себя специалистом хорошего уровня, высокого. Я буду голосовать «За».

Председатель

У меня по этой работе есть небольшое мнение. Коллеги, мне как компьютерщику, который привык, что интерфейс это дисплей. Совершенно ничего не вижу здесь такого диссонансного с точки зрения того, что есть адаптивный индикатор. На самом деле, мы все давно в своей работе именно работаем с интерфейсами такого сорта. Поэтому мы привыкли. Второе. Прозвучал термин «условный рефлекс». У нас еще с вами есть BIOS, так скажем человеческий. Где «защит» инстинкт. Или есть еще понятие сложный или интегральный, определенный во времени рефлекс. Он состоит из совокупности условных рефлексов. И мы этому способны научиться, поверьте мне. Поэтому летчик при современном тренинге, понимая, что есть этапность и есть определенное состояние индикаторов, способен правильно улавливать эту последовательность. Будет ли она более полезной, это правильно, это вопрос последующих тренингов. Потому что пока есть единственный критерий – отображение информации. Лично мне он очень нравится. Смотрите, что такое современный самолет и что про него можно отобразить? Про него можно отобразить 1000 индикаторов. Можно много отобразить про современное состояние полета, про состояние технических систем, 10000 можно. А нужно? Он все равно не уловит. Нет, нельзя. А это означает, что обычное линейное выстраивание кабины, экран за экраном, их может быть несколько десятков, потом еще. Все равно где-то эта сложность, этот массив натывается на то, что мы должны найти новый способ построения индикаторов на борту любо-

го летательного аппарата. Я рассматриваю эту работу, как работу поисковую. В том смысле, что ищется новый способ отображения информации, которой сейчас запредельное количество, непосредственно летчику. Я считаю, что эта работа передана для использования. Она используется УКБП в рамках своих инновационных продуктов, которые должны быть дальше исследованы. Это все равно придется делать. Потому что выстраивать борт тем, что мы добавили еще один прибор, еще один индикатор, еще одну лампочку мы уже не можем. Поэтому, с учетом соотношения сложности и новых средств, которые наступают, это различные дисплеи, мне кажется, в этом месте, где Елена Иванова вместе со своим научным руководителем ищут решение это правильно. И промежуточным решением для техники уже сейчас является еще не отображение на шлем и на стекло, а именно самые разнообразные адаптивные дисплеи, адаптивные интерфейсы, которыми мы с вами пользуемся всегда. Вопрос только в том, как это делать с точки зрения пилотажной информации. Мне кажется, здесь был определенный результат точно получен. Я работу поддерживаю еще и потому, что считаю ее перспективной в научном плане и буду голосовать «За». Спасибо.

Председатель

Кто еще хочет выступить? Нет желающих?

**Соискателю предоставляется заключительное слово.**

Соискатель

Я хотела бы поблагодарить своего научного руководителя за бесценный опыт и также поддержку. Так же спасибо большое оппонентам за замечания и благодарю диссертационный совет за проявленный интерес к работе.

Председатель

Переходим к голосованию. Прошу ученого секретаря организовать голосование.

Ученый секретарь организует голосование.

Председатель

Прошу ученого секретаря озвучить результаты тайного голосования.

Ученый секретарь

Оглашает итоги тайного голосования.

*(Протокол тайного голосования прилагается).*

Председатель

Прошу проголосовать за утверждение протокола тайного голосования.

Кто за? (Все)

Кто против? (Нет).

Кто воздержался? (Нет).

Протокол утверждается.



Таким образом, на основании результатов тайного голосования (за - 17 , против - 1) диссертационный совет Д212.277.04 при Ульяновском государственном техническом университете признает, что диссертация **Степновой Е.И.** содержит новые решения по адаптивному пилотажно-навигационному индикатору бортовой эргатической системы управления летательного аппарата, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 "Положения" ВАК), и присуждает **Степновой Елене Ивановне** ученую степень кандидата технических наук по специальностям **05.13.05**.

Председатель

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации **Степновой Е.И.** Есть предложение принять его за основу. Нет возражений? (Нет). Принимается.

Какие будут замечания, дополнения к проекту заключения?

**(Обсуждение проекта) .**

Председатель

Есть предложение принять заключение в целом с учетом редакционных замечаний. Нет возражений? Принимается единогласно.

***Заключение объявляется соискателю.***

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.04, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 28.09.2022 № 19

О присуждении Степновой Елене Ивановне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Адаптивный пилотажно-навигационный индикатор бортовой эргатической системы управления летательного аппарата» по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления принята к защите 27.06.2022 (протокол заседания № 9) диссертационным советом Д212.277.04, созданным на базе ФГБОУ ВО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (432027, г. Ульяновск, ул. Северный венец, 32) № 678/НК от 18.11.2020 г.

Соискатель Степнова Елена Ивановна 08 апреля 1992 года рождения. В 2019 году соискатель окончила аспирантуру в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», работает ведущим инженером в Акционерном обществе «Аэроприбор-Восход», г. Москва. Диссертация выполнена на кафедре «Измерительно-вычислительные

комплексы» в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук Киселев Сергей Константинович, заведующий кафедрой «Измерительно-вычислительные комплексы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

Михеев Михаил Юрьевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, заведующий кафедрой «Информационные технологии и системы»

Неретин Евгений Сергеевич – кандидат технических наук, Филиал ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования», г. Москва, заместитель начальника отдела систем самолетовождения

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева», г. Ульяновск в своем положительном отзыве, подписанном Антоном Иваном Васильевичем доктором технических наук, профессором кафедры «Авиационная техника» указала, что диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной на актуальную тему, а новые научные результаты, полученные в диссертации, направлены на решение научной задачи, имеющей важное значение для развития систем индикации, позволяющих снизить зрительную нагрузку пилотов на всех этапах полета воздушного судна и тем самым способствовать повышению безопасности полета.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы. Общий объем опубликованного материала составляет 74 стр. (4,6 п.л.), авторский вклад 70 %. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах отсутствуют.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Степнова Е.И., Киселев С.К. Адаптация отображения пилотажно-навигационной информации на экране многофункционального индикатора приборной доски воздушного судна // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2020. – № 3. – С. 149–154.

2. Степнова Е.И., Киселев С.К. Адаптация отображения пилотажно-навигационной информации в системе электронной индикации воздушного судна // Автоматизация процессов управления. – 2020. – Т.61. – № 3. – С. 13–20.

3. Степнова Е.И., Киселев С.К. Адаптивный интерфейс бортовой информационно-управляющей системы летательного аппарата // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2020. – Т.16. – № 2. – С. 105–111.

На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва, все отзывы положительные.

1. ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (г. Казань). Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», заслуженным работником высшей школы Российской Федерации Солдаткиным В.М. Замечания: 1) Не сформулирована научная задача исследова-

ния диссертации, а приводятся направления ее решения (частные научные задачи). 2) Не ясно как используются информативные функции безопасности функционирования элементов бортовой системы управления при реализации адаптивного пилотажно-навигационного индикатора.

2. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов). Отзыв подписан д.т.н., профессором, проректором по цифровой трансформации ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» Долининой О.Н. Замечания: 1) В автореферате отсутствует информация о способе отображения пилотажно-навигационной информации в случае аварийной ситуации. 2) В модели SHEL, приведенной в тексте автореферата, участвует четыре компонента (S – процедура, H – объект, L – субъект, E – окружающая среда), однако по тексту говорится о том, что модель описывает взаимодействие компонентов системы «Человек – Машина – Среда».

3. Публичное акционерное общество «Корпорация «Иркут» (г. Москва). Отзыв подписан руководителем отдела квалификации комплектующих изделий, кандидатом технических наук Романовым Ю.В. Замечания: 1) В автореферате упоминается об уровне автоматизации функций, однако в работе конкретно не указано какие функции автоматизируются.

4. Чистопольский филиал «Восток» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ». Отзыв подписан заведующим кафедрой приборостроения Чистопольского филиала «Восток» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», кандидатом технических наук, доцентом Прохоровым С.Г. Замечания: для рисунка 3 Блок-схема алгоритма адаптивного способа отображения и сигнализации пилотажной информации отсутствуют формулы определения вариантов отображения и сигнализации пилотажной информации ( $O_1 - O_J$ ).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетенцией, научными достижениями и наличием публикаций в соответствующей отрасли наук. Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и совместных публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан принцип адаптивного функционирования пилотажно-навигационного индикатора, позволяющий на основе автоматического определения этапа и условий полета изменять состав отображаемых и сигнализируемых пилотажно-навигационных параметров с целью снижения зрительной нагрузки экипажа без потери необходимой информации;

предложена математическая модель обработки данных этапа и условий полета для адаптации состава пилотажно-навигационных параметров, отображаемых и сигнализируемых на экране многофункционального индикатора;

доказана эффективность применения разработанного принципа адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации, заключающаяся в сокращении количества отображаемых и сигнализируемых параметров, что обеспечивает снижение зрительной нагрузки пилотов на всех этапах полета воздушного судна и способствует повышению безопасности полета.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: в модели обработки данных для выбора отображаемых и сигнализируемых пилотажно-навигационных параметров учтены этапы и условия полета воздушного судна, логика его работы.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы методы анализа информации, математического и логического моделирования, сравнения и классификации данных;

изложены результаты расчетов зрительной нагрузки пилотов на всех этапах полета воздушного судна в различных условиях: при нормальных условиях; при условии наличия нажатых кнопок для выведения дополнительной информации на индикацию; при условии приближения параметров к максимально допустимым значениям; при условии наличия нажатых кнопок и приближении параметров к максимально допустимым значениям;

раскрыты особенности алгоритма адаптации состава отображаемой пилотажно-навигационной информации;

изучен состав отображаемой и сигнализируемой на экране многофункционального индикатора пилотажно-навигационной информации и действия экипажа на всех этапах полета воздушного судна, влияние состава отображаемой пилотажно-навигационной информации на качество восприятия пилотажной обстановки, влияние состава отображаемой информации на зрительную нагрузку пилотов, что позволило дать объективную оценку влияния количества отображаемых параметров на зрительную нагрузку пилотов;

проведена модернизация алгоритма обработки данных и отображения параметров в индикаторе пилотажно-навигационной информации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан и использован в АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», г. Ульяновск алгоритм адаптации количества отображаемых и сигнализируемых пилотажно-навигационных параметров на различных этапах полета воздушного судна при разработке многофункционального индикатора;

определены возможности и перспективы применения предложенного принципа адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации;

создана математическая модель обработки данных, основанная на бинарном отношении множеств этапов полета и условий полета, позволяющая определять и адаптировать состав отображаемой информации;

представлены рекомендации по адаптации отображения информации на экране многофункционального пилотажно-навигационного индикатора.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты обосновываются апробацией алгоритма адаптации отображения пилотажно-навигационной информации на различных этапах и при различных условиях полета воздушного судна при модификации многофункционального индикатора;

теория построена на известных данных о сенсорных нагрузках членов летных и кабинных экипажей воздушных судов гражданской авиации, которые в полной мере согласуются с данными, полученными в диссертации;

идея базируется на общих принципах построения адаптивных человеко-машинных интерфейсов;

использованы сравнение авторских данных и данных, полученных в известных работах по данной тематике;

установлено, что при адаптивном функционировании индикатора пилотажно-навигационной информации на различных этапах и при различных условиях полета достигается снижение зрительной нагрузки пилотов за счет сокращения количества отображаемых параметров на (5–90) % от их общего числа;

использованы представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов анализа.

Личный вклад соискателя состоит в: определении и постановке цели и задач диссертационного исследования, проведении анализа зрительной нагрузки пилота по отображаемой и сигнализируемой пилотажно-навигационной информации летательного аппарата на каждом этапе полета, разработке принципа адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации, разработке математической модели обработки данных для определения и адаптации состава отображаемой информации, апробации результатов в виде научных докладов и научных публикаций в научных изданиях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1) Отсутствуют экспериментальные исследования предложенного принципа адаптивного функционирования индикатора пилотажно-навигационной информации летательного аппарата.

2) Заключение, основанное на расчетных данных, о снижении зрительной нагрузки пилотов не позволяет в полной мере сделать вывод о том, что качество восприятия информации пилотом не изменяется.

3) Отсутствует анализ влияния на сенсорное состояние пилота изменения состава отображаемой и сигнализируемой на экране многофункционального индикатора пилотажно-навигационной информации в зависимости от этапа и условий полета воздушного судна.

Соискатель Степнова Е.И. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию: влияние изменения состава отображаемой и сигнализируемой пилотажно-навигационной информации в зависимости от этапа и условий полета воздушного судна на сенсорное состояние пилота будет определено при летных испытаниях адаптивного индикатора. Используемые при расчете данные по частоте наблюдения пилотажных параметров и среднему времени снятия пилотом показания с индикатора, взятые из известных нормативных документов, а так же анализ действий членов экипажа и информации, необходимой для выполнения плана полета на каждом этапе полета, позволяют сделать вывод о снижении зрительной нагрузки пилотов при адаптивном функционировании индикатора.

На заседании 28.09.2022 диссертационный совет принял решение: за новые научно обоснованные решения, имеющие существенное значение для развития систем индикации воздушных судов присудить Степновой Е.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 1.

Защита окончена. Есть ли замечания по процедуре защиты? (Нет).

Защита окончена. Есть ли замечания по процедуре защиты? (Нет).  
Поздравляет соискателя с успешной защитой. Благодарит членов  
совета и всех участников за внимание.

**Заседание объявляется закрытым.**

Председатель Совета Д212.277.04  
д.т.н. профессор

  
Н.Г. Ярушкина

Ученый секретарь Совета Д212.277.04,  
д.т.н., доцент

  
А.М. Наместников

