

ОТЗЫВ

ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Гузия Анатолия Григорьевича

на диссертационную работу Булатовой Анастасии Евгеньевны

«Метод и алгоритмы выявления утомления специалистов авиационного персонала для повышения надежности их деятельности»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники»

Актуальность диссертационной работы.

Одним из неблагоприятных, но распространенных, функциональных состояний среди авиаперсонала, в первую очередь - пилотов, является утомление, которое в отечественной авиационной медицине определено как временное снижение работоспособности, вызванное интенсивной или длительной профессиональной деятельностью и выражающееся в снижении количественных и качественных показателей работы.

В отечественной гражданской авиации внедрено предписывающее регулирование, при котором вопросы контроля утомления авиаперсонала с учетом режимов труда и отдыха нормированы на законодательном уровне в Приказе Министерства транспорта РФ от 21 ноября 2005 г. № 139 «Об утверждении Положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации» и в Приказе Министерства транспорта РФ от 30 января 2004 г. № 10 «Об утверждении Положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха работников, осуществляющих управление воздушным движением гражданской авиации Российской Федерации»).

Тем не менее, Федеральными авиационными правилами РФ (ФАП № 10), вступившими в силу с 01.09.2022 г., российским эксплуатантам воздушных судов предписано внедрение Системы управления рисками, связанными с утомляемостью (СУРУ), в составе Системы управления безопасностью полетов (СУБП) эксплуатанта воздушных судов.

В диссертационной работе утомление авиаперсонала рассматривается как фактор опасности, обуславливающий риск для безопасности полетов, а контроль утомления авиаперсонала - как основная научная задача, подлежащая решению при разработке и внедрении требуемой СУРУ.

Для выявления утомления у специалистов операторского профиля могут использоваться различные известные методы и средства, в зависимости от особенностей и условий их деятельности. Разработка метода и алгоритмов достоверного выявления утомления у авиаспециалистов, направленная на повышение функциональной надежности авиаспециалистов, является важной научной задачей при решении проблемы безопасности полетов в гражданской авиации, поэтому актуальность выполненных диссертационных исследований не вызывает сомнений.

Оценка содержания диссертации.

Диссертация хорошо структурирована, состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и 5-ти приложений.

Во введении представлены: обоснование актуальности, степень разработанности темы, цель, объект и предмет исследования, задачи, научная новизна, методы исследования, практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов, личный вклад автора, апробация и реализация результатов исследования, положения, выносимые на защиту.

В качестве объекта исследования определены факторы опасности, влияющие на надежность деятельности авиаспециалистов. В качестве предмета исследования выделены методы и средства, позволяющие выявлять утомление авиаспециалистов.

Для достижения поставленной цели определены задачи:

- обзор научной литературы и статистических данных для выделения основных факторов опасности, оказывающих влияние на надежность деятельности авиаперсонала;
- обзор научной отечественной и зарубежной литературы для определения существующих методов и средств выявления утомления у специалистов авиационного профиля с определением их преимуществ и недостатков;
- сравнительный анализ подходов к контролю утомления у специалистов авиационного профиля;
- формирование теоретической основы для оценивания работоспособности специалистов авиационного профиля;
- разработка нейронной сети с последующим ее обучением для выявления утомления у специалистов авиационного профиля;
- проведение серии экспериментов с использованием метода многоканальной электроэнцефалографии для проверки достоверности выявления утомления с помощью нейросетевой модели;

— оценка надежности деятельности авиаспециалистов при развитии утомления до и после интеграции нейросетевой модели в структуру управления безопасностью полетов.

В первой главе по результатам обзора научных источников выявлены основные факторы опасности категории «Человеческий фактор», представлены: результаты исследования утомления, как неблагоприятного состояния у авиаперсонала; результаты выполненного сравнительного анализа предписывающего подхода и концепции СУРУ для контроля утомления; результаты обзора известных методов и средств, приемлемых для выявления утомления.

Вторая глава посвящена получению и подготовке данных для исследования утомления у авиаперсонала. Определена взаимосвязь между работоспособностью и утомлением, теоретически обоснован выбор тестов для оценки работоспособности, разработан и реализован алгоритм ступенчатой предобработки данных, выполнена предварительная обработка и получен итоговый набор данных, состоящий из 3633 наблюдений и 15 признаков, сделан вывод о необходимости разработки нейронной сети для выявления состояния утомления у специалистов авиационного профиля.

Третья глава посвящена разработке нейросетевой модели для выявления утомления у авиаспециалистов. По результатам анализа преимуществ и недостатков различных видов искусственных нейронных сетей установлена возможность проектирования нейронной сети прямого распространения. На приведенных теоретических основах машинного обучения выполнено проектирование нейронной сети прямого распространения для выявления утомления у авиаспециалистов. Исследовано влияние архитектуры нейронной сети прямого распространения на достоверность выявления утомления.

В четвёртой главе выполнена оценка эффективности спроектированной нейронной сети для выявления утомления у авиаперсонала. Разработаны алгоритм и программы выявления утомления с помощью нейронной сети. Выбран метод многоканальной электроэнцефалографии для объективного исследования функционального состояния человека по параметрам электрической активности головного мозга. Приведена информация об организации и результатах экспериментальных исследований с использованием метода объективного выявления утомления у авиаспециалистов до и после нагрузки. Представлены результаты анализа полученных объективных данных. Доказана возможность повышения функциональной надежности авиаперсонала

за счет интеграции нейросетевой модели в структуру управления риском, обусловленным утомлением, и принятия соответствующих мер по снижению риска для безопасности полетов.

В заключении представлены полученные результаты, позволившие решить поставленную в диссертационной работе научную задачу по разработке метода и алгоритмов выявления утомления у авиаперсонала для повышения функциональной надежности специалистов.

Научная новизна работы подтверждена научными результатами:

- метод выявления утомления у специалистов авиационного профиля, основанный на оценке их работоспособности по результатам прохождения тестирования;
- совокупность алгоритмов выявления утомления у специалистов авиационного профиля с учетом прохождения тестирования и оценки результатов в модели нейронной сети, обученной на наборе данных после их предварительной обработки;
- схема интеграции нейросетевой модели выявления утомления в структуру управления безопасностью полетов в качестве контура снижения риска, обусловленного утомлением персонала.

Теоретическая значимость диссертации заключается в том, что в ней:

- получены новые данные для выявления утомления у авиаперсонала;
- сформирован набор данных, который может быть использован в СУРУ, интегрированной с СУБП как эксплуатантов воздушных судов, так и других поставщиков авиационных услуг;
- разработан метод выявления утомления у авиаперсонала;
- предложена схема интеграции спроектированной нейросетевой модели в структуру СУБП.

Практическая значимость заключается в программной реализации метода выявления утомления у специалистов авиационного профиля и в алгоритмах выявления утомления на основе прохождения тестирования и оценки результатов в обученной модели нейронной сети после ступенчатой предобработки данных.

Основные результаты диссертационной работы внедрены в нескольких организациях, что подтверждается соответствующими актами реализации:

- Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева;

- Ульяновский аэродромный диспетчерский центр, филиал «Аэронавигация Центральной Волги» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»;
- Группа компаний «Волга-Днепр».

Степень достоверности и обоснованности результатов.

Результаты диссертационного исследования получены при использовании современных методов, в ходе выполнения серии экспериментов на сертифицированном оборудовании.

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечивается близостью расчетных данных с результатами экспериментальных исследований, корректным использованием апробированных научных методов и средств.

Апробация результатов диссертационной работы и публикации.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 9 научных международных и всероссийских конференциях.

По материалам диссертационного исследования автором опубликовано 14 печатных работ, из которых 4 в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК при Минобрнауки и 10 научных статей и тезисов, опубликованных в других изданиях. В соавторстве Булатовой А.Е. получено 11 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

По своему содержанию представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой полученные результаты изложены последовательно, обеспечено их логическое единство и соответствие цели исследования. Теоретические и научно-методические положения по результатам исследования характеризуются в достаточной степени научной новизной и практической значимостью. Представленные выводы соответствуют содержанию диссертационного исследования и являются логическим следствием выполненной работы. Результаты, полученные в ходе решения поставленных задач, изложены четко.

Использованный в диссертации заимствованный материал сопровождается корректными ссылками на авторов и на источники.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, в полной мере отражает основные положения работы и полученные научные результаты.

Оформление диссертации и автореферата отвечает предъявляемым требованиям и правилам оформления ГОСТ Р 7.0.11-2011. Диссертация и автореферат написаны технически грамотно, литературным языком, с корректным изложением материалов исследования.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности.

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности 2.9.6 – Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники в направлении исследования по п. 12 «Управление безопасностью полетов. Исследование влияния опасных факторов на безопасность полетов. Структурный анализ и синтез иерархических и полиэнергетических систем и анализ процессов в этих системах. Обеспечение безопасности при эксплуатации авиационной техники. Расследование авиационных происшествий и инцидентов».

Недостатки диссертационной работы.

1. В главе 3, п. 1 недостаточно раскрыты преимущества алгоритмов машинного обучения, не отмечено, почему за основу взята искусственная нейронная сеть прямого распространения.

2. В представленной на рис. 4.9 «Схеме интеграции нейросетевой модели в структуру управления ...» компоненты «Мониторинг связанных с утомлением данных» и «Выявление опасных факторов, связанных с утомлением» не включены в состав СУРУ (выделена пунктиром).

3. Более предпочтительным в названии и в тексте диссертации видится выбор термина «авиационный специалист», или «авиаспециалист», а не «специалист авиационного персонала», а также термина «фактор опасности» (согласно обновленным нормативным документам РФ), а не «опасный фактор», «фактор риска» (использовано в словосочетании «управление фактором риска»).

4. В списке литературы не приведен ряд документов ИКАО, которые были использованы во введении диссертационной работы, в том числе: Doc 9859, Doc 1004. Тем самым осложнено оценивание актуальности использованных международных документов.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической значимости основных положений, теоретических и практических результатов диссертационной работы.

Выводы.

Диссертационная работа Булатовой Анастасии Евгеньевны выполнена на актуальную тему, отличается научной новизной, обладает теоретической и практической значимостью, имеет завершенный характер.

Диссертация на тему: «Метод и алгоритмы выявления утомления специалистов авиационного персонала для повышения надежности их деятельности» соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Булатова А.Е., заслуживает присуждения

ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.6
«Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

Заместитель директора по управлению
безопасностью полетов,
ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр»,
доктор технических наук, профессор

Гузий А.Г.
10 ноября 2024 г.

Контактные данные:

E-mail: anatoliy.guziy@utair.ru

Подпись официального оппонента д.т.н., профессора Гузия А.Г. заверяю:

Заместитель Генерального директора –
Директор по управлению безопасностью полетов
ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр»

Лосев А.В.
«10» ноября 2024 г.

М.П.