

**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЯКОВЛЕВ»
(ПАО «ЯКОВЛЕВ»)**

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Булатовой Анастасии Евгеньевны на тему «Метод и алгоритмы выявления утомления специалистов авиационного персонала для повышения надежности их деятельности », представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

Актуальность темы. Диссертационная работа Булатовой Анастасии Евгеньевны посвящена актуальной теме обеспечения безопасности полетов (БП) и необходимости действий, направленных на совершенствование процессов по обеспечению БП.

В связи с тем, что среди группы опасных факторов, влияющих на БП, особое место занимает человеческий фактор, который включает в себя нарушения, ошибочные действия или бездействия лиц, связанных с организацией, подготовкой, выполнением и обеспечением полетов, и оказывает большое влияние на возможность совершения ошибок специалистами авиационного персонала в связи с их состоянием ввиду утомления, теме контроля утомления авиационного персонала уделяется все больше внимания, в том числе и на законодательном уровне.

С 1 сентября 2022 года на территории России вступил в силу приказ № 10 Министерства транспорта «Об утверждении ФАП «Требования к юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям, осуществляющим коммерческие воздушные перевозки», где в пункте 7 отмечено, что эксплуатанты должны разработать и внедрить систему управления безопасности полетов (СУБП), включающую СУРУ – систему управления рисками, связанными с утомлением.

Вопросам контроля утомления, в том числе и с учетом оптимизации режимов труда и отдыха специалистов авиационного персонала, с целью повышения БП в гражданской авиации посвящены работы многих ученых.

Разработкой и обучением искусственных нейронных сетей для контроля утомления, в том числе и авиационного персонала, занимались представители из разных стран. Вопросы контроля утомления специалистов авиационного персонала с учетом режимов труда и отдыха и их нормирование на законодательном уровне в Российской Федерации закреплены и изложены в отечественной документации.

Тем не менее, проблема, связанная с организацией непрерывного контроля утомления специалистов авиационного персонала, не имеет законченного решения. Это приводит к необходимости проведения различных теоретических и экспериментальных исследований, а также осуществления разработки методов и практических решений для обнаружения, оценки и прогнозирования утомления специалистов авиационного персонала.

Таким образом, выбор Булатовой А.Е. в качестве объекта разработки метода и алгоритмов выявления утомления специалистов авиационного персонала для повышения

надежности их деятельности **обуславливает актуальность работы** в части рассмотрения утомления специалистов авиационного персонала в качестве фактора опасности и изучения его влияния на БП с практической точки зрения.

Объектом исследования являются опасные факторы, влияющие на надежность деятельности специалистов авиационного персонала, **предметом исследования** – методы и средства, позволяющие выявить утомление специалистов авиационного персонала, а **целью исследования** – разработка нового научно-обоснованного метода и алгоритмов выявления утомления специалистов авиационного персонала для повышения надежности их деятельности.

Для достижения поставленной цели Булатовой А.Е. были определены следующие задачи исследования:

- обзор научной литературы и статистических данных для выделения основных опасных факторов, оказывающих влияние на надежность деятельности авиационного персонала;
- обзор научной отечественной и зарубежной литературы для определения существующих методов и средств выявления утомления специалистов авиационного персонала с их преимуществами и недостатками;
- сравнительный анализ подходов контроля утомления специалистов авиационного персонала;
- формирование теоретической основы, позволяющей оценить работоспособность специалистов авиационного персонала;
- разработка нейронной сети с последующим ее обучением для выявления утомления специалистов авиационного персонала;
- проведение серии экспериментов с использованием метода многоканальной электроэнцефалографии для проверки эффективности созданной нейросетевой модели выявления утомления специалистов авиационного персонала;
- оценка надежности деятельности специалистов авиационного персонала при развитии утомления до и после интеграции нейросетевой модели в структуру управления БП.

Научная новизна диссертационной работы Булатовой А.Е. заключается в разработке нового научно-обоснованного метода и алгоритмов выявления утомления специалистов авиационного персонала для повышения надежности их деятельности.

В работе проведены исследования по выявлению основных факторов опасности (системные (технические, человеческие и организационные) и внесистемные), влияющие на деятельность специалистов авиационного персонала. Была выполнена оценка деятельности специалистов авиационного персонала при развитии утомления.

С учетом взаимосвязи между работоспособностью и утомлением был предложен и апробирован метод выявления утомления специалистов авиационного персонала, позволяющий обнаружить снижение работоспособности в результате прохождения тестирования с учетом базового набора симптоматических атрибутов (внимание, волевые процессы, восприятие, моторика, мышление, память).

Был разработан и реализован алгоритм ступенчатой предобработки данных, позволивший сформировать итоговый набор данных для обучения модели нейронной сети.

Была спроектирована нейросетевая модель с оптимальной архитектурой, обеспечивающая точность выявления утомления специалистов авиационного персонала,

равную 70 %, эффективность которой была подтверждена в ходе электроэнцефалографических исследований испытуемых.

Выданы рекомендации по сокращению рисков, связанных с утомлением:

- перераспределение рабочих мест;
- изменение порядка заступления на дежурство диспетчерами;
- предоставление дополнительного отдыха в комнате психологической разгрузки на предприятии.

Результаты показали, что среднее количество ошибок на одного диспетчера до интеграции нейросетевой модели составил 5,2. После ее интеграции показатель был равен 4,8. Надежность деятельности специалистов авиационного персонала повысилась на 7,7 %.

Проведенные исследования позволили выделить следующие научные результаты:

1. Метод выявления утомления специалистов авиационного персонала, основанный на оценке их работоспособности по результатам прохождения тестирования.
2. Совокупность алгоритмов выявления утомления специалистов авиационного персонала с учетом прохождения тестирования и оценки результатов в модели нейронной сети, обученной на наборе данных после их предварительной обработки.
3. Схема интеграции нейросетевой модели выявления утомления в структуру управления БП в качестве средства упреждения для повышения надежности деятельности специалистов авиационного персонала.

Теоретическая значимость диссертации состоит в том, что в ней были получены новые данные для выявления утомления среди специалистов авиационного персонала. Был сформирован набор данных, который может быть использован в других работах. Разработан метод выявления утомления специалистов авиационного персонала. Предложена схема интеграции спроектированной нейросетевой модели в структуру управления БП.

Практическим результатом проведенной исследовательской работы является программная реализация метода выявления утомления специалистов авиационного персонала и алгоритмов выявления утомления на основе прохождения тестирования и оценки результатов в обученной модели нейронной сети после ступенчатой предобработки данных. Разработанный программный продукт может быть удобным инструментом, с точки зрения затрат времени и ресурсов.

Разработанный в рамках диссертационной работы метод позволяет выявлять утомление специалистов авиационного персонала и принимать соответствующие меры для повышения надежности их деятельности.

В качестве небольшого комментария хотелось бы отметить следующее:

Деятельность авиационного персонала достаточно специфична и, кроме хороших знаний и навыков в использовании сложных технических средств, требует гибкого мышления, способности быстрого анализа и принятия правильного решения в условиях быстро меняющейся и сложной воздушной обстановки в контролируемом районе воздушного пространства. Ответственность, обусловленная ролью авиационного персонала в обеспечении БП, определяет уровень требований к личностным и деловым качествам работника. Одним из таких факторов является уровень профессиональной подготовки, в связи с этим рекомендуется рассмотреть возможность применения данного метода для исследования качества деятельности специалистов авиационного персонала на макетах и лабораторно-моделирующих стендах, для определения факторов влияющих на утомляемость и для разработки рекомендаций направленных на снижение утомляемости и повышении БП.

Указанные комментарии не снижают общей научной ценности диссертации и их следует рассматривать как рекомендации по дальнейшей научной работе автора, замечания могут быть учтены автором при подготовке доклада по предъявляемой к защите диссертации.

Заключение. В целом, судя по автореферату, диссертация «Метод и алгоритмы выявления утомления специалистов авиационного персонала для повышения надежности их деятельности» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует требованиям и критериям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Булатова Анастасия Евгеньевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

Заместитель главного конструктора
по перспективным проектам,
Начальник отделения Общих видов
КБ ИЦ

 Нестеров Павел Валерьевич

Начальник отдела
эскизного проектирования
Отделения общих видов КБ ИЦ, к.т.н.

 Шапиро Никита Сергеевич

Начальник отдела эргономики
Отделения общих видов КБ ИЦ

 Аксенова Вера Станиславовна

И. о. директора Инженерного центра

Начальник Конструкторского бюро

Андрей Юрьевич Барбин

 Подпись заверяю

 2024 г.

Данные об организации ПАО «Яковлев»:

Адрес: 125315, г. Москва, Ленинградский проспект, дом 68

Тел.: +7 (495) 777-21-01 Email: office@yakovlev.ru