

## **Методы повышения устойчивости функционирования автоматизированной системы оценки знаний при подготовке авиационного персонала**

Актуальность проблемы подбора кадров летного персонала в гражданской авиации обусловлена тем, что значительное число авиационных происшествий происходило из-за ошибок летного состава. Человеческий фактор является причиной практически всех последних крупных авиакатастроф. Анализ отчетов ИКАО за 2023-2024 гг. показывает, что человеческий фактор является основной причиной большинства авиационных происшествий и катастроф. Особенно это касается событий, связанных со столкновением с земной или водной поверхностью и потерей управления, которые составляют более половины всех катастроф [92,93].

Согласно Письму Росавиации от 20.декабря 2024 «Информация по безопасности полетов № 11» в 2024 году, по сравнению с 2023 годом, с воздушными судами гражданской авиации произошло увеличение числа авиационных происшествий, количества катастроф и числа погибших в катастрофах людей. Таким образом, в 2024 году, по сравнению с пятилетним периодом 2018 – 2022 годов, были превышены средние значения по числу авиации.

Объект исследования: подбор кадров летного персонала гражданской авиации.

Предмет исследования—система методов повышения устойчивости функционирования автоматизированной системы оценки знаний при подготовке авиационного персонала, которые будут учитывать специфические требования и условия, связанные с подбором кадров летного персонала гражданской авиации.

Целью исследования разработка и обоснование методов повышения устойчивости функционирования автоматизированной системы оценки знаний при подготовке авиационного персонала, которые будут учитывать специфические требования и условия, связанные с подбором кадров летного персонала гражданской авиации.

Задачи исследования были сформулированы согласно цели.

Научная новизна результатов научно-квалификационной работы:

1. Представлен авторский подход к оценке знаний при подготовке авиационного персонала, основанный на применении методов статистического анализа. Тем самым обеспечивается теоретическая состоятельность разработанной системы методов повышения устойчивости функционирования автоматизированной системы оценки знаний при подготовке авиационного персонала, которые будут учитывать специфические требования и условия, связанные с подбором кадров летного персонала гражданской авиации.

2. Разработан алгоритм функционирования нейросети для повышения устойчивости функционирования автоматизированной системы оценки знаний при подготовке авиационного персонала с учетом специфических требований и условий, связанных с подбором кадров летного персонала гражданской авиации.

На защиту выносятся следующие теоретические положения:

1. Общий вывод на основе анализа деятельности авиационного персонала гражданской авиации и специфики его профессиональной деятельности.

На потребность поиска средств, которые обеспечивают наиболее эффективную профессиональную и психологическую подготовку сотрудников гражданской авиации, указывает многообразие факторов, рассмотренных в работе.

Во-первых, особенность работы авиационных кадров определяет требования к состоянию здоровья, физическому воспитанию, эмоциональной устойчивости, умению работать в необходимом темпе.

Во-вторых, человек должен владеть высоким уровнем развития требуемых знаний, профессиональных умений и навыков, прекрасно усваивать новую информацию.

В-третьих, в условиях, связанных с увеличенной психофизиологической нагрузкой, кадры склонны к стрессу. Для стрессоустойчивости необходимо знать, какими средствами и способами обретается оптимальное психофизиологическое состояние, иметь опыт саморегуляции в чрезвычайных ситуациях

2. Вывод о психотипах кандидатов в летный персонал в отрасли гражданской авиации и влияние стереотипного мышления.

Установлено, что в процессе подбора на этапе собеседования с персоналом летного состава важно правильно оценить доминирующие черты характера, присущие кандидату, чтобы понять, насколько он соответствует требованиям открытой вакансии.

Выделены ключевые аспекты характерологического психотипа пилота, которые определяют его личностные качества, эмоциональную и интеллектуальную сферу, а также особенности поведения и адаптации в условиях сложной и ответственной работы, которые включают ответственность и надежность, стрессоустойчивость, командный дух и сотрудничество, аналитические способности и внимание к деталям, гибкость и адаптивность, высокий уровень обучения и умение работать с информацией, эмоциональную устойчивость и самоконтроль, клиентоориентированность.

Эти характеристики создают образ пилота как профессионала, способного эффективно работать в сложной и требовательной среде, где высокие ставки и ответственность требуют не только технических навыков, но и устойчивого и уверенного личностного подхода.

3. Подбор персонала в авиакомпаниях является сложным и многогранным процессом, требующим тщательного подхода и применения современных методов управления.

Компании должны учитывать специфические требования к авиационному персоналу и учитывать уникальные характеристики, такие как образование, навыки работы в команде и психологические качества при найме сотрудников. В условиях растущей конкуренции и необходимости обеспечения безопасности, кадровая политика становится важным инструментом для достижения стратегических целей организации.

Сделан вывод, что ключевыми аспектами процесса подбора являются создание четкого профиля должности, эффективное предварительное планирование кандидатов и проведение обширного собеседования для оценки их личных и профессиональных качеств. Безопасность и устойчивость работы авиакомпании напрямую зависят от квалификации и готовности персонала к адаптации в условиях изменяющейся среды. Таким образом, эффективный подход к подбору и расстановке кадров, а также внимание к особенностям поведения и мотивации работников, играют критическую роль в успешной деятельности авиакомпаний.

4. Решение проблемы поиска оптимального кандидата в летный персонал связано в настоящее время с применением автоматизации процесса подбора, которая включает в себя создание электронных баз данных кандидатов, автоматизированные системы отслеживания заявок и программное обеспечение для упрощения административных задач. Автоматизация позволяет сэкономить время кадровых специалистов, а главное снизить вероятность ошибок при выборе необходимого кандидата.

Преимущества применения автоматизированной системы подбора на основе машинного обучения с использованием нейросети включают автоматизацию процесса подбора персонала и возможность точного анализа по сравнению с традиционными методами. Сравнение результатов нейросетевого анализа с традиционными подходами демонстрирует его высокую эффективность.

5. Обоснован перечень элементов входных данных для нейросети по оценке знаний летного персонала. Составлена модель требований к кандидату.

Для удобства работы с данными в математике, особенно при анализе данных, эти элементы условно обозначают как переменные, используемые в математических операциях, что подчеркивает важность элементов данных как базовых единиц информации, необходимых для анализа процессов.

После формирования критериев и показателей общая численность их составила 58 показателей, куда вошли показатели, связанные с профессиональными знаниями, профессионально-важные качества, личностные качества кандидатов в пилоты.

6. Обоснован выбор алгоритма функционирования нейросети, разработан алгоритм функционирования нейросети как метод повышения устойчивости функционирования автоматизированной системы оценки знаний с использованием нейросети.

Для обоснования исследованы общие принципы работы нейросетей, классификация нейросетей, ключевые аспекты функционирования нейросетей разных видов, такие как архитектура нейросети, методы обучения и оптимизации, функции активации, обработка данных, проблема переобучения, скорость и эффективность работы, а также области применения.

Установлено, что базовой задачей, для решения которой будет использоваться нейронная сеть в нашем исследовании является кластеризация.

Выполненный анализ существующих архитектур нейросетей позволил выявить, что для оценки знаний кандидатов в летный персонал наиболее подходят многослойные перцептроны (ИНС). При подборе персонала, который характеризуется наличием весьма специфичных критериев и метрик, решение о выборе многослойного перцептрона оправдано, так как данная модель позволяет эффективно обрабатывать и классифицировать данные кандидатов, не требуя сложных временных аспектов, присущих динамическим процессам изменений во времени.

7. Осуществлена настройка нейросети. Обоснован выбор алгоритма обучения нейросети без учителя. Решен вопрос о числе слоев и нейронов в каждом слое, а также определены необходимые связи между слоями.

Для первоначальной настройки сети рассмотрены функции активации, выбран оптимизатор «Adam», который зарекомендовал себя как универсальный вариант.

В результате представлены основные параметры и структура исходной двухслойной полносвязной искусственной нейронной сети (ИНС).

Количество входов сети, из числа элементов входных данных 58, количество нейронов в первом слое 58. Для оптимизации параметров нейронной сети использована библиотека Keras-Tuner, которая позволяет выбирать правильный набор параметров, включая количество слоёв и нейронов в слое, для конкретной задачи-подбор кандидата. В результате проведенных экспериментальных вычислений было установлено, что оптимальное количество нейронов в первом слое нейронной сети составляет 97, что обеспечивает максимальную точность работы сети. Увеличение количества нейронов выше этого значения не привело к улучшению результатов, а даже вызвало нестабильность точности. Аналогичные эксперименты для второго слоя показали, что оптимальное количество нейронов в нем составляет 52. В целом, дальнейшее добавление слоев и нейронов не способствовало повышению точности работы сети и даже оказывало негативное влияние.

С использованием алгоритма ранней остановки обучения, реализованного в библиотеке Keras-Tuner, было установлено, что оптимальное количество эпох для обучения сети составляет 50. В результате экспериментов наилучшие результаты были достигнуты при следующих гиперпараметрах: 97 нейронов в первом слое и 52 нейрона во втором слое.

8. Оценка качества работы разработанной сети осуществлялась методом кросс-валидации по К-блокам.

В результате проведенной кросс-валидации по К-блокам, где набор данных делился на 166 мини-блоков, была получена возможность тщательной оценки качества работы нейронной сети. Обучение проводилось на 165 блоках, а один блок использовался для проверки, что позволяло выявить ошибки модели с высокой точностью. Процедура повторялась 166 раз, что дало возможность сформировать 166 различных моделей и оценить их качество. Метод кросс-валидации по К-блокам продемонстрировал свои преимущества в нахождении

оптимальных значений гиперпараметров, что способствовало улучшению обобщающей способности модели. После определения удовлетворительных гиперпараметров модель была обучена на полном наборе данных, что позволило получить окончательную оценку качества на независимом тестовом наборе.

Ключевое преимущество данного подхода заключается в том, что каждая точка данных использовалась только один раз в обучающем и проверочном наборах, что обеспечивало более стабильные и надежные оценки качества модели с низкой дисперсией. Это подтверждает эффективность метода кросс-валидации для повышения точности и надежности предсказаний нейронной сети.

В ходе проведенных экспериментальных вычислений было установлено, что оптимизатор Adam в сочетании с функциями активации «Sigmoid» для второго слоя и «Softmax» для выходного слоя обеспечивает наилучшие результаты, достигая максимальной точности работы сети на уровне 0,935.

Таким образом, из проведенных экспериментальных вычислений следует, что максимальная точность работы сети составляет 0,935 и достигается при использовании оптимизатора Adam в сочетании с функцией активации «Sigmoid» для второго слоя и «Softmax» для выходного слоя. Таким образом, оптимизатор Adam и комбинация функций активации «Sigmoid-Softmax» являются наилучшими для решаемой задачи.

Практическая значимость работы связана с возможностью применения результатов исследования при подборе кадров авиационного персонала. Результаты исследования могут быть непосредственно применены при подборе и оценке кадров авиационного персонала. В условиях быстро меняющихся технологий и требований к квалификации специалистов в области авиации, наличие эффективных методов оценки знаний становится важным для обеспечения качественного подбора авиационного персонала, в частности летного состава. Методы повышения устойчивости функционирования систем оценки знаний летного персонала, исследованные в данной работе, могут быть внедрены в практику подбора кадров, что позволит минимизировать возможные ошибки в оценке и повысить надежность результатов и поможет авиационным компаниям

более эффективно подбирать специалистов, способных работать в условиях высокой ответственности и сложной оперативной обстановки.

**Уважаемый Председатель, уважаемые члены комиссии!**  
**Доклад закончен.**