

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОБЛЕМ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА

FUNDAMENTALS OF RELIABILITY AND QUALITY ISSUES

УДК 007.51: 658.52.011.56
doi:10.21685/2307-4205-2022-1-1

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Е. В. Мамонтов

НПО «Прибор», Санкт-Петербург, Россия
E.Mamontov@npo-pribor.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Основными задачами, решаемыми службой управления воздушным движением, являются: обеспечение вылета и приема воздушных судов (ВС) согласно суточному плану; выдача диспетчерских разрешений; своевременное установление ограничений о приеме и выпуске ВС по состоянию аэродромов, наземного оборудования, метеоусловиям; обеспечение вывода ВС на посадку с помощью посадочного радиолокатора; предотвращение посадки на неподготовленные взлетно-посадочной полосы; постоянный контроль за движением ВС с использованием наземных радиотехнических средств; обеспечение экипажей ВС оперативной информацией о воздушной обстановке; предотвращение отклонений ВС от установленных трасс, маршрутов, схем снижения и захода на посадку, коридоров входа и выхода из района аэродрома; обеспечение установления тонких интервалов эшелонирования между ВС; информация экипажей о местонахождении ВС и метеорологической обстановке; сообщение экипажем сведений о наличии и характере опасных метеоявлений в районе полетов и выдача рекомендаций по их обходу; постоянное взаимодействие с диспетчерскими пунктами гражданской авиации и других ведомств для согласования условий полетов и обеспечения их безопасности и регулярности; непрерывное прослушивание радиостанций ВС и ведение радиообмена по установленным правилам и фразеологии. В некоторых аэропортах доставка на посадку также предусматривает запуск самолетов и запуск двигателей. *Материалы и методы.* Эта позиция особенно важна в сильно перегруженных аэропортах, чтобы повысить безопасность. Показано, что система обработки полетных данных управляет всеми данными, относящимися к полетному плану, включая – в низкой или высокой степени – информацию о дорожке после установления корреляции между ними (план полета и трек). *Результаты и выводы.* Вся эта информация распространяется на современные операционные системы отображения, что делает ее доступной для контроллеров.

Ключевые слова: воздушное движение, безопасность, управление, надежность, человеческий фактор

Для цитирования: Мамонтов Е. В. Некоторые проблемы повышения эффективности систем управления воздушным движением // Надежность и качество сложных систем. 2022. № 1. С. 5–8. doi:10.21685/2307-4205-2022-1-1

SOME PROBLEMS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF AIR TRAFFIC CONTROL SYSTEMS

E.V. Mamontov

NPO Pribor, Saint Petersburg, Russia
E.Mamontov@npo-pribor.ru

Abstract. Background. The main tasks solved by the air traffic control service (ATC) are: ensuring the departure and reception of aircraft (AC) according to the daily plan; issuance of dispatching permits; timely establishment of restrictions on the acceptance and release of aircraft according to the state of airfields, ground equipment, weather conditions; ensuring the withdrawal of the aircraft for landing with the help of a landing radar; prevention of flights on unprepared runways (runways); constant control over the movement of the aircraft using ground-based radio equipment; providing aircraft crews with operational information on the air situation; prevention of aircraft deviations from the established routes, routes, descent and approach patterns, entry and exit corridors from the aerodrome area; provision of established separation intervals between aircraft; crew information about the location of the aircraft and the meteorological situation; reporting by the crew of information about the presence and nature of dangerous weather events in the flight area and issuing recommendations for avoiding them; constant interaction with civil aviation control centers (CA) and other departments to agree on the conditions of flights and ensure their safety and regularity; continuous listening to the radio stations of the Armed Forces and conducting radio exchange according to the established rules and phraseology. At some airports, landing delivery also includes starting aircraft and starting engines. *Materials and methods.* This position is especially important at heavily congested airports to improve safety. The flight data processing system is shown to manage all data related to the flight plan, including – to a low or high degree – track information after correlation between them (flight plan and track). *Results and conclusions.* All of this information is extended to modern display operating systems, making it available to controllers.

Keywords: air traffic, safety, management, reliability, human factor

For citation: Mamontov E.V. Some problems of improving the efficiency of air traffic control systems. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem = Reliability and quality of complex systems.* 2022;(1):5–8. (In Russ.). doi:10.21685/2307-4205-2022-1-1

Имеющийся опыт разработки автоматизированных систем управления воздушным движением показывает, что для решения задачи согласования внешних и внутренних средств системы необходимо исследовать внутренние средства деятельности человека, т.е. концептуальную модель оператора системы.

Концептуальная модель – это система навыков и представлений («образов») оператора о реальной и прогнозируемой обстановке, в которой осуществляется воздушное движение. Содержание этих психологических «образов» позволяет мысленно представить картину нормального протекания процесса и предполагаемых отклонений от него, возможных путей и способов воздействия на движение воздушных объектов в зоне своей ответственности.

Чем сложнее протекающие в объекте процессы, чем больше контролируемых параметров и точек приложения управляющих воздействий, тем более сложная система взаимосвязей между ними, тем шире и разнообразнее должна быть концептуальная модель оператора [1]. Здесь управление воздушным движением приобретает особое положение, обоснованное невозможностью остановить процесс воздушного движения и непредсказуемостью последствий полной выработки топлива на воздушном судне без обеспечения благополучного исхода полета [1].

Исследования показали, что в концептуальную модель входят не только образы и представления, играющие роль обобщенных схем поведения, но и такие субъективные элементы, как побуждающие мотивы деятельности, субъективная значимость, предвидение последствий развития ситуации и реализации управляющих воздействий, знание вероятностей структуры событий и т.п. Следует также отметить, что при управлении воздушным движением предвидение последствий развития ситуаций должно быть соизмеримо со скоростью принимаемых мер по недопущению нанесения ущерба и гибели людей.

На основании получаемой информации и сопоставления ее с психическим образом оператор системы управления воздушным движением (УВД) должен по возможности быстро и точно определить место и характер реального или прогнозируемого нарушения, определить наиболее правильный в сложившейся ситуации способ устранения нарушения, должен оценить опасность и время, которым он вправе располагать для решения текущей задачи [2].

Проведенные эксперименты позволяют сделать выводы о том, что концептуальная модель должна включать несколько уровней, позволяющих работать оператору более быстро или более медленно, более точно или приближенно [2].

К настоящему времени предложено достаточно большое число качественных и количественных моделей разных видов операторской деятельности, которые широко освещены в отечественной и зарубежной литературе. Сделаны попытки классификации этих моделей по разным признакам: используемого математического аппарата, назначения моделей, вида операторской деятельности [3].

Проведенные исследования показали, что методы математического моделирования позволяют решать задачи проектирования деятельности оператора системы УВД наиболее полно, поскольку они отвечают следующим требованиям [3, 4]:

- возможность получения количественных результатов;
- возможность на одном языке описывать и оценивать деятельность человека, работу технической части и функционирование всей АС УВД;
- отсутствие необходимости в непосредственных экспериментальных исследованиях при решении ряда задач инженерно-психологического проектирования;
- возможность перебора и сравнения большого числа альтернативных вариантов решения отдельных задач.

Однако опыт разработки математических моделей демонстрирует, что математические модели являются часто упрощенными, не имеющими достаточной практической ценности, дающими низкую достоверность получаемых результатов. Исследования показали, что основной причиной этого является то, что они построены, как правило, без учета психических процессов деятельности человека на уровне, который соответствует языку и способу описания.

Методы математического описания требуют знания алгоритма решения задач контроля и управления воздушным движением. Проведенный анализ позволяет сделать выводы о том, что в настоящее время алгоритмизация подвергается лишь часть задач контроля и управления из-за сложности анализа протекающих процессов воздушного движения. Экспериментальные исследования показали, что лица группы руководства полетами (ГРП) пользуются не отдельными алгоритмами, а целостной алгоритмической структурой. Поэтому описание с помощью таких моделей процесса решения отдельных задач, без учета выработанной полной структуры процесса контроля и управления, может приводить к существенным ошибкам [5].

Следует отметить, что составленный проектировщиком алгоритм решения задачи и сам реальный процесс проектирования почти никогда не совпадают по числу, номенклатуре и последовательности операций деятельности [6].

В данной статье сделана попытка проанализировать результаты исследования структуры психической деятельности авиационных диспетчеров и лиц ГРП, решающих задачи контроля и управления воздушным движением. На основании полученных экспериментальных данных строения и содержания психической деятельности, выявленных механизмов организации сложных сенсорных, мыслительных и моторных компонентов деятельности в различных конкретных условиях предлагается построить теоретические положения о реальной структуре психической деятельности и о возможности теоретического построения адекватных моделей деятельности, предназначенных для решения задач инженерно-психологического проектирования при модернизации и создании перспективных автоматизированных систем управления воздушным движением (АС УВД) [7, 8].

Следует указать, что в рамках проведенных исследований был выбран подход, предполагающий, что для целей проектирования АС УВД и количественной оценки деятельности лиц ГРП разрабатываются свои модели, а также, что построение моделей, формализация фактически являются приближенными. Они осуществляются с определенной степенью погрешности, а их результаты применимы только в определенном диапазоне условий.

Необходимо учитывать, что формализованная модель строится для описания далеко не всех связей и закономерностей процесса управления воздушным движением. Однако, как правило, она охватывает наиболее существенный круг связей, которыми можно охарактеризовать изучаемые с ее помощью свойства процесса УВД. Поэтому в ряде случаев, особенно при изучении деятельности ГРП, модель может выступать как база, на основе которой анализируется система УВД как сложная система. При этом для других подобных задач требуется изменить модель.

Это привело к необходимости в качестве одной из первых задач при разработке моделей деятельности ГРП решить задачу обоснования требуемого уровня исследования и описания структуры психической деятельности должностных лиц ГРП в соответствии с целевым назначением разрабатываемой модели. Успешное решение этой задачи позволит выявить наиболее существенные связи и взаимозависимости функциональных возможностей технических средств и психофизиологических свойств операторов систем управления воздушным движением, учесть данные факторы при проектировании автоматизированных систем управления воздушным движением и повысить их эффективность.

Список литературы

1. Андрианова В. Е. Деятельность человека в системах управления (Очерк работы авиадиспетчера). Л. : ЛГУ, 1974.
2. Котик М. А. Саморегуляция и надежность человека-оператора. Таллин : Валгус, 1974.
3. Ахутин В. М., Нафтуньев А. И. Математическое моделирование деятельности человека-оператора при разработке эргатических систем. Л. : ЛГУ, 1972.
4. Сулаев С. А. Роль человеческого фактора в деятельности единой системы организации воздушного движения : учеб. пособие. М. : ИД Академии Жуковского, 2018. 76 с.
5. Козлов В. В. Человеческий фактор: история, теория и практика в авиации. М. : Полиграф, 2002. 280 с.
6. Романов В. В. Юридическая психология : учебник для академического бакалавриата. 6-е изд., перераб. и доп. М. : Юрайт, 2017. 537 с.
7. Артемов А. Д., Лысаков Н. Д., Лысакова Е. Н. Человеческий фактор в эксплуатации авиационной техники : монография. М., 2018. 156 с.

References

1. Andrianova V.E. *Deyatel'nost' cheloveka v sistemakh upravleniya (Ocherk raboty aviadispetchera) = Human activity in control systems (An essay on the work of an air traffic controller)*. Leningrad: LGU, 1974. (In Russ.)
2. Kotik M.A. *Samoregulyatsiya i nadezhnost' cheloveka-operatora = Self-regulation and reliability of a human operator*. Tallin: Valgus, 1974.
3. Akhutin V.M., Naftul'ev A.I. *Matematicheskoe modelirovanie deyatel'nosti cheloveka-operatora pri razrabotke ergaticheskikh system = Mathematical modeling of human operator activity in the development of ergatic systems*. Leningrad: LGU, 1972. (In Russ.)
4. Sulaev S.A. *Rol' chelovecheskogo faktora v deyatel'nosti edinoy sistemy organizatsii vozdušnogo dvizheniya: ucheb. posobie = The role of the human factor in the activities of the unified air traffic management system : textbook*. Moscow: ID Akademii Zhukovskogo, 2018:76. (In Russ.)
5. Kozlov V.V. *Chelovecheskiy faktor: istoriya, teoriya i praktika v aviatsii = The human factor: history, theory and practice in aviation*. Moscow: Poligraf, 2002:280. (In Russ.)
6. Romanov V.V. *Yuridicheskaya psikhologiya: uchebnik dlya akademicheskogo bakalavriata = Legal psychology : textbook for academic bachelor's degree*. 6th ed., rev. and suppl. Moscow: Yurayt, 2017:537. (In Russ.)
7. Artemov A.D., Lysakov N.D., Lysakova E.N. *Chelovecheskiy faktor v ekspluatatsii aviatsionnoy tekhniki: monografiya = The human factor in the operation of aviation equipment: monograph*. Moscow, 2018:156. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Евгений Вячеславович Мамонтов

кандидат технических наук,
заместитель генерального директора по НИОКР,
НПО «Прибор»
(Россия, г. Санкт-Петербург, 17-я линия В.О., 4-6)
E-mail: E.Mamontov@npo-pribor.ru

Evgeniy V. Mamontov

Candidate of technical sciences,
deputy CEO for R&D,
NPO Pribor
(4-6 17th line V.O., Saint Petersburg, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 27.09. 2021

Поступила после рецензирования/Revised 10.10.2021

Принята к публикации/Accepted 10.11.2021