

УДК 658.52.011.56:656.7.022

В.А. ГРИГОРЕЦКИЙ¹, В.В. ПАВЛОВА²

¹*Харьковское региональное структурное подразделение Укрэзроруха, Украина*

²*Государственная летная академия Украины*

КОМПЛЕКСНАЯ ВЗВЕШЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ АВИАДИСПЕТЧЕРА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ДОПУСКЕ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО УПРАВЛЕНИЮ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

В статье рассмотрен комплексный подход к автоматизации допусков авиадиспетчеров к самостоятельной работе по управлению воздушным движением. Предложена комплексная взвешенная оценка элементов теоретической и практической подготовки авиадиспетчеров в учебном заведении и при вводе в строй в службе движения.

управление воздушным движением, авиадиспетчер, автоматизация допусков, профессиональная подготовка, комплексная взвешенная оценка, экспертный опрос

Введение

В настоящее время в системе управления воздушным движением (УВД) идет мощный процесс автоматизации различных функций, выполняемых авиадиспетчерами, процессов УВД, а также процессов, связанных с обучением, подготовкой и переподготовкой авиаспециалистов.

Процесс допуска авиадиспетчеров к самостоятельной работе в настоящий момент является одним из наименее автоматизированных. Стажировка в службе движения, включающая как теоретическую подготовку, так и отработку навыков на тренажерах и конкретных рабочих местах, процесс оценивания стажировочных и непосредственно само принятие решения о допуске не рассматривались до настоящего времени как единый процесс, требующий комплексного учета различных влияющих на него факторов.

Процесс практической подготовки при стажировке автоматизирован только в контексте отработки навыков с помощью тренажеров. Оценка уровня знаний происходит человеком-инструктором, что естественно предусматривает большую долю субъективности, принятие решений о допуске принимается опять-таки субъективно, без учета различного

влияния элементов знаний, навыков и умений (ЗНУ) на профессиональную деятельность.

Поэтому актуальной на данный момент является проблема комплексного подхода к автоматизации процесса допусков авиадиспетчеров к самостоятельной работе при вводе в строй на рабочих местах службы движения [1, 2].

Первоначальная подготовка специалистов по УВД – авиадиспетчеров – осуществляется в авиационных учебных заведениях, центрах переподготовки и повышения квалификации авиационного персонала и других организациях. Выпускники учебных заведений, получившие соответствующий документ об окончании, могут допускаться к стажировке с целью получения квалификационной отметки и допуска к самостоятельной работе.

План стажировки разрабатывается инструктором с учетом первоначальной теоретической и практической подготовки стажера. Стажировка состоит из теоретической и практической подготовки. Теоретическая подготовка заканчивается проверкой инструктором знаний стажера, на основе которой принимается решение о начале практической подготовки.

В целях повышения качества практической подготовки и поддержания уровня подготовки диспет-

черов УВД в соответствующих службах и подразделениях гражданской авиации широко применяются разнообразные технические средства обучения и контроля за обучением – тренажеры [3, 4]. Они способствуют решению следующих учебно-методических задач:

- первоначального обучения авиадиспетчеров в учебных заведениях;
- стажировки выпускников по прибытии в аэропорты;
- контроля и поддержания уровня подготовки авиадиспетчеров;
- тренировки авиадиспетчеров с целью привития навыков решения редко встречающихся задач УВД;
- ввода в строй диспетчерского состава после длительных перерывов в работе;
- переподготовки диспетчерского состава при переходе на новую технику или вводе новых регламентирующих документов.

Оценка готовности специалистов по УВД осуществляется по пятибалльной системе. По такой же системе оценивается выполнение отдельных элементов проверки. Таким образом, очевидно, что одной из наиболее важных задач, которые должны решаться при прохождении стажировки на рабочих местах службы движения, является автоматизированная оценка действий обучаемых, уровня их ЗНУ как теоретических, так и практических, позволяющая комплексно учесть частные оценки различных элементов подготовки. Решению этого вопроса и посвящена настоящая статья.

1. Подходы к оценке подготовки авиадиспетчера при вводе в строй на предприятиях гражданской авиации

Процесс оценки готовности и принятия решения о допуске авиадиспетчера к самостоятельной работе является многокритериальным. К основным критериям, на основании которых принимается решение о допуске авиадиспетчера к самостоятельной работе, относятся:

- наличие у авиадиспетчера соответствующего образования;
- возрастные рамки;
- ограничения по здоровью;
- уровень первоначальной подготовки в учебном заведении;
- уровень готовности авиадиспетчера по результатам стажировки в службе движения.

Наиболее существенную роль при этом играет адекватная оценка уровня подготовки авиадиспетчера. При существующей пятибалльной усредняющей оценке теоретической и практической подготовки невозможно объективно и точно оценить реальное состояние знаний, навыков и умений специалиста. Повышенные требования к безопасности в системе УВД делают такой подход к оцениванию при вводе в строй как минимум непригодным.

Для более эффективного оценивания и комплексного учета различных факторов, влияющих на процессы, происходящие в системе, обычно применяются результирующие показатели, отражающие оценки влияния частных показателей качества на результирующее качество исполнения системой ее функций. [5, 6].

Для оптимального оценивания уровня теоретической и практической подготовки авиадиспетчера при допуске к самостоятельной работе предлагается использовать комплексный аддитивный показатель, учитывающий взвешенные оценки по отдельным дисциплинам и элементам знаний, навыков и умений

$$K_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \omega_i k_i, \quad (1)$$

где k_i – множество оценок по частным показателям; ω_i – веса частных показателей, определенные экспериментальным путем.

Для определения весов частных показателей элементов профессиональной подготовки был выбран статистический метод сбора экспертной информации в виде нестрогого ранжирования [7 – 9]. С этой целью профессиональная подготовка была

разбита на четыре смысловые составляющие:

1) элементы теоретической подготовки в авиационном учебном заведении;

2) общеобразовательные и профессионально-ориентированные элементы подготовки в авиационном учебном заведении;

3) элементы теоретической подготовки в службе движения;

4) знания и практические навыки, необходимые на конкретном рабочем месте в службе движения.

Тогда соответствующие элементы оценивания могут быть представлены следующим образом:

Для первой составляющей:

k_1 – уметь пользоваться стандартами, методическими, нормативными и другими управляющими документами и материалами по обслуживанию воздушного движения;

k_2 – знать фундаментальные и общеинженерные дисциплины в объеме, который обеспечивает владение вопросами организации и технологии обслуживания воздушного движения;

k_3 – уметь оформлять и вести производственную, техническую и отчетную документацию;

k_4 – знать организацию и технологию обслуживания воздушного движения, возможности использования оборудования, технических средств, автоматизированных систем, вычислительной техники в области обслуживания воздушного движения и т.д.

Для второй составляющей:

k_1 – авиационная метеорология;

k_2 – авиационное и пилотажно-навигационное оборудование;

k_3 – аэронавигационное обеспечение полетов;

k_4 – воздушная навигация и т.д.

Для третьей составляющей:

k_1 – правила и положения воздушного права в отношении деятельности диспетчера службы движения;

k_2 – принципы действия, возможности и ограничения оборудования и технических средств, используемых для УВД;

k_3 – общие знания принципов полета, эксплуатации и функционирования ВС, силовых установок и систем, характеристики ВС, имеющие отношение к процессу УВД;

k_4 – понимание и применение метеорологической документации и информации, понимание причин возникновения и характеристики особых явлений погоды, влияющие на выполнение полетов и их безопасность и т.д.

Для четвертой составляющей:

k_1 – генеральный план аэродрома, физические характеристики и визуальные средства;

k_2 – структура воздушного пространства;

k_3 – правила, процедуры и источники используемой информации;

k_4 – характеристики воздушного движения и потоков воздушного движения и т.д.

Элементы теоретической и практической подготовки, которые необходимо оценить, были разработаны на основе квалификационной характеристики специалиста по управлению воздушным движением, плана учебного процесса на факультете обслуживания воздушного движения Государственной летной академии Украины, должностных инструкций диспетчерских пунктов службы движения, а также дневника стажировки и допуска к работе диспетчера службы движения.

По каждой из составляющих теперь необходимо получить комплексную взвешенную оценку.

2. Результаты экспертного опроса по определению весовых коэффициентов значимости элементов подготовки

Для проведения эксперимента была разработана анкета, состоящая из четырех таблиц, соответствующих четырем составляющим профессиональной подготовки. Каждая таблица состояла из двух колонок: перечень элементов подготовки и соответствующие им ранги. Были разработаны правила ранжирования элементов.

Необходимо ознакомиться со всеми элементами, имеющимися в списке, и проранжировать их в порядке уменьшения значимости этих элементов. Вначале необходимо определить самый важный элемент в списке и в соответствующей ему колонке «Ранг элемента» поставить цифру «1». При этом некоторые элементы могут быть равноценными. Им приписываются равные ранги. После этого необходимо просмотреть список оставшихся элементов и поставить им в соответствие оставшиеся ранги.

Эксперимент был проведен на базе Харьковского регионального структурного подразделения Укр-аэроруха. В качестве экспертов выступили диспетчеры по непосредственному управлению воздушным движением 1 – 3 класса со стажем работы не менее 5 лет. Всего было опрошено 50 респондентов ($N = 50$). В результате обработки анкет была сформирована общая для всех экспертов матрица групповых предпочтений и была произведена следующая обработка результатов эксперимента.

Были рассчитаны:

– дисперсия

$$D_1 = \sum_{l=1}^m (R_{zp} - R_l) / (N - 1); \quad (2)$$

– среднеквадратическое отклонение

$$\sigma_1 = \sqrt{D_1}; \quad (3)$$

– коэффициент вариации

$$v_1 = \frac{\sigma_1}{R_{zp1}} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Для проверки согласованности мнений по всей совокупности элементов использовался коэффициент конкордации Кендалла для нестроого ранжирования

$$W = 12 \cdot S / \left(N^2(n^3 - n) - N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k_i} (R_{ij}^3 - R_{ij}) \right), \quad (5)$$

где $S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^N R_j - \bar{R} \right)^2$; $\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$; k_i – число групп равных рангов, введенных i -м экспертом; R_{ij} – количество равных рангов в j -й группе, введенной i -м экспертом.

Для проверки значимости ранжировки была определена статистическая достоверность коэффициента конкордации. Для этого была взята вероятность ошибки $P_{ош} = 1\%$. Предполагая, что выражение (6) имеет χ^2 -распределение с $(n - 1)$ степенью свободы, были найдены фактическое и табличное значение χ^2 [7, 9, 10] (во всех случаях $\chi_{ф}^2 \gg \chi^2$):

$$\chi_{ф}^2 = S / \left(0,5N(n+1) - \frac{1}{12(n-1)} \sum_{j=1}^N R_j \right). \quad (6)$$

Коэффициенты вариации и конкордации показали устойчивую согласованность мнений относительно элементов теоретической и практической подготовки в учебном заведении. Мнения по поводу значимости элементов подготовки в службе движения разошлись. Эксперимент показал, что практически все предлагаемые элементы подготовки в службе движения одинаково важны. Поэтому для получения однозначности ранжирования было принято решение об укрупнении отдельных элементов и сведении их до 3 – 4 рангов.

Чтобы определить весовые коэффициенты значимости элементов теоретической и практической подготовки, от рангов R_i к весовым коэффициентам ω_i переходим с помощью метода ранжировок. Метод основан на предположении о линейной зависимости между рангом и относительной ценностью показателя эффективности. Весовой коэффициент определялся по формуле

$$\omega_1 = C_1 / \sum_{i=1}^n C_i, \quad (7)$$

где $C_1 = 1 - \frac{R_{1j} - 1}{n}$ – промежуточная оценка; R_{ij} – ранг i -го элемента для j -го эксперта (R_{izp} – ранги группы); n – число элементов подготовки.

С учетом рассчитанных весов комплексная оценка элементов профессиональной подготовки авиадиспетчеров будет иметь вид:

– для элементов теоретической подготовки в авиационном учебном заведении:

$$K_{\Sigma}^{IV} = 0,1200 \cdot k_1 + 0,0933 \cdot k_2 + 0,0800 \cdot k_3 + 0,1333 \times \\ \times k_4 + 0,0933 \cdot k_5 + 0,01467 \cdot k_6 + 0,0400 \cdot k_7 + \\ + 0,0400 \cdot k_8 + 0,1067 \cdot k_9 + 0,0933 \cdot k_{10} + \\ + 0,0533 \cdot k_{11}; \quad (8)$$

– для общеобразовательных и профессионально-ориентированных элементов подготовки в авиационном учебном заведении:

$$K_{\Sigma}^{IV} = 0,0592 \cdot k_1 + 0,0453 \cdot k_2 + 0,0488 \cdot k_3 + 0,0523 \cdot k_4 + \\ + 0,0558 \cdot k_5 + 0,0383 \cdot k_6 + 0,0488 \cdot k_7 + 0,0244 \times \\ \times k_8 + 0,0418 \cdot k_9 + 0,0383 \cdot k_{10} + 0,0244 \cdot k_{11} + \\ + 0,0314 \cdot k_{12} + 0,0279 \cdot k_{13} + 0,0732 \cdot k_{14} + 0,0767 \times \\ \times k_{15} + 0,0627 \cdot k_{16} + 0,0732 \cdot k_{17} + 0,0767 \cdot k_{18} + \\ + 0,0174 \cdot k_{19} + 0,0209 \cdot k_{20} + 0,0348 \cdot k_{21} + \\ + 0,0348 \cdot k_{22}; \quad (9)$$

– для элементов теоретической подготовки в службе движения:

$$K_{\Sigma}^{TC} = 0,5000 \cdot k_1 + 0,3333 \cdot k_2 + 0,1667 \cdot k_3; \quad (10)$$

– для элементов знаний и практических навыков, необходимых на конкретном рабочем месте в службе движения:

$$K_{\Sigma}^{PC} = 0,4 \cdot k_1 + 0,3 \cdot k_2 + 0,2 \cdot k_3 + 0,1 \cdot k_4. \quad (11)$$

Заключение

Применение комплексных взвешенных показателей позволяет решать проблему адекватной оценки уровня знаний, навыков и умений авиадиспетчеров, учитывая степень значимости для допуска к самостоятельной работе каждого элемента профессиональной подготовки.

Возможно использование этих оценок для автоматического расчета общего уровня подготовки авиадиспетчера, а также применения их в комплексе с другими показателями для автоматизированного процесса принятия решений о допуске авиадиспетчеров к самостоятельной работе по управлению воздушным движением.

Дальнейшая работа предполагает создание баз данных для хранения информации, связанной с прохождением стажировки каждого диспетчера и его личными данными, разработку моделей обучаемых при стажировке, а также базы знаний для экспертной системы принятия решений о допуске.

Литература

1. Doc. 9758-AN/966. Основные принципы учета человеческого фактора в системах организации воздушного движения. – Монреаль, Канада, 2000.

2. Автоматизация процессов управления воздушным движением / Ю.П. Дарымов, Г.А. Крыжановский, В.А. Солодухин, В.Г. Кивько, Б.А. Киров. – М.: Транспорт, 1981. – 400 с.

3. Волевач А.И., Карпушин Ю.П., Король А.Н. Разработка комплекса технических средств для автоматизированной системы обучения и тренировки диспетчеров УВД // Управление воздушным движением. – 1983. – № 2. – С. 255 – 262.

4. Мороз А.А., Сваричевский В.А. и др. Цифровой тренажер – эффективное средство обучения // Управление воздушным движением. – 1983. – № 2. – С. 248 – 254.

5. Вопросы оценки эффективности процессов управления воздушным движением: Межвузовск. темат. сб. научн. трудов / Под ред. Г.А. Крыжановского. – Л.: ОЛАГА, 1983. – 114 с.

6. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек-техника. – М.: Машиностроение, 1983. – 263 с.

7. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

8. Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. – М.: Экономика, 1978. – 133 с.

9. Макаров И.М., Виноградская Т.М. и др. Теория выбора и принятия решений. – М.: Наука, 1982. – 328 с.

10. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 2000. – 479 с.

Поступила в редакцию 26.08.2004

Рецензент: д-р пед. наук, проф. Р.Н. Макаров, президент Международной академии проблем человека в авиации и космонавтике, Москва.