УДК 37.013.74:656.7.022

DOI 10.33251/2522-1477-2019-5-234-239

СУРКОВА Катерина Вікторівна,

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та обслуговування повітряного руху, Льотна академія Національного авіаційного університету

ЛОМАКІНА Марина Євгеніївна,

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри іноземних мов, доцент НАУ, Льотна академія Національного авіаційного університету

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ФОРМУВАННЯ СКЛАДНОСТІ НАВЧАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ МАЙБУТНІХ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ

У статті розглянута проблема вдосконалення початкової професійної підготовки майбутніх авіадиспетчерів, для вирішення якої пропонується використовувати адаптивне навчання. Розглянуті, проаналізовані наукові підходи до формування складності навчальних завдань, які дозволяють організувати адаптивне управління професійної підготовкою майбутніх авіадиспетчерів, змінюючи складність завдань згідно з індивідуальними досягненнями.

Ключові слова: адаптивне навчання, індивідуалізація навчання, навчальні завдання, показники складності навчальних завдань, професійна підготовка майбутніх авіадиспетчерів.

Постановка проблеми. Одним з найважливіших завдань при проведенні початкової професійної підготовки є індивідуалізація навчання майбутніх авіадиспетчерів. Найкраще для цього підходить адаптивне навчання, в ході якого курсант отримує різні за змістом та складністю практичні завдання тренувального або контрольного характеру, різний за обсягом або типом навчальний матеріал, в залежності від його індивідуальних особливостей. Впровадження адаптивного навчання потребує розробки цілого ряду його компонентів, а саме: методів організації, методів навчання, засобів навчання, змісту навчання, методів контролю, критеріїв оцінювання, умов використання такого виду навчання та ін. Змістовному наповненню адаптивного навчання майбутніх авіадиспетчерів присвячено наше дослідження, на даному етапі потрібно визначитися зі складністю навчальних завдань, показниками складності, способами формування складності та ін.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В ході дослідження встановлено, що навчальні завдання або вправи, задачі досліджувалися багатьма вченими. Такі дослідження проводилися в різних наукових напрямках: психологічному, педагогічному та інших. Це наукові напрацювання таких учених, як Г. О. Балл, И. Х. Галеев, П. Я. Гальперін, В. М. Глушков, С. У. Гончаренко, В. В. Давидов, Д. Б. Ельконін, Г. С. Костюк, І. Я. Лернер, Ю. І. Машбиць, Я. А. Микк, А. М. Сохор, Л. М. Фрідман та ін. Обов'язковою умовою створення змістовного наповнення є його професійна спрямованість, тому з цієї точки зору вагомим є аналіз професійних завдань та їх складності. Проведено аналіз наукових робіт зі складності професійних завдань операторів складних систем керування (В. П. Зинченко, Р. М. Макаров, В. М. Мунипов, В. П. Харченко, С. І. Рудас та ін.).

Мета статті. Провести розгляд, аналіз і узагальнення результатів досліджень зі складності навчальних завдань для визначення підходів формування складності навчальних завдань адаптивної підготовки майбутніх авіадиспетчерів.

Виклад основного матеріалу. У дослідженні розглядається поняття «складності» завдання. Складність завдання можна віднести до кількісних характеристик завдань. У науковій літературі терміни «трудність» і «складність» використовуються при описі навчальних задач або завдань майже як синоніми [1]. Зазвичай, якщо розрізняють поняття про труднощі і складності завдань, то трактують складність навчального завдання як об'єктивну категорію і труднощі виконання як суб'єктивну категорію [3]. І.Я. Лернер, відзначає, що труднощі характеризують можливості суб'єкта подолати об'єктивну складність завдання. Розробка методів оцінки кількісних характеристик завдань

має важливе практичне значення в плані вдосконалення процесу навчання [3].

Складність пізнавального завдання, на думку І. Я. Лернера, зумовлена трьома факторами:

- складом умов: чим більше даних, які потрібно враховувати при вирішенні завдання, тим воно складніше;
- дистанцією між постановкою завдання і відповіддю на нього, тобто числом суджень, логічних умов, необхідних для вирішення завдання (провідний фактор складності);
- складом рішення, тобто числом висновків, які можна зробити в результаті рішення завдання [3].

Для кількісної оцінки складності розв'язуваних завдань використовують різні показники – суб'єктивні і об'єктивні (рис.1).

Рис.1 Показники складності завдань

Суб'єктивні показники можна розділити на дві групи. Показники першої групи відображають судження або враження самих суб'єктів, що виконують навчальні завдання, про їх труднощі, про викликану ними втому, а показники другої групи – судження експертів (вчителів і методистів – розробників навчальних завдань). Суб'єктивні показники обох груп використовуються, зокрема, для характеристики труднощі текстів, в тому числі навчальних [5; 8].

На дві групи діляться і об'єктивні показники. До першої належать ті з них, які характеризують витрачання ресурсів суб'єктом. Сюди, зокрема, входять:

а) фізіологічні показники, наприклад зміна частоти пульсу, частоти дихання, артеріального тиску;

б) тривалість процесу рішення;

в) дискретні поведінкові показники, що характеризують обсяг витрачання ресурсів (обсяг витраченої праці), такі, наприклад, як кількість зроблених суб'єктом спроб виконання завдання.

У ряді випадків рівень складності завдання характеризується, якимсь одним показником. Зокрема, про труднощі тестових завдань для деякого контингенту досліджуваних судять, наприклад, з ймовірності їх правильного виконання (яку, в свою чергу, оцінюють по відсотку випробовуваних, що правильно виконали завдання).

Показники підгруп «б» і «в» є показниками інтегральної складності, проте самі по собі не завжди адекватно характеризують її (наприклад, при малій ймовірності досягнення виконання завдання). У таких випадках доводиться враховувати також об'єктивні показники другої групи: вони характеризують ступінь успішності процесу виконання завдання або якість досягнутого

результату. Їх можна називати показниками успішності. Такі, зокрема, ймовірність того, що суб'єкт виконає завдання, кількість помилок, що ним допускаються; кількість звернень за допомогою, кількість підказок, які довелося дати йому, щоб завдання було виконано і т.д.

Більш детальний аналіз, проведений Г. А. Баллом [1] показує, однак, що і труднощі, і складність задач залежать як від об'єктивних, так і від суб'єктивних факторів. До об'єктивних належить:

— предмет задачі або (для пізнавальних задач) об'єкт пізнання, що лежить поза суб'єктом;

— вимога задачі, яка перебуває поза суб'єктом (у разі, якщо розглядається труднощі або складність внутрішньої задачі, — вимога зовнішньої задачі, що є джерелом виникнення даної внутрішньої);

— умови, в яких здійснюється або має здійснюватися розв'язок задачі.

До суб'єктивних факторів відносяться здібності і підготовка суб'єкта, його мотиви і установки, його ставлення до завдання, його фізичний і психічний стан.

Розуміючи складність задач як складність процесів їх рішення, можна розглядати, з одного боку, реальні або можливі процеси вирішення задач різними суб'єктами і, з іншого боку, процеси їх вирішення нормативними способами. Відповідно до цього має сенс розрізняти два види складності завдань: реальну, тобто складність реального або можливого процесу рішення задачі, і нормативну, тобто складність процесу її рішення нормативним способом. Таким чином, складність задачі є складність реального або нормативного процесу її рішення [1].

Використання положень теорії задач дозволяє при розробці систем навчальних завдань уточнювати їх структуру, встановлювати їх якісні та кількісні характеристики. Виділення елементів (компонентів) в будь-якому об'єкті, тобто подання цього об'єкта у вигляді системи, завжди залежить в тій чи іншій мірі від суб'єктів, що працюють з цим об'єктом, а тому в складності будь-якого об'єкта завжди присутній поряд з об'єктивним суб'єктивний аспект [1].

У загальному випадку складність завдання, яке виконує оператор складної системи управління, може визначатися через складність алгоритму її виконання за формулою [6]:

$$\gamma_j = \gamma_{0j} A_t \frac{A_L}{A_Z} \quad (1)$$

де γ_{0j} — коефіцієнт пропорційності;

A_t — показник темпової напруженості діяльності;

A_L — показник логічної складності алгоритму навчального завдання;

A_Z — показник стереотипності алгоритму навчального завдання.

Послідовність відпрацювання різнотипних завдань встановлюють відповідно до зростання значень показника складності:

$$\gamma_{j1} < \gamma_{j2} < \dots < \gamma_{jn} \quad (2)$$

Галеев І. Х. [2] розглядаючи алгоритмізацію навчання, встановив, що проблема формування навчального завдання з необхідними властивостями зводиться до проблеми адаптації алгоритмічного опису Θ до рівня навченості конкретного учня на кожному кроці навчання з метою видачі завдання з мірою складності, близькою до оптимальної. Міра складності завдання на k -му кроці навчання $T(k)$ вводиться як середня частка помилок, очікуваних при виконанні завдання, тобто:

$$T(k) = \frac{MAT(k)}{\sum_j L_j(k)} \quad (3)$$

де: $L_j(k)$ — число операцій u_j , виконуваних під час вирішення завдання на k -му кроці навчання;

$MAT(k)$ — математичне очікування числа помилок при виконанні завдання;

$$MAT(k) = \sum_{j=1}^J [1 - P_j(k)] \cdot L_j(k) = \sum_{j=1}^J q_j(k) \cdot L_j(k) \quad (4)$$

де: $q_j(k)$ — ймовірність неправильного застосування операції u_j на k -му кроці навчання.

Відповідно до асоціативно-рефлекторної теорії засвоєння необхідно прагнути до того, щоб на кожному кроці навчання виконувалося нерівність (стабілізація суб'єктивного ступеня складності):

$$|T_{\text{опт}} - T(k)| \leq \Delta T \quad (5)$$

де: $T_{\text{опт}}$ – оптимальна міра труднощі (зазвичай $T_{\text{опт}} = 0,5$), тобто задача повинна бути середньої, посиленої для учня, складності);

ΔT – розмір інтервалу.

Визначення складності навчальних завдань при даному підході здійснюються з урахуванням загальних принципів навчання, викладених в асоціативно-рефлекторної теорії навчання:

- визначення властивостей навчальних завдань і видача підкріплень повинні здійснюватися на основі ідентифікації навичок учня на кожному кроці навчання;
- в процесі навчання повинен дотримуватися принцип переходу від засвоєння простого навчального матеріалу до складного;
- перехід до засвоєння нового навчального матеріалу повинен здійснюватися в разі успішного засвоєння попереднього матеріалу;
- в процесі навчання повинна здійснюватися стабілізація суб'єктивного ступеня складності навчальних завдань для кожного учня.

Будь-яка система описується певним комплексом істотних змінних і параметрів. При цьому суттєві (істотні) змінні це елементи значення яких (показники, так звані координати системи) служать характеристикою системи, що моделюється. Оскільки число показників може бути нескінченним, доводиться відбирати головні, без яких модель втрачає сенс: їх і називають *суттєвими*. Решта змінних при цьому як би не береться до уваги, проте вони «несуттєві» не взагалі, а лише для даного завдання [4].

Розглядаємо навчальне завдання як складну систему. З точки зору положень теоретико-множинного опису та аналізу систем відомо два основні підходи до спрощення систем [7]: скорочення множини змінних і об'єднання станів системи в класи еквівалентності. При чому скорочувати можна тільки несуттєві змінні у сенсі конкретного завдання.

У загальному вигляді задача спрощення полягає в наступному. Для системи заданої на множині змінних X з повною множиною станів C необхідно знайти варіант спрощеної системи на підмножині змінних $X' \subset X$ або підмножині станів $C' \subset C$. При скороченні змінних загальне число можливих варіантів спрощення дорівнює: $L_X = 2^{|X|} - 2$. При чому скорочувати можна тільки несуттєві змінні у сенсі конкретного навчального завдання.

Для кількісної оцінки складності навчальних завдань можна використовувати експертні методи, теорія і практика таких методів розкрита в роботах багатьох науковців (С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвіч, О. І. Ларічев, А. І. Орлов та ін.). Проведення експертного оцінювання передбачає: організаційно-технологічну підготовку експертизи; формування експертної групи; вибір метода опитування; розробку анкети; проведення експертного опитування з метою виявлення індивідуальних експертних суджень; обробку отриманих результатів; визначення колективних експертних суджень. З метою виявлення та обґрунтування кількісних оцінок складності навчальних завдань необхідно провести опитування експертів, в якості експертів будуть суб'єкти, що виконують навчальні завдання, тобто курсанти та експерти, що розроблюють такі завдання – викладачі.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проаналізовано підходи до складності навчальних завдань відповідно до: асоціативно-рефлекторної теорії засвоєння при алгоритмізації навчання; положень теорії задач; теоретичних положень операторської діяльності через складність алгоритму виконання завдання; положень аналізу систем методом скорочення множини змінних. Крім того складність навчальних завдань можливо визначати експертними методами. Науково обґрунтовані підходи до формування складності навчальних завдань дозволяють організувати адаптивне управління професійної підготовки майбутніх авіадиспетчерів за рахунок зміни складності завдань згідно з індивідуальними досягненнями. Подальшими напрямками дослідження вважаємо виявлення характеристик складності навчальних завдань професійного спрямування та визначення їх кількісних значень.

Список використаних джерел

1. Балл Г. А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. М.: Педагогика, 1990. 184 с.
2. Галеев И. Х. Свойства учебных задач при алгоритмизации в обучении. Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society): международный электронный журнал. 2011. V.14. No2. С. 289–299. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html> (дата звернення 2.03.2019).
3. Лернер И. Я. Факторы сложности познавательных задач. Новые исследования в педагогических науках. Вып.1. М.: 1970. С. 86–92.
4. Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки / 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2003. 520 с.
5. Микк Я. А. Оптимизация сложности учебного текста. М.: Дрофа, 1981. 150 с.
6. Мунипов В. М., Зинченко В. П. Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды. М.: Логос, 2000. 210 с.
7. Родионов Б. И. Теория систем и системный анализ. URL: <http://victor-safronov.ru/systems-analysis/lectures/rodiонов.html> (дата звернення 1.03.2019).
8. Сохор А. М. Логическая структура учебного материала. М.: Педагогика, 1974. 192 с.

References

1. Ball, G.A. (1990). *Teoriya uchebnykh zadach: Psihologo-pedagogicheskiy aspekt [Theory of educational tasks: Psychological and pedagogical aspect]*. M.: Pedagogika. 184 s. [in Russian].
2. Galeev, I.H. (2011). *Svoystva uchebnykh zadach pri algoritimizatsii v obuchenii [Properties of learning tasks for algorithmic learning]*. Obrazovatelnyie tehnologii i obschestvo (Educational Technology & Society): mezhdunarodnyiy elektronnyiy zhurnal. V.14. No2. С. 289-299. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html> (data zvernennya 2.03.2019) [in Russian].
3. Lerner, I.Ya. (1970). *Faktoryi slozhnosti poznavatelnykh zadach [Factors of complexity of cognitive tasks]*. Novyie issledovaniya v pedagogicheskikh naukah. Vyip.1. M. S. 86-92 [in Russian].
4. Lopatnikov, L.I. (2003). *Ekonomiko-matematicheskii slovar: Slovar sovremennoy ekonomicheskoy nauki [Economics and Mathematics Dictionary: Dictionary of Contemporary Economics]*. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Delo. 520 s. [in Russian].
5. Mikk, Ya.A. (1981). *Optimizatsiya slozhnosti uchebnogo teksta [Optimization of the complexity of the educational text]*. M.: Drofa. 150 s. [in Russian].
6. Munipov, V.M., Zinchenko, V.P. (2000). *Ergonomika: cheloveko-orientirovannoe proektirovanie tehniki, programmykh sredstv i sredy [Ergonomics: human-oriented design of equipment, software and the environment]*. M.: Logos. 210 s. [in Russian].
7. Rodionov, B.I. *Teoriya sistem i sistemnyi analiz [System theory and system analysis]*. URL: <http://victor-safronov.ru/systems-analysis/lectures/rodiонов.html> (data zvernennya 1.03.2019) [in Russian].
8. Sohor, A.M. (1974). *Logicheskaya struktura uchebnogo materiala [The logical structure of educational material]*. M.: Pedagogika. 192 s. [in Russian].

SURKOVA Kateryna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Assistant Professor of Information Technology and Air Traffic Services Department, Flight Academy of National Aviation University;

LOMAKINA Maryna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of National Aviation University, Assistant Professor of Foreign Languages Department, Flight Academy of National Aviation University.

ANALYSIS OF APPROACHES TO FORMATION OF EDUCATIONAL TASKS COMPLEXITY FOR FUTURE AIR TRAFFIC CONTROLERS

Abstract. One of the most important tasks during initial training is the individualization of future air traffic controllers' training. The best way to do this is to provide with adaptive learning, during which the student receives practical tasks of a training or controlling character which are different in content and complexity, different in scope or type of educational material, depending on its individual characteristics. Implementation of adaptive learning requires the development of a number of its components, namely: methods of organization, teaching methods, teaching aids, content of training, control methods, evaluation criteria, conditions for the use of this type of training, etc. This research is devoted to the content of the adaptive training of future air traffic controllers. At this stage of research, it is necessary to determine the complexity of educational tasks, indicators of complexity, methods of complexity formation etc.

During the study, it was found that educational tasks or exercises were studied by many scientists. Such studies were conducted in various scientific areas: psychological, pedagogical and others.

The review, analysis and generalization of the research results on the complexity of educational tasks for the determination of approaches to the formation of the training tasks complexity of the future air traffic controllers' adaptive training have been conducted.

Approaches to the complexity of educational tasks are analyzed in accordance with: associative-reflex theory of assimilation in algorithmic study; the positions of the theory of tasks; theoretical positions of operator activity due to the complexity of the algorithm of the task execution; the provisions of the analysis of systems by the method of reducing the set of variables. In addition, the complexity of educational tasks can be determined by expert methods. Scientifically grounded approaches to the formation of complexity of educational tasks allow to organize adaptive management of the future air traffic controllers' professional training due to changing the complexity of tasks in accordance with individual achievements. Further directions of research are considered to be the identification of the educational tasks complexity characteristics of the professional orientation and the determination of their quantitative values.

Key words: *adaptive learning, individualization of training, educational tasks, indicators of task complexity, professional training of air traffic controllers.*

*Одержано редакцією: 05.03.2019 р.
Прийнято до публікації: 15.03.2019 р.*