

УДК 378.1

А.С. Борзова, В.Г.Ципенко

**МНОГОАЛЬТЕРНАТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИ
ФОРМИРОВАНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ,
ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА МОДЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Московский государственный технический
университет гражданской авиации*

Рассмотрен принцип многоальтернативного выбора моделей профессиональной деятельности подготовки кадров в области эксплуатации воздушного транспорта. Проведен анализ профессиональной деятельности через следующие категории: виды деятельности, трудовые функции, компетенции специалиста в области эксплуатации воздушного транспорта и соответствующие им модели профессиональной деятельности. Введены переменные характеризующие многоальтернативный выбор моделей и дана математическая постановка оптимизационной задачи. Рассматривая линейную модель дискретной оптимизации (задачей о минимальном покрытии), получим редуцированные множества моделей для определенного вида деятельности. Рассмотрен принцип оптимальной трансформации моделей профессиональной деятельности в компоненты образовательных программ. Он базируется на оптимизационной модели, трансформирующей множество моделей профессиональной деятельности с множеством компонентов образовательных программ. В качестве критерия оптимизации принимается требование использования в образовательной программе наиболее значимых моделей.

Ключевые слова: оптимизация, подготовка кадров, воздушный транспорт, моделирование.

При совершенствовании профессиональной практической подготовки кадров в области эксплуатации воздушного транспорта предполагается, во-первых, что будет обеспечена ее полнота (практическая подготовка к выполнению всех ключевых профессиональных функций), во-вторых, она будет целостная (готовность к тому, чтобы выполнять не только отдельные операции, но и целостная деятельности от первичных этапов до проведения анализа результатов) [1-4].

В модели профессиональной деятельности отражается все многообразие отношений и связей элементов деятельности, а также их состояния и взаимовлияния.

При моделировании необходимо использовать системный подход [7-12], с одной стороны, профессиональной деятельности, к которой готовят специалистов (модель деятельности), с другой - содержания образования и обучения (модель подготовки).

Необходимость проведения построения моделей профессиональной деятельности определяется совокупностью обстоятельств. Во-первых, такая модель дает молодым специалистам представление о целостном содержании профессиональной деятельности, о том, какая внутренняя

структура, взаимосвязь и взаимозависимость ее элементов. Во-вторых, проведение разработки подобной модели дает возможности для объединения информации об отдельных сторонах профессиональной деятельности, которая рассредоточена в разных курсах учебных дисциплин, и уже тем самым создает возможности для систематизации, исключения дублирования, выявления недостающего материала.

Рассмотрим принцип многоальтернативного выбора моделей профессиональной деятельности.

Проведем анализ профессиональной деятельности через следующие категории: виды деятельности, трудовые функции, компетенции специалиста и соответствующие им модели профессиональной деятельности.

Сфера эксплуатации воздушного транспорта характеризуется:
видами деятельности

$$D_1, \dots, D_m, \dots, D_M, \quad (1)$$

где $m = \overline{1, M}$ – нумерационное множество видов деятельности. Каждому m – му виду деятельности соответствуют:

в профессиональном стандарте трудовые функции

$$\tau_{1m}, \dots, \tau_{im}, \dots, \tau_{I_m}, \quad (2)$$

где $i_m = \overline{1, I_m}$ – нумерационное множество трудовых функций m –го вида деятельности, опирающиеся на знания и умения, для достижения которых используют набор моделей

$$\mu_{1m}, \dots, \mu_{j_m}, \dots, \mu_{J_m}, \quad (3)$$

где $j_m = \overline{1, J_m}$ – нумерационное множество моделей профессиональной деятельности;

в образовательном стандарте компетенции

$$K_{1m}, \dots, K_{r_m}, \dots, K_{R_m}, \quad (4)$$

где $r_m = \overline{1, R_m}$ – нумерационное множество компетенций, необходимых для выполнения m – го вида деятельности, и соответствующие модели

$$\mu_{1m}, \dots, \mu_{s_m}, \dots, \mu_{S_m}, \quad (5)$$

где $s_m = \overline{1, S_m}$ – нумерационное множество моделей профессиональной деятельности.

Многоальтернативный выбор состоит в определении такого набора моделей из множеств (3), (4), который по количеству элементов был минимальным, что соответствует ограниченному образовательному ресурсу, но при этом каждой трудовой функции (2) и компетенции (4) для всех видов деятельности (1) соответствовал хотя бы один элемент из этого набора.

Введем переменные, характеризующие многоальтернативный выбор моделей

$$x_{jm} = \begin{cases} 1, \text{ если для формирования трудовых функций } D_m - \text{го} \\ \text{вида деятельности используется модель } \mu_{jm}, \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases} \quad (16)$$

$$x_{sm} = \begin{cases} 1, \text{ если для формирования компетенций } D_m - \text{го} \\ \text{вида деятельности используется модель } \mu_{sm}, \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases} \quad (7)$$

Тогда математическая постановка оптимизационной задачи на множествах переменных (6), (7) для D_m – го вида деятельности имеет вид

$$\sum_{jm=1}^{J_m} x_{jm} + \sum_{sm=1}^S x_{sm} \rightarrow \min, \quad (8)$$

$$\sum_{jm=1}^S c_{ijm} x_{jm} \geq 1, i_m = \overline{1, I_m}, \quad (9)$$

$$\sum_{jm=1}^S c_{rsm} x_{sm} \geq 1, r_m = \overline{1, R_m}, \quad (10)$$

$$x_{jm} = \begin{cases} 1, \\ 0 \end{cases}, j_m = \overline{1, J_m}, x_{sm} = \begin{cases} 1, \\ 0 \end{cases}, s_m = \overline{1, S_m}, m = \overline{1, M}. \quad (11)$$

В оптимизационной модели (8) – (11) критерий оптимизации определяет стремление к набору моделей с минимальным числом элементов при условии выполнения ограничений (9) – (11). Для формализации ограничений на поддержку моделями (3) трудовых функций $\tau_{im}, i_m = \overline{1, I_m}$ на основе экспертного оценивания вводятся коэффициенты

$$c_{ijm} = \begin{cases} 1, \text{ если на основе экспертизы принимается решение,} \\ \text{что модель } \mu_{jm} \text{ поддерживает формирование} \\ \text{трудовой функции } \tau_{im}, \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases}$$

а ограничений (10) на поддержку моделями (5) компетенций $k_{rm}, r_m = \overline{1, R_m}$ вводятся коэффициенты

$$c_{rsm} = \begin{cases} 1, \text{ если на основе экспертизы принимается решение,} \\ \text{что модель } \mu_{sm} \text{ поддерживает формирование} \\ \text{трудовой функции } k_{rm}, \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases}$$

$$s_m = \overline{1, S_m}, \quad r_m = \overline{1, R_m}, \quad m = \overline{1, M}.$$

Модель (8) – (11) является классической линейной моделью дискретной оптимизации – задачей о минимальном покрытии, для которой разработаны приближенные методы решения [5, 6]. Используя их, получим редуцированные множества моделей для D_m – го вида деятельности μ_{jm}^*, μ_{sm}^* и сформируем единое множество для всех видов деятельности

$$\mu = \mu_{jm}^* \bigcup_{m=1}^M \mu_{sm}^* \quad (12)$$

Введем новую нумерацию элементов множества (12)

$$\mu_1, \dots, \mu_n, \dots, \mu_N \quad (13)$$

и перейдем к дальнейшему использованию модель-ориентированного подхода.

Рассмотрим принцип оптимальной трансформации моделей профессиональной деятельности в компоненты образовательных программ.

Этот принцип основан на оптимизационной модели, связывающий множество моделей профессиональной деятельности (13) с множеством компонентов образовательных программ

$$O_1, \dots, O_v, \dots, O_V, \quad (14)$$

где $v = \overline{1, V}$ – нумерационное множество компонентов образовательных программ.

Задача трансформации заключается в эффективном отражении элементов множества (13) при формировании элементов множества (14). Для придания задаче оптимизационного характера введем альтернативные переменные:

$$x_{nv} = \begin{cases} 1, \text{ если } \mu_n \text{ – я модель используется при формировании} \\ O_v \text{ – го компонента образовательной программы,} \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases}$$

$$n = \overline{1, N}, \quad v = \overline{1, V}. \quad (15)$$

Далее с использованием группового экспертного оценивания определим на основе метода априорного ранжирования. Далее с использованием группового экспертного оценивания определим на основе метода

априорного ранжирования [5] ранговую последовательность моделей $\mu_n, n = \overline{1, N}$ для формирования компонента образовательной программы $O_v - a_{nv}$, где a_{nv} принимает целочисленные значения на множестве $\overline{1, N}$, для наиболее значимой модели $a_{nv} = 1$.

Тогда в качестве критерия оптимизации принимается требование достижения минимума функции, зависящей от переменных (15),

$$\sum_{n=1}^N \sum_{v=1}^V a_{nv} x_{nv} \rightarrow \min, \quad (16)$$

что определяет использование в образовательной программе наиболее значимых моделей из множества (13). Ограничения связаны с ограниченным временным ресурсом на формировании трудовых функций и компетенций с использованием компонента O_n :

$$\sum_{n=1}^N t_{nv} x_{nv} \leq \varepsilon_v T_v, v = \overline{1, V}, \quad (17)$$

где t_{nv} – трудоемкость изучения μ_n –й модели в рамках компонента образовательной программы O_v ;

T_v – трудоемкость, определенная учебным планом для освоения компонента O_v ;

ε_v – коэффициент, характеризующий долю времени, необходимого на изучение моделей, в общей трудоемкости T_v .

Объединение критерия оптимизации (16) и ограничений (15), (17) приводит к классической модели дискретной оптимизации – модели линейного булевого программирования, которая может быть решена приближенными методами [5].

Вывод. Принципы двойственности и многометодности использования моделей, экспертно-статистического формирования прогностических и оценочных моделей, многоальтернативного выбора моделей профессиональной деятельности, оптимальной трансформации моделей профессиональной деятельности в компоненты образовательных программ определяют сквозную систему прогнозирования и оптимизации при подготовке кадров в области эксплуатации воздушного транспорта и представляют основу методологии модель-ориентированного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Львович И.Я. О проблемах подготовки инженерных кадров / И.Я.Львович, А.П.Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. № 5-2. С. 157-160.
2. Свиридов В.И. Технологии, применяемые при подготовке современных инженеров / В.И.Свиридов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 151-152.
3. Павлова М.Ю. Вопросы адаптации выпускников вузов / М.Ю.Павлова // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 234-237.
4. Павлова М.Ю. Об использовании научной составляющей при формировании профессиональных качеств инженера / М.Ю.Павлова // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 144-145.
5. Львович И.Я. Информационные технологии моделирования и оптимизации: Краткая теория и приложения/И.Я.Львович, Я.Е.Львович, В.Н.Фролов. // Воронеж: ИПЦ "Научная книга", 2016. 444 с.
6. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения/Я.Е.Львович // Воронеж: Кварта, 2006, 415 с.
7. Преображенский А.П. Анализ особенностей оценки качества образовательных процессов при подготовке специалистов А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров // Наука Красноярья. – 2016. - № 3-3 (26). – С. 186-191.
8. Lvovich I. Modeling of a numeracy of dominant options of multialternative optimization / I. Lvovich, Ju. Štefanovič // Information Technology Applications. – 2016. - № 1. – С. 61-74.
9. Lvovich Ya. Algorithmization of interaction of components of expert virtual resource of procedural type in managerial decision-making optimization / Ya. Lvovich, O. Choporov, A. Preobrazhensky // Information Technology Applications. – 2016. - № 1. – С. 85-106.
10. Lvovich Ya. Modeling of multi-agent virtual expert competition for the use of expert virtual resource / Ya. Lvovich, E. Ružický // Information Technology Applications. – 2016. - № 1. – С. 75-84.
11. Šperka M. Expert-optimization modeling of control actions choice and allocation of functions in dynamic organizational structures / M. Šperka, Ju. Štefanovič, I. Lvovich // Information Technology Applications. – 2016. - № 1. – С. 36-53.
12. Štefanovič Ju. Modeling based on retrospective quantitative information processing via virtual expert resource / Ju. Štefanovič, O. Choporov // Information Technology Applications. – 2016. - № 1. – С. 54-60.

A. S. Borzova, V. G. Tsipenko

**THE MULTIALTERNATIVE OPTIMIZATION IN THE
FORMATION OF EDUCATIONAL RESOURCES FOCUSED ON A
MODEL OF PROFESSIONAL ACTIVITY**

Moscow state technical university of civil aviation

The principle of the multialternative choice models of professional activity of personnel training in the field of air transport is considered. The analysis of professional activity through the following categories: activities, job function, competence of the specialist in the field of air operations and the corresponding model of professional activity is carried out. Introduced variables characterizing multialternative choice of models and was given a mathematical formulation of the optimization problem. Considering a linear model of discrete optimization (the problem of minimum coverage), obtain the reduced set of models for a particular activity. The principle of optimal transformation models of professional activity in the components of educational programs. It is based on optimization models that transform the multiple models of professional activity with many components of educational programs. As optimization criterion was adopted the requirement for use in the educational program of the most important models.

Keywords: optimization, training, air transport, modeling.

REFERENCES

1. L'vovich I.Ya. O problemakh podgotovki inzhenernykh kadrov / I.Ya.L'vovich, A.P.Preobrazhenskiy // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2014. Vol. 10. No. 5-2. pp. 157-160.
2. Sviridov V.I. Tekhnologii, primenyaemye pri podgotovke sovremennykh inzhenerov / V.I.Sviridov // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2012. No. 9. pp. 151-152.
3. Pavlova M.Yu. Voprosy adaptatsii vypusnikov vuzov / M.Yu.Pavlova // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2013. No. 10. pp. 234-237.
4. Pavlova M.Yu. Ob ispol'zovanii nauchnoy sostavlyayushchey pri formirovaniy professional'nykh kachestv inzhenera / M.Yu.Pavlova // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2012. No. 9. pp. 144-145.
5. L'vovich I.Ya. Informatsionnye tekhnologii modelirovaniya i optimizatsii: Kratkaya teoriya i prilozheniya/I.Ya.L'vovich, Ya.E.L'vovich, V.N.Frolov. // Voronezh: IPTs "Nauchnaya kniga", 2016. p. 444.
6. L'vovich Ya.E. Mnogoal'ternativnaya optimizatsiya: teoriya i prilozheniya/Ya.E.L'vovich // Voronezh: Kvarta, 2006, p. 415.

7. Preobrazhenskiy A.P. Analiz osobennostey otsenki kachestva obrazovatel'nykh protsessov pri podgotovke spetsialistov A.P. Preobrazhenskiy, O.N. Choporov // Nauka Krasnoyar'ya. – 2016. - No. 3-3 (26). – pp. 186-191.
8. Lvovich I. Modeling of a numeracy of dominant options of multialternative optimization / I. Lvovich, Ju. Štefanovič // Information Technology Applications. – 2016. - No. 1. – pp. 61-74.
9. Lvovich Ya. Algorithmization of interaction of components of expert virtual resource of procedural type in managerial decision-making optimization / Ya. Lvovich, O. Choporov, A. Preobrazhenskiy // Information Technology Applications. – 2016. - No. 1. – pp. 85-106.
10. Lvovich Ya. Modeling of multi-agent virtual expert competition for the use of expert virtual resource / Ya. Lvovich, E. Ružický // Information Technology Applications. – 2016. - No. 1. – pp. 75-84.
11. Šperka M. Expert-optimization modeling of control actions choice and allocation of functions in dynamic organizational structures / M. Šperka, Ju. Štefanovič, I. Lvovich // Information Technology Applications. – 2016. - No. 1. – pp. 36-53.
12. Štefanovič Ju. Modeling based on retrospective quantitative information processing via virtual expert resource / Ju. Štefanovič, O. Choporov // Information Technology Applications. – 2016. - No. 1. – pp. 54-60.