

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ
АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ ТРЕНУВАЛЬНИХ ГРУП
І ПОБУДОВИ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ У ТЕНІСНІЙ ШКОЛІ
НА ОСНОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ МОДЕЛІ СУМІСНОСТІ УЧНІВ**

Семененко І.Д.

e-mail: illia.semenenko@nure.ua

Науковий керівник – асистент Цвіркун О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІУС
м. Харків, Україна

The paper considers the problem of automated formation of training groups and scheduling in a tennis school. A multicriteria compatibility model is proposed that takes into account age, skill level, training goals, time availability and student priority. Based on this model, homogeneous groups are formed and assigned to available trainers, courts and time slots. The proposed approach reduces scheduling conflicts and improves planning efficiency.

У сучасних спортивних школах планування тренувального процесу є складною організаційною задачею, що потребує врахування віку та рівня підготовки учнів, цілей тренувань, доступності тренерів, наявності вільних кортів і часових обмежень [1-2]. На практиці формування груп і побудова розкладу занять часто виконуються вручну, що зумовлює залежність від людського фактора, ускладнює внесення змін і підвищує ймовірність конфліктів під час призначення занять.

Недоліками ручного підходу є нерівномірне комплектування груп, складність пошуку спільного часу для учасників, перевантаження окремих тренерів і неефективне використання кортів. У разі зміни розкладу адміністратор змушений повторно виконувати значну частину операцій планування, що знижує якість організації тренувального процесу.

У зв'язку з цим актуальною є розробка інформаційної технології автоматизованого формування тренувальних груп і побудови розкладу занять у тенісній школі на основі математично обґрунтованих методів.

Метою дослідження є розробка багатокритеріальної математичної моделі сумісності учнів та моделі ресурсно-обмеженого планування, які забезпечують автоматизоване комплектування груп і побудову розкладу занять із мінімізацією конфліктів та підвищенням однорідності груп.

У роботі розглядаються дві взаємопов'язані задачі.

Перша полягає у формуванні тренувальних груп на основі оцінки сумісності учнів.

Друга полягає у призначенні сформованих груп у часові слоти з урахуванням доступності тренерів і кортів.

Така декомпозиція дає змогу побудувати формальну модель, що відображає реальну логіку функціонування тенісної школи.

Нехай маємо множину учнів $S = (s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_n)$, де S – множина учнів, s_i – характеристика учня, тобто $s_i = (a_i, l_i, g_i, t_i, p_i)$, n – кількість

учнів; a_i – вік s_i -го учня; l_i – рівень підготовки s_i -го учня; g_i – ціль тренувань s_i -го учня; t_i – множина доступних часових інтервалів для s_i -го учня; p_i – пріоритет включення до групи s_i -го учня.

Для автоматизованого формування груп вводиться функція сумісності двох учнів, яка відображає доцільність їх спільного включення до одного тренування:

$$C(s_i, s_j) = w_a F_a(i, j) + w_l F_l(i, j) + w_g F_g(i, j) + w_t F_t(i, j) + w_p F_p(i, j),$$

$$w_a + w_l + w_g + w_t + w_p = 1,$$

де $F_a(i, j)$ – показник вікової сумісності учнів s_i та s_j ; $F_l(i, j)$ – показник сумісності за рівнем підготовки; $F_g(i, j)$ – показник сумісності за цілями тренувань; $F_t(i, j)$ – показник часової сумісності; $F_p(i, j)$ – показник пріоритетності спільного включення до групи; w_a, w_l, w_g, w_t, w_p – вагові коефіцієнти критеріїв.

У моделі враховуються вікова близькість, близькість рівня підготовки, узгодженість навчальних цілей, перетин доступного часу та пріоритетність включення до групи. Зокрема, часову сумісність доцільно визначати як:

$$F_t(i, j) = \frac{|t_i \cap t_j|}{|t_i \cup t_j|},$$

де $|t_i \cap t_j|$ – кількість спільних доступних інтервалів; $|t_i \cup t_j|$ – кількість усіх доступних інтервалів для обох учнів.

На основі попарних значень сумісності формується множина груп

$$G = \{G_1, G_2, \dots, G_m\}, \quad G_k \subseteq S,$$

де G – множина сформованих тренувальних груп; m – кількість сформованих груп; G_k – k -та тренувальна група.

Якість групи оцінюється сумою коефіцієнтів сумісності між її учасниками, де сумування виконується для всіх пар учнів однієї групи:

$$Q(G_k) = \sum_{s_i, s_j \in G_k, i < j} C(s_i, s_j).$$

Тоді загальна задача формування груп зводиться до максимізації сумарної внутрішньої узгодженості:

$$F_{group} = \sum_{k=1}^m Q(G_k) \rightarrow \max.$$

Після формування груп розв'язується задача побудови розкладу.

Для цього вводяться множини тренерів T , кортів K та часових слотів H . Кожній групі необхідно призначити тренера, корт і часовий слот, які не створюють конфлікту ресурсів та забезпечують найбільшу зручність проведення заняття. Узагальнену оцінку якості такого призначення пропонується визначати формулою:

$$R(g, t, h, k) = \alpha U(g, h) + \beta L(t, h) + \gamma D(g, t) + \delta Z(k, h),$$

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1,$$

де $U(g, h)$ – міра зручності слоту h для групи g ; $L(t, h)$ – показник поточного навантаження тренера; $D(g, t)$ – показник відповідності тренера профілю групи; $Z(k, h)$ – показник завантаженості корту; $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – вагові коефіцієнти.

Тоді задача побудови розкладу полягає у виборі такого набору призначень, для якого сумарна вартість розкладу є мінімальною:

$$F_{\text{schedule}} = \sum_{g \in G} R(g, \omega_g) \rightarrow \min ,$$

$$\omega_g \in \Omega_g,$$

де g – група з множини G ; Ω_g – множина допустимих призначень для групи g ; ω_g – обране призначення для групи g ; $R(g, \omega_g)$ – функція вартості призначення групи g у відповідний часовий слот.

Отже, у межах однієї інформаційної технології розв'язується комбінована оптимізаційна задача: на першому етапі максимізується внутрішня однорідність груп, а на другому – мінімізується вартість ресурсно-календарного призначення [1-2].

Для практичного застосування доцільно використовувати двоетапний евристичний підхід: на першому етапі формуються групи за принципом максимальної сумісності учнів, а на другому – групи призначаються у допустимі часові слоти з урахуванням доступності тренерів, кортів і значення функції $R(g, t, h, k)$. Це дозволяє зменшити кількість конфліктів у розкладі та покращити використання ресурсів тенісної школи.

Таким чином, запропонована інформаційна технологія дозволяє поєднати оцінку сумісності учнів і ресурсно-обмежене планування розкладу, підвищуючи ефективність організації занять та обґрунтованість рішень під час тренувального процесу.

Список використаних джерел:

1. Bashab A., Ibrahim A. O., Hashem I. A. T., Aggarwal K., Mukhlif F., Ghaleb F. A., Abdelmaboud A. Optimization techniques in university timetabling problem: constraints, methodologies, benchmarks, and open issues. *Computers, Materials & Continua*. 2023. Vol. 74, no. 3. P. 6461–6484. DOI: <https://doi.org/10.32604/cmc.2023.034051>.
2. Van Bulck D., Goossens D., Clarner J.-P., Dimitas A., Fonseca G. H. G., Lamas-Fernandez C., Lester M. M., Pedersen J., Phillips A. E., Rosati R. M. Which algorithm to select in sports timetabling? *European Journal of Operational Research*. 2024. Vol. 318, no. 2. P. 575–591. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.06.005>.