

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ**

**Аннотация.** В работе представлены проблемы моделирования индивидуальной образовательной траектории в высшем образовании. Представляется идея решения о разработке математических моделей образовательных траекторий для прогнозирования ИОТ на примере математических дисциплин.

**Ключевые слова:** математические модели, индивидуальная образовательная траектория, учебный план, элективы, модель дисциплины.

**Введение.** Для повышения качества в процессе обучения рассматриваются факторы и условия успешного проектирования индивидуальных образовательных траекторий [9].

Сегодня индивидуальные образования траектории (ИОТ) проектируются без использования сведений об учебных дисциплинах и без учета цели студента. В то же время в условиях цифровизации доступна информация об учебных планах и содержании отдельных дисциплин, которая позволяет формализовать представление ИОТ. Это определяет необходимость инструментов для моделирования образовательных траекторий на основе имеющихся данных с учетом целей студента [1].

Решением проблемы является разработка модели образовательной траектории для подбора элективных дисциплин с учетом различных целей студента. Это может быть оптимизация ИОТ (студент выбирает аналоги изученных дисциплин). Студенту может потребоваться повторное изучение определенных дисциплин (разделов). Наконец, целью может быть освоение новых предметных областей (разделов дисциплин) [3].

Разработка и исследование математических моделей образовательных траекторий позволит перейти к содержанию методов прогнозирования ИОТ на примере математических дисциплин и их программной реализации.

**Обзор литературы.** Вопросы моделирования образовательных траекторий представлены работами отечественных и зарубежных авторов. Среди отечественных исследователей стоит выделить работы Вдовина С.А. [1], Высоцкий И.Р. [2], Вьюшкина Е.Г. [3], Есин Р.В. [5], Кельчевская Н.Р. [7], Киселева О.М. [8], Климова А.С. [9], Липатникова И.Г. [10], Муромцев Д.И. [11], Приходченко Е.И. [12], Серебровский В.В. [13], среди зарубежных авторов Anderson J.Q. [14], Ferri R.V. [15], Galbraith P.L. [16], Genov N. [17], Kaiser G. [18], Lazarov V. [19], Nguyen T.T.A. [20]. Перечисленные исследователи рассматривали проблемы и пути решения задач проектирования индивидуальной образовательной траектории в высшем образовании, построения модели дисциплины и ИОТ. Зарубежные авторы, в отличие от отечественных исследователей особое внимание уделяют рассмотрению влияния математического моделирования индивидуальной образовательной траектории на качество обучения.

Среди отечественных исследований важное место занимают труды, рассматривающие вопросы математического моделирования индивидуальной образовательной траектории [8, 11]. Общеизвестно, что одним из показателей расчета рейтинга университета является качество обучения преподавателей и студентов. Именно по этой причине, отечественные авторы

в своих научных работах обращают внимание на основание для подбора элективных дисциплин с учетом различных целей студента, рассматривают модели образовательной траектории для привлечения студентов к обучению. Однако, сами студенты во всех исследованиях выступают как один из важных факторов для развития самостоятельной учебной деятельности, к оценке же качества обучения авторы не обращаются. Например, в исследовании Приходченко Е.И., Бойко Н.И. [12] отмечается, что «Индивидуальная образовательная траектория подразумевает определенную последовательную совокупность составляющих студенческой учебной деятельности в области реализации индивидуальных образовательных целей, в соответствии с его способностями, мотивацией, возможностями и интересами».

Обращаясь к проблеме математического моделирования индивидуальной образовательной траектории, стоит сказать, что данная тема популярна среди зарубежных исследователей. Например, Lazarov B. [19] рассматривает трудности в построении математических моделей для развития индивидуальной образовательной траектории с учетом целей студента.

Стоит отметить, что за последние годы в образовании произошли большие изменения, требующие на адаптацию студентов. Однако, рассматривая проблемы обучения по индивидуальной образовательной траектории, авторы не предлагают каких-либо вариантов, способствующих повышению качества при выборе элективных дисциплин.

**Проблема исследования.** Проблема исследования заключается в построении модели ИОТ. Предлагается следующий подход к построению модели дисциплины и ИОТ: учебный план представим как множество дисциплин.

**Учебный план**

$$\mathcal{D} = \{\mathcal{D}_i\}_{i=1}^n \tag{1}$$

Каждая дисциплина характеризуется периодом изучения и множеством ключевых слов, которые описывают основные понятия (навыки), изучаемые в дисциплине.

$$\mathcal{D}_i \rightarrow sem_{start}^i, sem_{end}^i \tag{2}$$

$$\mathcal{D}_i \rightarrow \{keywords_j^i\}_{j=1}^m \tag{3}$$

С каждым семестром соотнесены определенные дисциплины по учебному плану (табл. 1).

*Таблица 1*

**Учебный план в каждом семестре в процессе высшего образования**

<i>1 семестр</i>	<i>2 семестр</i>	...
$\mathcal{D}_1$	$\mathcal{D}_1$	...
$\mathcal{D}_2$	$\mathcal{D}_4$	...
$\mathcal{D}_3$	$\mathcal{D}_5$	...

Элективные дисциплины (элективы) описываются аналогично дисциплинам учебного плана за исключением указания семестров.

**Элективы**

$$\mathcal{E} = \{E_k\}_{k=1}^K \tag{4}$$

$$E_k \rightarrow \{keywords_i^k\}_{i=1}^L \quad (5)$$

ИОТ складывается из дисциплин учебного планов и выбранных элективов  
**ИОТ** — учебный план + элективы

$$\{D_i\}_{i=1}^n + X \subset \varepsilon \quad (6)$$

где  $X$  — подмножество элективов

### Постановка задачи прогнозирования ИОТ

Пусть  $ns$  — номер семестра, в котором студент выбирает элективы

Изучены дисциплины  $\hat{D} \subset D: sem_{end}^i < ns$

Этим дисциплинам соответствует множество  $\hat{K}$  — ключевых слов.

$\hat{D} \rightarrow \hat{K}$  — ключевые слова изученных дисциплин

Пусть  $K_E$  — множество ключевых слов элективов

В случае, если студент хочет минимизировать усилия, т. е. выбрать такие элективы, которые наиболее близки к  $\hat{D}$  — изученным дисциплинам, то необходимо найти подмножество элективов (6).

$$X: \hat{K} \cap K_E \rightarrow \max \quad (7)$$

В случае студент хочет освоить новые предметные области, необходимо найти подмножество элективов

$$X: \hat{K} \cap K_E \rightarrow \min \quad (8)$$

**Заключение.** Для развития модели, предполагается использование модели «забывания» [4]. Это позволит рассмотреть учет различных весов ключевых слов; учет различной сложности дисциплин и выполнять общий анализ учебного плана.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вдовина С.А., Кунгурова И.М. Сущность и направления реализации индивидуальной образовательной траектории // Вестник евразийской науки. — 2013. — № 6 (19). — С. 175.
2. Высоцкий И.Р., Улитина Е.В. Инструментарий формализации индивидуальных образовательных траекторий // Прикладная информатика. — 2006. — № 6. — С. 77-86.
3. Вьюшкина Е.Г., Щербакова О.В. Индивидуальная образовательная траектория: основания для выбора элективных дисциплин // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Акмеология образования. Психология развития. — 2022. — Т. 11, № 2 (42). — С. 112-119.
4. Буймов А.Г. Закономерности поведения кривых забывания // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. — 2017. — Т. 20, № 4. — С. 138-141.
5. Есин Р.В. и др. Цифровая образовательная история как составляющая цифрового профиля обучающегося в условиях трансформации образования // Перспективы науки и образования. — 2022. — № 5 (59). — С. 566-584.
6. Зыкова Т.Р. Применение силового алгоритма визуализации графов для анализа учебных планов образовательных программ высшего образования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2023. — Т. 19, № 1. — С. 104-116.
7. Кельчевская Н.Р., Ширинкина Е.В. Интеграция образовательных и профессиональных стандартов в условиях реформирования: проблемы и пути решения // Университетское управление: практика и анализ. — 2018. — Т. 22, № 1 (113). — С. 16-25.

8. Киселева О.М. Использование математических методов для формализации элементов образовательного процесса // Концепт. — 2013. — № 2 (18). — С. 51-57.
9. Климова А.С. Факторы проектирования индивидуальных образовательных траекторий аспирантов технического вуза // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. — 2018. — Т. 24, № 3. — С. 139-143.
10. Липатникова И.Г. Создание индивидуальной образовательной траектории как один из способов обучения студентов приемам принятия решений // Фундаментальные исследования. — 2009. — № 5. — С. 108-110.
11. Муромцев Д.И. Модели и методы индивидуализации электронного обучения в контексте онтологического подхода // Онтология проектирования. — 2020. — Т. 10, № 1 (35). — С. 34-49.
12. Приходченко Е.И. и др. Индивидуальная образовательная траектория как способ развития самостоятельной учебной деятельности // Вестник Донецкого педагогического института. — 2018. — № 1. — С. 65-76.
13. Серебровский В.В. Инновационные технологии в образовании: обучение по индивидуальной траектории / В.В. Серебровский, А.В. Ткаченко, А.И. Ткаченко // Известия Юго-Западного государственного университета. — 2013. — № 1(46). — С. 026-031.
14. Anderson J.Q. Individualisation of higher education: How technological evolution can revolutionise opportunities for teaching and learning / J.Q. Anderson // International social science journal. — 2013. — Vol. 64, No. 213-214. — P. 305-316.
15. Ferri R.B. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process // ZDM. — 2006. — Т. 38. — С. 86-95.
16. Galbraith P.L., Henn H.W., Niss M. (ed.). Modelling and applications in mathematics education: the 14th ICMI study. — Springer Science & Business Media, 2007. — Т. 10.
17. Genov N. Challenges of individualisation / N. Genov // International Social Science Journal. — 2013. — Vol. 64, No. 213-214. — P. 193-196.
18. Kaiser G. et al. Trends in teaching and learning of mathematical modelling—Preface. — Springer Netherlands, 2011. — С. 1-5.
19. Lazarov B. Application of some cybernetic models in building individual educational trajectory // Information Models and Analyses. — 2013. — Т. 2, № 1. — С. 90-99.
20. Nguyen T.T.A., Tran D. Using mathematical modeling in teaching mathematics. Journal of Education. — 2012. — Т. 37. — С. 114-122.