



**С. П. Грушевский,
Н. Ю. Добровольская, Е. А. Нигодин**

УДК 378.147

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ОЛИМПИАДНОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Статья подготовлена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № ППН-21.1/10 «Цифровая дидактика для предметного обучения, воспитательной работы учащихся и профессиональной подготовки учителей».

Одной из составляющих качественной подготовки школьников является индивидуализация обучения, адаптивный подбор учебных заданий, объем и уровень подробности изложения нового материала. Особенно эта задача актуальна при подготовке школьников к олимпиадным задачам, которые требуют нестандартного подхода, умения адаптировать и интегрировать полученные навыки, анализировать результаты и синтезировать подходы, отличные от традиционных. Большинство заданий олимпиад сложно отнести к конкретному типу, а следовательно, сформулировать типичное решение. Подготовка к решению олимпиадных задач должна быть максимально индивидуализирована в связи с особенностями развития одаренных школьников. Опытный педагог может подобрать наборы учебных задач, соответствующих уровню того или иного школьника, а в условиях цифровизации образования, эту функцию может дополнить искусственный интеллект. В частности, алгоритмы машинного обучения позволяют классифицировать учебные задачи олимпиады, определять перечень заданий, необходимый для конкретного школьника.

С одной стороны, олимпиаду можно рассматривать как механизм развития способностей одаренных школьников, с другой стороны, олимпиада – это факультативное учебное мероприятие, которое расширяет предметную область, знакомит обучающихся с неформальными постановками задач, развивает их творческую составляющую, умение формализовать задачу, анализировать исходные данные.

Современные исследователи продолжают поиски эффективных методик индивидуализации траектории обучения с учетом индивидуальных особенностей и возможностей учащихся. В работах Э. Ф. Зеер, З. В. Александровой, Н. Ю. Шапошниковой данная проблематика освещается в высокой степени [2; 6; 14]. Вместе с тем обоснована рациональность использования индивидуальных подходов к обучению, в том числе при подготовке школьников к олимпиадам по информатике и математике [1; 4; 8].

Тема подготовки современных школьников к олимпиадам подробно раскрыта в исследованиях Н. Н. Авдошиной, В. Э. Гамановича, В. М. Кирюхина, Н. Н. Паньгиной и др. [1; 3–5; 7; 8]. Однако лишь некоторые авторы делают упор именно на использование технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и нейронных сетей в образовательном процессе в целом и в олимпиадной подготовке школьников в частности. Примером таких работ служат исследования И. В. Роберт, Т. В. Смоленчука.

Вообще современный уровень цифровизации образования широко использует в педагогической практике технологии искусственного интеллекта. Так, в работах Ю. В. Таратухиной, А. В. Рябкова, А. А. Селезнева применяются алгоритмы рекомендательных систем, основанные на сборе данных об учениках при помощи тестирования и опросов [10–11; 13]. Большая часть авторов делают вывод о целесообразности применения рекомендательных систем, их эффективности в контексте применения в образовательном процессе при построении индивидуальных образовательных траекторий.



Отметим, что особый интерес представляет комбинирование существующих наработок в области подготовки школьников к олимпиадам и дидактических возможностей рекомендательных систем для построения индивидуальной траектории подготовки учащихся. Выделим дидактические особенности олимпиадных задач.

Олимпиадная задача находится на пересечении нескольких учебных тем, требует от обучаемого знаний смежных предметных областей. Условия заданий часто сложно формализуемы, учащийся должен самостоятельно выделить, что является основным, а что дополнительным. Наличие «творческой оболочки» задачи направлено на проверку умения выделить структуру учебной задачи и формализовать ее.

Олимпиадные задачи требуют нестандартных решений, комбинирование известных методов, анализ и интеграцию необходимых для решения базовых навыков. Решение олимпиадных задач необходимо не только одаренным школьникам. Нестандартные формулировки, нетипичные подходы к решению учебных задач позволят даже слабым учащимся сформировать системное мышление, навыки анализа постановки задачи, умение подбирать и комбинировать имеющиеся в арсенале методы решения.

Дидактические особенности олимпиадных задач позволяют использовать их на любом этапе обучения: как форму рубежного и итогового контроля, как элементы самостоятельной и дистанционной работы, на факультативах и кружках. Выделенные дидактические свойства позволяют говорить о целесообразности включения олимпиадной подготовки в учебный процесс по различным учебным дисциплинам.

Особенности олимпиадных задач определяют отличия в подготовке школьников к решению подобных учебных задач. В этом случае традиционной подготовки по предмету становится недостаточно, направления подготовки существенно зависят от уровня развития школьника, его аналитического мышления, ло-

гических навыков, умений синтезировать и анализировать информацию. Возникает противоречие между необходимостью в организации подготовки школьников к олимпиадным задачам и недостаточно разработанными технологиями индивидуализации этой подготовки. Указанное противоречие определяет проблему исследования – как с использованием технологий искусственного интеллекта построить индивидуальные траектории олимпиадной подготовки школьников.

Традиционно образовательная траектория строится и модифицируется на основе данных рубежного контроля знаний. Однако при олимпиадной подготовке такой подход не эффективен. С одной стороны, олимпиадные задачи часто являются комплексными, их решение требует комбинации знаний различных разделов. С другой стороны, олимпиадные задания отражают не только уровень знаний школьника по предмету, но и уровень его логического, образного мышления, способностей анализировать и синтезировать информацию, умение модифицировать традиционные решения.

В связи с указанными особенностями процесс построения индивидуальной траектории можно основывать на подобию. Имея в наличии базу данных учебных задач и результаты решения этих задач некоторым множеством учащихся, можно построить траекторию для текущего учащегося, подобрав наиболее близкую стратегию поведения. С такой задачей эффективно справляются рекомендательные системы.

Процессуальная модель олимпиадной подготовки школьников представлена на рисунке 1.

Аналитико-диагностический этап подготовки включает в себя изучение нормативно-теоретического базиса: федеральные государственные образовательные стандарты, рабочие программы дисциплин, поурочные планы. Дополнительно необходимо провести диагностику школьников с целью оценки их готовности к участию в олимпиадном движении. Здесь необходимо учитывать такие факторы, как мотивацию к изучению предмета, лидерские качества, навыки самостоятельной работы, твор-

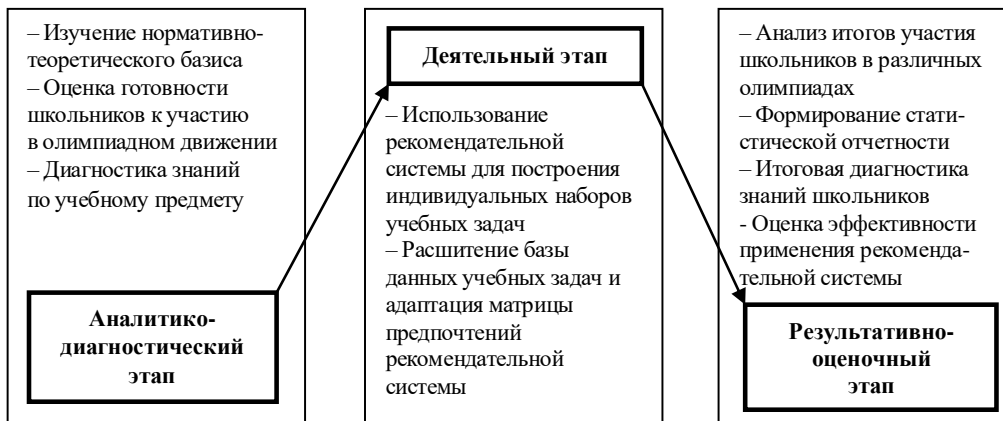


Рис.1. Процессуальная модель олимпиадной подготовки школьников

ческую направленность. На этом же этапе проводится диагностика знаний по учебному предмету. Формы диагностики могут быть различными: тестирование, опрос, результаты рубежного контроля знаний по предмету и др.

Деятельностный этап предполагает использование рекомендательной системы для построения индивидуальных наборов учебных задач. На этом же этапе педагог может самостоятельно разрабатывать новые наборы олимпиадных задач и результаты их выполнения учащимися добавлять в рекомендательную систему. Таким образом, происходит расширение базы данных учебных задач и адаптация матрицы предпочтений рекомендательной системы.

Результативно-оценочный этап модели предполагает анализ итогов участия школьников в различных олимпиадах, подготовка которых выполнялась с помощью рекомендательной системы, формирование соответствующей статистической отчетности. На этом этапе выполняется итоговая диагностика знаний школьников, принимающих участие в олимпиадах, причем эта диагностика должна учитывать не только оценку предметных знаний, но и изменение уровня мотивации к обучению, логического и аналитического мышления. Со стороны педагогов результативно-оценочный этап включает системную оценку эффективности применения рекомендательной системы как основного механизма подбора индивидуальных заданий.

Ядром рекомендательной системы является метод коллаборативной фильтрации, на основе которого строится матрица предпочтений – матрица учащихся и выполняемых олимпиадных задач. Реализация метода коллаборативной фильтрации может выполняться классическим методом k -средних, позволяющим выделить набор учащихся, стратегия решения которых наиболее близка к текущему учащемуся. Другим подходом реализации коллаборативной фильтрации является нейронная сеть типа Memory Augmented. Нейронная сеть определяет схожесть стратегий решения учащихся на основе функции схожести – косинусной меры схожести.

Матрица предпочтений по строкам включает идентификаторы учащихся, данные о стратегиях решений которых известны. Столбцы матрицы предпочтений представляют собой набор олимпиадных задач. Пересечение строки и столбца – балл, выставленный ученику за решение конкретной задачи.

На рисунке 2 представлена матрица предпочтений учащихся (u_k) и олимпиадных задач (i_k). Метод k -средних для текущего учащегося u_7 определяет набор учеников с наиболее схожими стратегиями решения. Это учащиеся u_1, u_3, u_4 . Для текущего ученика требуется определить его стратегию решения задач помеченных знаком ? (задания 1, 2, 5 и 7). Метод коллаборативной фильтрации определяет, что задания 1, 2, 5 и 7 скорее всего будут решены с балла-



	i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7	i8
u1	?	4	4	2	1	2	?	?
u2	3	?	?	?	5	1	?	?
u3	3	?	?	3	2	2	?	3
u4	4	?	?	2	1	1	2	4
u5	1	1	?	?	?	?	?	1
u6	?	1	?	?	1	1	?	1
u7	?	?	4	3	?	1	?	5
R	3,5	4			1,3		2	

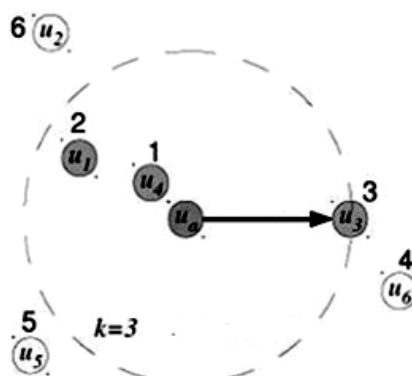


Рис. 2. Матрица предпочтений алгоритма коллаборативной фильтрации

ми 3.5, 4, 1.3 и 2 соответственно. На основе выполненного прогноза формируются рекомендации по расширению подготовки типов олимпиадных заданий 5 и 7.

Корреляцию баллов, выставленных за решение олимпиадных задач метод коллаборативной фильтрации определяет с помощью коэффициента Пирсона, в соответствии с формулой (1):

$$\rho = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Алгоритм коллаборативной фильтрации заложен в основу технологии, позволяющей формировать рекомендации – наборы олимпиадных задач, предназначенные для решения конкретному учащемуся (рисунок 3).

Применение технологий искусственного интеллекта расширяют возможности индивидуализации обучения. Рекомендательные системы позволяют заложить основу адаптивных рекомендаций по обучению как со стороны педагогический воздействий, так и со стороны наборов учебных задач, предлагаемых к изучению школьникам. Особенности олимпиадной подготовки обуславливают условия нетрадиционных методов построения индивидуальных траекторий, базирующихся на подходе схожести стратегий решения обучаемых.

Во время процесса обучения матрица предпочтений обновляется, пополняется новой информацией о стратегиях решения, тем самым формируются более точные рекомендации.

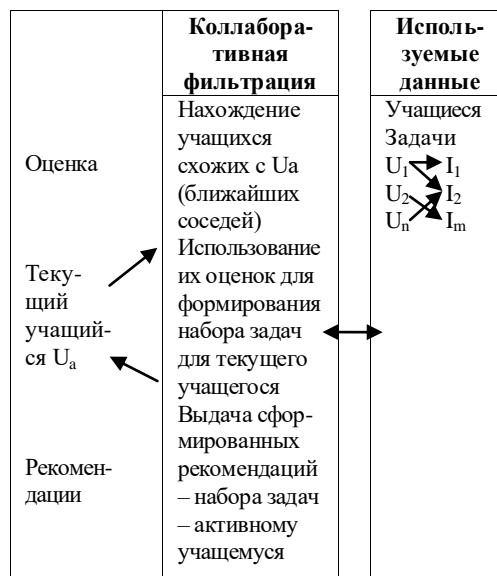


Рис. 3. Схема формирования рекомендаций наборов олимпиадных задач

Самонастраиваемость матрицы предпочтений отвечает основным принципам технологий искусственного интеллекта, обладающим свойством адаптивности. Алгоритмы рекомендательных систем позволяют конструировать адаптивные траектории обучения, отвечающие принципам лично-ориентированного обучения и учитывающие личностные характеристики школьников.

АННОТАЦИЯ

В статье предлагается использование алгоритмов построения рекомендательных систем



тем при конструировании индивидуальной траектории обучения школьников при подготовке к олимпиадам. Выявлены дидактические особенности олимпиадных задач, разработана процессуальная модель олимпиадной подготовки школьников, приведена технология формирования рекомендаций наборов олимпиадных задач.

Ключевые слова: индивидуальная траектория обучения, алгоритмы рекомендательных систем, олимпиадная подготовка, цифровизация образования.

SUMMARY

The article suggests the use of algorithms for the construction of recommendation systems in the design of an individual learning trajectory of schoolchildren in preparation for the Olympiads. The didactic features of Olympiad tasks are revealed, a procedural model of Olympiad preparation of schoolchildren is developed, the technology of forming recommendations for sets of Olympiad tasks is given.

Key words: individual learning trajectory, algorithms of recommendation systems, Olympiad preparation, digitalization of education.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдошина Н. Н. Система подготовки старших школьников к олимпиадам по информатике [Электронный ресурс] // Современная педагогика. – 2017. – № 1. – URL: <https://pedagogika.snauka.ru/2017/01/6493>.

2. Александрова З. В. Система работы с одарёнными учащимися (подготовка к олимпиаде по информатике и ИКТ) [Электронный ресурс]. – URL: <https://infourok.ru/sistema-raboti-s-odaryonnimi-uchaschimisya-1672441.html>.

3. Гаманович В. Э. Вспомогательные технологии в образовании: учебное пособие / Сост.: В. Э. Гаманович, Е. Н. Сороко. – Минск: Мин. гор. институт развития образования, 2014. – 132 с.

4. Грушевский С. П., Добровольская Н. Ю., Колчанов А. В. Особенности организации межрегиональных интернет-олимпиад по информатике (на примере интернет-олимпиады «Созвездие талантов» – 2018) // Школьные технологии. – 2019. – № 1. – С. 29–36.

5. Грушевский С. П., Колчанов А. В., Титов Г. Н. Проект межрегиональной интернет-олимпиады по математике «Созвездие талантов» // Проблемы теории и практики обучения математике: Сборник научных работ, представленных на Международную научную конференцию «71 Герценовские чтения» / под ред. В. В. Орлова. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. – С. 85–88.

6. Зеер Э. Ф., Сыманюк Э. Э. Индивидуальные образовательные траектории в системе непрерывного образования // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 3. – С. 74–82.

7. Кирюхин В. М., Цветкова М. С. Информатика. Программы внеурочной деятельности учащихся по подготовке к всероссийской олимпиаде школьников: 5-11 классы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 224 с.

8. Паньгина Н. Н. Подготовка учеников к олимпиадам по информатике [Электронный ресурс] // КиберЛенинка – научная электронная библиотека. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-uchenikov-k-olimpiadam-po-informatike/>.

9. Роберт И. В. Цифровая трансформация образования: ценностные ориентиры, перспективы развития [Электронный ресурс] // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2021. – №16-1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-obrazovaniya-tsennostnye-orientiry-perspektivy-razvitiya>.

10. Рябков А. В. Автоматизированная адаптация образовательного контента под конкретного пользователя путем создания рекомендательной системы // Экономика и управление: проблемы, решения. Учредители: ООО Издательский дом «Научная библиотека». – 2019. – № 9 (2). – С. 4-10.

11. Селезнев А.А. Система построения персональных образовательных траекторий // Сборник научных трудов III Международной научной конференции «Конвергентные когнитивно-информационные технологии» и XIII Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – М.: Издательство: Ла-



боратория Открытых Информационных Технологий факультета ВМК МГУ им. М. В. Ломоносова. – 2019. – С. 132–139.

12. Смоленчук Т. В. Метод коллаборативной фильтрации для рекомендательных сервисов [Электронный ресурс] // Вестник науки и образования. – 2019. – № 22-1 (76). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-kollaborativnoy-filtratsii-dlya-rekomendatelnih-servisov>.

13. Таратухина Ю. В., Барт Т. В., Власов В. В. Машинное обучение модели информационной рекомендательной системы по вопросам индивидуализации образования // Образовательные ресурсы и технологии. — 2019. – № 2 (27). – С. 7–14.

14. Шапошникова Н. Ю. Индивидуальные образовательные траектории в вузах России и Великобритании: теоретические аспекты // Вестник МГИМО-Университета. – 2015. – № 3 (42). – С. 128–133.



**Л. Т. Файзрахманова,
Р. Р. Султанова**

УДК 372.878+78.071.4

**ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
В. Н. ФРЕЙМАН В КОНТЕКСТЕ
РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ
МУЗЫКАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ В КАЗАНИ
(1920-1960)**

Успешное развитие системы музыкального образования в Казани, как показало проведенное исследование, в значительной степени зависело от активной позиции музыкантов, деятельность которых была направлена на выполнение профессиональных задач в любых исторических и социокультурных условиях. Судьбы этих уникальных личностей привлекают внимание казанских ученых: историков, краеведов, искусствоведов, музыкантов, а также журналистов и писателей, работающих в биографическом жанре. В определенной мере этот процесс обусловлен «всплеском интереса социума к проблеме роли личности в истории в последние десятилетия» [9, с. 444; 3, с. 44].

Наряду с названными причинами интерес к биографиям и опыту выдающихся мастеров прошлого в области музыкальной педагогики объясняется также трансформацией методологических принципов обучения, все большим отказом от авторитарных моделей, «поворотом» к личностно-ориентированному подходу в обучении, которое характеризуется высокой степенью индивидуализации, гибкостью образовательных траекторий в зависимости от потребностей и возможностей конкретного ребенка и семьи.

Индивидуальный подход (О. С. Газман, И. А. Зимняя, Н. К. Сергеев, В. В. Сериков) требует от преподавателя целенаправленного планирования учебного процесса, учета индивидуальных особенностей ребенка, его темперамента, характера, склонностей, способностей,