

МЕТОДОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКА

О.М. Корчажкина

*Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук ул. Вавилова, 42, корп. 2, 119333,
г. Москва, Российская Федерация, olgakomax@gmail.com*

В статье рассматриваются отдельные вопросы методологического подхода к организации процесса технического творчества при формировании и развитии инженерного мышления старших школьников. Основное внимание уделяется психологическим основам технических изобретений и открытий, опирающихся на стиль мышления математика и достижения современных информационных технологий. Приводится пример реализации описанного подхода в заданиях третьего тура Первой Всероссийской олимпиады по искусственному интеллекту для учащихся VIII-XI классов, которая проходила в онлайн-формате в октябре-ноябре 2021 года.

Ключевые слова: техническое творчество; инженерное мышление; искусственный интеллект; Всероссийская олимпиада по искусственному интеллекту.

METHODOLOGY OF TECHNICAL CREATIVITY WHILE FORMING SCHOOL STUDENTS' ENGINEERING THINKING

O.M. Korchazhkina

*Federal Research Centre "Computer Science and Control"
of The Russian Academy of Sciences 42/2 Vavilova St, Moscow 119333,
The Russian Federation, olgakomax@gmail.com*

The article focuses on some issues of a methodological approach to the process of technical creativity while high school students' engineering thinking is being formed and developed. The main attention is paid to the psychological foundations of technical invention and discovery based on mathematical mindsets and modern IT achievements. The article also presents an example of how the described approach is implemented in the 3rd-tour tasks of the first All-Russian online Olympiad on Artificial Intelligence for VIII-XI-grade school students, which took place in October-November, 2021.

Keywords: technical creativity; engineering thinking; artificial intelligence; All-Russian Olympiad on Artificial Intelligence.

Введение

Информатизация образования предполагает не только и не столько его цифровую трансформацию, то есть компьютеризацию и внедрение

цифровых технологий, а также методов обучения, ориентированных на использование новейших технических средств. Системный и обоснованный подход к информатизации образования ориентируется прежде всего на повышение фундаментальных компонентов в содержании образования, включающих «перестройку ума» – освоение учащимися современных высокотехнологичных способов работы с информационными источниками и активизация на этой основе познавательного интереса, способов мышления, творческой составляющей учебно-познавательной деятельности.

С этих позиций особое значение в работе педагога приобретает умение организовать в старших классах инженерного профиля процесс технического творчества с использованием цифровых средств, поскольку с чисто технологической точки зрения вся «начинка» в новых образцах техники реализуется на базе решения интеллектуальных задач с помощью средств инновационных технологий, в том числе с привлечением технологий искусственного интеллекта. В сложившихся геополитических условиях подобный подход позволит в самом ближайшем будущем подготовить необходимый штат квалифицированных специалистов, осуществляющих научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, которые могут успешно пройти дальнейшие стадии прототипирования, производства большого объёма экспериментальных образцов, их эксплуатационных испытаний и серийного воплощения.

1. Теоретические основы исследования

Более ста лет назад великий французский математик Анри Пуанкаре (1854–1912) напрямую связывал работу инженера в плане творчества, изобретения и открытия с работой математика [1]: техническое творчество по сути своей сродни математическому, в котором логические основания соседствуют с интуицией и озарением, рождающимися из ранее приобретённого опыта. С философско-психологической точки зрения мышление представляет собой изобретательский процесс [2, с. 4], поэтому «мозг» инженера-изобретателя следует парадигме творческого процесса математика, где важнейшими являются:

- математическое рассуждение, в котором существенны не столько сами умозаключения, а скорее их размещение в определённом порядке различными способами ранжирования вариантов (см., например, [3, с. 228–245]);
- интуитивное чувство математического порядка, «которое позволяет нам угадать гармонию и скрытые соотношения» [1, с. 137], присущие всем математическим законам и законам природы;

- поиск приемлемых решений в выстроенной иерархии возможных альтернатив [4, с. 74–90].

В ходе творческой математической или научно-технической деятельности все вышеперечисленные факторы сводятся к поиску оптимальных решений, когда исследователь, вынужденно поставленный в условия неопределённости, осуществляет процедуры, состоящие «в отыскании и составлении такой последовательности действий, которая преобразует данную ситуацию в желаемую» [4, с. 84–85]. При этом необходимые условия и средства анализируются несколькими приемлемыми путями в рамках диапазона достаточных способов для достижения цели.

Таким образом, основой методологии решения творческих математических или чисто технических задач является организация учебного процесса, в котором приоритетом становится *умение отбирать из множества возможных вариантов оптимальные, наиболее приемлемые или просто удовлетворительные теоретические или практические решения*. Это предполагает формирование и развитие способности школьников работать с различными формами информационных источников, причём интенсификация вариантов отбора в условиях «цифровой трансформации образования» может осуществляться как чисто логическими (жёстко формализованными), так и эвристическими (практически полезными и обоснованными) средствами сначала «вручную», а затем с помощью «человеко-машинного» взаимодействия.

2. Пример практической реализации

Наглядной иллюстрацией подобного подхода явилась система заданий, предложенных учащимся VIII–XI классов на Первой Всероссийской олимпиаде школьников по искусственному интеллекту, проходившей в онлайн-формате в октябре–ноябре 2021-го года [5–6] (адрес сайта олимпиады <https://olimp.edsoo.ru/>). Все задания выполнялись учащимися в рамках направления «Искусственный интеллект и решение интеллектуальных задач» на языке программирования *Python* с набором стандартных модулей в автономной программной среде (без выхода в интернет) и библиотек *NLTK*, *Pillow*, *NumPy*, *Pandas*, *Sci-Kit-Learn*, *TensorFlow* и *PyTorch* [6, с. 14].

На третьем, заключительном, этапе олимпиады учащимся были предложены два задания, для которых не существовало единственно правильного решения [5, с. 9–11]. Поэтому при оценке результатов рейтинг участников третьего тура выстраивался согласно количеству баллов, набранных ими в процессе тестирования представленных программных мо-

делей на платформе организации конкурсов по исследованию данных *Kaggle* (<https://www.kaggle.com/>).

Рассмотрим как пример реализации стратегии поиска и отбора приемлемого решения **первое задание** заключительного тура олимпиады (Задача 3.1 в [5, с. 9–10]), в котором учащимся предстояло продемонстрировать комплексные навыки обработки числовой и текстовой информации, включая работы с различными кодировками; организации хранения данных в памяти, планирования структуры хранения данных для их последующей обработки; решения переборных задач [6, с. 14]; выбора наиболее приемлемого решения для «преобразования заданной ситуации в желаемую».

Выполнение задания, состоявшего в классификации 200 отзывов о фильмах (в кодировке *UTF-8*) по предложенному критерию (сравнения оценки с эталоном и зачётом рейтинга полученного решения не ниже 73,56687 при значении метрики $F1 = 0,7356687$) путём анализа имплицитной тональности текстов с помощью машинных способов обработки информации, осложнялась следующими факторами:

- количеством и объёмом текстов, каждый из которых имел в своём составе более тысячи слов;
- тексты были представлены на русском языке, лексике которого в большей степени свойственна омонимия и полисемия, чем, например, англоязычной лексике;
- тесты нужно было классифицировать по трём категориям: гарантированно отрицательные отзывы, нейтральные отзывы (наиболее трудно выделяемые) и гарантированно положительные отзывы.

Возможное решение этой интеллектуальной задачи классификации с неоднозначным результатом, предложенное одним из разработчиков заданий олимпиады И.А. Калининым, которое было подробно разобрано автором в ходе обучающего методического вебинара 11 февраля 2022 года на youtube-странице Института стратегии развития образования РАО (<https://www.youtube.com/watch?v=52IE6RBHVtU>), а также проанализировано в [6, с. 17–18], основано на составлении языковых *Корпусов* (*Corpus*) лексических единиц, входящих в предложенные тексты согласно следующим принципам:

- 1) представление всех текстов как набора признаков (слов);
- 2) трансформация лексического формата признаков в векторный;
- 3) выбор типа модели-классификатора и его обучение.

Для этого все тексты были разбиты на отдельные слова и определены их коннотации – сопутствующие значения с отрицательным, положительным или нейтральным статусом. При подготовке *Корпуса* к индексации

решались также некоторые частные задачи, например, по замене на букву «е» буквы «ё», не входящей в диапазон «А – Я» в таблице кодировки, или преобразование путём различных ухищрений словосочетаний с отрицательными и усилительными частицами «не» и «ни», сокращениями типа «т. д.», «т. п.», «т. е.», «и др.», «и пр.».

Полученный массив слов, состоящий из почти 132 тыс. файлов, обрабатывался с учётом классификации по трём группам: *positive*, *negative* и *neutral*. Затем *Корпус* разбивался на две части – тестовую и тренировочную в соотношении 1 к 3, и далее использовался векторизатор слов *TF-IDF*. Поскольку рассматривались не только отдельные лексемы, но и устойчивые бинарные словосочетания, то это привело к разрастанию *Корпуса* до миллиона единиц.

После получения векторов из документов *Корпуса* нужно было выполнить их классификацию, однако использование метода опорных векторов *SVM* не представлялось возможным, поскольку данный метод «не успевал» осуществить обучение на компьютере средней мощности за отведённое время – двенадцать часов в течение пяти дней. Вместо этого был использован классификатор *LinearSVC* на базе линейных опорных векторов, с помощью которого в ходе эксперимента на сетке из параметров модели был получен искомый набор оптимальных значений.

Заключительными этапами решения были обучение модели классификатора, сохранение полученной модели для дальнейшего использования и оценка качества её работы с помощью *матрицы путанности* (матрицы ошибок) и *метрики* $F1 = 0,7356687$ (гармоничного среднего между отзывом и точностью).

Этот способ, как показали результаты тестирования, хотя и не явился оптимальным (наилучшим по рейтингу) решением, однако оказался вполне удовлетворительным с практической точки зрения – даже несмотря на то, что у него обнаружилась одна неприятная особенность: объём полученного архива оказался слишком велик, так что его не представлялось возможным загрузить в отведённое для решения задачи пространство с ограниченной памятью – не более 100 Мб.

В связи с этим встала проблема компрессии архива, однако было принято решение сжимать не весь массив полученных данных, а лишь его определённую часть, содержащую набор действительно значимых слов.

Для этого потребовалось построить новый *Корпус* на основе информативности текстов, то есть степени точности отражения текстом цели, заложенной в него автором, что формально определяется по взаимной разрешающей способности выявленных признаков. В этом новом *Корпусе* были подсчитаны слова в соответствии с параметрами, оценивающими

взаимную значимость слов, а затем сформирован список значимых слов и на его основе построен соответствующий классификатор, позволяющий составить рейтинг слов по мере убывания их значимости. Список полученных таким образом слов был сокращён до размера, позволяющего сохранить модель в отведённом пространстве, причём её точность упала совсем незначительно – менее, чем на 0,3%, что составило в целом около 97%.

3. Обсуждение результатов исследования

Несмотря на успешные результаты олимпиады, демонстрирующие рост интереса школьников к проблемам искусственного интеллекта, работчки заданий, анализируя первые её итоги, далеки от эйфории, справедливо отмечая [6, с. 19]: «Инженерных прорывов не ожидалось и не обнаружилось. Но это самостоятельные осознанные решения школьников, увлечённых темой искусственного интеллекта, которые продолжают своё профессиональное обучение в ИТ-сфере». И действительно, очень показательно, что даже при сохранении основной рамочной структуры решения первого задания заключительного тура, участники олимпиады предложили довольно разнообразные способы его практической реализации. Это на конкретном примере демонстрирует важность освоения школьниками навыков отбора наиболее эффективных методов решения творческих задач.

В целом, нетривиальные задания, предложенные на заключительном туре Первой Всероссийской олимпиады по искусственному интеллекту для учащихся VIII–XI классов, продемонстрировали положительные тенденции, складывающиеся в российской средней школе по направлению «Искусственный интеллект», которое может служить ведущим ориентиром для других школьных дисциплин и – в перспективе – других отраслей знаний в плане основы для формирования инженерного мышления наших детей, чем открывать новые возможности подготовки будущих научно-технических работников.

Библиографические ссылки

1. Пуанкаре А. Математическое творчество / В кн. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. // Пер. с франц. М.: «Советское радио», 1970. С. 135–145.
2. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. // Пер. с франц. М. : «Советское радио», 1970. 152 с.
3. Джонс М. Решение проблем по методике спецслужб. 14 мощных инструментов. // Пер. с англ. Н. Брагиной. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2017. 432 с.
4. Саймон Г. Науки об искусственном: // Пер. с англ. Изд. 2-е. М.: Едиториал УРСС, 2004. 144 с.

5. Григорьев С.Г., Калинин И.А., Самылкина Н.Н. Задачи Всероссийской олимпиады по искусственному интеллекту 2021. М.: ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования», 2021. 13 с. URL: <https://edu.prosv.ru/pl/fileservice/user/file/download/h/d2e7d6d1578c12e927144d3f4c66d5de.pdf> .
6. Григорьев С.Г., Калинин И.А., Самылкина Н.Н. Система заданий для первой всероссийской олимпиады школьников по искусственному интеллекту // Информатика и образование. 2022. № 37(3). С. 12–20.