

Сечкина Ирина Викторовна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск
sechkina_i_v@mail.ru



Сечкин Геннадий Иванович,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики
ФГБОУ ВО «Омская государственная автомобильно-дорожная академия», г. Омск
bardina0145@yandex.ru

Аналогия как метод педагогической технологии синтеза знаний

Аннотация. Метод аналогии в обучении математике иногда приводит к формализму в знаниях студентов. Чтобы избежать явления формализма, рекомендуется сопрягать метод аналогии с методом синтеза знаний. Метод аналогии играет главную роль в организации практических занятий по высшей математике, когда преподаватель предъявляет студентам разрешающие алгоритмы стандартных типовых задач и набор заданий синтетического характера, которые можно выполнить по аналогии. Многовариантное решение одной и той же задачи позволяет сопрягать метод аналогий с педагогической технологией синтеза знаний.

Ключевые слова: метод аналогии, педагогическая технология синтеза знаний, понимание содержания учебной дисциплины (математики).

Раздел: (01) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).

В развивающем обучении система приёмов (методов) учебной деятельности включает в себя наблюдение, анализ, синтез, выделение главного, сравнение, аналогию, обобщение, конкретизацию, моделирование, классификацию, перенос. В этом перечне приёмы аналогии и синтеза находятся в одном ряду, эти приёмы взаимосвязаны, и цель данной статьи – раскрыть характер этой связи, в частности описать в деталях работу метода «аналогия» в педагогической технологии синтеза знаний.

Метод аналогии играет важную роль в организации учебного процесса по математике в техническом вузе:

- в каждом блоке курса математики выделяются так называемые « типовые задачи », из которых затем формируются « типовые расчёты »;
- преподаватель демонстрирует образцы решения типовых задач, не оставляя при этом никаких профессиональных секретов на зачёты и экзамены, то есть студентам выдаётся полная система разрешающих алгоритмов;
- далее студенты по аналогии выполняют каждый свой вариант типового расчёта;
- преподаватель проверяет работы, далее следует коррекция учебного процесса (исправление ошибок и недочётов, обобщающее повторение, закрепление учебного материала).

При сопоставлении контролирующих материалов преподаватель учитывает уровень сложности тестового задания (начальный, операционный и аналитико-синтетический) и степень использования метода аналогий на каждом из уровней сложности, который зависит от характера тестовой задачи. Вообще говоря, чем сложнее тестовая задача, тем больше алгоритм её решения отличается от разрешающего алгоритма, сообщённого преподавателем, тем затруднительней проверить рассуждение по аналогии.

Поэтому метод аналогии больше используется на начальном и операционном уровнях сложности тестовых заданий, но чрезмерное увлечение методом аналогии может привести к преобладанию формального подхода, к отрыву формы представления учебного материала от его содержания [1].

Что касается аналитико-синтетического уровня сложности тестов, то и на нём нельзя обойтись без метода аналогии. Более того, такой инструмент обучения математике, как рефлексивный анализ, широко использует метод аналогий, причём «выработка умения находить аналогии и понимать концепции различных математических дисциплин представляется крайне важной» [2]. В этой фразе кроме аналогии упомянуто «понимание концепции различных дисциплин». Концепция одной, отдельно взятой математической дисциплины – это, прежде всего, фундаментальное ядро и универсальные действия (методы дисциплины), следовательно, речь идёт о системе знаний на уровне синтеза знаний, тем более что понимание различных математических дисциплин невозможно без рефлексии над системами межпредметных и внутрипредметных связей, над содержанием фундаментального ядра теории и характером универсальных действий. Иначе говоря, понимание комплекса дисциплин требует применения педагогической технологии синтеза знаний [3].

Методу аналогий в математике посвящено много трудов [4, 5]. С точки зрения педагогической технологии синтеза знаний аналогия должна присутствовать как элемент эвристики и рефлексии на всех этапах синтеза знаний: аналогия необходима для адаптации и оптимизации системы знаний, может быть полезной для оценки фундаментальности и универсальности знаний, когда изучаемая система близка по своим характеристикам (структуре, параметрам, функциям) к уже изученным, хорошо знакомым системам знаний, то есть характеристики уже изученной системы выступают в роли весовых коэффициентов при экспертной оценке характеристик изучаемой системы.

Науке известны примеры теорий совершенно не «аналогичных» (достаточно упомянуть классическую механику Ньютона и квантовую механику) и очень «аналогичных» (например, теория действительных чисел по Дедекинду и теория действительных чисел по Вейерштрассу).

Шансы успешного применения метода аналогии резко возрастают, когда этот метод сопрягается с методом синтеза знаний. Одним из приёмов сопряжения метода аналогий с методом синтеза знаний может служить решение одной задачи несколькими способами: каждый отдельно взятый способ решения задачи уже известен, студенты, действуя по аналогии, находят решение этой задачи этими способами; другой способ решения затрагивает новую отрасль знаний. При этом область используемых в учебном процессе знаний расширяется постепенно по мере включения новых способов решения, что и приводит в конечном итоге к системе знаний, носящей синтетический характер.

Например, при решении систем линейных алгебраических уравнений аналогия сочетается с синтезом знаний, если мы одну заданную систему решаем тремя способами: методом Гаусса, методом Крамера и матричным методом. Для включения трёх аналогий необходимо, чтобы главный определитель системы был отличен от нуля, иначе матричный метод и метод Крамера не работают.

Другим способом сочетания метода аналогий и метода синтеза знаний является частичное изменение условий задачи для получения возможностей действовать по аналогии. Этим приёмом широко пользуются многие математики: когда нужно что-то доказать, а «как это доказать – неизвестно», в условие задачи вносится требование, что условие «уже выполняется», что позволяет осуществить метод аналогии, то есть использовать аналогичное решение. Остаётся только как-нибудь «избавиться» от дополнительного предположения [6–8].

Изучая роль метода аналогии как метода педагогической технологии синтеза знаний, мы должны обратить внимание на возможность аналогии при развитии главных достоинств отечественного образования: фундаментальности, научности, системности и практической направленности.

Действуя по аналогии при определении фундаментального ядра содержания учебной дисциплины, мы можем использовать богатый опыт ведущих вузов страны: МГУ им. М. В. Ломоносова, МИФИ, НГУ и др. Учебные программы дисциплин курса «Высшая математика», разработанные ведущими преподавателями указанных вузов, «берутся за основу», то есть педагоги других вузов имеют возможность дорабатывать, перерабатывать эти программы, используя метод аналогии, но далее необходим учёт специфики данного вуза (профили подготовки специалистов и бакалавров, наличие материальной базы, приборов и измерительной техники, уровень подготовки абитуриентов, особенности рынка труда в конкретном регионе).

Учёт специфики данного вуза и региона возможен только на путях адаптации системы знаний к новым условиям и её оптимизации, иначе говоря, к методу аналогии требуется в обязательном порядке подключать технологии синтеза знаний, чтобы добиться достаточно высокого качества учебно-воспитательного процесса в конкретном вузе.

Важную роль играет метод аналогий в математической информатике, где имеются библиотеки подпрограмм решения типовых задач линейной и векторной алгебры, анализа и теории функций, дифференциальных уравнений (пакеты Mathematica, Maple, Matlab, MathCAD и др.).

Например, приводятся формулы (1.3) и (1.4) метода Мюллера, который служит для нахождения корней уравнения и развивает метод касательных Ньютона, используя квадратичную интерполяцию функции. Затем предлагается «Упражнение 1.1. Получите эти формулы самостоятельно по аналогии с методом Ньютона, оставив в разложении первые три слагаемых» [9].

Метод аналогий при неосторожном использовании вычислительной (компьютерной) техники может привести к неверному результату.

Например, при вычислении определённых и несобственных интегралов при увеличении числа разбиений объём вычислений стремительно возрастает; кроме того, с увеличением числа шагов вычислительного алгоритма накапливается ошибка округления. К примеру, компьютер даёт результат $\int_{-1}^1 \frac{1}{x^2} dx = 1.376 \cdot 10^3$, хотя известно, что $\int_{-1}^1 \frac{1}{x^2} dx$ расходится [10].

Таким образом, необходим этап адаптации разрешающего вычислительного алгоритма к специфике конкретной теоретической или практической задачи. Как видно из приведённого примера, одного метода аналогий (выбора значка интеграла из палитры специальных знаков, внесения переменной интегрирования, подынтегральной функции и пределов интегрирования) в математической информатике не всегда хватает для адекватного решения задачи, здесь требуется дополнительный синтез возможностей вычислительной техники, теории ошибок, возникающих при использовании разрешающего алгоритма, и всех дополнительных ограничений, вытекающих из реальной задачи [11, 12].

В учебно-воспитательном процессе приёмы учебной деятельности образуют систему, в которой один приём может быть связан с другим приёмом не непосредственно, а через какой-нибудь третий приём. Например, приём аналогии часто сопрягается с приёмом синтеза знаний через приём классификации. Действительно, если изучается множество треугольников, то оно разбивается на множество треугольников

остроугольных (все углы острые), прямоугольных (один угол прямой) и тупоугольных (один угол тупой). Изучение прямоугольных треугольников проводим методом аналогий на базе теоремы Пифагора с привлечением терминов «катет» и «гипотенуза», изучение остроугольных и тупоугольных треугольников методом аналогий базируется на теореме синусов, теореме косинусов и формуле Мольвейде. Метод классификации в этом случае помогает достичь уровня синтеза знаний, поскольку охватывает все виды плоских треугольников.

Но не всегда метод аналогий вкупе с методом классификации приводит к такому эффекту, как синтез знаний. К примеру, интегрирование рациональных функций одной действительной переменной всегда возможно и может быть выполнено по аналогии до конечного результата, а случай интегрирования иррациональных функций не всегда приводит к нужному результату, поскольку существуют иррациональные функции, первообразные которых существуют, но не выражаются в конечном виде через элементарные функции. В частности, интегралы от так называемого дифференциального бинома берутся только в трёх известных случаях, а в остальных случаях они не берутся (теорема П. Л. Чебышева) в конечном виде [13–16].

Тем не менее сопряжение метода аналогий с методом синтеза знаний, как опосредованно, так и напрямую, не только возможно, но и необходимо для того, чтобы учебные приёмы становились в процессе обучения приёмами умственной деятельности. Наша цель – вывести всех заинтересованных обучаемых на уровень синтеза знаний в развитии математического и общенаучного мышления.

Подводя итоги работы, можно утверждать:

- без метода аналогий трудно обойтись как в науке, так и в процессе обучения;
- метод аналогии имеет свои границы в процессе познания, его пределы, вообще говоря, сужаются при приближении к уровню синтеза развития математического мышления;
- метод аналогий играет важную роль при усвоении фундаментального ядра теорий и универсальных научных и учебных действий в ходе выполнения расчётно-графических работ, типовых расчётов и контрольных тестов;
- метод аналогий успешно сопрягается с педагогической технологией синтеза знаний (как эвристический способ, как элемент теории доказательства утверждений, при многовариантном решении одной задачи, в процессе проектирования и моделирования системы знаний).

Ссылки на источники

1. Батехина Н. В. Практические предпосылки возникновения формализма в занятиях студентов при обучении высшей математике в техническом вузе // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе: материалы второй межвуз. науч.-практ. конф. 28–29 сентября 2012 г. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. – С. 21–27.
2. Филимонов В. А. Рефлексивный анализ как инструмент обучения математике // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе: материалы второй межвуз. науч.-практ. конф. 28–29 сентября 2012 г. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. – С. 158–164.
3. Сечкин Г. И. Синтез знаний как метод достижения понимания содержания учебной или научной дисциплины // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. – 2015. – № 3(139). – С. 138–140.
4. Пойа Д. Как решать задачу. – М.: Учпедгиз, 1959. – 208 с.
5. Далингер В. А., Костюченко Р. Ю. Аналогия в геометрии: учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2001. – 149 с.
6. Крутецкий В. А. Психология математических способностей школьников. – М.: Просвещение, 1968. – 432 с.
7. Колмогоров А. Н. Математика в её историческом развитии. – М.: Наука, 1991. – 224 с.
8. Колмогоров А. Н. Математика – наука и профессия. – М.: Наука, 1988. – 288 с.

9. Тарасевич Ю. Ю. Информационные технологии в математике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – С. 10–14.
10. Там же. – С. 30–31.
11. Говорухин В., Цибулин В. Компьютер в математическом исследовании: учеб. курс. – СПб.: Питер, 2001. – 624 с.
12. Дьяконов В. П., Абраменкова И. В. MathCAD 7 в математике, в физике и в Internet. – М.: Нолидж, 1998. – 352 с.
13. Байдак В. А. Система методов обучения в технологической подготовке учителя математики // Математика и информатика: наука и образование. – Вып. 1. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2001. – С. 87–90.
14. Байдак В. А., Борисова Л. П. Формирование приёмов учебной деятельности в обучении математике в школе // Модернизация педагогического образования в Сибири: проблемы и перспективы. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2001. – С. 184–189.
15. Скаткин М. Н. О методах обучения // Советская педагогика. – 1965. – № 3. – С. 102–111.
16. Формирование приёмов математического мышления / под ред. Н. Ф. Талызиной. – М.: «Вентана-Граф», 1995. – 231 с.

Irina Sechkina,

Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor at the chair of Higher Mathematics, Omsk State Technical University, Omsk

sechkina_i_v@mail.ru

Gennady Sechkin,

Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Associate Professor at the chair of Higher Mathematics, Siberian Automobile and Highway Academy, Omsk

bardina0145@yandex.ru

Analogy as a method of pedagogical technology of knowledge synthesis

Abstract. The method of analogy in teaching mathematics sometimes leads to formalism in students' knowledge. To avoid the phenomenon of formalism, it is recommended to match the method of analogy with the synthesis of knowledge. The method of analogy plays a major role in the organization of higher mathematics practical classes, when the teacher makes the students to allow the standard algorithms for common tasks and the set of synthetic nature that can be performed by analogy. Multivariate solution of the same problem allows to match the method of analogy with the pedagogical technology of knowledge synthesis.

Key words: method of analogy, pedagogical technology of knowledge synthesis, understanding the content of discipline, mathematics.

References

1. Batehina, N. V. (2012). "Prakticheskie predposylki vzniknovenija formalizma v zanjatijah studentov pri obuchenii vysshej matematike v tehničeskom vuze", *Aktual'nye problemy prepodavanija matematiki v tehničeskom vuze: materialy vtoroj mezhvuz. nauch.-prakt. konf. 28–29 sentjabrja 2012 g.*, Izd-vo OmGTU, Omsk, pp. 21–27 (in Russian).
2. Filimonov, V. A. (2012). "Refleksivnyj analiz kak instrument obuchenija matematike", *Aktual'nye problemy prepodavanija matematiki v tehničeskom vuze: materialy vtoroj mezhvuz. nauch.-prakt. konf. 28–29 sentjabrja 2012 g.*, Izd-vo OmGTU, Omsk, pp. 158–164 (in Russian).
3. Sechkin, G. I. (2015). "Sintez znanij kak metod dostizhenija ponimaniya soderzhanija uchebnoj ili nauchnoj discipliny", *Omskij nauchnyj vestnik. Ser. Obshhestvo. Istorija. Sovremennost'*, № 3(139), pp. 138–140 (in Russian).
4. Poja, D. (1959). *Kak reshat' zadachu*, Uchpedgiz, Moscow, 208 p. (in Russian).
5. Dalinger, V. A. & Kostjuchenko, R. Ju. (2001). *Analogija v geometrii: ucheb. posobie*, Izd-vo OmGPU, Omsk, 149 p. (in Russian).
6. Kruteckij, V. A. (1968). *Psihologija matematičeskikh sposobnostej shkol'nikov*, Prosveshhenie, Moscow, 432 p. (in Russian).
7. Kolmogorov, A. N. (1991). *Matematika v ejo istoričeskom razvitii*, Nauka, Moscow, 224 p. (in Russian).
8. Kolmogorov, A. N. (1988). *Matematika – nauka i professija*, Nauka, Moscow, 288 p. (in Russian).
9. Tarasevich, Ju. Ju. (2003). *Informacionnye tehnologii v matematike*, SOLON-Press, Moscow, pp. 10–14 (in Russian).
10. Ibid., pp. 30–31.
11. Govoruhin, V. & Cibulin, V. (2001). *Komp'juter v matematičeskom issledovanii: ucheb. kurs*, Piter, St. Petersburg, 624 p. (in Russian).
12. D'jakonov, V. P. & Abramenkova, I. V. (1998). *MathCAD 7 v matematike, v fizike i v Internet*, Nolidzh, Moscow, 352 p. (in Russian).

13. Bajdak, V. A. (2001). *Sistema metodov obuchenija v tehnologicheskoj podgotovke uchitelja matematiki, Matematika i informatika: nauka i obrazovanie*, vyp. 1, Izd-vo OmGPU, Omsk, pp. 87–90 (in Russian).
14. Bajdak, V. A. & Borisova, L. P. (2001). "Formirovanie prijomov uchebnoj dejatel'nosti v obuchenii matematike v shkole", *Modernizacija pedagogicheskogo obrazovanija v Sibiri: problemy i perspektivy*, Izd-vo OmGPU, Omsk, pp. 184–189 (in Russian).
15. Skatkin, M. N. (1965). "O metodah obuchenija", *Sovetskaja pedagogika*, № 3, pp. 102–111 (in Russian).
16. Talyzina, N. F. (ed.) (1995). *Formirovanie prijomov matematicheskogo myshlenija*, "Ventana-Graf", Moscow, 231 p. (in Russian).

Рекомендовано к публикации:

Горевым П. М., кандидатом педагогических наук,
 главным редактором журнала «Концепт»

Поступила в редакцию <i>Received</i>	26.05.16	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	28.05.16
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	28.05.16	Опубликована <i>Published</i>	28.07.16



www.e-koncept.ru

© Концепт, научно-методический электронный журнал, 2016

© Сечкина И. В., Сечкин Г. И., 2016