

УДК 378

АНАЛОГИЯ И ЕЕ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

ANALOGY AND ITS ROLE IN STUDENTS' THINKING FORMATION

©Яковлева Е. В.,

SPIN-код: 6836-4135; ORCID: 0000-0002-1743-8645,

д-р пед. наук,

Казанский национальный исследовательский
технологический университет,

г. Нижнекамск, Россия, YakovlevaEV@inbox.ru

©Yakovleva E.,

SPIN-code: 6836-4135; ORCID: 0000-0002-1743-8645,

Dr habil.,

Kazan National Research Technological University,

Nizhnekamsk, Russia, YakovlevaEV@inbox.ru

Аннотация. Чтобы соответствовать современному производству инженер должен уметь осуществлять анализ реальной ситуации и переносить имеющиеся знания в новую ситуацию, выбирая оптимальный вариант решения поставленной перед ним задачи. В статье рассмотрен вопрос, касающийся проблемы формирования умения осуществлять умозаключения по аналогии как одного из компонентов логической культуры. Аналогия рассматривается как форма человеческого мышления, которая выступает важным средством позволяющим осуществлять перенос имеющихся знаний в новую ситуацию. Выделены типовые характеристики уровней развития переноса знаний и выводов по аналогии. Показаны возможные пути использования метода аналогии при изучении темы «Постоянный электрический ток» и «Магнитное поле». Приведена сравнительная таблица, раскрывающая аналогию между электрическим и магнитным полем.

Abstract. To match modern production, the engineer must be able to analyze the real situation and transfer existing knowledge to a new situation, choosing the optimal solution for the task assigned to him. The article deals with the problem of forming the ability to implement inferences by analogy as one of the components of logical culture. Analogy is considered as a form of human thinking, which is an important means of allowing the transfer of existing knowledge to a new situation. Typical characteristics of levels of knowledge transfer and conclusions development by analogy are distinguished. Possible ways of using the analogy method for studying the theme “Permanent electric current” and “Magnetic field” are shown. A comparative table is presented that reveals an analogy between the electric and magnetic fields.

Ключевые слова: аналогия, умозаключения по аналогии, уровни развития переноса знаний и выводов по аналогии, аналогия между электрическим и магнитным полем.

Keywords: analogy, inferences by analogy, levels of knowledge transfer and conclusions development by analogy, analogy between electric and magnetic field.

Современное развитие производства и техники предъявляет требования к поливариативности профессиональных компетенций работников и предполагает формирование у студентов способности к активной мыслительной деятельности в техническом вузе. Одним из ведущих компонентов в структуре логической культуры будущего инженера является высокий уровень сформированности умения осуществлять анализ реальной ситуации, перенос имеющихся знаний в новую ситуацию и построение новых моделей, выбор их оптимального варианта решения и внедрения в производство. Работа инженера всегда была связана с построением умозаключений, освоением и разработкой новых материалов, приборов, технологий. Традуктивные умозаключения, т.е. умозаключения по аналогии, являются одним из видов умозаключений. На современном этапе в связи с постоянным ростом объема новой информации и интеграцией научных знаний роль выводов по аналогии возрастает. К лидерам мирового развития относятся страны, обеспечивающие высокий уровень образованности своего населения, логической культуры, технологической дисциплины производства и науки, являющейся основной созидательной силой общества. Мы солидарны с точкой зрения В.В. Кондратьева, который пишет: «Техническое знание все более приобретает характер смежных динамических систем, входящих многими своими сторонами в жизнь общества: прогресс техники через навыки и умение ею пользоваться становится одним из определяющих факторов и условий духовного богатства, развития эстетического отношения к действительности» [1, с. 184].

Сравнительное исследование, проведенное в 2005 году Мировым банком, выпускников высших учебных заведений постсоветских стран (Россия, Беларусь, Казахстан и др.) и развитых стран Запада («США, Канада, Франция) показало, что студенты постсоветских стран имеют достаточно высокие результаты по критериям «знание и понимание» (9-10 баллов) и очень низкие (1-2 балла) — по критериям «применение знаний в новой ситуации и умению выполнять логические операции». Студенты развитых западных стран имеют с точностью противоположные результаты, они умеют принимать решения в новой ситуации, имеют высокую степень развития навыков выполнения логических операций, но низкий уровень знаний. [2, с. 439]. В настоящее время существенно видоизменяются требования к образованности молодого работника современной промышленности, которые все в большей мере определяют не количеством знаний выпускника вуза, а его общим развитием, методологической культурой мышления, способностью оперативно включать информацию в контекст своей профессиональной деятельности. Однако и сегодня остается актуальной проблема разрыва между имеющимися у молодых людей знаниями и умениями логически грамотно их использовать на практике.

Проблема формирования умения осуществлять перенос имеющихся знаний в новую ситуацию и строить выводы по аналогии находится на пересечении исследовательских полей логики, методологии, педагогики и психологии. Еще во второй половине XX века в научном мышлении аналогия являлась предметом исследования логиков (И. В. Демидов, А. А. Ивин, А. И. Уемов), проблемы научного творчества изучались представителями педагогической и психологической науки (И. П. Меркулов, Ю. Н. Кулюткин, Я. А. Пономарев, В. Г. Разумовский, и др.). Однако и сегодня в целом в педагогической науке, а особенно в практике вузовского преподавания, вопросу формирования умения осуществлять перенос имеющихся знаний в новую ситуацию и строить выводы по аналогии уделяется недостаточное внимание. По нашим данным 84% первокурсников испытывают затруднения в процессе осуществления выводов по аналогии, из-за отсутствия знаний о структуре аналогии, ее видах и условиях

состоятельности выводов по аналогии.

В результате проведенного нами исследования [3, с. 72-73] в качестве типовых характеристик *уровней развития переноса знаний и выводов по аналогии*, мы выделили следующие показатели.

Высокий уровень характеризуется умением студента не только самостоятельно пользоваться знаниями на практике, но и переносить их в конкретные учебные, практические ситуации, а также ситуации, связанные с будущей профессиональной деятельностью. Студент знает сущность, особенности, структуру, правила умозаключения по аналогии и самостоятельно делает выводы и заключения по аналогии в зависимости от характера информации, переносимой с одного предмета на другой. Творчески использует знания из разных предметных областей для описания систем, объектов, явлений и процессов, стандартных и нестандартных ситуаций.

Средний уровень. Студент имеет представление о том, как осуществить перенос имеющихся знаний, но использует их на практике только для решения стандартных заданий. Умеет определять виды аналогии, но испытывает определенные затруднения в применении правил аналогии. Ему необходимо руководство со стороны преподавателя.

Низкий уровень характеризуется умением студента выполнять действия по образцу, не может выполнить задание без помощи преподавателя. Затрудняется в выделении общих закономерностей и установлении связи между сходными и переносимыми признаками. Межпредметным переносом владеет слабо, может осуществлять данную операцию благодаря наводящим вопросам. Нередко подменяет аналогию популярной индукцией.

Очень низкий уровень характеризуется переносом знаний только внутри отдельной дисциплины, часто неосмысленно и случайно, не умеет осуществлять перенос знаний в область профессиональной деятельности. У студента этого уровня отсутствуют знания о структуре и правилах умозаключения по аналогии. Поэтому студент пытается «проводить аналогию» на основе абсолютного тождества, допуская грубые ошибки.

Чтобы выявить начальный уровень развития переноса знаний и выводов по аналогии у первокурсников, приступающих к изучению физики, на протяжении ряда лет нами было обследовано свыше двухсот студентов разных факультетов Нижнекамского химико-технологического института. В ходе массового обследования мы использовали методику «образование сложных аналогий» [3, с. 197-199] с целью установления того, как испытуемым доступно понимание сложных логических отношений, выделение абстрактных связей и выявление аналогии.

Результаты показали, что 38% студентов, приступающих к обучению в вузе, имеют очень низкий уровень развития понятийного мышления и умения строить выводы по аналогии, 46% студентов — низкий уровень, 12% студентов — средний и лишь 4% студентов — высокий.

Между тем аналогия, как метод научного познания, играет важную роль в процессе обучения, способствует лучшему пониманию и осознанию теоретического материала студентами. Аналогия тесно связана с методом научного моделирования в процессе экспериментального или теоретического изучения какого-либо явления. Под аналогией понимают такой метод научного познания, когда из сходства некоторых уже исследованных признаков двух или более предметов, явлений действительности делается вывод о сходстве других признаков этих явлений (объектов), которые еще малоисследованы. При этом как-бы одно исследованное явление уподобляется другому, недостаточно изученному, но сходному с первым в определенных существенных признаках. В истории науки известно множество примеров, когда изучение явления основанного на аналогии с другими явлениями

демонстрировало хорошие результаты. Так, исходя из аналогии между электрическими, магнитными и оптическими явлениями, М.Фарадей предсказал существование у кристаллов анизотропии электрических и магнитных свойств, основываясь на существовании оптической анизотропии. Следует отметить, что 1846 году Фарадей открыл явление поворота плоскости поляризации света в стекле, находящемся в магнитном поле, основываясь на предположении о существовании некоторых выделенных направлений для луча света в кристалле в магнитном поле. После успешного проведения опытов по вращению плоскости поляризации света в стекле, помещенном в магнитное поле, М. Фарадей писал о том, что ему удалось намагнитить свет. Иначе говоря, он обнаружил влияние намагнитченности вещества, находящегося в статическом магнитном поле, на характеристики луча света, распространяющегося в этом веществе. В настоящее время на стыке двух наук физики магнитных явлений и физической оптики существует раздел физики – магнитооптика, изучающая взаимодействие света с намагнитченным веществом.

При изучении темы «Постоянный электрический ток» — основной темы раздела «Электричество» метод аналогии значительно облегчает успешное изучение всего раздела. Для уяснения физической сущности явления возникновения постоянного электрического тока, студентам следует четко понимать различия между скоростью распространения электрического поля внутри металла и скоростью движения электронов в металлах. Скорость движения электронов в металлах зависит от напряженности поля и очень маленькая, всего нескольких миллиметров в секунду. Скорость распространения электрического поля в проводнике очень велика — порядка скорости света. Это различие можно разъяснить обучающимся с помощью следующей аналогии. Когда товарный поезд трогается с места, то все его вагоны быстро приходят в движение, несмотря на то, что каждый вагон сам по себе получает в начале движения незначительную скорость. Аналогично и электрическое поле в проводнике, присоединенном к источнику тока, распространяется мгновенно, хотя отдельные свободные электроны в проводнике, под действием электрического поля приобретают ничтожную скорость.

В вузовском курсе физики для разъяснения понятия об электроемкости можно провести аналогию между количеством электричества, потенциалов и электрической емкостью проводника с одной стороны и количеством газа в сосуде, его давлением и емкостью сосуда с другой стороны. Как емкость сосуда может численно измеряться таким количеством газа, взятого при нормальном давлении, которое изменяет давление газа на единицу давления, так и электроемкость проводника измеряется тем количеством электричества, которое изменяет потенциал проводника на единицу потенциала. Например, если в сосуд емкостью 5 л мы поместим 5 л воздуха, взятого при нормальном давлении в 1 атм, то в сосуде создается давление в 1 атм. Если потом мы накачаем в этот сосуд еще 5 л воздуха, взятого при нормальном давлении, то в сосуде уже возникнет давление 2 атм. Если мы продолжим накачивать воздух в сосуд каждый раз по 5 л, взятый при нормальном давлении, то каждый раз давление воздуха в сосуде будет увеличиваться на 1 атм. Таким образом, одно и то же количество воздуха, занимающее объем 5 л при нормальных условиях, изменяет давление в сосуде емкостью 5 л на одну единицу давления. Но если мы возьмем пустой сосуд емкостью 15 л, запустим в него 5 л воздуха, взятого при нормальном давлении, то в сосуде установится давление в 1/3 атмосферы. Значит, если мы обнаружим, что в каком-то сосуде давление изменяется на одну единицу при накачивании в сосуд втрое большего количества воздуха, чем то, которое требовалось для создания давления в 1 атм в первом сосуде, то можно утверждать, что емкость второго сосуда больше емкости первого сосуда в три раза (в нашем примере

равняется 15 л). Отсюда следует, что по количеству воздуха, изменяющего давление в сосуде на единицу давления, можно судить о емкости сосуда.

Аналогично можно сказать и относительно электроемкости проводника. Допустим, что потенциал какого-нибудь проводника изменяется на единицу при помещении на проводник 5 Кл электричества. Если потенциал другого проводника изменяется на единицу при сообщении ему 15 Кл электричества, то это означает, что емкость второго проводника в три раза больше емкости первого. В результате можно установить, что электроемкость проводника показывает, какое количество электричества (электрический заряд) приходится на каждую единицу потенциала проводника. Иначе можно сказать, что электроемкость проводника показывает, какое количества электричества изменяет потенциал проводника (увеличивает или уменьшает) на единицу потенциала. Такое понятие об электроемкости отражается в виде формулы:

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

Использование метода аналогии в процессе преподавания способствует лучшему пониманию и усвоению обучающимися теоретического материала. Однако, преподавателю нужно осторожно подходить к методу аналогий, так как в ходе аналогии получаются лишь достоверные суждения, а не истинные, поэтому возможны ошибки. Хотя, следует заметить, это присуще всем методам исследования, их нельзя абсолютизировать. Использование метода аналогии в процессе вузовского обучения развивает интуицию студентов, но что особенно важно, на конкретном материале можно показать единство природы, единую природу электромагнитных явлений, электромагнитных колебаний (свет, радиоволны и т. п.)

При изучении темы «Магнитное поле» метод аналогии целесообразно использовать при сравнении формулы закона Ампера о магнитном взаимодействии двух проводников с током в виде:

$$dF_{12} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \Delta l_1 \Delta l_2}{4\pi r_{12}^2}$$

где F_{12} — сила взаимодействия элемента Δl_1 , тока I_1 с элементом Δl_2 тока I_2 , r_{12} — расстояние между элементами тока; с законом Кулона в электростатике. При этом следует подчеркнуть, что Ампер выводя свой закон из опытного исследования проводников с током, сделал предположение о взаимодействии элементов тока ($I_1 \Delta l_1$) и ($I_2 \Delta l_2$) с силой пропорциональной этим токам I_1 , I_2 , некоторой функции угла между ними и обратно пропорционально n -ой степени расстояния между ними; а затем из опыта он нашел, что $n=2$.

Понятие элемента тока может быть введено по аналогии с точечным зарядом, а затем по аналогии с соответствующими формулами для электрического поля можно ввести формулы определяющие индукцию магнитного поля, магнитный поток и др. В процессе введения понятий и преподавании темы «Магнитное поле» можно использовать Таблицу, которая облегчает сравнение формул электрического и магнитного поля и может быть полезна при обобщении и систематизации физических знаний.

Магнитная индукция определяется как силовая характеристика магнитного поля, аналогично напряженности электрического поля, через отношение силы, с которой магнитное

поле действует на элемент тока. Следует подчеркнуть, что работы Ш. Кулона выявили аналогию не только между электрическими и магнитными силами, но и аналогию с силами тяготения. Использование метода аналогии при изучении темы «Магнитное поле» облегчает изучение теоретического материала, связанного с магнитным полем и его характеристикам.

Таблица.

АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ И МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

<i>Электрическое поле</i>	<i>Магнитное поле</i>
Создается электрическими зарядами	Создается током (движущимися зарядами)
Обнаруживается по действию на электрический заряд	Обнаруживается по действию на ток
Силовые линии не замкнуты, начинаются на положительных и заканчиваются на отрицательных зарядах	Силовые линии замкнуты
Закон Кулона $F = \frac{kq_1q_2}{\epsilon r^2}$ где $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	Закон Ампера $dF = \frac{\mu k' I_1 I_2 \Delta l_1 \Delta l_2}{r^2}$ где $k' = \frac{\mu_0}{4\pi}$
Заряд q	Элемент тока $I\Delta l$
Электрическая постоянная ϵ_0	Магнитная постоянная μ_0
Диэлектрическая проницаемость среды ϵ	Магнитная проницаемость среды μ
Напряженность поля заряда $E = \frac{F}{q}$	Индукция элемента тока $B = \frac{F}{I\Delta l}$
Напряженность поля точечного заряда на расстоянии r от точечного заряда до изучаемой точки $E = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$	Индукция прямолинейного тока на расстоянии R от оси проводника $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi R}$
Принцип суперпозиции $\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$	Принцип суперпозиции $\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$
Поток вектора напряженности электростатического поля $\Phi_E = ESC\cos\alpha$	Поток вектора магнитной индукции $\Phi_B = BSC\cos\alpha$
Объемная плотность энергии $\omega = \frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2}$	Объемная плотность энергии $\omega = \frac{\mu_0 \mu H^2}{2}$

В самом общем случае вывод по аналогии представляет перенос информации с одного изучаемого объекта или явления на другое. Таким образом, можно рассматривать первоначальное явление как модель, а явление или объект, на которое переносится информация, в результате изучения модели выступает как оригинал. Из этого рассуждения получается, что аналогия — это вывод от модели к оригиналу, и, следовательно, моделирование является более широким понятием, которое включает в себя выводы по аналогии, как неотъемлемую ее часть. То же самое во многом относится к методам идеализации и мысленного эксперимента явлений и объектов, не существующих в действительности, но имеющие прообразы в реальности.

Остановимся на некоторых особенностях изучения понятия «магнитный диполь» в изучаемой теме, используя метод аналогии.

Переходя к изучению понятия «магнитный диполь», мы предлагаем студентам попробовать объяснить, что представляла собой теория магнетизма до установления связи между магнитными и электрическими полями. Студенты вспоминают о том, что магнетизм был отдельной областью физики, а первыми известными магнитными диполями были стрелки компаса и лишь позднее, было обнаружено, что электроны и другие элементарные частицы, а также атомы и ионы ведут себя как магнитные диполи, т.е. являются микроскопическими магнетиками. Далее преподаватель, сообщает, что величиной, характеризующий магнитный диполь, является магнитный дипольный момент p_m , но в отличие от электрического диполя магнитный диполь не может быть представлен двумя пространственно-разделенными зарядами одной величины и противоположного знака, так как не существует магнитных зарядов. Согласно гипотезе А.М.Ампера, каждому дипольному моменту p_m отвечает круговой ток, в котором электрический ток I обтекает некоторую поверхность S и если поверхность плоская, то направление нормали, по отношению к направлению циркуляции тока I устанавливается по правилу буравчика:

$$\vec{p}_m = IS\vec{n}$$

Известно, что магнитные стрелки устанавливаются параллельно магнитному полю Земли, которое создает механический вращательный момент, действующий на стрелку установленную поперек поля и в общем случае, на любой магнитный диполь с моментом p_m в однородном магнитном поле с индукцией B действует механический вращательный момент:

$$\vec{M} = [\vec{p}_m, \vec{B}],$$

аналогичный тому, который действует на электрический диполь в однородном электрическом поле

$$\vec{p} = q\vec{l}.$$

В целом, в процессе применения аналогии мы отвлекаемся от несущественных признаков и связей изучаемых объектов или явлений. Это позволяет создавать теории, имеющие общий характер и показывать изучаемые явления в их закономерной связи, применяя математическую форму.

Экспериментальное обучение, проведенное нами, показало, что наиболее эффективным является планомерное и систематическое обучение студентов умению применять аналогию в ходе анализа и обобщения учебного материала на лекции. Процесс изучения физики с

планомерным и систематическим применением аналогии, как одного из логических методов познания, способствует научности изложения материала и формированию у обучающихся навыков логического мышления.

Список литературы:

1. Кондратьев В. В., Иванов В. Г. Инженерная педагогика как основа системы переподготовки и повышения квалификации преподавателей высшей технической школы // Международная научно-практическая конференция «СИНЕРГИЯ-2017». Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. С. 183-189.
2. Краснова Т. И. Инновации в системе оценивания учебной деятельности студентов // Образование для устойчивого развития: на пути к обществу знания. Минск: Изд.центр БГУ, 2005. С. 438-440.
3. Яковлева Е. В. Формирование логической культуры студентов высших учебных заведений. Нижнекамск: Нижнекамский муниципальный институт, 2011. 252 с.

References:

1. Kondratiev, V. V., & Ivanov, V. G. (2017). Engineering pedagogy as the basis of the system of retraining and advanced training of teachers of the higher technical school // International scientific-practical conference "SYNERGY-2017". Kazan: *Kazan National Research Technological University*, 183-189.
2. Krasnova, T. I. (2005). Innovations in the system of assessing students' learning activity. // Education for sustainable development: on the way to a knowledge society. Minsk: *Publishing Center of the Belarusian State University*, 438-440.
3. Yakovleva, E. V. (2011). Formation of logical culture of students of higher educational institutions. Nizhnekamsk: *Nizhnekamsk Municipal Institute*, 252.

*Работа поступила
в редакцию 01.04.2018 г.*

*Принята к публикации
05.04.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Яковлева Е. В. Аналогия и ее роль в формировании мышления студентов // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №5. С. 583-590. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/yakovleva-e> (дата обращения 15.05.2018).

Cite as (APA):

Yakovleva E. (2018). Analogy and its role in students' thinking formation. *Bulletin of Science and Practice*, 4(5), 583-590.