

УДК [37.022:51+164.3](045)

ПОДХОДОВА Наталья Семёновна, доктор педагогических наук, профессор кафедры методики обучения математике, заместитель директора научно-исследовательского института общего образования Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена. Автор 120 научных публикаций, в т. ч. двух монографий

ФЕФИЛОВА Елена Фёдоровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры вычислительной техники, информатики и методики преподавания информатики Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, директор университетского лицея. Автор 253 научных публикаций, в т. ч. трех монографий

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ (на примере сравнения)

В статье выделены особенности формирования логического универсального учебного действия «сравнение» в процессе обучения учащихся. Формирование сравнения целесообразно организовать через раскрытие следующих особенностей или этапов: суть логического действия, структура действия (элементы), требования к выполнению действия; виды действия; структура действия как деятельности (умения).

Ключевые слова: универсальное учебное действие, сравнение, этапы формирования, целостность.

В Федеральных государственных образовательных стандартах второго поколения универсальные учебные действия относятся к метапредметным результатам образовательной деятельности. Метапредметные результаты, согласно глоссарию Федерального государственного образовательного стандарта, могут быть достигнуты на базе одного, нескольких или всех учебных предметов. Они рассматриваются как освоенные учениками способы деятельности, применимые как в рамках образовательного процесса, так и при решении проблем в реальных жизненных ситуациях. Значит, и универсальные учебные действия должны удовлетворять этим требованиям, а именно могут быть сформированы на базе одного

или нескольких предметов и использоваться учащимися не только в учебном процессе, но и в жизни. Чтобы определить особенности их формирования, необходимо выявить сущность универсальных учебных действий. В глоссарии Федерального государственного образовательного стандарта универсальные учебные действия понимаются как «способность субъекта к саморазвитию и самосовершенствованию путем сознательного и активного присвоения нового социального опыта; совокупность действий учащегося, обеспечивающих его культурную идентичность, социальную компетентность, толерантность, способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, включая организацию этого процесса» [7].

В свою очередь, в психологической литературе способности трактуются как индивидуальные свойства личности, являющиеся субъективными условиями успешного осуществления определенного рода деятельности. Способности не сводятся к имеющимся у индивида знаниям, умениям, навыкам. Они обнаруживаются в быстроте, глубине и прочности овладения способами и приемами некоторой деятельности и являются внутренними психическими регулятивами, обуславливающими возможность их приобретения: «...способность не может возникнуть вне соответствующей конкретной предметной деятельности» [4]. Способности, а соответственно, и универсальные учебные действия возникают в деятельности, формируются в деятельности, существуют только вместе с деятельностью.

Выбор видов универсальных учебных действий определяется ключевыми компетентностями общего образования. Среди всех видов универсальных учебных действий с учебными предметами в большей степени связан блок познавательных универсальных учебных действий. Несмотря на универсальность этих действий, каждый учебный предмет, имея свою специфику, организует их формирование в своей логике, расставляя свои акценты. Поэтому необходимо создание единой системы формирования познавательных универсальных учебных действий, учитывающих специфику учебных предметов и их роль в формировании определенных видов универсальных учебных действиях, что определяется целостностью образовательного процесса.

Целостность образовательного процесса предполагает создание в обучении целостной развивающей среды, основывающейся на четком распределении функций каждого учебного предмета в процессе образования и развития личности учащегося. Эти функции мы определили как метафункции учебных предметов. В качестве основных характеристик метафункций можно выделить следующие:

1) являются ведущими функциями предмета или группы предметов,

2) определяются целями обучения данному предмету,

3) являются значимыми для овладения другими предметами, в первую очередь, средством усвоения содержания других учебных дисциплин, т. е. данный предмет «отвечает» за формирование умений, необходимых для реализации этой метафункции,

4) обучение данному предмету создает наиболее оптимальные условия для формирования умений, необходимых для реализации этой метафункции [3].

Что касается учебного предмета «математика», то в процессе обучения ему реализуются следующие метафункции:

- развитие вычислительной культуры,
- развитие умения работать с абстрактным материалом,
- обучение моделированию,
- развитие пространственного мышления,
- обучение общим подходам к решению задач;
- обучение обоснованиям и формированию логических операций, основанных на законах формальной логики.

В блоке познавательных универсальных учебных действий в Федеральном государственном образовательном стандарте выделяют общеучебные универсальные учебные действия, логические универсальные учебные действия, действия постановки и решения проблем.

В основе логических универсальных учебных действий лежат логические операции, которые, в свою очередь, базируются на формальной логике. Именно учебный предмет «математика» преимущественно строится по законам формальной логики (во всяком случае, больше чем какой-либо другой учебный предмет). Это возможно в силу абстрактности понятий математики (понятия математики – «плод ума человеческого»), в которых количество связей ограничено и, следовательно, может быть отслежено. Только в математике полученные выводы «работают» стопроцентно. Поэтому основа формирования логических универсальных учебных действий должна закладываться в процессе изучения математики. Далее уча-

щиеся при изучении других учебных предметов на этой основе знакомятся со спецификой рассматриваемого универсального учебного действия в соответствующей области знаний. Так, например, действие сравнения, особенности формирования которого мы рассматриваем в данной статье, в Федеральном государственном образовательном стандарте предполагает формирование умения выбирать основания и критерии для сравнения.

Базой этого умения является различение отношений между понятиями, понимание сравнимых и несравнимых понятий, рассматриваемых в формальной логике, а значит, эти основы целесообразно заложить при изучении математики. А различные основания и критерии для сравнения и умения выбирать их формируются уже на заложенной основе в процессе изучения всех учебных предметов. Так, в гуманитарных предметах изучаются и используются такие виды сравнений, которые не рассматриваются в других предметах. В филологической области сравнение определяется как *троп*, в котором происходит уподобление одного предмета или явления другому по какому-либо общему для них свойству.

Поэтому, как уже было сказано, необходима единая система формирования универсальных учебных действий. Что касается логических универсальных учебных действий, то формирование каждого из них целесообразно организовать через раскрытие следующих особенностей или этапов:

- 1) суть логического действия;
- 2) структура действия (элементы);
- 3) требования к выполнению действия;
- 4) виды действия;
- 5) структура действия как деятельности (умения) [2, с. 227–331].

В зависимости от конкретного логического действия последовательность этапов может меняться, какие-то этапы могут отсутствовать.

К.Д. Ушинский в системе своих философских и дидактических взглядов, ссылаясь на исследования таких ученых, как И.М. Сеченов, настойчиво проводил идею о значимости сравнения на всех этапах познания мира, начиная с

чувственного восприятия, с ощущений и до образования понятия в процессе суждения. «Основная способность сознания – способность чувствовать сходство и различие. Та же способность лежит в основе постижения предметов и явлений, их причин и законов» [5].

Раскроем суть этих этапов на примере данного логического универсального учебного действия.

1. Суть логического действия сравнения.

Сравнение – логическая операция, «состоящая в установлении сходства и различия между предметами и явлениями». Под сравнением понимают умственные акты, посредством которых в воспринимаемых, представляемых или мыслительных объектах обнаруживают сходство или различие (или того и другого вместе).

Цель сравнения – выявить в объекте сравнения новые, важные для субъекта высказывания свойства.

2. Элементы операции сравнения.

В сравнении выделяют: сравниваемый предмет (объект(ы) сравнения), предмет (множество предметов), с которым происходит сопоставление (средство сравнения), наличие или отсутствие общего или существенного свойства (основание сравнения – сравнительное свойство, хотя в учебной и методической литературе чаще встречается – признак сравнения, *лат. tertium comparationis*). В большинстве учебных предметов, кроме математики, не проводится отличие свойства от признака. Учащиеся, скорее, используют эти термины как части устойчивых выражений, принятых в данной учебной дисциплине. В математике же за этими понятиями закреплены разные смыслы, но уже на уровне утверждений или суждений: *свойство* – это характеристика объекта, то, что отличает один объект от другого, отражает только одно качество объекта и описывается одним простым высказыванием; *признак* – набор свойств (редко – одно свойство), каждое из которых необходимо, а все вместе – достаточны для отнесения объекта к понятию. Поэтому целесообразно в процессе обучения математике использовать для описания математических объектов слово «свойство», а не признак.

Одной из отличительных черт сравнения является упоминание обоих сравниваемых предметов (объектов), при этом общее свойство упоминается далеко не всегда, как, например, и в классификации.

3. Виды сравнений.

С точки зрения операции сравнения, все объекты делятся на *сравнимые* (имеют хотя бы одно общее существенное свойство сравнения) и *несравнимые* (их невозможно сравнить ни по объему, ни по содержанию).

По степени полноты различают *частичные* и *полные* сравнения. Суть частичного сравнения заключается в установлении сходного или только отличительного. Если в объектах находят сходства, это – сопоставление, если ищут различия – это противопоставление. Полное сравнение требует установления сходства и отличия.

По способам осуществления процедуры различают сравнения *параллельные*, *последовательные* и *отсроченные*. Параллельное сравнение – одновременное изучение взаимосвязанных понятий, теорем, задач. Последовательное сравнение – новый объект (понятие, отношение) сравнивается с ранее изученными. Отсроченное сравнение – сравнение объектов (понятий, отношений) значительно удаленных по времени изучения.

По количеству сравниваемых свойств различают *единичные* сравнения (осуществляется

между рядом однородных объектов по одному из несущественных для них свойств) и *комплексные* сравнения.

Сравнения в виде *сравнительного оборота*, образованного при помощи союзов **как, будто, словно, точно**: «Мужик глуп, как свинья, а хитер, как черт».

Бессоюзные сравнения – в виде предложения с составным именным сказуемым: «Мой дом – моя крепость». Сравнения, образованные при помощи *существительного в творительном падеже*: «Он ходит гоголем».

Отрицающие сравнения: «Попытка – не пытка».

Сравнения в форме вопроса.

4. Требования к выполнению действия.

При сравнении необходимо всегда соблюдать следующие логико-дидактические требования к объектам сравнения:

1) Сравнить можно только однородные объекты, относящиеся к одному и тому же классу. Какие угодно, если учитывать содержание понятий, т. к. любые понятия имеют хотя бы одно общее свойство, например, принадлежать этому миру.

В школьном курсе математики (согласно логике [1]) принято все понятия делить на сравнимые и несравнимые в зависимости от отношений между их объектами (рис. 1).



Рис. 1

Тождество (равнозначность) – объемы совпадают. Например, «равнобедренный прямоугольник» и «квадрат». Объемы данных понятий совпадают, содержание – различно (рис. 2).

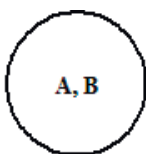


Рис. 2

Пересечение (перекрещивание) – объемы только частично совпадают. Например, «равнобедренный прямоугольный треугольник» и «прямоугольный треугольник» (рис. 3).

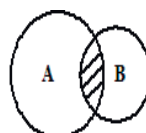


Рис. 3

Подчинение (объем одного из понятий является подмножеством объема другого понятия). В таком отношении находятся, например, понятия «ученый» и «математик», «четырёхугольник» и «плоская фигура» (не каждый четырёхугольник – плоская фигура) (рис. 4).

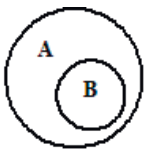


Рис. 4

Отношение подчинения часто смешивают с отношением понятий о части и целом. Во втором случае речь идет о понятиях, объемы которых соотносятся не как множество и подмножество, а как совокупности целых предметов и совокупности частей предметов: «пирамида» и «треугольная пирамида» – отношение рода и вида, «пирамида» и «треугольник (грань)» – отношение части и целого. В этом случае общее, по совместительству подчиняющее понятие, является видом. Единичное понятие становится по отношению к общему – индивидом (это отношение *род* – *вид* –> *индивид*).

Соподчинение (координация) – это отношение между такими понятиями, каждое из которых находится в отношении подчинения к некоторому третьему понятию, но между собой объемы таких понятий не имеют общих элементов, например: «трамвай» и «троллейбус» находятся в отношении подчинения к понятию «общественный транспорт»; «треугольник» и «круг» – к понятию «плоские фигуры» (рис. 5).

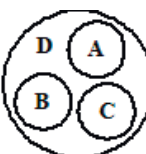


Рис. 5

Противоположность (контрастность) – это такое отношение, при котором объемы понятий не совпадают, поскольку в них указываются свойства, которые не могут принадлежать одному и тому же предмету, например «красный – синий». В отношении противоположности находятся понятия, одно из которых содержит некоторые свойства, а другое – эти же свойства отрицает, заменяя исключаящими признаками. Таким образом, два видовых понятия, находящихся в отношении противоречия, занимают весь объем понятия, являющегося для них родовым. Отметим, что между двумя противоположными понятиями не может быть никакого иного понятия, например, понятие « $x < 5$ », противоположное ему – « $x \geq 5$ » (рис. 6).

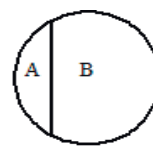


Рис. 6

Противоречие (контрадикторность) – это отношение между двумя взаимно отрицающими друг друга понятиями. В одном понятии свойства мыслятся как присутствующие предметам, в другом – они же мыслятся как отсутствующие: красный – не красный, правда – неправда, А – не А. Отношение противоречия возникает между двумя понятиями, одно из которых содержит определенные признаки, а другое – отрицает (исключает) эти признаки, не заменяя их другими. В отношении противоречия вступают положительные и отрицательные понятия. Слова, составляющие противоречивые понятия, являются антонимами. Например, « $x < 5$ », противоречие – « $x > 5$ » (рис. 7).

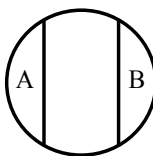


Рис. 7

2) Общее в объектах сравнения можно устанавливать лишь в том случае, если их что-то отличает друг от друга, а устанавливать разницу между ними можно только при наличии у них определенного сходства.

3) Ставить задачу сравнения.

4) Сравнение производить по свойствам, существенным для цели сравнения, таким как поиск закономерностей или выделение существенных свойств объектов, установление связей в изучаемом объекте или понятии или

связей известного с неизвестным, выделение главного, перенос способа решения с одной задачи на другую, распознавание объектов, классификация, обобщение и систематизация, поиск аналогий и др. [6, с. 5–6].

5) Сохранять от начала до конца основания, выбранные для сравнения.

5. Структура действия как деятельности (умения).

Выделение предметов (объектов, явлений, процессов и т. д.), подлежащих сравнению.

Определение цели сравнения, если она не задана.

Выделение оснований, существенных для цели сравнения (если основание для сравнения не задано, то его надо выделить среди сопоставимых существенных свойств).

Сопоставление предметов и их частей по данному основанию, установление свойства сходства. Для поиска свойств сходства можно противопоставить сравниваемые предметы какому-либо другому предмету (предметам).

Установление свойств различия.

Формулирование вывода о сходстве и различии предметов, о том, что нового установлено о данных предметах. Объяснение выявленных при сравнении отношений сходства и различия.

Рассмотрим основные методические особенности формирования действия сравнения. Ход сравнения удобно фиксировать с помощью таблиц, схем, граф-схем и др., отмечая сходные свойства специальным знаком. Например,

Основания сравнения	Свойства объектов по выбранным основаниям	Выводы
1.		
2.		
...		

При работе с учащимися на разных этапах (их прохождение может быть разнесено по времени и реализовываться при изучении разных тем курса) необходимо использовать содержание разных предметов, чтобы показать универсальность этих действий. Независимо от специфики предмета учащимся могут быть предложены за-

дания на сравнение на основе содержания разных учебных предметов и жизненного опыта. Например: по каким признакам можно сравнивать предметы на уроках математики?

• По площади.

На одной карте показана вся страна – Россия, а на другой карте наша страна разделена на две части (Европа и Азия). Чем отличаются изображения на этих картах?

Каким способом сравнения по площади можно воспользоваться? Мы можем воспользоваться способом *рассматривания и наложения*. Европейская часть меньше по площади, чем азиатская.

• По количеству.

Как вы думаете, какая часть России, европейская или азиатская, по количеству проживающих на ее территории людей больше? (Предположения детей: наверное, если азиатская часть больше по площади, то и количество проживающих людей в этой части тоже больше).

Количество людей, проживающих в европейской части, больше количества людей в азиатской части. (Действительно, в европейской части России проживает около 115 млн чел., а в азиатской – 31 млн).

• По объему.

Россия омывается водами 12 морей, принадлежащих 3 океанам, а также внутриматериковому Каспийскому морю. На территории страны насчитывается свыше 2,5 млн больших и малых рек, более 2 млн озер. Как выяснить, какое из озер по объему воды является большим?

Можно сравнить объемы жидкости в разных сосудах методом *переливания*. Для того чтобы сравнить объемы жидкости в двух разных банках, надо налить в одинаковый сосуд сначала воду из первой банки и сделать насечку цветным маркером, вылить воду, а потом налить в этот же сосуд воду из другой банки и тоже сделать насечку маркером. Теперь нам остается только посмотреть на насечки и сделать вывод.

• По массе.

Как можно сравнить по массе? Можно сравнивать предметы по массе, используя прием *взвешивания*. (Здесь есть ловушка – нельзя сравнивать предметы по массе рассматриванием).

• По длине.

Можно узнать длину автомобильных дорог, длину железнодорожных дорог, длину рек. Еще можно узнать, какое расстояние между городами.

Конечно, оптимальным механизмом разработки единой системы формирования универсальных учебных действий будет являться организация работы учителей во временных научно-исследовательских коллективах, в которые объединяются учителя разных учебных предметов.

Познавательные задачи на сравнение могут быть так называемых открытых и закрытых проблем.

Открытая проблема характеризуется тем, что ученик не может решить ее, лишь мобилизовав свой прежний опыт: ему необходимы какие-то знания (новые способы действия). Создается проблемная ситуация для поиска новых знаний. Приведем примеры задач с открытой формулировкой:

Задача 1: Может или не может треугольная пирамида быть такой, у которой площади двух соседних граней равны между собой, а их периметры относятся как 1:4? Если не может быть, то почему? Если может быть, то изобразите какую-нибудь такую пирамиду.

Задача 2: Какому условию должны удовлетворять радиусы трех шаров, попарно касающихся друг друга, чтобы к ним можно было провести общую касательную?

Задача 3: Стороны оснований правильной усеченной треугольной пирамиды равны a и $0,5a$, апофема боковой грани равна a . Что можно найти посредством этих данных? Можно ли найти объем усеченной пирамиды? Если можно, то найдите, а если нет, то обоснуйте почему.

«Закрытая» проблема характеризуется тем, что для своего решения она требует применения полученных знаний, умений и навыков.

Выбор типа проблемы зависит от дидактической цели урока. Усвоение нового материала строится на открытых проблемах, применение полученных знаний опирается в большинстве своем на закрытии. Формулировка задания (задачи) на сравнение определяет и степень самостоятельного поиска, и степень его сложности. Краткая формулировка «Сравните...» усложняет задание, расчлененная – «Сравните... Укажите сходство... В чем отличие? Какова прогрессивность каждого из явлений?» – облегчает познавательный поиск.

Отметим, что без действия сравнения невозможен перенос способа решения одной задачи на другую, на разные области знаний. Если учащиеся научились пользоваться приемом сравнения на уроках, например математики, то могут без особого труда применять его на уроках русского языка, химии, физике и в других условиях.

Сравнение связано в учебном познании со всеми основными приемами умственной деятельности – «все познается в сравнении», особенно с выделением главного и обобщением. Сравнение начинается с анализа и выделения главного; если учащиеся овладели умением выделять главное, прием сравнения формируется значительно быстрее и на более высоком уровне. Сформированный прием сравнения позволяет приступить к целенаправленному формированию умения обобщать; кроме того, любое сравнение должно заканчиваться обобщением, т. е. той добавкой к старым знаниям, ради которой совершается сравнение. Кто умеет сравнивать, тот легко овладевает приемами аналогии и доказательства. Применение приема сравнения способствует достижению положительных результатов в обучении и развитии, если оно вводится целенаправленно, осознанно, с учетом характера материала сравниваемых объектов, возраста и уровня развития школьников.

Список литературы

1. Гусев Д.А. Логика: учеб. пособие для вузов. М., 2004.
2. Подходова Н.С. Особенности формирования познавательных универсальных учебных действий // Метаметодика как перспективное направление развития предметных методик обучения: сб. науч. ст. Вып. 9. СПб., 2012.
3. Подходова Н.С., Злобина Д.А. Основы развития умения работать с абстрактным материалом как одной из метафункций математики // Образование, наука и экономика в вузах. Интеграция в международное образовательное пространство: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф. Пломск, 2010.

4. Теплов Б.М. Способности и одаренность // Психология индивидуальных различий. М., 1982.
5. Ушинский К.Д. Человек как предмет воспитания. Опыт педагогической антропологии. М., 1950.
6. Фефилова Е.Ф., Шабанова М.В. Методы обучения решению математических задач. Архангельск, 2000.
7. Фундаментальное ядро содержания общего среднего образования / под ред. В.В. Козлова, А.М. Кондакова. М., 2011.

References

1. Gusev D.A. *Logika: ucheb. posobie dlya vuzov* [Logic: A Textbook for High Schools]. Moscow, 2004.
2. Podkhodova N.S. Osobennosti formirovaniya poznavatel'nykh universal'nykh uchebnykh deystviy [Features of Formation of Universal Cognitive Learning Actions]. *Metametodika kak perspektivnoe napravlenie razvitiya predmetnykh metodik obucheniya: sbornik nauchnykh statey* [Meta-Methodology as a Promising Trend of Development of Subject Teaching Methods: Collected Papers]. Iss. 9. St. Petersburg, 2012.
3. Podkhodova N.S., Zlobina D.A. Osnovy razvitiya umeniya rabotat' s abstraktnym materialom kak odnoy iz meta-funktsiy matematiki [Bases of Development of the Ability to Work with Abstract Material as One of the Meta-Functions of Mathematics]. *Obrazovanie, nauka i ekonomika v vuzakh. Integratsiya v mezhdunarodnoe obrazovatel'noe prostranstvo: sb. nauch. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Integration into the International Educational Space: Proc. Int. Theoret. and Pract. Conf.]. Plotsk, 2010.
4. Teplov B.M. Sposobnosti i odarennost' [Abilities and Talent]. *Psikhologiya individual'nykh razlichiy* [Individual Differences Psychology]. Moscow, 1982.
5. Ushinskiy K.D. *Chelovek kak predmet vospitaniya. Opyt pedagogicheskoy antropologii* [Man as an Object of Education: An Essay in Pedagogical Anthropology]. Moscow, 1950.
6. Fefilova E.F., Shabanova M.V. *Metody obucheniya resheniyu matematicheskikh zadach* [Methods of Teaching to Solve Mathematical Problems]. Arkhangelsk, 2000.
7. *Fundamental'noe yadro soderzhaniya obshchego srednego obrazovaniya* [The Fundamental Core of the Content of General Secondary Education]. Ed. by Kozlov V.V., Kondakov A.M. Moscow, 2011.

Podkhodova Natalya Semenovna

Department of Methods of Teaching and Learning Mathematics,
The Herzen State Pedagogical University of Russia (St. Petersburg, Russia)

Fefilova Elena Fedorovna

Institute of Mathematics, Information and Space Technologies,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

PECULIARITIES OF FORMATION OF UNIVERSAL COGNITIVE LEARNING ACTIONS (Exemplified by Comparison)

The article describes peculiarities of formation of cognitive universal learning actions, such as *comparison*, during the students' learning process. Comparison should be organized by disclosing the following features or stages: essence of the logical action, structure (elements) of the action, requirements to perform the action, types of actions, structure of the action as an activity (skill).

Keywords: *universal learning action, comparison, stages of formation, integrity.*

Контактная информация:

Подходова Наталья Семёновна
адрес: 190020, Санкт Петербург, наб. р. Мойки, д. 48;
e-mail: poghodova@gmail.com;

Фефилова Елена Фёдоровна
адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17;
e-mail: e.fefilova@narfu.ru

Рецензент – Буторина Т.С., доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой педагогики, психологии и профессионального обучения института педагогики и психологии, директор научно-образовательного центра «Ломоносовский институт» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова