

Министерство просвещения Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, физики и информатики

А. П. Усольцев

**ПРИНЦИПЫ
РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ**

Монография

Екатеринбург 2023

УДК 37.025.7
ББК Ю941.5-51
У76

Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный педагогический университет» в качестве научного издания (Решение № 51 от 24.04.2023)

Рецензенты

*доктор педагогических наук, профессор, член-корреспондент РАО
Л. А. Ларченкова (Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена)*

*доктор педагогических наук, профессор Т. Н. Шамало
(Уральский государственный педагогический университет)*

Усольцев, А. П.

У76 Принципы развития мышления : монография / А. П. Усольцев ; Уральский государственный педагогический университет. – Электрон. дан. – Екатеринбург : УрГПУ, 2023. – 1 CD-ROM. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7186-2138-9

Рассматриваются ключевые аспекты мышления и соответствующие им диагностично измеряемые характеристики. Предлагается система принципов, учёт которых в учебном процессе позволит эффективно и целостно развивать мышление школьников. Указаны средства и способы реализации учебного процесса, построенного на основе учёта этих принципов. Практическая реализация теоретических положений демонстрируется на примере обучения физике в средней школе. Адресуется исследователям в области дидактики, когнитивной психологии, преподавателям и студентам педагогических вузов, работникам управления образованием, учителям.

УДК 37.025.7
ББК Ю941.5-51

ISBN 978-5-7186-2138-9

© Усольцев А. П., 2023
© ФГБОУ ВО «УрГПУ», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. МЫШЛЕНИЕ. КРИТЕРИИ ЕГО РАЗВИТИЯ	9
1.1. Что такое мышление?.....	9
1.2. Критерии развития мышления	30
Выводы по первой главе	49
ГЛАВА 2. ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ	51
2.1. Система содержательных принципов развития мышления.....	51
2.2. Принцип субъектности	66
2.3. Принцип наглядности	83
2.4. Принцип системности.....	102
2.5. Принцип нормируемости.....	120
2.6. Принцип творчества.....	138
2.7. Принцип дополнительности.....	151
Выводы по второй главе	169
ГЛАВА 3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ.....	171
3.1. Мышление как синергетическая система.....	171
3.2. Этапы управления саморазвитием мышления.....	184
3.3. Конструкт разных стилей мышления	190
3.4. Практическая реализация принципов развития мышления в процессе обучения (на примере физики)	197
3.5. Экспериментальная проверка эффективности учёта принципов развития мышления.....	211
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	220
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	225

ВВЕДЕНИЕ

Школа должна учить мыслить!

Э. В. Ильенков

Развитие мышления является одной из ключевых инвариантных задач образования, актуальной во все времена. Более того, эта задача в ходе научно-технического прогресса становится все более и более важной. При каждом переходе общества от одного технологического уклада к другому исчезает огромное количество профессий, и появляются новые, и при всяком изменении доля рутинного, однообразного труда уменьшается. Текущий переход на новый технологический уклад, сопровождаемый информатизацией и цифровизацией, автоматизирует не только процессы в материальном производстве, но и те, которые связаны с выполнением мыслительных операций, поддающихся алгоритмизации. Техника ещё больше «сдвигает» спектр всех видов человеческой деятельности в область неопределённых условий, где от человека требуется то, чего машины в принципе дать не могут – свободы воли, дара принимать решения и ошибаться. Иными словами – машины забирают у нас все больше и больше функций, оставляя нам только те, которые требуют от них невозможного – мышления.

А. А. Акаев и В. А. Садовничий, анализируя влияние человеческого фактора на производительность труда в эпоху цифровой экономики, делают следующие выводы: «большинство работ когнитивного характера в цифровую эпоху сохранится за людьми, поскольку все они, как правило, фрагментируются на непрограммируемые задачи, требующие для их решения творческого высококвалифицированного человеческого труда, а рутинные программируемые задачи могут быть автоматизированы и переданы для исполнения искусственному интеллекту (ИИ); основной движущей силой цифровой экономики станет симбиоз

«человек + ИИ», который повсеместно и эффективно работает под руководством человека»¹.

Многие экономисты, социологи, футурологи предрекают, что рынок будущего за прекариатом – работниками, не имеющими постоянного места работы, а временно нанимаемыми для выполнения проектов. Опуская возникающие при этом вопросы социальных гарантий, пенсий и пр., отметим, что в этом случае на первое место выходят способности работника быстро адаптироваться к ситуации, понять свою задачу, что, опять же, требует больше интеллектуальных качеств, чем фиксированных умений и знаний. По некоторым оценкам более 65 % сегодняшних школьников получают профессии, сегодня еще не существующие.

Причём влияние рождающегося симбиоза «Человек-машина» на социальные процессы нельзя назвать однозначно позитивным, так как часто это приводит к углублению имеющихся социальных проблем: социального неравенства, увеличения дисбаланса в распределении благ между богатыми и бедными странами, состоятельными и бедными людьми. Машины вытесняют из сферы умственного труда в основном представителей среднего класса, тогда как низкоквалифицированный труд остаётся востребованным: «Большинство неквалифицированных рабочих мест в сфере услуг сохранится, поскольку их экономически невыгодно замещать дорогими интеллектуальными роботами. Падение спроса на работников средней и средневысокой квалификации означает, что продолжится тенденция дальнейшего снижения их заработной платы, начавшаяся в 1980-е годы»².

Такое положение неизбежно повлияет и на систему образования, которая в негативном сценарии будет способствовать сегрегации и усугублять имеющееся неравенство: элиту – учить мыслить, «офисный планктон» – компетенциям, необходимым для реализации замыслов элиты, остальных – элементарной грамотности. Как видим, вопрос развития мышления становится для системы образования принципиальным: или школа обеспе-

¹Акаев А. А., Садовничий В. А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики. Проблемы прогнозирования. 2021. № 1. С. 56.

² Там же. С. 50.

чивает развитие мышления в массовом масштабе, что позволяет функционировать «социальному лифту»; или она это делает только в стенах элитных школ, поставляющих студентов в элитные вузы, что будет увеличивать поляризацию общества и разрыв между богатыми и бедными.

Таким образом, можно сделать вывод, что в грядущем симбиозе человека и машины вопрос развития мышления становится ключевым (хотя и раньше он был наиважнейшим). Вывод достаточно банален, чтобы требовать дальнейших доказательств. Но дальше возникают вопросы, ответы на которые не являются очевидными.

Первый вопрос: а что понимать под мышлением? Вопрос настолько глобален, что в нем можно выделить несколько уровней.

Первый уровень связан с изучением мышления как феномена вселенского масштаба, выделения его свойств, отличающих от всей другой материи. В этом аспекте философы рожают множество концепций ещё с времён Древней Греции, астрономы ищут Разум во Вселенной, а информатики и математики ищут принципы построения искусственного интеллекта, где «искусственность» понималась бы не как имитация мыслительной деятельности человека (типа машины Тьюринга), а означала бы искусственно созданный материальный объект, способный вмещать в себе разум, ничем не отличающийся от человеческого (так как других образцов разума у нас нет).

Решение этого вопроса невозможно без выявления материальной природы мышления, объясняемой доступными нам закономерностями. Вопрос объяснения механизма мышления можно назвать вопросом второго уровня. Именно этот вопрос является той крепостью, которая «виднеется вдаль» на горизонтах почти всех имеющихся наук: физики, биологии, математики, химии, информатики, лингвистики, психологии и пр. Но пока эта крепость отодвигается вместе с горизонтом: насколько сегодня наивными представляются попытки Зигмунда Фрейда объяснить мышление по аналогии с паровым двигателем, настолько наивными, вероятнее всего, будут в будущем представляться наши попытки объяснить мышление вычислительными процедурами, осуществляемыми компьютером.

И, наконец, третий уровень изучения мышления связан с закономерностями его развития и функционирования от рождения человека и на протяжении всей его жизни в контексте обеспечения его успешного взаимодействия с внешней средой (природной, технической, социальной, информационной и пр.). На этом уровне философские вопросы сознания и бытия, объяснения материальных механизмов существования разума отступают на второй план. В этом контексте нам требуется универсальное определение мышления с крайне утилитарной целью выделения тех инвариантов, которые обеспечивают успешность человека в любой сфере деятельности – от художественного творчества до ремонта газонокосилок. Это определение должно включать в себя огромное количество различных «мышлений», проявляющихся в различных сферах и аспектах: художественное, творческое, инженерное, инновационное, математическое и пр. Что же понимать под мышлением в дидактическом аспекте? – это первый вопрос, на который мы попытаемся ответить.

Определение мышления не будет иметь дидактической ценности, если не будет являться основой ответа на следующий вопрос: что понимать под развитием мышления? Это, в свою очередь, позволит найти версии ответов на практически значимые вопросы: какие характеристики мышления и как должны изменяться, чтобы мышление «конвертировалось» с большей степенью вероятности в успешную деятельность человека? По каким измеряемым характеристикам мы можем сравнивать мышление людей? В каких параметрах кроется отличие мышления художника от мышления программиста, и что между ними общего?

И, наконец, практически самый важный вопрос: а как мы должны развивать мышление? Необходимо выделить системы ключевых положений – принципов, учёт которых позволил бы, во-первых, развивать мышление целостно и во всех направлениях, во-вторых, варьировать сочетания этих принципов с целью развития отдельных аспектов мышления, связанных с различными сферами деятельности (от художественной до инженерной), и в третьих, алгоритмизировать дидактический процесс, чтобы достижение требуемого результата было возможно не только отдельными творческими и талантливыми педагогами, а максимально большим количеством учителей.

Может показаться, что в школе и так созданы условия, при которых мышление интенсивно развивается в ходе усвоения сложного контента. Но на самом деле, это далеко не так. Джон Хэтти, анализируя исследования, посвящённые изучению вопроса развития мышления, приводит следующие выводы: «Для ответа на 60 % вопросов, задаваемых учителями на уроке, ученики должны вспомнить тот или иной факт, 20 % таких вопросов касаются методики и только в 20 % случаев от учеников требуется осмысленная деятельность высшего порядка. ... Учителя же утверждают, что придерживаются глубокого подхода к обучению, который нацелен на академическое и когнитивное развитие школьников, но в то же время используют поверхностные методы преподавания, оправдываясь необходимостью подготовки к переводным или выпускным экзаменам. Этот упор на поверхностный подход означает, что детям в современных школах предоставляется очень мало возможностей для того, чтобы использовать мышление высшего порядка»³.

Ни высокий теоретический уровень изучаемых понятий, ни структурная сложность учебного материала, ни его большой объём и огромное количество предназначенных к усвоению алгоритмов не создают автоматически благоприятных условий для развития мышления. В этой информационной среде, благоприятной для развития мышления, это развитие происходит стихийно и даже вопреки потоку знаний, предназначенных для механического запоминания и использования.

В представленной ниже работе мы представили свою версию ответа на вопросы:

Что такое мышление?

В чём заключается развитие мышления и как его измерить?

Каковы принципы развития мышления?

И как надо организовать учебный процесс, чтобы все эти принципы можно было практически реализовать?

³ Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. 2008. P. 50–51. DOI: 10.4324/9780203887332.

ГЛАВА 1. МЫШЛЕНИЕ. КРИТЕРИИ ЕГО РАЗВИТИЯ

1.1. Что такое мышление?

«Что такое мышление?» – фундаментальный вопрос, волнующий Человечество с самых древних времён. Получить исчерпывающий ответ на этот вопрос невозможно. Как очень точно сформулировал В. П. Зинченко, «Никакое определение мышления не может охватить все богатство его конкретных видов и форм. ...за получение знаний о мире человек расплачивается тем, что от него ускользают многие существенные черты самого процесса мышления. Остаётся несомненным лишь его факт или акт»⁴. Представленные ниже обсуждения определений мышления и их обобщения можно назвать обзорными, ни в коей мере не претендующими на новизну.

Чтобы показать многомерность понятия мышления, приведём значения этого слова, выделенные Т. Н. Шамало:

1) мышление как высшая форма функционирования человеческого мозга, состоящая в специфическом отражении внешнего и внутреннего мира человека;

2) мышление как форма взаимодействия людей;

3) мышление как способ познания и даже самопознания;

4) мышление как труд, как деятельность;

5) мышление как главный атрибут сознания;

6) мышление как мировоззрение;

7) мышление как цель, замысел, задумка;

8) мышление как воображение;

9) мышление как подсознательный процесс, интуиция, вдохновение»⁵.

⁴ Зинченко В. П. Психологические основы педагогики: Психологические основы построения системы развивающего обучения Д. Б. Эльконина – В. В. Давыдова. М.: Гардарики, 2002. 431 с.

⁵ Шамало Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении. Свердловск. 1990. С. 18.

Только эти девять приведённых значений (можно выделить и ещё) показывают неисчерпаемую сложность и многогранность проявления мышления в самых разных измерениях.

С. А. Суrowикина⁶, для анализа понятия «мышления» выбрала следующие основные аспекты: физиологический, методологический и психологический. Такое выделение аспектов позволяет целостно представить «дидактический смысл» понятия мышления, в котором учитываются физиологические закономерности, в методологическом аспекте заключена общая стратегия его развития и смысл, а в психологическом аспекте мы найдём тактические приёмы, способы и технологии развития мышления, реализуемые при обучении конкретным учебным предметам.

При этом в каждом из аспектов мышление будет одновременно выступать в своих разных «ипостасях» из девяти вышеуказанных. Но во всех этих значениях и аспектах будет проявляться общий механизм мышления, который и будет положен в основу интересующего нас определения. Наша задача заключается в том, чтобы выделить те характеристики / свойства мышления, которые необходимы для обеспечения успешной деятельности, независимо от её предмета, и доступны нам для развития и диагностики в процессе обучения.

Физиологический аспект

Физиологический аспект связан с изучением сложной аналитико-синтетической деятельности коры больших полушарий головного мозга⁷. Важным для педагогики результатом этого изучения стало выделение второсигнальных нервных связей в коре головного мозга на основе слов, знаков и речи, открытие асимметрии головного мозга, связанной с разделением функций между левым и правым полушариями головного мозга. Правое полушарие связано в большей степени с наглядно-образным восприятием действительности, тогда как левое формирует понятийное поле, создаваемое на основе мыслительных операций.

⁶ Суrowикина С. А. Анализ понятия «мышление» // Развитие мышления в процессе обучения физике. 2009. № 1. С. 25–36. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23030938_80533273.pdf.

⁷ Павлов И. П. Избранные труды. М.: Наука, 1972. 367 с.; Сеченов И. М. Избранные произведения. М.: Наука. 1989. 306 с.

Первая сигнальная система, связанная с переработкой сигналов от органов чувств, тесно связана со второй сигнальной системой. Этот важный факт редко принимается во внимание, тогда как именно во взаимосвязи первой и второй сигнальных систем, скорее всего, нужно искать принципиальную разницу между человеком и животным, проявление которой заметно даже на уровне первой сигнальной системы. Человек уже на этапе непосредственного чувственного восприятия, получая одинаковый чувственный сигнал с животным, «видит» в нём совсем другое. Существующие в его сознании модели влияют на расстановку акцентов при непосредственном восприятии. Глядя на кирпич, инженер, физик и художник будут видеть в них настолько различные свойства, что описание предмета каждым из них будет казаться описанием совершенно разных объектов.

Но создание модели начинается даже значительно раньше, чем подключается сознание со всем «багажом» имеющихся образов и понятий. Оптическое изображение на сетчатке глаза физически представляет собой перевёрнутую картинку из множества «пикселей», а на месте прикрепления глазного нерва в изображении находится слепое пятно, на его площади нет светочувствительных клеток, следовательно, и изображение не формируется. Изображение на сетчатке все время «дергается» из-за погрешностей в синхронизации движений тела, головы и глазного яблока, а при моргании зрительный канал перекрывается. Мозг непрерывно «анализирует – синтезирует» полученные изображения от правого и левого глаза и представляет результаты в обработанном виде, который сильно отличается от реально полученного изображения на поверхности сетчатки: изображение, создаваемое мозгом, непрерывно и стабильно, прямое, а не перевёрнутое, а зона слепого пятна тщательно «затушевана». Но когда мозг сталкивается с незнакомыми ему эффектами, он интерпретирует их неадекватно окружающей среде. В этом случае несовпадение реальности и уже идеализированного в подсознании образа становится заметным, и мы говорим о возникновении оптических иллюзий (например, комната Эймса, где происходит искажение восприятия перспективы и определения расположения объектов до наблюдателя). Таким образом, создание моделей происходит не только на стадии

внутреннего оперирования полученными образами восприятия, оно начинается значительно раньше: в самом процессе непосредственного восприятия. Мы видим не реальный объект, а его модель, в которой «домыслены» недостающие и искажённые визуальные элементы. Такие модели образуются и у животных, но это не означает, что они обладают мышлением. Все дело в обобщённости этих моделей, в глубине переработки сигналов уже в мозге, в отрыве от текущего потока сигналов из внешней среды в настоящем времени. Это отмечается в определении мышления, предложенным Е. И. Роговым: «Мышление – процесс познавательной деятельности индивида, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением действительности. Отталкиваясь от ощущений и восприятий, мышление, выходя за пределы чувственного данного, расширяет границы нашего познания в силу своего характера, позволяющего опосредственно – умозаключением – раскрыть то, что непосредственно – восприятием – не дано»⁸.

Показательны опыты Вольфганга Кёлера, описанные им ещё в 1917 году в книге «Менталитет Обезьян». Проведенные им исследования интеллекта обезьян до сих пор вызывают неоднозначные оценки. Кёлер экспериментально пытался доказать способности обезьян к «инсайду» – озарению.

Один из опытов заключался в следующем: обезьяне требовалось достать банан, до которого она не могла дотянуться, но рядом лежала палка. Подавляющее большинство испытуемых легко справлялись с задачей. Затем опыт усложняли: палка оказалась короткой и не доставала до банана, но зато ею можно было достать другую палку, более длинную, с помощью которой можно было достать банан. С этой задачей справлялось значительно меньшее количество обезьян, а наблюдение за процессом принятия обезьянами решения позволило автору сделать вывод об инсайде – внезапном озарении.

Но нам интересно другое: инсайд происходил только тогда, когда все три предмета – банан и две палки разной длины – находились в поле зрения шимпанзе так, чтобы она могла их

⁸ Рогов Е. И. Личность учителя: теория практика: учеб. пособие для студентов вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. 508 с.

видеть все одновременно. Невыполнение этого условия оказалось фатальным для успешности решения проблемы. Если обезьяна видела все эти предметы по отдельности, то озарения не происходило, и ни одно животное не смогло справиться с заданием.

Из этого факта и были сделаны выводы о мыслительном пороге, разнице, решающим образом отделяющей человека от животных. Обезьяна могла оперировать в сознании (если можно так сказать) только образами, непосредственно актуализированными текущим восприятием. Стоило убрать предметы из поля зрения, так сразу и исчезала способность производить в голове логические операции, приводящие к успеху. В сознании человека эти образы не только сохраняются, а отражают именно те характеристики действительности, которые имеют существенное значение для достижения цели: расстояния от предметов до клетки, сопоставляемые с длинами палок. Иными словами, в сознании человека формируется не только визуальный образ палки, а понятие – где существенна только одна характеристика предмета – его длина, и совсем неважен внешний вид.

К обсуждению это опыта мы ещё вернёмся неоднократно, в обсуждаемом контексте физиологического аспекта мышления можно сделать вывод, что даже на этапе непосредственного чувственного восприятия проявляется принципиальная разница между человеком и животным. Эта разница заключается в обобщённости формируемого образа, основы будущего понятия, которым человек может дальше оперировать в своём сознании, не нуждаясь в самом предмете.

Методологический аспект

Изучение стресса у крыс В. С. Ротенбергом и В. В. Аршавским⁹ позволило выделить два вида их поведения: «активно-оборонительное» и «пассивно-оборонительное». Причём пассивно-оборонительное поведение вызывало значительно большие отрицательные последствия в психике и физическом здоровье крыс, чем активно-оборонительное. Далее авторы на основе собственных опытов и анализа работ других исследователей вы-

⁹ Ротенберг В. С., Аршавский В. В. Поисковая активность и адаптация. М.: Наука, 1984.

деляют принципиальную разницу между этими двумя видами поведения, влияющую на разрушительность последствий от стресса. Это, по мнению авторов, «поисковая активность»: «Поисковая активность – тот общий неспецифический фактор, который определяет устойчивость организма к стрессу и вредным воздействиям при самых различных формах поведения. Пассивно-оборонительную реакцию во всех её проявлениях мы предлагаем рассматривать как отказ от поиска в неприемлемой для субъекта ситуации»¹⁰.

Возникновение и закрепление у животных поисковой активности хорошо объясняется эволюционной теорией. Затраченные усилия по изучению окружающего мира в ситуации, когда это не требуется для удовлетворения первичных физиологических потребностей, в итоге окупаются. Поисковая активность оказалась полезным приобретением в эволюционной борьбе, она позволяет находить новые возможности для выживания и развития и даёт преимущества перед теми, кто такой активности не проявляет.

Приматы оказались самыми успешными на этом пути, и человек получил от них генетическую предрасположенность к поисковой активности. Но поисковая активность человека, в отличие от приматов, подкрепляется его возможностями к понятийной фиксации и закреплению результатов этой активности, что тысячекратно повышает конечную эффективность: «Преимущество построения модели в том, что в предстоящей схватке человек заранее может определить свою цель и заранее продумать, как её достичь. Борьба за существование разделяется на два этапа. Сначала человек строит модель достижения цели, а затем эту цель реализует на практике. Эти и даёт человеку колоссальное преимущество в борьбе за выживание»¹¹.

Точно так же, как разум преобразил половые инстинкты в любовь, поисковую активность он трансформировал в конечном итоге в познавательный интерес. Движение от восприятия до

¹⁰ Ротенберг В. С., Аршавский В. В. Поисковая активность и адаптация. М.: Наука, 1984. С. 23.

¹¹ Шереметьев К. Интеллектика. Как работает ваш мозг. СПб.: ИГ «Весь», 2019. 576 с.

понятия в сознании человека воспроизводит в «микромасштабе» известный цикл познания (факт – модель – следствие – эксперимент – снова факты): чувственный сигнал – это «факт», формируемое в дальнейшем понятие – «модель», приложение этой модели (следствие) мыслящим субъектом к окружающему миру показывает её полезность (эксперимент), выраженную в том числе и в предсказательных возможностях. После опытов Галилео Галилея цикл познания с уровня внутренних психических процессов вышел на социальный уровень, стал методологическим инструментом, определившим огромный рывок в познании и преобразовании окружающего мира.

Модель как элемент цикла познания занимает в нём особенное место, потому что только она, в отличие от фактов и следствий, полностью является порождением разума, создаваемым им в качестве инструмента познания окружающего мира. Этим инструментом человек пользуется как фильтром для выделения золотых крупинок значимой информации в тоннах породы внешних фактов, приближающей его к конечной цели. В отечественной науке при обсуждении понятия модели чаще всего ссылаются на работы В. А. Штоффа¹² и Л. М. Фридмана¹³, в которых наиболее полно рассмотрено понятие модели и её значение в познании и мышлении.

Под моделью ими понимаются искусственно созданный объект, отражающий в более простом виде структуру, свойства, взаимосвязи и отношения между элементами исследуемого объекта окружающей среды. Но при этом упрощении между моделью и оригиналом должно иметься сходство по существенным для исследователя характеристикам исследуемого объекта. Изучение модели позволяет получить информацию об оригинале, хотя структуры модели и оригинала не могут быть полностью изоморфны. Полный изоморфизм будет означать, что модель не будет уступать по сложности самому объекту, а значит, становится бесполезной для исследователя, так как не упрощает для него получение требуемой информации.

¹² Штофф В. А. Моделирование и философия. М.; Л.: Наука, 1966. 301 с.

¹³ Фридман Л. М. Наглядность и моделирование в обучении. М.: Знание, 1984. 80 с.

Понятия, формируемые в сознании, как модели, должны отвечать диалектически противоположным требованиям: быть максимально простыми и одновременно максимально точно отражать существенные свойства моделируемого объекта; формироваться максимально быстро, т. е. при восприятии минимального числа объектов (в идеале – одного), но в то же время охватывать максимально большое количество реальных объектов в своём объёме (в идеале – всех). Возникшее понятие всегда является результатом компромисса, чаще всего даже не осознаваемого мыслящим субъектом.

М. В. Глебова, рассматривая системно-структурный подход в формировании понятийного мышления обучающихся, отмечает, что «понятийное мышление можно определить как процесс активного отражения окружающей действительности посредством выявления и вербальной фиксации в операционных единицах – понятиях и их системах – существенных характеристик объектов и отношений общности, причинно-следственных зависимостей между ними, с одновременным осознанием субъектом этих отношений и зависимостей, что выражается вовне раскрытием закономерностей явлений, переходом знаний от менее глубокой сущности к сущности более глубокой через разрешение диалектических противоречий; характеризуется как итог познавательной деятельности»¹⁴.

К этому определению добавим, что оно характеризует не только понятийное мышление, но и мышление вообще, потому что не существует беспонятийного мышления. Роль понятия как основополагающей единицы мышления очень точно указана П. В. Копниным: если «нет суждений, понятий и умозаключений... ..мышление не может нормально функционировать, так как процесс мышления обязательно включает в себя: 1) выделение, фиксацию свойства, признаков предмета (суждения); 2) подытоживание предшествующего анализа, свёртывание

¹⁴ Глебова М.В. Системно-структурный подход в формировании понятийного мышления обучающихся на уровне среднего общего образования // Наука и школа. 2020. № 3. С. 129. DOI: 10.31862/1819-463X-2020-3-126-137.

суждений в понятия; 3) форму перехода от одного ранее достигнутого знания к другому»¹⁵.

Отсутствие памяти у ребёнка в возрасте до года, по мнению Л. С. Выготского, связано с тем, что у него не сформированы понятия и их фиксирующая речь, «поэтому первый год жизни в развитии ребенка является как бы доисторической эпохой, о которой мы ничего не помним, как мы ничего не помним о доисторической эпохе человечества, не оставившей письменности»¹⁶.

Раскрытие закономерностей в ходе познавательной деятельности, как было уже отмечено, осуществляется через цикл познания. Чаще всего, этот цикл рассматривают в контексте естественнонаучного мышления. Как пишет С. А. Суровикина «Естественнонаучное мышление – мышление, которое формируется и развивается на основе диалектической связи структурных компонентов физических, химических и биологических знаний, характеризующейся преобразованием предметной реальности во всевозможные модели (образную, знаковую, логическую и др.)»¹⁷.

Но формирование любого понятия, не обязательно из естественнонаучной области, описывается точно тем же циклом, и в этом плане мышление ничем не отличается от естественнонаучного мышления. «Мыслить – значит синтезировать восприятия в понятия согласно логическим категориям рассудка, т. е. всеобщим схемам мышления» – отмечает С. З. Гончаров¹⁸.

Т. Н. Шамало рассматривает спираль развития знаний, диалектически складывающуюся из двух противоположных движений мысли: от конкретного к абстрактному, а затем от абстрактного к конкретному, но уже на более высоком уровне¹⁹.

¹⁵ Копнин П. В. Диалектика, логика, наука. М.: Наука, 1973. С. 169.

¹⁶ Выготский Л. С. Психология развития человека. М.: Изд-во «Смысл»; Эксмо, 2005. С. 173.

¹⁷ Суровикина С. А. Анализ понятий «развитие, «развитие мышления», «развитие естественнонаучного мышления» // Развитие мышления в процессе обучения физике. 2010. № 1. С. 10. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23030956>.

¹⁸ Гончаров С. З. Значение воображения в формировании понятий у студентов // Научный диалог. 2015. № 4 (40). С. 44.

¹⁹ Шамало Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении. Свердловск, 1990. С. 54.

Понятия, возникшие на основе восприятия окружающего мира, накапливаются и становятся новой почвой для формирования ещё более обобщённых и абстрактных понятий. Таким образом, каждый следующий цикл формирует новый виток спирали, на вершине которой находятся два самых общих понятия – «Я» и «Окружающий мир», взаимодействие которых и составляет суть мировоззрения.

Поэтому вполне логичной представляется тесная взаимосвязь представлений школьников о цикле научного познания с развитием их мышления и мировоззрения, наличие которой указывается Н. Е. Важеевской: «Процесс научного познания, движение от незнания к знанию, от знания ограниченного, приблизительного ко все более точному, всеобщему, необходимость учета границ применимости любого научного знания, оценки его достоверности, степени общности и т. д., приобщают школьников к культуре мышления, учат видеть многообразие связей в природе, понимать ограниченность, модельность знания, иначе говоря, способствуют развитию их мышления»²⁰.

Достаточно краткий анализ работ, посвящённых изучению понятия мышления, позволяет сделать важный для нас вывод, что понятия в сознании человека формируются в последовательности, близко воспроизводящей цикл познания. С каждым витком этого цикла формируются понятия все более высокого уровня абстракции и обобщения, выводящие человека на вопросы мировоззрения, осознания себя и окружающего мира.

Психологический аспект

Психологический аспект «вырастает» из методологического аспекта и тесно с ним переплетается. Позволим себе упрощённое объяснение перехода из методологического понимания и объяснения мышления в психологическое: если познавательный процесс рассматривать не сам по себе (как это делает методология), а как инструмент по достижению каких-то других целей, не только познавательных, то тогда понятие мышления неразрывно связывается с понятием деятельности (как это дела-

²⁰ Важеевская Н. Е. Гносеологические основы науки в школьном физическом образовании: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва, 2002.

ет психология), в которой оно проявляется, развивается и изучается. Образно говоря, возвышенный и самодостаточный процесс познания мира, приземляется и «запрягается» в «плуг» деятельности для «вспашки» всех возникающих перед человеком задач, в том числе и самых утилитарных.

В. М. Розин, при обсуждении теории Л. С. Выготского, прямо отмечает эту двойственность: «С одной стороны, используется семантический подход к определению мышления: мышление есть выработка и оперирование обобщенными значениями, образующими содержание понятий. С другой стороны, мышление определяется как сознательная мыслительная деятельность: мышление есть решение задач, логическое использование понятий»²¹.

В последующей подборке определений мышления интересно наблюдать, каким образом и в каких формулировках отражается взаимосвязь познания и деятельности.

По мнению А. В. Петровского, «Мышление – это социально обусловленный, неразрывно связанный с речью психический процесс поисков и открытия существенно нового, процесс опосредствованного и обобщенного отражения действительности в ходе ее анализа и синтеза. Мышление возникает на основе практической деятельности из чувственного познания и далеко выходит за его пределы»²².

И. Т. Фролов: «Мышление – это активный процесс отражения объективного мира в понятиях, суждениях и т. д., связанный с решением тех или иных задач, с обобщением и способами опосредованного познания действительности»²³.

Е. И. Рогов: «Мышление – процесс познавательной деятельности индивида, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением действительности. Отталкиваясь от ощущений и восприятий, мышление, выходя за пределы чувственного данного, расширяет границы нашего познания в силу

²¹Розин В. М. Мышление в его отношении к методологии // Идеи и идеалы. 2015. № 1 (23), т. 1. С. 59. DOI: 10.17212/2075-0862-2015-1.1-56-66.

²²Петровский А. В. Откровенно говоря. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.

²³Философский словарь / под ред. И. Т. Фролова. Москва: Политиздат, 1991. С. 273.

своего характера, позволяющего опосредственно – умозаключением – раскрыть то, что непосредственно – восприятием – не дано»²⁴.

Р. С. Немов «Мышление – высший познавательный процесс, который представляет собой порождение нового знания, активную форму творческого отражения и преобразования человеком действительности»²⁵.

С. Л. Рубинштейн, характеризуя мышление, подчёркивает диалектическое единство его противоположностей, среди которых указывает и направленность на решение возникающих проблем, и на познание окружающего мира и себя: «можно говорить о мышлении как о процессе, осуществляемом в ходе непрерывного взаимодействия внешнего и внутреннего, сознательного и бессознательного, чувственного и рационального, ассимиляции и аккомодации, абстрагирования и конкретизации, анализа и синтеза, обобщения и ограничения, интериоризации и экстериоризации, дифференциации и интеграции, процесса и результата, «направленности на решение проблемы или задачи, ...обобщенного отражения все более существенных сторон бытия в понятиях, суждениях и умозаключениях, каждое из которых ведет к познанию человеком все более глубокой объективной связи мира»²⁶.

А. Н. Леонтьев: «Мышление – высшая ступень познания, которая дает человеку знание существенных свойств, связей и отношений объективной реальности. Мышление есть не прямое и сложно опосредованное отражение действительности, преодолевающее ограничения чувственного познания через переход от явления к сущности»²⁷.

Во всех этих определениях можно увидеть, что психологический аспект связывает объективно существующую понятную природу мышления, эволюционно сложившуюся в каче-

²⁴ Рогов Е. И. Личность учителя: теория практика: учеб. пособие для студентов вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. 508 с.

²⁵ Немов Р. С. Психология: в 3 кн. Кн 1: Общие основы психологии. Москва: ВЛАДОС, 1998. 668 с.

²⁶ Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2002. С. 321.

²⁷ Леонтьев А. Н. Мышление // Философская энциклопедия: в 5 т. Т. 3. Москва: Советская энциклопедия, 1964. С. 514.

стве инструмента познания окружающей действительности, с субъектностью человека, использующего этот инструмент в своих целях. Причём цикл познания реализуется в любой деятельности, независимо от уровня обобщённости и абстрактности её предмета – от разработки физической теории Великого объединения до поиска в лесу грибов. И в том и в другом случае человек формирует и использует существующие у него в голове модели в соответствии с закономерностями познавательной деятельности: в первом случае – имеющиеся физические модели известных взаимодействий, а во втором – карту местности с имеющимися на ней зонами вероятности нахождения грибов.

При описании психологического механизма решения познавательных задач Я. А. Пономарёв подчеркивает, что «аналогичный механизм легко обнаружить и во всех других областях деятельности людей. ... Есть достаточные основания утверждать, что решения любых человеческих проблем человеком квантуются таким же образом на мыслительные задачи, и данное квантование само по себе представляет задачу мыслительную»²⁸.

Мышление – это процесс, обеспечивающий успешность деятельности, механизмы которого объясняются методологией познания. В генетической основе мышления лежат две способности: понятийность отражения окружающего мира и поисковая активность.

Воображение

Обсуждение феномена, называемого воображением, представляется нам особенно важным, поэтому целесообразно уделить воображению отдельное внимание.

Вернёмся к опытам Вольфганга Кёлера, где обезьяна могла решить задачу с бананом и двумя палками, только тогда, когда они были все вместе в поле зрения. В противном случае для обезьяны такое задание становится невыполнимым, тогда как

²⁸ Пономарёв Я. А. К вопросу об исследовании психологического механизма «принятия решения в условиях творческих задач // Проблемы принятия решений: сборник статей / под общей ред. П. К. Анохина. М.: Издательство «Наука», 1976. С. 103.

человек легко справляется с ним, удерживая в памяти важные для поставленной цели характеристики предметов. Но представим ещё более сложную ситуацию: банан, до которого невозможно дотянуться, есть, а предметов, с помощью которых можно достать банан, нет. Естественно, что обезьяна будет многократно пытаться его достать, но не сможет этого сделать, и, в конце концов, откажется от попытки.

Действия человека изначально не будут сильно отличаться от действий обезьяны. Но если человек будет действительно мотивирован на выполнение задания, он не откажется от попыток найти решение. И вот тут начинается самое интересное – включается воображение. Человек начинает представлять в сознании предметы, которых у него нет, прокручивать варианты, невозможные в текущих условиях. Природа одарила приматов поисковым поведением, которое оказалось «одобренным» эволюцией, но лишь с человеком она сделала следующий шаг, польза которого в эволюционной борьбе изначально представляется сомнительной. Какой толк воображать палку, если её нет? Воображение – создание образов, оторванных от реальности – на первый взгляд, не имеет никакого практического смысла. Но эта «бессмысленная» деятельность определяется той же генетически обусловленной поисковой активностью, которая доказала свою высокую практическую значимость.

Вообразив несуществующую в текущий момент палку, человек начинает искать или создавать её из подручных материалов, например, из имеющейся табуретки. А ещё он может вообразить лассо и попытаться его сделать из элементов своей одежды. Конечно, не все варианты приведут его к успеху, вообразив себя способным к телекинезу, он может попытаться придвинуть банан силой мысли и потерпит неудачу. Но наличие способности воображать то, чего нет, многократно повышает шансы человека добиться требуемых реальных результатов, в нашем примере, достать банан.

«Способность представлять объект даже без его присутствия в интуиции» И. Кант и определяет как воображение²⁹. Та-

²⁹ Kant I. Critique of Pure Reason / transl. and edited by P. Guyer & A. W. Wood. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 785 p.

кой тип воображения, связанный с удержанием образов когда-то наблюдаемых предметов или с созданием образов на основе описания, имеет для человека очевидное практическое утилитарное значение. По сути это определение развёрнуто Ю. В. Шапошниковой и Л. В. Шиповаловой: «Способность разума (mind) создавать образы без непосредственной связи с реальными и воспринимаемыми объектами и независимо от них называется воображением. Будучи спонтанной способностью, воображение работает на границе реального и фантазмагорического»³⁰.

Но выделяют ещё один тип воображения, называемый творческим воображением. Такой тип воображения порождает то, что обозначается термином «фантазия». Этот тип воображения показывает удивительную, уникальную и при поверхностном суждении совершенно непрактичную способность мышления рожать модели, не имеющие аналогов в действительности – фантазмагории. Обычно, когда говорится про творческое воображение, то подразумевается, что оно проявляется в разных видах искусства: живописи, литературе и пр. Но в решении жизненных проблем у творческого воображения роль несколько не менее значимая, чем у воображения условно «утилитарного».

Без творческого воображения, скорее всего, невозможно мышление как таковое. В результате анализа различных подходов к пониманию воображения Т. А. Вархотов очень точно, с нашей точки зрения, формулирует мысль, что «в эпистемологии науки воображению отводится почётное место творца моделей. Воображение создаёт модель и оценивает её возможность, заключённая в модели схема предъявляет законосообразность устройства предмета»³¹. Правда дальше, в контексте целей своей статьи, он этот вывод подвергает критике, отмечая, что воображение в этом случае становится дискурсивным. Затем он рассматривает точки зрения, где воображение разделяют на две ка-

³⁰ Шапошникова Ю. В., Шиповалова Л. В. Воображение в действии: случай исторической эпистемологии // Эпистемология и философия науки. 2019. Т. 56, № 4. С. 63. DOI: 10.5840/eps201956468.

³¹ Вархотов Т. А. Воображение как граница понимания: о функции воображения в мысленных экспериментах // ПРАЭНМА. 2020. № 2 (24). С. 211. DOI: 10.23951/2312-7899-2020-2-199-224.

тегории. В частности, он отмечает, что «А. Леви и Дж. Годфри-Смит³² последовательно закрепляют такой взгляд на воображение, явным образом разделяя воображение как (дискурсивный) мыслительный акт и как акт наглядного представления, т. е., по сути, понятийное мышление в модальности возможности и представление в отягощенном перцептивными элементами образе»³³.

Но если для Т. А. Вархотова при рассмотрении роли воображения в мысленных экспериментах важно, отличается ли воображение Алисой «курящих гусениц» от её воображения отношения радиуса окружности к её длине, то для нас особой разницы нет. Нам важно другое – и тот, и другой образ – по сути, модели, не существующие в действительности (первый случай к действительности даже ближе, потому что гусеницы хоть и не курят, но зато реально существуют, в отличие от идеальной окружности).

Но воображение не есть лишь способность в уме представлять то, чего в действительности нет. За этим кроется большее – способность мышления отрываться от действительности и логики. И эта способность лежит в основе самого мышления – без неё человек становится машиной или животным. Процесс движения мысли от восприятия до понятия происходит не линейно и непрерывно, а своего рода «скачками», если угодно, мысленными «квантами», каждый такой скачок приводит к принципиально новому состоянию развивающегося мысленного конструкта. Причём каждый такой скачок не определяется логикой, как можно было бы предполагать. Напротив, там, где возможно логическое причинно-следственное рассуждение, «скачка» не происходит, а разворачивается последовательное и линейное развитие мысли. Мыслительный переход в виде озарения – инсайда наблюдается именно тогда, когда приходит конец причинно-следственной цепочки, и логический «мостик» в новую перспективную цепочку не виден. Этот переход осуществ-

³² Levy A., Godfrey-Smith P. (eds.). *The Scientific Imagination*. Oxford University Press, 2019.

³³ Вархотов Т. А. Воображение как граница понимания: о функции воображения в мысленных экспериментах // ПРАЕНМА. 2020. № 2 (24). С. 212. DOI: 10.23951/2312-7899-2020-2-199-224.

ляется благодаря воображению – именно той удивительной категории мышления, которая наиболее далеко уводит нас от животных.

Более того, способность к воображению не надстройка к способности мыслить понятиями, она составляет основу способности формировать понятия и оперировать ими. С. З. Гончаров считает, что именно воображение осуществляет связь восприятия с рассудком и без которого мышление было бы невозможно: «Чувственному восприятию вещи даны как единичные (Е) «здесь» и «теперь». Рассудок воспроизводит только родовые, всеобщие (В) формы вещей без их материи, единство без многообразия. Воображение соединяет противоположности – единичное и всеобщее, многообразное и единое. Воображение сверхлогично и поэтому оно способно соединять то, что запрещено логическим законом противоречия. Оно преодолевает односторонности чувственного восприятия и рассудка»³⁴.

Действительно, математическая прямая – есть абстракция. Требуется воображение, чтобы представить бесконечную и не имеющую при этом толщины математическую прямую. Но воображение также необходимо не только для того, чтобы представить эту прямую, но и для того, чтобы увидеть её связь с реальными объектами, например, с рельсами железнодорожного пути.

«Очевидно, что воображение принимает важное участие в появлении нового знания и в конечном счете служит важнейшим инструментом воспроизводства ключевой теоретической инфраструктуры научного знания – моделей и моделирования»³⁵.

Как очень точно формулирует С. З. Гончаров, «без воображения сознание обречено или воспринимать одно рядом с другим (в пространстве) либо одно после другого (во времени), или блуждать в общих формах без связи с чувственным миром, порождая химеры, псевдопонятия, «шизофренические дискурсы» постмодернизма. Воображение вбирает в себя понимание и

³⁴ Гончаров С. З. Значение воображения в формировании понятий у студентов // Научный диалог. 2015. № 4 (40). С. 46.

³⁵ Cartwright N. Models: The Blueprints for Laws // Philosophy of Science. Vol. 64, Supplement. Proceedings of the 1996 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part II: Symposia Papers. 1997. P. S292–S303.

созерцание, всеобщее и единичное. Воображение есть мыслящее созерцание³⁶.

Воображение необходимо и в том случае, когда понятия начинают фиксировать в виде знака, символа. Чтобы понятие не было формальным и не ассоциировалось лишь с самим знаком, требуется представление существенных характеристик этого понятия, невозможных в реальности. Так, например, большинство людей, которым предлагают описать образ, возникающий в связи со словом «сила», описывают «букву F со стрелочкой». Это свидетельствует о представлении, выражающем формальное соотношение символа и слова, и для этого не требуется воображение. Представление же силы как абстракции, не существующей в природе, но придуманной для описания деформаций и ускорений взаимодействующих тел, невозможно без воображения.

Слово «сила» и символ силы, принятый у физиков, синонимичны и имеют одну и ту же функцию – они обозначают понятие. Вопрос соотношения понятия с его обозначением и фиксацией в сознании неизбежно выводит на важнейший вопрос значения языка в мышлении. Т. Н. Шамало, рассматривая процесс формирования понятия, пишет: «Понятие можно рассматривать как расчленённое на признаки знание о предмете. Оно может существовать лишь на базе языка. Понятие как совокупность признаков является словесным знанием. Но при определении понятия используются и другие слова, смысл которых может быть раскрыт либо на основе общих представлений, либо через новые определения, поскольку эти слова могут раскрываться через новые определения понятия»³⁷.

Ключевым исследованием, посвящённым роли языка в мышлении, безусловно, является работа Н. Хомского.³⁸ Он выделяет язык как уникальный феномен, отличающий человека от животных: «Исследования коммуникаций животных просто вы-

³⁶ Гончаров С. З. Значение воображения в формировании понятий у студентов // Научный диалог. 2015. № 4 (40). С. 48.

³⁷ Шамало Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении: учеб. пособие к спецкурсу / Свердлов. гос. пед. ин-т. Свердловск, 1990. С. 37.

³⁸ Хомский Н. Язык и мышление / под общей ред. В. А. Звегинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1972. Вып. 2.

являют ещё более четко степень очевидной уникальности человеческого языка как явления, не имеющего значительного аналога в мире животных. Мое понимание: животные передают информацию, человек передает не только информацию, а своё «виденье», субъективное, неповторимое сочетание внутренних сгенерированных моделей – мыслей»³⁹. Иными словами, человек посредством языка выражает свою уникальную сложившуюся систему понятий, составляющую его всеобщую модель мира. Язык – это и продукт мышления, и его основа. Не было бы языка, не было бы и мышления, так как не было бы способа «записывать» его текущие состояния.

Язык отражает все особенности, отличающие нас от животных, в том числе и связанные с наличием у человека деятельности как целенаправленной активности. Н. Хомский пишет: «ошибочно представлять использование языка человеком как сугубо информативное, в действительности или в намерении. Человеческий язык может использоваться с тем, чтобы информировать или вводить в заблуждение, прояснять свои собственные мысли для других или выставлять напоказ свою образованность, или просто ради игры. Если мы надеемся понять человеческий язык, мы должны сначала задаться вопросом, что он такое, а не как или для каких целей он используется»⁴⁰.

Таким образом, обзор психологического аспекта мышления позволяет сделать следующие обобщающие выводы: мышление обеспечивает деятельность как активность, направленную на достижение цели как идеальной модели будущего; мышление имеет понятийную природу; понятия формируются через цикл познания; генерация понятий и их связь с реальным миром осуществляется через сверхлогическую способность мышления к воображению; оперирование понятиями (условно: запись, хранение, приём и передача) происходит посредством языка.

³⁹ Хомский Н. Язык и мышление / под общей ред. В. А. Звегинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1972. Вып. 2. С. 86.

⁴⁰ Там же. С. 88.

Дидактический аспект

Как выше уже обсуждалось, мышление не может быть беспонятийным или нетворческим. Понятийное мышление, теоретическое мышление, наглядно-образное мышление, творческое мышление и пр. акцентируют внимание на отдельных свойствах одного, целостного и неделимого мышления, без которых оно просто не существует. Эти свойства и изучаются в рамках психологического аспекта.

Дидактический аспект мышления объединяет предыдущие три аспекта, но при этом имеет явно выраженный практико-ориентированный, если сказать грубее, утилитарный уклон. Акцент делается на задаче мышления обеспечивать успешность той или иной деятельности. Как отмечал А. Н. Леонтьев, вопрос рождения долгосрочных целей в сознании неизбежно указывает на то, что мышление нельзя рассматривать в отрыве от деятельности, в которой оно проявляется и развивается⁴¹. В зависимости от специфики деятельности, которую призвано «обслуживать» мышление, выделяют различные его виды: инновационное, инженерное, математическое, экологическое, художественное, пространственное и даже экологическое. Иными словами, сфера деятельности и порождает в дидактике тот вид мышления, который её обеспечивает: в инженерной деятельности важно инженерное мышление, в инновационной – инновационное и пр.

Может показаться, что если мы обеспечим развитие каждого «бездеятельностного» вида мышления, лежащего в его основе (например, теоретического, творческого, наглядно-образного), то сформируются все виды мышления, обеспечивающие конкретные виды деятельности (например, инженерное, инновационное, художественное). Однако, есть нечто такое, что надстраивается над «чистым» мышлением в процессе конкретной деятельности, превращает его в «специализированное» мышление, обслуживающее эту конкретную деятельность и обеспечивающее её успешность.

⁴¹ Леонтьев А. Н. Психологические вопросы сознательности учения // Избранные психологические произведения. Т. 1. – М., 1983.

Неразрывное единство внутренних мыслительных процессов и внешней предметной деятельности отмечается В. П. Делия⁴². Он, исследуя инновационное мышление, выделяет два диалектически взаимосвязанных этапа деятельности, происходящих в мышлении инноватора: когнитивный и инструментальный (на наш взгляд, более точным было бы назвать его вещественным или практическим). Когнитивный этап исследователь характеризует как движение мысли в создании и познании смысла нового знания в виде внутренней рефлексии. Второй этап, инструментальный, состоит в процессе объективации и реализации нового знания в практической деятельности.

Причём нельзя сказать, что первый этап является собственно мыслительным, а второй этап – лишь проявлением мышления в деятельности. Отсутствие второго этапа делает невозможным или глубоко ущербным когнитивный этап, который, не находя никакой внешней подпитки, рано или поздно, деградирует и затухает. Это относится не только к инновационному мышлению, в контексте которого были выделены эти этапы, но и к любому мышлению вообще. Даже если мы производим какие-то мыслительные операции в абстрактных областях, не предполагающих выхода в реальную деятельность, то всё равно необходим выход «наружу» и фиксация результатов этого процесса в словах, символах и знаках, как это, например, происходит у математиков.

Таким образом, дидактическая цель подготовки к тому или иному виду деятельности заключается в решении двух задач: создание специальных условий для успешного формирования требуемых для этой деятельности понятий; создание условий для их применения в этой деятельности. Развитие «чистого» мышления, не привязанного к специфике конкретной деятельности, будет заключаться в развитии способности применять цикл познания как в микро-масштабах формирования одного понятия, так и в мета-масштабах планирования всей своей деятельности.

Обзор физиологического, методологического, психологического и дидактического аспектов мышления позволяет выде-

⁴² Делия С. П. Инновационное мышление в XXI веке. М.: Депо, 2011. 232 с.

лить положения, в совокупности составляющие дефиницию мышления.

Итак, мышление – это:

1) отражение окружающей действительности через переработку чувственных данных;

2) познавательная деятельность, в которой цикл познания «факты – модели – следствия – эксперимент» осуществляется на всех уровнях (микро- и макро-, сознательном и бессознательном, при чувственном восприятии и при формировании мировоззрения);

3) создание на основе цикла познания моделей – понятий, где в качестве начальных фактов выступают чувственные представления; оперирование понятиями и создание на их основе новых понятий, с каждым витком все более общих и абстрактных; закрепление понятий посредством языка;

4) способность (называемая воображением) выходить за рамки реальной действительности, логики, сложившихся алгоритмов (в том числе, цикла познания) и создавать ментальные модели, не связанные со всем предыдущим. Без воображения невозможно формирование понятий и обеспечение их взаимосвязи с реальным миром.

5) способность обеспечивать любой вид деятельности, осуществляющейся в двух этапах: когнитивном внутреннем и инструментальном внешнем, связанным с преобразованием окружающей среды для достижения поставленных изначально целей.

1.2. Критерии развития мышления

В этом параграфе будут предложены те критерии, которые в совокупности позволяют целостно и полно описать процесс развития мышления. А это описание, в свою очередь, позволит сформулировать систему принципов, учет которых при организации учебного процесса позволит развивать мышление более эффективно.

Развитие представляет собой закономерное, целостное, необратимое структурное изменение систем. Развитие диалек-

тически описывается как количественными постепенными изменениями, так и качественными скачками – новообразованиями, как периодами прогресса, так и застоём и регрессией. Сложные системы описывает синергетика, которая в качестве основных характеристик сложных систем выделяет их открытость, неравновесность, стохастичность, нелинейность, автопоэзисность (зависимость реакции системы на внешнее воздействие от собственного внутреннего состояния). Все эти характеристики в полной мере (а может, и в наибольшей степени) относятся и к описанию мышления как синергетической системы. Вопросы развития мышления как синергетической системы нами рассматривались ранее⁴³⁴⁴, и сделанные в этих работах выводы будут нами далее неоднократно использоваться. Краткий обзорный анализ различных точек зрения на феномен мышления позволил выделить три основных его характеризующих категории: познание, деятельность и воображение.

Естественно было бы предполагать, что развитие мышления надо рассматривать целостно, недостаток в одном из компонентов приведёт к общему низкому результату. Очень часто в качестве единственного критерия развитости мышления выделяют его интеллект. Это логически приводит к тому, что термин «интеллект» становится синонимичным мышлению. Но такая замена представляется необоснованной. Интеллект характеризует лишь ту часть мышления, которая связана с познанием. Интеллект – это потенциальные возможности мышления, которые могут проявиться или не проявиться в деятельности. Интеллект нуждается в управлении, он проявляется только тогда, когда правильно выбрана цель и начато движение к её достижению. Когда этого целенаправленного мыслительного движения нет, то интеллект оказывается не востребован, а поэтому, бесполезен.

Образно можно представить процесс мышления как движение автомобиля на гонках. В этой аналогии интеллект высту-

⁴³ Усольцев А. П. Синергетика педагогических систем. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2005. 263 с. ISBN 5-7186-0231-X. EDN FFXWUR.

⁴⁴ Усольцев А. П. Управление процессами саморазвития учащихся при обучении физике. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2006. 213 с. ISBN 5-7186-0315-4. EDN JWLKIK.

пает как технические характеристики машины: мощность, крутящий момент, время разгона до 100 км/ч и т. п. Естественно, что лучшие технические характеристики дают явное преимущество перед конкурентами, от них очень многое зависит, очень многое, но не всё.

Мышление в деятельности – это движение к финишу, которое начинается задолго до старта. Важна подготовительная работа, связанная с тщательной технической подготовки машины, изучением рельефа трассы, особенностей своих соперников, с разработкой стратегии и тактики гонки. Чем выше мотивация и организованность команды, тем выше их шансы на победу.

Ну и наконец, в процессе самой гонки становится важным талант самого гонщика, проявляющийся не только в навыках вождения (они есть у всех гонщиков), а в его интуиции, способности моментально принять правильное решение, рискнуть, поступить нелогично, неожиданно для соперников. Это в нашей аналогии и есть воображение – способность к спонтанному появлению некоего новообразования, логически не вытекающего из предыдущей ситуации и имеющейся информации. В итоге победит тот, кто добился оптимального сочетания всех трёх компонентов. Неумелый гонщик, севший за руль мощного болида, разобьётся на первом же повороте, точно так же как человек, имеющий огромные интеллектуальные способности, «наломает дров» при попытке осуществить какую-то деятельность, будучи к ней социально и психологически неподготовленным.

Возможна и такая ситуация, когда отсутствие одного компонента суперкомпенсируется гипертрофией другого: профессиональный гонщик даже на плохой машине может обогнать подавляющее большинство водителей, имеющих перед ним значительное техническое преимущество. В используемой аналогии интуиция, мотивация и опыт деятельности могут компенсировать невысокие интеллектуальные данные. Но любое исключение ещё раз подтверждает правило, поэтому не будем рассчитывать на суперкомпенсацию, а примем за основу, что развитие мышления должно осуществляться гармонично по всем трём направлениям: по познанию, деятельности и воображению. Рассмотрим каждое из этих направлений и выделим те характери-

стики, которые будут описывать развитие мышления в этом направлении.

1. Познание.

Способность к познанию соотносится исследователями, чаще всего, именно к интеллекту. Так, например, в «Философском энциклопедическом словаре» интеллект формулируется как «способность мышления, рационального познания»⁴⁵. Эту формулировку Т. Н. Шамало признаёт удачной, но отмечает, что «она не является полной, хотя бы потому, что отсутствует указание на другую форму реализации интеллекта – предметную деятельность»⁴⁶.

Эта цитата ещё раз доказывает ранее обсуждаемый тезис о целостности выделенных в мышлении аспектов познания, деятельности и воображения. Но в обсуждаемом контексте определение интеллекта является наиболее общим и лучше всего подходящим для дальнейшей его конкретизации. Недостаток этого определения, указанный Т. Н. Шамало, будет компенсирован при рассмотрении тех характеристик развития мышления, которые относятся к деятельностному аспекту.

Различных тестов и методик измерения интеллекта существует очень большое количество (наиболее известны тесты IQ, школьные тесты умственного развития – ШТУР, тесты Векслера). Однако, результаты этого тестирования нельзя считать безусловным и бесспорным измерителем интеллекта по ряду объективных обстоятельств.

Во-первых, если пытаться для измерения отделить интеллект от мышления, то возникает сложности его «очищения» от влияния других характеристик мышления (от деятельностного аспекта и воображения). При этом существует опасность превращения интеллекта в абстракцию, оторванную от действительности и не позволяющую судить о мышлении диагностируемого субъекта в реальной обстановке, то есть о его способности использовать этот интеллект в деятельности. Разработчики

⁴⁵ Философский энциклопедический словарь / гл. редакция: Л. Ф. Ильичёв, П. Н. Федосеев, С. Л. Ковалёв, В. Г. Панов. М.: Сов. энцикл., 1983. С. 110.

⁴⁶ Шамало Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении. Свердловск, 1990. С. 15.

широко известных тестов IQ признаются, что высокие результаты тестирования безусловно свидетельствуют только об одном – что тестируемый хорошо выполняет эти тесты.

Во-вторых, при измерении интеллекта существенную погрешность вносят различия между составителем теста и тестируемым (в возрасте, языке, культуре и пр.) и имеющийся опыт тестируемого по прохождению этих тестов. Как показал опыт, результаты тестирования выше у тех, кто мыслит сходно с теми, кто эти тесты составлял.

Тем не менее, разработка инструментария для измерения способностей к выполнению основных мыслительных операций активно продолжается, особенно с появлением возможностей современных компьютерных технологий. Например, И. Л. Угланова, И. Н. Погожина предлагают методологические принципы разработки инструмента, предназначенного для оценки уровней развития логического мышления по Пиаже. Это, по их мнению, позволяет отказаться от трудоёмкого метода клинической беседы, а использовать компьютеризированные задания сценарного типа с фокусом на решении и на процессе работы⁴⁷.

Л. М. Перминова считает, что «процесс развития структур интеллекта должен соответствовать психолого-педагогическому циклу усвоения знаний в учебном как образовательном процессе, а обобщённо – стадиям понимания, включающим:

- а) узнавание, идентификацию;
- б) обобщение как результат абстрагирующей деятельности;
- в) анализ как выделение индивидуальных черт объекта изучения с последующим синтезом их в целостную структуру (картину);

- г) рефлексивную оценку деятельности (смысл)⁴⁸.

Но обсуждение и разработка различных концепций и готовых технологий измерения интеллекта не входит в наши зада-

⁴⁷ Угланова И. Л., Погожина И. Н. Что может предложить новая методология оценки мышления школьников современному образованию // Вопросы образования / Educational Studies Moscow. 2021. № 4. С. 8–34. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-4-8-34>.

⁴⁸ Перминова Л. М. Современная дидактика: от Коменского до наших дней: философско-педагогические аспекты: монография. Изд. 3-е, дополненное, переработанное (гл. 3; 4). М.: Школьные технологии, 2021. С. 57.

чи. Мы обсудим лишь важнейшие концептуальные моменты, которые, на наш взгляд, в совокупности позволяют определить пути его целостного описания и, в конечном итоге, выделить принципы его развития в учебном процессе.

Рассматривая интеллект как потенциальную возможность использования умственных способностей в деятельности будем считать, что интеллект будет характеризоваться способностями по созданию моделей – понятий, отражающих существенные характеристики внешнего мира и их ментальными логическими преобразованиями в сознании (невозможными, как было уже сказано, без воображения, но воображение мы пока оставляем «за скобками»).

Таким образом, концепция измерения интеллекта может базироваться на измерении способностей оперировать понятиями: характеристик формируемых понятий и способности оперировать этими понятиями в дальнейшем.

Как было уже сказано, процесс формирования понятия начинается ещё на этапе чувственного восприятия. Формирующийся при этом наглядный образ в большей степени зависит не от чувственного сигнала (он для всех может быть одинаковым), сколько от внутреннего состояния самого субъекта: его целей, психического состояния, имеющегося опыта, развитости когнитивно-репрезентативных структур. При этом скорость формирования и адекватность будущего понятия реальности в контексте поставленных целей зависит от способности субъекта выделять главное, сущность, т. е. строить ментальную модель, по существенным характеристикам адекватную реальности.

И. С. Якиманская, выделяет следующие показатели образного мышления школьников⁴⁹:

широта оперирования образом, которая проявляется в легкости и быстроте перехода от одного наглядного образа к другому, перекодирование содержания;

полнота образа, определяемая представленностью в нем характеристик условно-символической записи или графика,

⁴⁹ Якиманская И. С. Возрастные и индивидуальные особенности образного мышления учащихся. М.: Педагогика, 1989. С. 106–107.

структуры пространственной размещенности компонентов, их относительных размеров;

обобщённость, определяющая насколько абстрагировался ученик от отдельных свойств условно-символической записи или графика;

динамичность образа, заключающаяся в возможности перехода от условно-символических изображений к графическому, от одной формы условно-символического изображения к другой.

Эти же показатели характеризуют не только образ, но и понятие, в которое этот образ неизбежно трансформируется.

Процессы формирования понятия, оперирования понятиями, установления связи между ними и рождения новых понятий зависят от способности к выполнению основных мыслительных операций: анализ, синтез и их производные (сравнение, абстрагирование, индукцию, дедукцию, классификацию, систематизацию, обобщение). «Развитие мышления предполагает овладение учащимися всеми операциями, из которых складывается мыслительный процесс..., и формами мышления (понятия, суждение, умозаключение). Это означает, что в процессе обучения необходимо создавать ситуации, требующие от учащихся выполнения ... мыслительных операций и форм мышления»⁵⁰.

Сложившиеся понятия, наглядные образы, представления находятся в памяти в сложнейших связях, составляющих когнитивно-репрезентативные структуры. Н. И. Чуприкова отмечает, что эти системы представляют собой не только системы хранения знаний, но и средство познания. Они являются своего рода внутренними умственными психологическими формами (матрицами, шаблонами, схемами, планами, сетками, «ситами», моделями), «сквозь которые» или посредством которых человек смотрит на окружающий мир и на самого себя. Это те структуры, с помощью которых человек извлекает информацию, с помощью которых происходит анализ и синтез всех поступающих новых впечатлений и сведений. Н. И. Чуприкова подчеркивает: «Чем больше они (когнитивные структуры) развиты, тем больше

⁵⁰ Усова А. В. Типичные ошибки в усвоении понятий учащимися // Вопросы методики и психологии формирования физических понятий. 1970. Вып. 1. С. 41.

возможности получения, анализа и синтеза информации, тем больше видит и понимает человек в окружающем его мире и в самом себе. В когнитивных структурах записаны не только сами знания в виде отображения множества связей между разными сторонами, свойствами, и отношениями действительности, но и их получения, способы перехода от одних знаний к другим, способы перехода от сырых чувственных данных к их абстрактным и обобщенным репрезентациям»⁵¹.

Когнитивно-репрезентативные структуры в образном представлении – это окно в окружающий мир, фильтр, через который смотрит человек. Это «окно» способно к постоянному и нелинейному расширению: знания, которые «проникают» через когнитивно-репрезентативные структуры сами становятся их частью, усложняют и расширяют их. Чем сложнее когнитивно-репрезентативные структуры – тем шире окно, тем больше видит человек в доступном ему количестве чувственных данных. Сложность когнитивно-репрезентативных структур определяется количеством элементов и сложностью связей между ними.

Л. С. Выготский, рассматривая понятийное мышление в обобщённом виде, выделил три ключевые характеристики этого вида мышления, в которых можно увидеть выше перечисленные аспекты – характеристики понятий и когнитивно-репрезентативных структур: умение выделять суть явления, объекта; умение видеть причину и прогнозировать последствия; умение систематизировать информацию и строить целостную картину ситуации⁵².

Количество имеющихся понятий и наглядных образов, которыми может оперировать мышление, хранится в памяти. Естественно, что без памяти мышление в принципе невозможно. При этом в практике обучения памяти до сих пор отводится гипертрофированное внимание, память часто считается основной характеристикой интеллекта. Под термином «знать» часто понимается термин «помнить». И если после многих лет после

⁵¹ Чуприкова Н. И. Умственное развитие и обучение. (Психол. основы развивающего обучения.). М.: АО Столетие, 1994. С. 10.

⁵² Выготский Л. С. История развития высших психических функций. Москва: Урайт, 2019. 336 с.

окончания школы человек может воспроизвести формулировку трёх законов Ньютона, то многими считается, что это, безусловно, свидетельствует о высоком качестве физического образования. Но при этом совершенно не учитывается понимание этих формулировок, их использование для объяснения явлений окружающего мира, без которого тексты этих законов для субъекта не имеют никакой пользы и смысла.

В статье «Школа должна учить мыслить», название которой может быть эпиграфом ко всей нашей монографии, Э. В. Ильенков пишет: «Если знание, которое человек усваивает в школе, заключается в совокупности понятий, дефиниций, формул и их сочетаний в суждениях, умозаклучениях и системах умозаклучений, т. е. в совокупности правил, составляющих профессиональную эрудицию, то за вычетом этого в составе деятельности рассудка сохраняется ещё одна, совершенно особенная задача, – а именно задача подведения под эти правила отдельных, частных, особенных случаев. Задача подведения особенного под всеобщее»⁵³.

К этой ёмкой и важной для нас цитате мы ещё вернёмся, а сейчас лишь отметим, что задача подведения особенного под всеобщее и есть «встраивание» нового знания в имеющиеся иерархические когнитивно-репрезентативные структуры, которое увеличивает их сложность не столько внесением нового элемента, сколько установлением множества связей нового понятия с уже имеющимися. При этом, чем больше связей у нового элемента с уже имеющимися, тем прочнее он закрепляется в памяти. Не случайно одним из самых эффективных способов запоминания информации (номера телефона, например) является установление ассоциаций, т. е. связей. В итоге можем сказать, что память определяется сложностью когнитивно-репрезентативных структур и прочностью их связей, поэтому в диагностируемую характеристику интеллекта нами не включена, хотя она и является одним из важнейших критериев интеллекта.

Важно отметить, что «запись, хранение, передача» имеющих элементов когнитивно-репрезентативной структуры про-

⁵³ Ильенков Э. В. Школа должна учить мыслить. М.: МПСМ; Воронеж: МОДЭК, 2002. С. 78–84, 94–95.

исходит посредством языка, фиксирующего эти элементы в качестве отдельных единиц. Язык – это строительный материал этих структур, без которых они просто не могут быть построены. Богатство языка и сложность когнитивно-репрезентативных структур находятся в безусловной прямо пропорциональной зависимости. Развивая язык (изучая язык, не обязательно иностранный, но и математический, физический), мы усложняем когнитивно-репрезентативные структуры, развиваем интеллект и мышление. В итоге имеющиеся когнитивно-репрезентативные структуры начинают охватывать всеобщие отношения между внутренним миром человека, его «Я» и всей внешней по отношению к нему средой. Это мы называем мировоззрением. Мировоззрение неизбежно влияет на взаимодействие человека с внешним миром и проявляется в деятельности.

2. Деятельность.

Возвращаясь к аналогии мышления с автомобильной гонкой, отметим, что технические характеристики гоночного болида – интеллекта мы только что описали. Теперь необходимо перейти к самой гонке: движению мышления от цели к достижению результата в процессе деятельности.

Поисковая активность и социальный характер существования в стае, переданные человеку от своих животных предков – приматов, трансформировалась в познавательный интерес, в котором всё же сохранились эти два корня. Социальный характер существования человека определяет социальные, внешние по отношению к нему стимулы к деятельности, тогда как поисковая активность является начальным «пусковым крючком» для формирования внутренней мотивации к познавательной деятельности.

Первичность инстинктивных моментов мотивации была замечена давно. Ещё С. С. Корсаков в начале XX века писал, что инстинктивный аспект внутренней мотивации проявляется в том случае, если по причине различных психических и умственных патологий, когда общественная составляющая внутренней мотивации сильно снижена, преобладающими становятся биологические, инстинктивные потребности⁵⁴.

⁵⁴ Корсаков С. С. Курс психиатрии. М., 1913. 392 с.

Первый, начальный момент чувственного восприятия всегда является для субъекта неосознанным, инстинктивным, хотя это восприятие может быть и специально подготовлено учителем. Взгляд останавливается на незнакомом или ярко окрашенном предмете, слух выделяет необычный или очень громкий звук и т. д. Короткое время реакции на эти раздражители и их неосознанность позволяют сделать вывод, что в этой ситуации действует подсознание, тогда как когнитивно-репрезентативные фильтры ещё не успели включиться.

И. Я. Ланина подчёркивает физиологический характер эффекта новизны в процессе формирования познавательного интереса: «К физиологической основе познавательного интереса новизна, как стимул интереса учащихся, стоит ближе всего»⁵⁵.

Разовьётся ли этот первоначальный всплеск внимания в дальнейшую устойчивую внутреннюю мотивационную структуру – зависит от множества факторов, и в том числе, от внешнего социального окружения, стимулирующего, подталкивающего и порой принуждающего субъекта к той или иной деятельности. Как отмечает П. М. Якобсон: «Мотивация учения (мотивы учения) как деятельности, сознательно осуществляемой человеком, является результатом как переработки тех воздействий, которые он получает из семейной и широкой социальной среды, так и образования сознательного или малоосознанного отношения к этим воздействиям, связанного с особенностями жизненных установок, устремлений, интересов человека»⁵⁶.

Дальнейшее развитие познавательного интереса связано с сознательным фактором внутренней мотивации, который, по общему мнению психологов, преимущественно является производным от социального фактора. На это указывал Л. С. Выготский: «Всякая функция в культурном развитии ребенка появляется на сцену дважды, в двух планах, сперва – социальном, потом – психологическом, сперва между людьми как категория интерпсихологическая, затем внутри ребенка как категория ин-

⁵⁵ Ланина И. Я. Методика формирования познавательного интереса школьников в процессе обучения физике: дис. ... д-ра пед. наук. Л., 1986. С. 9.

⁵⁶ Якобсон П. М. Психологические проблемы мотивации поведения человека. М.: Просвещение, 1969. С. 226.

трапсихологическая. Это относится одинаково к произвольному вниманию, к логической памяти, к образованию понятий, к развитию воли»⁵⁷.

Социальные установки, вначале принимаемые ребенком как некие правила игры, которые надо просто выполнять, чтобы оставаться в игре и не изгоняться из нее своими товарищами, постепенно переходят во внутренний план и начинают руководить деятельностью ребенка. Часть этих установок им осознается, другая часть выполняется неосознанно. Так, если ученик, увлекающийся физикой и считающий ее неинтересной, попадает в физико-математический класс, в котором знание физики считается престижным и определяющим социальный статус каждого школьника, то вначале он учит физику потому, что это необходимо для социального утверждения в классном коллективе. Затем у него может возникнуть интерес, который связан, как мы показали выше, и с подсознательными факторами. Установки, такие, как «физика – интересна», «физика – полезна», сперва выступают как внешние. Далее они осознанно и подсознательно воспринимаются учеником и начинают пониматься как свои: «мне – интересно», «мне – полезно». Так формируется мотивация к изучению физики⁵⁸.

Относительно мыслительной деятельности необходимо отметить, что если внешняя предметная деятельность (например, уборка своей комнаты) может всецело определяться внешним давлением, то мыслительная деятельность невозможна без внутреннего принятия этой деятельности. Сложность формирования внутренних факторов мотивации отмечается Е. П. Ильиным: «Нельзя извне в процессе воспитания формировать мотивы, на что уповают многие педагоги. Можно только способствовать этому процессу. Мотив – сложное психологическое образование, которое должен построить сам субъект»⁵⁹.

⁵⁷ Выготский Л. С. Педагогическая психология / под ред. В. В. Давыдова. М., 1991. С. 221.

⁵⁸ Усольцев А. П. Синергетика педагогических систем: монография / Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2005. С. 222.

⁵⁹ Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. СПб.: Питер, 2000. С. 89.

Даже если деятельность осуществляется под влиянием внешних факторов (например, выполнение учеником домашнего задания), то мыслительная составляющая её выполнения всегда требует внутреннего усилия, более сложного, чем для выполнения внешней предметной деятельности. Заставить себя подмести пол значительно проще, чем заставить думать над решением неинтересной домашней задачи. Подметание пола можно, в конце концов, имитировать, а имитировать внутренние размышления над задачей невозможно, так как эта имитация не может привести к конечному результату. Ученик просто отказывается её решать, искренне считая, что он её не может решить не потому, что у него недостаточно для этого мотивации, а потому, что задача для него слишком сложная.

Таким образом, внутренняя мотивация прямым образом оказывает влияние на мыслительную деятельность, определяя её самостоятельность, упорство и, в конце концов, достижение конечной цели.

В предметной деятельности человек, в отличие от животных, имеет инструменты, специально заранее созданные для этой деятельности, чаще всего, другими людьми. В этом плане мыслительная деятельность от предметной не отличается, у неё тоже есть свои специфичные инструменты – шаблоны, образцы, алгоритмы, придуманные другими людьми. Использование этих ментальных инструментов позволяет человеку многократно увеличить эффективность своей деятельности, точно так же как и в предметной.

Как выше уже было отмечено, основным таким ментальным инструментом является цикл познания, который с уровня бессознательного функционирования в процессе формирования понятия может подниматься на уровень сознательного применения. Ю. А. Сауров использование такого ментального инструмента называет нормированием: «Мы соотносим творческую деятельность не с репродуктивной, как это традиционно принято, а с нормированной. По сути, нормативная деятельность является деятельностью по технологичному представлению усваиваемого «опыта рода» в виде норм, нормативный подход – своего рода методическим инструментом. Наши исследования показывают, что современное, рациональное, смысловое нормиро-

вание учебной деятельности (а далее – и содержания) и последующая организация освоения выделенных норм – это эффективный способ не только усвоения предметного материала, но и развития учащихся⁶⁰.

К такому нормированию можно отнести различные приёмы для решения задач, алгоритм решения которых неизвестен. К таким приёмам можно отнести широко известные технологии ТРИЗ⁶¹. В качестве примера исследований в области методики обучения физике можно назвать работы Л. А. Ларченковой⁶², А. Н. Крушельницкого, В. В. Лаптева⁶³, посвященные преодолению познавательных барьеров и мисконцепций, работы М. С. Красина, посвященные обучению школьников принципам научной методологии⁶⁴.

Широко известный термин «критическое мышление» (не путать с технологией критического мышления, которая неточно отражает её содержание, так как развивает, скорее не критическое мышление, а теоретическое и логическое мышление), по сути, выделяет одну характеристику мышления, связанную с оценкой достоверности получаемой извне информации. А оценка этой достоверности выполняется в соответствии с шаблонами основных мыслительных операций и логики. Можно сказать, что критическое мышление – это максимально нормированное мышление, целью которого является фильтрация достоверной

⁶⁰ Сауров Ю. А. Нормативная и творческая деятельность в обучении: различие и согласование // Педагогика. 2021. № 8. С. 8.

⁶¹ Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. 2-изд., дополн. Петрозаводск: Скандинавия, 2004. 208 с.

⁶² Лаптев В. В., Ларченкова Л. А. Феномен психолого-познавательных барьеров и его значение в современном школьном обучении // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. 2016. № 182. С. 5–18. EDN ZMMRUD.

⁶³ Крушельницкий А. Н., Лаптев В. В., Ларченкова Л. А. Обзор представлений и классификации познавательных барьеров и misconceptions, возникающих при изучении физики // Научное мнение. 2020. № 12. С. 10–22. DOI 10.25807/PВH.22224378.2020.12.10.22. EDN MNIQPM.

⁶⁴ Красин М. С. Обучение школьников системе принципов научной методологии (методологический и дидактический аспекты) // Школьные технологии. 2014. № 1. С. 31–42. EDN RXXHQN.

информации от информационного шума, как естественного, так и специально создаваемого – «фейков».

Мощным средством нормирования мышления является математика, уникальность которой среди других учебных предметов заключается в том, что её предметом являются не конкретные материальные объекты и явления, а абстрактные понятия, создание и оперирование которыми осуществляется в соответствии с чётко описанными правилами.

Нельзя не упомянуть ещё одну важнейшую норму мышления, в качестве которой выступает язык. Выше мы упоминали работы Н. Хомского, рассматривающего отражение мышления и мировоззрения человека как универсальную основу любого языка⁶⁵. И хотя в дальнейшем математика и язык не рассматриваются нами отдельно в качестве средств развития мышления, тем не менее, мы обязаны отметить их уникальную и важнейшую специфику, связанную с тем, что они составляют саму структуру мышления, его пространство, в котором оно развивается. Усвоение норм языка и математики (тоже, своего рода языка) безусловно означает развитие мышления безотносительно конкретного их содержания и привязки к окружающему миру.

В итоге можно сказать, что владение нормами мышления (методологией познания, логическими приёмами) может и должно являться критерием оценки развития мышления, так как это владение важно не только в познавательной деятельности, но и в любой другой. Эти нормы проявляются в способности к планированию, рефлексии, коррекции своей деятельности, приводящей в конечном итоге к достижению поставленных целей.

Мотивация и владение нормами мышления субъекта проявляются в самостоятельности и активности его деятельности, которые поддаются измерению и оценке.

В качестве важного, но неосновного критерия оценки мышления в деятельности является быстрота и точность основных мыслительных операций, осуществляемых субъектом. В некоторых случаях (например, для военного, полицейского, врача, водителя, оператора сложных технических устройств и

⁶⁵ Хомский И. Язык и мышление / под общей ред. В. А. Звегинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1972. Вып. 2.

пр.) быстрота и безошибочность использования имеющихся мыслительных шаблонов и правил по выполнению инструкций имеет решающее значение, так как малейшая ошибка или промедление могут иметь катастрофические последствия. В таких профессиях низкие результаты по скорости и точности принятия решения даже при безупречности всех других критериев развития мышления могут являться основанием для признания профессиональной непригодности.

Если же для принятия решения нет необходимой инструкции и подходящего мыслительного алгоритма, то на сцену выходит самое необъяснимое и загадочное проявление мышления – воображение, связанное с созданием новых ментальных моделей и алгоритмов, независимых от логики и внешнего мира.

3. Воображение.

В подавляющем большинстве исследований, посвящённых развитию и измерению воображения, речь идёт о каком-то конкретном, чаще всего, художественном воображении. В этом случае по умолчанию под воображением понимается способность представить объекты (через изображение, музыку, слово) и свойства, чувственно субъектом ранее никогда не наблюдаемые (поверхность Марса, например), в том числе, и те, которые никогда не будут доступны для наблюдения (электрон) или в природе не существуют (дракон). Однако, воображение нельзя отнести лишь к созданию некоторых пространственных образов.

К воображению относят и метафорический перенос, «представляющий собой сложную мыслительную операцию, состоящую в способности абстрагировать какой-либо признак от одного предмета и увидеть его в другом»⁶⁶.

Наиболее ёмкое определение воображения, с нашей точки зрения, сформулировала Л. В. Калашникова: «Воображение – познавательный высший процесс, психологическая деятельность, состоящая в создании представлений и мысленных ситуаций, никогда в целом не воспринимающихся человеком в действительности»⁶⁷. В этом определении под ситуацией может по-

⁶⁶ Lakoff G., Johnson M. *Metaphors We Live By*. Chicago, 1980. P. 394.

⁶⁷ Калашникова Л. В. Метафорические аспекты воображения. Роль воображения в решении познавательных задач на этапе наглядно-образного мышле-

ниматься не только образ объекта, но и представление взаимодействия объектов между собой, невозможное в действительности, например, представление контакта с внеземными цивилизациями, представление себя в роли исторического персонажа пр.

Но М. Б. Беркинблит и А. В. Петровский сужают широту понятия воображения, указывая на деятельностный характер воображения, его смысловую составляющую: «воображение – это не способность фантазировать без цели, а интуитивная способность видеть сущность параметров, их природную логику. Оно комбинирует образы того, что еще не существует, из материалов памяти и чувств, создает образ неизвестного как известного, то есть создает его предметное содержание и смысл, считает их действительными»⁶⁸.

Как отмечали К. Маркс и Ф. Энгельс: «Даже самый плохой архитектор отличается от самой лучшей пчелы тем, что прежде чем строить свою ячейку из воска, он уже построил её в своей голове. В конце процесса труда получается результат, который уже вначале этого процесса имелся в представлении человека, т.е. идеально»⁶⁹.

Как только мы начинаем придавать воображению практический смысл, мы сразу же смыкаем воображение с деятельностью и выходим на широко исследуемую характеристику мышления, называемую креативностью. Обсуждение понятия «креативность» сильно увело бы нас от поставленных целей определения диагностируемых характеристик воображения, поэтому отметим, что креативности, её определению, развитию и измерению посвящено огромное количество работ. Для представления этого спектра работ можно порекомендовать краткий анализ этого понятия, сделанный в статье О. Г. Захаровой⁷⁰.

ния // Актуальные проблемы филологии и педагогической лингвистики. 2018. № 3 (31). С. 178. DOI 10.29025/2079-6021-2018-3(31)-177-188. EDN UZMWMF.

⁶⁸ Berkinblit M. B., Petrovskij A. V. Fantasy and reality. Moscow: Politizdat, 1968. 126 p.

⁶⁹ Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. 2 изд. Москва: Гос. Изд-во полит. лит., 1960. Т. 23. С. 189.

⁷⁰ Захарова О. Г. Определение понятия «креативность» в научной литературе // Аспекты и тенденции педагогической науки: материалы II Международной

Анализ основных подходов к описанию креативности как теоретического понятия, а также методов измерения креативности и теоретических положений был сделан Е. А. Абисаловой⁷¹. Среди всех подходов ею была выделена многофакторная теория креативности Стернберга⁷². Он выделяет необходимые условия и черты креативного человека: «синтетическая» способность видеть проблемы в новом свете и избегать стандартных реакций; «аналитическая» способность оценки, насколько данная идея заслуживает дальнейшей работы над ней; «практически-контекстуальная» способность понять, как убедить остальных в ценности и значимости идеи. Как нам представляется, к воображению из вышеназванных черт относится исключительно «синтетическая» способность, тогда как остальные относятся к деятельности. Сама мысль о роли воображения как средства для синтеза, возникающая при знакомстве с многофакторной теорией Стернберга, представляется весьма важной в понимании роли воображения в мышлении. Если анализ – это сфера логического мышления, метафорически – анализ – это разрушение, то воображение – это создатель, объединяющий несовместимое и разрушенное в одно целое.

Различные концепции измерения креативности были достаточно полно и информативно рассмотрены А. А. Раренко. Правда, в выводах было всего лишь отмечено, «что феномен креативности в настоящее время до конца не изучен. Существующие подходы в изучении креативности показали ее многоплановость и многоаспектность»⁷³.

Не претендуя ни в малейшей степени на решение указанной А. А. Раренко проблемы феномена креативности, предло-

научной конференции, Санкт-Петербург, 20–23 июля 2017 года. Санкт-Петербург: Свое издательство, 2017. С. 15–17. EDN ZBJNTR.

⁷¹ Абисалова Е. А. Сравнительный анализ процедур измерения креативности // Вестник РГГУ. Серия: Психология. Педагогика. Образование. 2013. № 18 (119). С. 67–79. EDN RWBSER.

⁷² Sternberg R. J. Creating a Vision of Creativity: the first 25 years // *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. 2006. Vol. 1. P. 2–12.

⁷³ Раренко А. А. К вопросу о креативности и способах ее изучения и измерения // *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 11: Социология*. 2020. № 3. С. 102. DOI 10.31249/rsoc/2020.03.06. EDN PTUOBM.

жим свой вариант креативности: *креативность – это проявление воображения в деятельности*. Исходя из этого определения, очевидно, что при измерении креативности характеристики воображения субъекта «интерферируют» с его деятельностными характеристиками, такими как наличие мотивации, коммуникативными качествами, стремлением к саморазвитию, самокритичности и пр.

Весьма наглядным примером креативного поведения можно назвать процедуру отбора героя фантастической комедии «Люди в чёрном» в ряды космических спецслужб. В одном из испытаний претендентам дают для заполнения анкету на тонком листе бумаги и острозаточенный карандаш. При этом единственный на всех журнальный столик стоит посередине между далеко сидящими претендентами в прикрепленных к полу креслах. Побеждает в испытании главный герой, который, понаблюдав некоторое время как мучаются его конкуренты, первым догадывается подтащить столик к своему креслу и успешно выполняет задание.

Методика описанного примера соответствует идеологии научных экспериментов Дж. Гилфорда, по мнению которого креативное мышление связано с отказом от шаблонных способов мышления⁷⁴. В этом случае воображение в общем виде предстаёт как способность «к выходу за рамки», причём независимо от того, какие это рамки. Исходя из этого, подход к измерению воображения должен заключаться в измерении этой способности. Это может быть количество и образность созданных субъектом метафор и модельных аналогий реального мира, количество созданных ментальных моделей, совсем не связанных с окружающим миром (фантазий), способность и быстрота выхода за имеющиеся мыслительные и деятельностные шаблоны (нормы).

В используемой нами аналогии мышления с автомобильной гонкой воображение – это способность гонщика внезапно придумать нетрадиционный и нелогичный манёвр, неожиданный для соперников, в итоге приводящий к победе. Причём по-

⁷⁴ Guilford J. P. Creativity: Yesterday, Today and Tomorrow // The Journal of Creative Behavior. 1967. Vol. 1 (1). P. 3–14.

беда в предлагаемой аналогии принципиально важна, ведь если неожиданные манёвры гонщика постоянно приводят не к победе, а к аварии, то этот пример будет уже аналогией не мышления, а безумия. Так что важной характеристикой воображения является его конструктивный характер, приводящий к достижению поставленных целей.

Воображение – способность к созданию внутренних ментальных моделей, не связанных с внешним миром (хотя и обусловленных им), и способность выхода из имеющихся алгоритмов мышления и деятельности, направленная на достижение поставленных целей.

Выводы по первой главе

Мышление человека отличается от мозговой активности животных следующими основными особенностями: процессом формирования понятий, познавательной деятельностью, воображением и наличием языка.

Исходя из этого, развитие мышления будет заключаться в стимулировании следующих процессов:

формирование на основе чувственного восприятия ментальных моделей– образов и понятий, осуществляемое в соответствии с циклом познания;

усложнение когнитивно-репрезентативных структур, состоящих из представлений, образов и понятий, связанных между собой системой всех возможных отношений (логических, эмоциональных, хронологических и пр.);

обеспечение деятельности на когнитивном внутреннем и инструментальном внешнем уровнях, направленной на достижения поставленных целей;

формирование и использование норм мышления: цикла познания, основных мыслительных операций, правил языка, математики;

генерирование ментальных моделей, выходящих за рамки норм мышления и реальной действительности (воображение).

Возможные характеристики, в совокупности позволяющие целостно оценить мышление:

способность выделять существенное, адекватность ментальных моделей реальным поставленным целям (может определяться по полноте, обобщённости, динамичности формируемых образов и понятий);

сложность когнитивно-репрезентативных структур, определяемая числом понятий и количеством связей между ними;

владение языком (тезаурус, точность и образность);

самостоятельность и активность (как признаки проявления внутренней мотивации);

способность использовать готовые ментальные модели, наличие инструментов и умение ими пользоваться адекватно ситуации (быстрота и точность выполнения мыслительных операций, широта переноса). Возможно использование тестов на креативность;

воображение, определяемое по количеству и образности созданных субъектом метафор и модельных аналогий реального мира, по количеству созданных ментальных моделей, совсем не связанных с окружающим миром (фантазий), по способности к выходу за имеющиеся мыслительные и деятельностные шаблоны (нормы).

ГЛАВА 2. ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ

2.1. Система содержательных принципов развития мышления

В этом параграфе указаны принципы развития мышления, и представлены обоснования, позволяющие считать совокупность этих принципов системой. Предлагаемые принципы, с одной стороны, могут считаться дидактическими, так как формулируются на основе изучения объективных процессов мышления, а с другой стороны, принципами обучения, так как являются своего рода руководством для учителя по методике обучения своему учебному предмету. Как отметил В. И. Загвязинский «принцип для исследователя-дидакта выступает преимущественно в своей гносеологической функции, а для педагога-практика – в функции практической преобразующей. Для первого он является результатом, для второго – исходным пунктом. В этом... последнем смысле принцип обучения – концентрированное выражение для практики результатов научного познания»⁷⁵.

В этой главе формулировка принципов развития мышления является конечной целью, поэтому в контексте этой главы их можно считать дидактическими. В третьей главе эти принципы уже будут являться начальными требованиями, которые учителю целесообразно учитывать при планировании учебного процесса принципами обучения, поэтому в контексте третьей главы они будут выступать в качестве принципов обучения.

Предлагаемые принципы отражают закономерности развития мышления, подтверждаются практикой, позволяют выбирать эффективные формы организации, содержание и методы обучения. При применении в конкретном учебном предмете эти принципы приобретают его специфику в соответствии с содержанием. Принципы имеют характер законов, но не обладают абсолютной безусловностью исполнения. Напротив, выступая

⁷⁵ Загвязинский В. И. О Современной трактовке дидактических принципов // Советская педагогика. 1978. № 10. С. 66–72.

как рекомендации, на практике они, в лучшем случае, учитываются интуитивно. И причины этому могут быть самыми разными: недооценка значимости учёта этих принципов, банальная перегрузка учителя, недостаток в его квалификации, низкая мотивация педагога на получение максимального развивающего эффекта от учебного процесса и т. п. В конце концов, развитие мышления учеников не обязательно может являться главной целью педагога, организующего учебный процесс. Но сознательный учёт этих принципов в организации учебного процесса позволит избежать ошибок стихийного развития мышления и достичь более высоких результатов за более короткое время.

Критерии отнесения идей к принципам были сформулированы И. Я. Лернером⁷⁶. Он выделил пять таких критериев – требований:

а) инструментальность, т. е. способ применения принципа должен быть понятен и осуществим, выражать способ достижения наилучших результатов;

б) универсальность, т. е. отнесённость принципа ко всему обучению или такому его элементу, без которого обучение неосуществимо;

в) необходимость каждого принципа, т. е. невозможность без него организовать обучение полноценным;

г) независимость принципов, т. е. их неперекрещиваемость и неподрываемость, непоглощаемость другими принципами;

д) достаточность всей совокупности принципов для обеспечения целостного и полноценного процесса обучения.

Предлагаемая система принципов, по нашему мнению, всем этим требованиям отвечает. Чтобы это показать, мы сначала очень кратко опишем каждый из принципов, а затем подробно остановимся на обсуждении их системности и применения. Детальное изложение теоретических и эмпирических оснований для формулировки каждого принципа, его сущности и возможных путей реализации в практике будет предложено ниже, где каждому из принципов будет посвящён отдельный параграф.

⁷⁶ Лернер И. Я. Природа принципов обучения и пути их установления // Принципы обучения в современной педагогической теории и практике: межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск: ЧГПИ, 1985. С. 37–38.

Итак, назовём эти принципы и дадим их краткую характеристику.

1. *Субъектности*. Заключается в развитии осознанной саморегуляции человека, базирующейся на способности субъекта к принятию решения в ситуации выбора, без которой невозможна результативная мыслительная деятельность.

2. *Наглядности*. Заключается в выделении существенных сторон предмета изучения для правильного и быстрого формирования требуемого понятия и связанных с ним когнитивно-репрезентативных структур при организации чувственного восприятия обучающегося.

3. *Системности*. Заключается в направленности обучения не столько на количество усвоенных понятий, сколько на усложнение когнитивно-репрезентативных структур, связывающих эти понятия между собой.

4. *Нормируемости*. Заключается в обучении использованию в мыслительной деятельности норм, шаблонов, алгоритмов, являющихся своего рода «инструментом» мышления, позволяющих быстро и безошибочно добиваться требуемого результата в типовых ситуациях и сводить нетиповые ситуации к типовым.

5. *Творчества*. Заключается в развитии воображения, позволяющего создавать собственные внутренние ментальные модели и выходить за рамки любых шаблонов и алгоритмов (в том числе и мыслительных).

6. *Дополнительности*. Заключается в использовании диалектически связанных моделей – диалектически взаимоисключающих и дополняющих друг друга для целостного понимания изучаемого объекта.

Теперь покажем системность этих принципов. Главное требование к этой системе заклучается в том, чтобы эти принципы «закрывали» все ключевые аспекты мышления, выделенные в первой главе – познание, деятельность и воображение, – и обеспечивали развитие в каждом из них. Ведь познание, деятельность, воображение не просто тесно связаны между собой, они неотделимы друг от друга: без воображения невозможно формирование понятий, лежащих в основе познания; а цикл познания проявляется в любой деятельности, не обязательно по-

знавательной. Соотношение принципов и аспектов мышления представлено на рисунке 1.

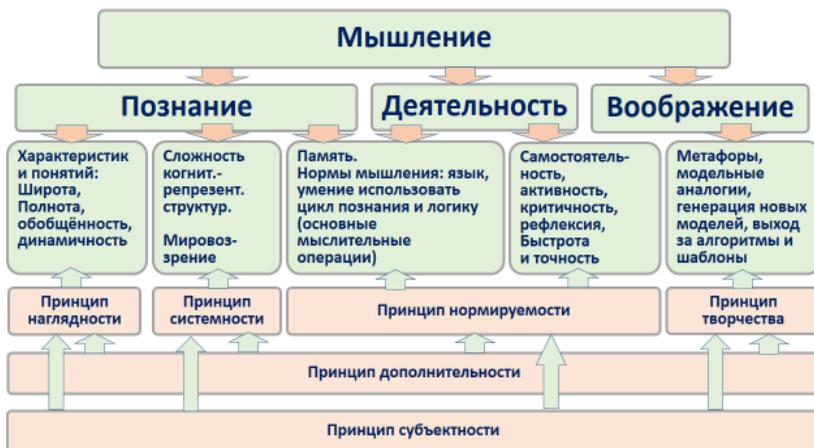


Рис. 1. Соответствие принципов развития мышления его основным аспектам

Первоочередная необходимость учёта принципа субъектности связана с тем, что, во-первых, познавать, мыслить может только субъект, проявляющий активность для достижения своих целей. Нет субъекта – нет цели – нет деятельности – нет необходимости мыслить. Во-вторых, момент произвольного внимания в начальном акте восприятия имеет в большей степени инстинктивную природу, дальнейшее развёртывание формирования представлений и понятий возможно только на фоне произвольного и постпроизвольного внимания, возможными только при желании и воле субъекта. Субъектность является движущей силой мышления и проявляется во всех его аспектах. Наиболее очевидно проявление субъектности в деятельности, характеризующейся самостоятельностью, активностью, самокритичностью, а главное проявление, и можно сказать, достижение субъектности – способность к саморегуляции, осознанное мировоззрение и постоянная внутренняя работа над его совершенствованием.

Принцип наглядности направлен на целесообразную организацию «отправной точки» чувственного восприятия для дальнейшего развития мыслительной деятельности и формирования

понятия, характеризуемого широтой, полнотой, обобщённостью и динамичностью. Это позволяет обеспечить верное начальное представление, указать направление «вектора» движения мысли. В итоге не только значительно экономится время формирования понятия, но стимулируется требуемое усложнение когнитивно-репрезентативных структур.

Это усложнение стимулируется через учёт принципа системности, направленного на то, чтобы раскрывать изучаемое понятие, его внутреннюю структуру и взаимосвязь с другими понятиями. Наиболее общей такой структурой выступают отношения между своим «Я» и всем окружающим миром, что и является мировоззрением.

В процессе формирования понятий и когнитивно-репрезентативных структур рождаются алгоритмы по их формированию. Для формирования умения субъекта сознательно пользоваться такими алгоритмами, а затем их генерировать самостоятельно, и необходим принцип нормируемости. Нормами мышления являются основные мыслительные операции, цикл познания, логика математики и правила выражения мысли в языке. Принцип нормируемости необходим и для того, чтобы внутреннюю мыслительную деятельность «конвертировать» во внешнюю предметную деятельность. Нормы мышления должны найти отражение в алгоритмизации деятельности мыслящего субъекта, успешно применяющего плоды своего мышления для решения возникающих жизненных проблем, организующего свою жизнь. Итог должен вполне наблюдаемо проявляться в самостоятельности, активности, критичности и самокритичности субъекта. В противном случае будет наблюдаться инфантильное поведение, неспособность решать свои проблемы, что ставит под вопрос ценность развития «остающегося внутри» мышления, не нашедшего себе применения в окружающем мире.

Как уже неоднократно подчёркивалось, воображение необходимо в каждом акте формирования любого понятия, а алгоритмическое действие невозможно без творческой адаптации теоретических моделей к бесконечно разнообразным условиям практики. Поэтому игнорирование принципа творчества неизбежно будет тормозить готовность к любому виду деятельности, даже самому алгоритмизированному, совершенно не тре-

бующему, на первый взгляд, ни малейшего творчества. Кроме того, механистическая «муштра» памяти и жёстких алгоритмов сильно понижает мотивацию, что отрицательно сказывается на конечных результатах. В этом контексте необходимо упомянуть обязательный сегодня тезис о значимости в современных условиях soft skills, в основе которых лежит способность творчески применять имеющиеся знания и навыки (Hard skills).

Принцип дополнительности направлен на преодоление диалектической проблемы принципиального несоответствия ментальных моделей и моделируемых объектов внешнего мира. Для решения разных задач мышлению требуются разные инструменты-модели одного и того же объекта. Одностороннее представление объекта изучения сужает возможности мышления по выполнению своих основных прогностических функций, не позволяет в должной мере обеспечить нужный для творчества и мотивации когнитивный конфликт, не даёт повода выйти за рамки готовых алгоритмов.

Принцип дополнительности позволяет наиболее полно и обобщённо формировать понятия, многократно увеличивает сложность когнитивно-репрезентативных структур, так как возникает не одна, а как минимум две таких структуры, неразделимо и дихотимически связанные между собой. Понимание дуальности, противоречивости всего окружающего – есть, с одной стороны, «норма» мышления, одна из важнейших в структуре мировоззрения, а с другой стороны, – поле для творчества.

Как видим, все принципы тесно связаны между собой и обеспечивают целостность – пренебрежение хотя бы одним из принципов ставит под сомнение достижение результатов по каждому из выделенных мыслительных аспектов.

Интересно сопоставить сформулированные принципы с известным приёмом «Шести шляп», предложенным Э. Де Боно⁷⁷. Приём позволяет, по мнению Э. Де Боно, эффективно решать практические проблемы, которые раньше казались трудно разрешимыми. Суть приёма заключается в том, что, одевая по очереди шляпы, человек (или группа людей) каждый раз концентрируется только на одном аспекте:

⁷⁷ Де Боно Э. Почему мы такие тупые? СПб. : Питер, 2009. С. 55–60.

Белая шляпа – «информация». Человек с белой шляпой на голове ищет ответы на вопросы:

Какая информация у нас есть?

Какая информация нам нужна? Какие вопросы мы хотим решить?

Как нам получить нужную информацию?

Красная шляпа – «эмоции, чувства, интуиция». Она даёт право дать волю эмоциям и интуиции без объяснений и оправданий в вопросах:

Какие чувства у меня это вызывает?

Моя интуиция говорит...

У меня такое ощущение...

Это меня раздражает...

Есть сомнения...

Чёрная шляпа – «критическое мышление, опасность, проблемы». Она позволяет проявить весь свой скептицизм и недоверие в вопросах подобных следующим:

Уложится ли это в наш бюджет?

Этично ли это?

Будет ли это работать?

Что может пойти не так?

Чем мы рискуем?

Жёлтая шляпа – «ценности, перспективы, позитив». Вопросы, задаваемые в этой шляпе, направлены на поиск позитива в обсуждаемых моментах:

Что в этом имеется ценного?

Какова выгода?

Как это можно сделать?

Каковы позитивные аспекты?

Зеленая шляпа – «творчество». Вопросы направлены на поиск новых идей и альтернатив:

Имеется альтернатива...

Можно изменить идею...

А что если поступить так?

Есть и такая возможность...

Как подойти к этому иначе?

Синяя шляпа – «организация». В ней формулируют итоги, решения и проекты, отвечая на вопросы:

О чем мы размышляем?
Чего мы хотим достичь?
Каковы будут последствия?
Можем ли мы принять решение?
Каков следующий шаг?

Белую шляпу можно сопоставить с принципом наглядности, связанным с выделением существенной информации в объекте изучения. Красная и жёлтая шляпы связаны с принципом субъектности. Чёрная шляпа – с принципом нормирования. Зелёная – с принципом творчества и, в какой-то степени, дополнительности. И, наконец, синяя шляпа – с принципами системности и субъектности.

Конечно, можно поспорить по поводу предложенного нами отношения между шляпами и принципами, предложить другие соотношения, но мы не хотели бы углубляться в это обсуждение, нам важно другое. Мы не могли удержаться от этого сопоставления, поскольку оно является очень ярким примером последовательного применения различных сторон мышления в решении проблемы. Расщепление единого и часто неосознаваемого мыслительного процесса на чётко обозначенные части, как убеждает Э. Де Боне, оказалось очень эффективным средством решения любых сложных проблем.

Теперь рассмотрим, как эти принципы «работают» при усвоении конкретного содержания в своём целостном единстве. Обобщённая схема представлена на рисунке 2.

В соответствии с принципом наглядности изучается наиболее общее, базовое понятие / понятия, характеризующее объект изучения, которые будут далее дифференцироваться и превращаться в когнитивно-репрезентативную структуру на основе принципа системности. В ходе этой дифференциации формулируются, выводятся законы, связи, определяющие взаимодействие элементов когнитивно-репрезентативной системы, вырастающей из основы – понятия. Далее эти законы как мыслительные шаблоны будут применяться субъектом в подходящей для этого ситуации. При этом когнитивно-репрезентативная структура пополняется новыми связями и элементами.



Рис. 2. Обобщённая схема использования принципов развития мышления

Затем показывается ограниченность, неполнота всей этой системы (назовём её системой 1) и вводится новая система (система 2), базой которой является другое понятие, отрицающее первое. Работа над формированием второй системы осуществляется так же, как и с первой, с той лишь разницей, что сейчас мы уже имеем возможность сравнивать элементы второй системы с элементами первой.

Хронологическая последовательность развёртывания элементов используемых когнитивно-репрезентативных структур может осуществляться двумя способами: сначала полностью одна система «Основы – Когнитивно-репрезентативная структура – Нормы», а затем другая; и попеременное изучение элементов «Основы 1 – Основы 2», «Когнитивно-репрезентативная структура 1 – Когнитивно-репрезентативная структура 2», «Нормы 1 – Нормы 2». Это зависит как от объективных связей между системами, так и от субъективных позиций, желания и возможностей учителя.

В качестве первого конкретного примера реализации этой схемы рассмотрим изучение природы света в курсе физики средней школы (рис. 3).

При изучении геометрической оптики постулируется, что свет – это поток частиц. Из этого утверждения выводятся законы прямолинейного распространения света, констатируются законы отражения и преломления. В итоге формулируются законы геометрической оптики. Далее показываются явления интерференции и дифракции, из которых делается вывод, что объяснить наблюдаемые явления можно только на основе волновой теории. На основе принципов Гюйгенса и Френеля выводятся законы волновой оптики, определяются условия максимума и минимума при интерференции. Показывается, что геометрическая оптика может рассматриваться как предельный случай волновой оптики, когда размеры препятствий много больше длины световой волны.

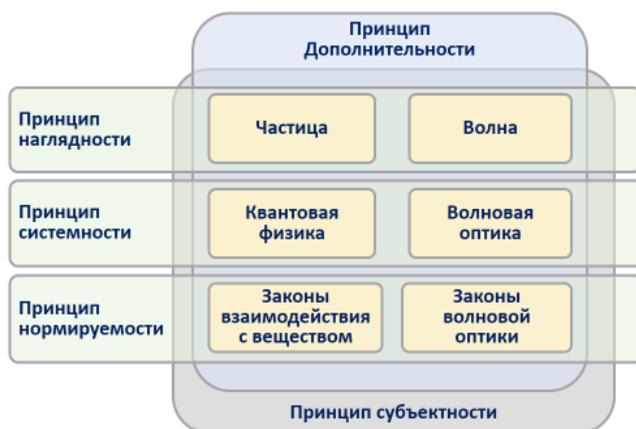


Рис. 3. Схема учёта принципов развития мышления при изучении природы света в курсе физики

При изучении фотоэффекта показывается несостоятельность уже волновой модели, осуществляется возврат к корпускулярной теории на основе понятия кванта. В итоге, сопоставляя эти две модели, вводится термин корпускулярно – волнового дуализма. На шкале электромагнитных волн показывается, что при движении в сторону увеличения частоты света волновые свойства электромагнитной волны уменьшаются, тогда как корпускулярные увеличиваются: низкочастотные колебания оче-

видно показывают свои волновые свойства, тогда как корпускулярные совсем не проявляются, и наоборот, крайне правые по шкале рентгеновские и гамма-лучи ведут себя как частицы, а проявление их волновых свойств почти незаметно.

Можно возразить, что корпускулярно-волновой дуализм света является, пожалуй, очевидным и единственным примером, который своим содержанием требует использования принципа дополнительности. Всё остальное содержание школьной физики, да и других предметов, не позволяет показать такой дуализм, так как обучение осуществляется лишь на одной модели.

С таким возражением можно согласиться, но это нисколько не доказывает, что эти принципы на других темах «не работают». Просто при адаптации содержания науки (не обязательно физики, а любого предмета) к школьному курсу принципиально не предлагаются к доминирующим теориям какие-то альтернативы. По умолчанию понимается, что учить одно и то же, но с разных позиций, совершенно избыточно. При желании можно найти альтернативные варианты практически любым теориям, изучаемым в школе как единственно возможным. Например, законы Ньютона могут быть дополнены знакомством с лагранжевой механикой, широко применяемой в вузах для изучения теоретической физики. При этом важно подчеркнуть, что лагранжева механика не предлагается в качестве замены модели Ньютона в школе, предлагается лишь знакомство с ней как с альтернативным вариантом и не более. Конечно, лагранжева и ньютоновская механика не могут служить классическим примером демонстрации принципа дополнительности, так как они не являются взаимоисключающими. Но системное сопоставление «парных» теорий формирует понимание учеником условности используемых нами моделей, показывает, что всегда есть альтернатива.

Но более перспективно реализовать принцип дополнительности через вне содержательные категории, подходящие для объединения в единую когнитивно-репрезентативную структуру не только содержания одного предмета, но всех дисциплин школьной программы. Такая система может построена на основе дихотомии естественнонаучного знания и искусства (рис. 4).

При изучении естественнонаучных дисциплин ключевым понятием является понятие явления, которое мы можем наблю-

дать посредством органов чувств и приборов. Эти явления мы условно разбили по различным научным областям – физика, химия, биология, астрономия. Все эти явления составляют объективный внешний мир, существующий по единым законам, не зависящим от нашего желания и чувств.

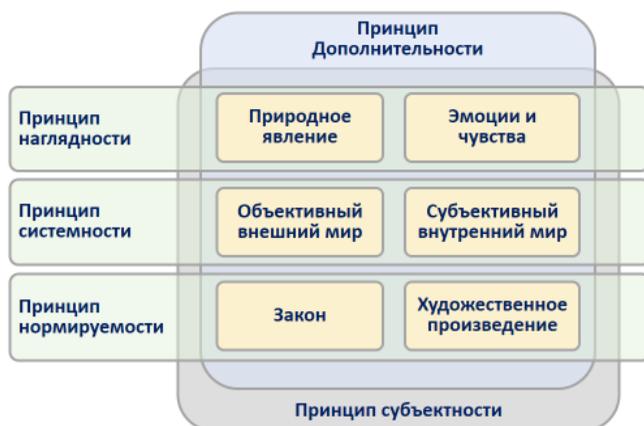


Рис. 4. Схема учёта принципов развития мышления при сопоставлении научного знания и искусства

Есть и другой мир – внутренний мир человека, содержащий не только и не столько объективное отражение внешнего мира, сколько его эмоции, чувства, желания. Этот мир едва ли беднее, чем внешний мир. Этот мир показывается через литературу, живопись, музыку и другие искусства. И хотя этот мир субъективен, он «живёт» только в человеческом сознании, но его существование и его законы вполне объективны, хотя относительны и не столь очевидны. Как открытие физического закона меняет нашу жизнь (например, закон Всемирного тяготения), так и художественные произведения (например, романы Л. Н. Толстого) влияют на неё не меньше. Сопоставление этих миров приводит учащихся к пониманию бессмысленности конфликта физиков и лириков, позволяет так «настроить» когнитивно-репрезентативные структуры, чтобы в будущем человек всегда видел глубинную взаимосвязь науки и искусства и не пытался их противопоставить между собой. По сути, наука и ис-

искусство изучают одно и то же – Мир, только наука – мир, внешний по отношению к Человеку, а искусство – внутренний мир Человека.

Потенциальные возможности применения этой схемы и в учебном процессе на примере обучения физике подробно обсуждаются в параграфе, посвящённом принципу дополнительности.

В качестве ещё одной иллюстрации реализации предлагаемых принципов предлагаем схему, связанную с формированием мировоззрения обучающихся (рис. 5). Практическая реализация этой схемы в учебном процессе имеет огромное значение, так как не только формирует научное мировоззрение учеников, что само по себе очень важно, но при этом формируется толерантное отношение к основным мировым религиям, где толерантность используется в своём позитивном значении не как терпимость к порокам, а как понимание других людей, имеющих социально позитивную, но отличную от твоей точку зрения.

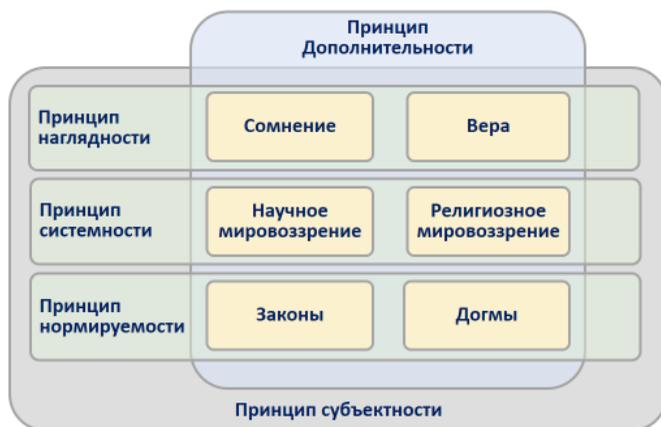


Рис. 5. Схема учёта принципов развития мышления при сопоставлении научного и религиозного мировоззрения

Ключевыми дихотомичными понятиями этой схемы являются два понятия – «Сомнение» и «Вера». Первое лежит в основе научного мировоззрения, в котором законы формулируются путём жесточайшей и никогда не прекращающейся проверки (по Попперу «подвергаются фальсификации»). Если закон

хотя бы один раз не выполняется – значит, он неверен. Нормы мышления здесь – выявленные и доказанные законы, причинно-следственные связи, логика, математика.

Понятие «Вера», напротив, не предполагает сомнения, установленные догмы не нуждаются в доказательстве. Верующий принимает эти догмы безусловно, по своему желанию. Религиозное мировоззрение никак не пересекается с научным, и одно не исключает другое. Можно изучать эволюцию Вселенной и верить в Бога без всяких внутренних противоречий. При правильном, деликатном использовании этой схемы в практике обучения снимается вопрос конфликта между верующими и учёными, а Наука и Вера перестают рассматриваться как враги.

Предложенная система принципов в новом аспекте показывает возможности применения средств электронного обучения. Использование всевозможных новых информационных технологий в обучении может рассматриваться как движение по пути реализации указанных принципов.

Многочисленные направления модернизации учебного процесса на основе информационных технологий наиболее удачно, с нашей точки зрения, классифицировала Мария Джанелли, она выделила когнитивизм, бихевиоризм, конструктивизм, теорию цифровых медиа и теорию активного обучения⁷⁸. Покажем, что каждое из указанных ею направлений применения новых информационных технологий (НИТ) можно рассматривать как средство реализации того или иного принципа развития мышления.

Перспективным направлением, имеющим наиболее значимый и пока нереализованный потенциал использования (НИТ) в обучении, является когнитивизм. В рамках этого подхода информационные технологии представляются средством для специального представления сложного материала в уже переработанном обобщённом виде в виде схем, таблиц, визуальных «картинок», в том числе, и анимированных. Такая адаптация учебного материала позволяет ученику перерабатывать, усваивать большой объём

⁷⁸ Джанелли М. Электронное обучение в теории, практике и исследованиях // Вопросы образования. 2018. № 4. С. 81–90. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-81-98.

содержания не путём механического запоминания, а путём обобщающего «сжатия», быстрого установления новых связей в когнитивно-репрезентативных структурах. Как видно, когнитивизм, по сути, является основным и перспективным направлением реализации принципов наглядности и системности.

В основе бихевиоризма как направления, если понимать упрощённо, находится оперативная обратная связь, позволяющая обучающемуся быстро освоить некоторые алгоритмы. Средства информационных технологий в этом случае обеспечивают необходимые характеристики обратной связи, в том числе, за счёт автоматизации проверки. При всех недостатках этого направления, его «немодности» на словах и распространённости в практике «натаскивания» на ЕГЭ, оно далеко себя не исчерпало. Оно является вполне эффективным средством реализации принципа нормируемости, позволяющим освоить ученику необходимые алгоритмы как внешней предметной, так и внутренней умственной деятельности. При этом важно иметь «чувство меры» и понимать, что основная цель – развитие мышления, не определяемое лишь количеством механически усвоенных алгоритмов.

Конструктивизм связан с организацией взаимодействия учителя и учащихся, их сотрудничества и кооперации. В большей степени он связан с решением технических и организационных вопросов дистанционной, как синхронной, так и асинхронной связи субъектов образовательного процесса между собой. В меньшей степени он направлен на повышение субъектности обучающегося, имеющего значительно меньше возможностей для непосредственного общения с педагогом и сверстниками, чем предыдущие поколения учеников. И в этом качестве конструктивизм выступает как средство реализации принципа субъектности и смыкается с другим направлением – теорией деятельности и активного обучения. Этот аспект связан с вовлечением обучающихся в учебный процесс, повышением их учебной активности и формированием мотивации. Разного рода квесты, командные игры, викторины, олимпиады находят своё развитие в дистантной форме и укладываются в устойчивый тренд развития образования, обозначаемый термином «геймификация».

Направление, сформулированное М. Джанелли как «теория цифровых медиа», определяется акцентом на технических

средствах как таковых, причём не на программных средствах, а их физическом наполнении, «железе». Это направление сможет нас заинтересовать в контексте развития мышления лишь тогда, когда это «железо» начнёт непосредственно взаимодействовать с нашим физиологическим мозгом. Тогда оно может стать решающим, революционным фактором, кардинально меняющим все наши взгляды, как на само мышление, так и на его развитие. Но это дело отдалённого (хотя может и не столь далёкого, как нам кажется) будущего, пока представляющегося фантастическим.

Очевидно, что все эти направления развиваются во взаимозависимости друг от друга, их цель одна – повысить эффективность образовательного процесса, в котором развитие мышления занимает центральное место.

Итак, система принципов развития мышления состоит из следующих тесно взаимосвязанных принципов: субъектности, наглядности, системности, нормируемости, творчества, дополнителности. Учёт этих принципов при организации обучения отдельным учебным предметам и в рамках всей общеобразовательной программы, при использовании средств новых информационных технологий позволяет эффективно формировать мышление учащихся.

Далее подробно будет рассмотрен каждый из этих принципов и предложены пути его реализации в учебном процессе. Бóльшая часть конкретных примеров будет относиться к обучению физике, но иллюстрируемые идеи можно перенести на содержание и других учебных дисциплин. Поэтому нам хотелось бы надеяться, что последующий текст будет полезен не только учителям физики.

2.2. Принцип субъектности

Принцип субъектности среди системы принципов занимает особое место: если остальные принципы реализуются в основном в содержательном, информационном поле, то обсуждаемый принцип в большей степени находится в психологической, мотивационной сфере. Исключить принцип субъектности из системы принципов, «вынести его за скобки», потому что «он не

такой», невозможно, потому что мыслительный процесс не может осуществляться вне субъектности. Отсутствие субъектности приведёт либо к механическому выполнению извне заданного алгоритма, что превращает человека в машину, либо, без внешне заданной цели, мышление превращается в поток сознания, случайный, хаотичный, не приводящий ни к какому фиксированному результату, а сознательная деятельность вырождается в животную активность.

Начальным актом познания для ребёнка является момент произвольного внимания, когда он на подсознательном уровне отмечает что-то такое, что может представлять интерес. Механизмы этого внимания сформированы эволюцией и изначально имели чисто утилитарное назначение – определение опасности или полезности наблюдаемого для определения дальнейших действий: догонять еду или убежать от хищника. Но в следующий момент, когда включается создание, происходит осмысление полученной информации и последующее решение о целесообразности дальнейшего внимания к наблюдаемому. Именно здесь находится «точка бифуркации», складывающаяся из большого количества случайных переменных, в результате чего возможны два пути: либо субъект выбирает наблюдаемое в качестве предмета своей мыслительной деятельности, либо нет.

Естественно, что нас интересует лишь первый вариант, потому что в противном случае мыслительный акт заканчивается. Это является первой причиной, по которой принцип субъектности поставлен в списке принципов первым. Если ученик не заинтересовался показанным учителем опытом, а обратил своё внимание на вид за окном, то внимание и мыслительный процесс ученика находятся вне поля взаимодействия с учителем. Причём заставить мыслить по поводу требуемого предмета нельзя, и в этом важнейшее отличие мыслительной деятельности от внешних предметных действий, к которым субъекта можно принудить.

В случае внешнего принуждения можно добиться выполнения внешних репродуктивных, алгоритмических действий, требующих минимальных мыслительных усилий от ученика, никак не связанных с предметом изучения. Ученик «на автомате» может смотреть на доску и даже производить требуемые за-

писи в тетради, т. е. внешние действия могут давать ложное впечатление, что ученик включён в учебный процесс, тогда как на самом деле он может думать совсем о другом. Образно говоря, в этот момент мы наблюдаем действия не ученика, а его немыслящего «дубля» (как в повести братьев Стругацких «Понедельник начинается в субботу»), копии, способной производить лишь заданные алгоритмы. Естественно, что в такой ситуации мы не можем влиять на мышление обучающегося. Именно эта ситуация и характеризуется нами как отсутствие субъектности ученика.

Термин «субъектность» означает качество человека быть субъектом. А термин «субъект» является ёмким, многоаспектным и содержит в себе множество различных смыслов⁷⁹. В самом общем понимании под субъектом понимается тот, кто мыслит. В этом смысле субъектность означает способность мыслить. Машина и животное являются объектами, поскольку не мыслят, и поэтому могут реализовать только имеющиеся программы и инстинкты. Но в таком понимании термин «субъект» теряет смысл, так как является синонимом к слову «человек» без всякого добавления к нему новых смыслов. Очевидно, что субъектность означает не мышление в целом, а какие-то его специфические характеристики, зависящие от характера человека и его личного отношения к происходящим процессам, и проявляющиеся в его деятельности.

Можно сказать, что субъектность определяет систему отчёта, связанную с личностью, в которой и будут разворачиваться события. Если угодно, то принцип субъектности в рассматриваемых нами процессах развития мышления играет своего рода роль принципа относительности в механике: хотя законы движения абсолютно одинаковы для всех инерциальных систем, но без указания конкретной системы отчёта они не могут быть применены на практике, так как будут неизвестны требуемые коэффициенты для подстановки в формулы законов движения. Точно так же все остальные принципы как некие законы можно в практике рассматривать лишь на фоне конкретного развивающегося субъекта, относительно которого каждый принцип приобретает его индивидуальные особенности. Этот факт можно

⁷⁹ Петровский В. А. Личность: феномен субъектности. Ростов-на-Дону, 1993.

назвать вторым важным обоснованием приоритетного рассмотрения принципа субъектности.

Зарождение субъектности – это осознание ребёнком своего «Я» и отделение себя от внешнего мира, начало понимания своей уникальности и своего бытия: «Это – Я», «Я – хочу», «Я – могу», «Я существую, но могу умереть». Но нас в большей степени интересует не генезис субъектности на самых ранних стадиях её зарождения, а сложившаяся субъектность личности, с которой учитель сталкивается как с данностью.

Различные точки зрения на субъектность, сложившиеся в психологии, рассматривались А. В. Брушлинским⁸⁰. Он отмечает, что «субъект – качественно определенный способ самоорганизации, саморегуляции личности, способ согласования внешних и внутренних условий осуществления деятельности во времени, центр координации всех психических процессов, состояний, свойств, а также способностей, возможностей (и ограничений) личности по отношению к объективным и субъективным (цели, притязания, задачи) условиям и событиям деятельности»⁸¹. В этом определении субъекта несущим понятием является понятие деятельности. Именно это направление изучения субъектности заложено в классических трудах С. Л. Рубинштейна и его учеников Д. Н. Узнадзе, А. В. Брушлинского, Д. Б. Богоявленской⁸².

О. А. Конопкин подчёркивает значимость деятельностного подхода к рассмотрению субъектности: «Одним из наиболее общих и существенных проявлений субъектности человека является его произвольная осознанная активность, обеспечивающая достижение принимаемых человеком целей. В понятии «субъект» акцентируется в первую очередь активное, деятельностное начало человека, реализуя которое, он осуществляет

⁸⁰ Брушлинский А. В. Проблема субъекта в психологической науке // Психол. журн. 1991. № 6. С. 311.

⁸¹ Брушлинский А. В. Перспективные направления в разработке психологии субъекта // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 1999. № 3. С. 78. EDN RVXPOM.

⁸² Абульханова К. А. Ретроспектива и перспектива принципа субъекта в исследованиях мышления школой С.Л. Рубинштейна // Вопросы философии. 2021. № 9. С. 75–81. DOI: 10.21146/0042-8744-2021-9-75-81. EDN URBHWO.

свои реальные отношения с действительностью»⁸³. Выдающийся нейрофизиолог П. К. Анохин, рассматривая проблемы принятия решения, отмечал, что «Первый и важный момент – нельзя осуществлять решение вообще, решение, не включённое в какую-то деятельность, не направленное на какой-то положительный результат. Можно ли принять решение, которое в будущем не обещает никакого полезного эффекта? Очевидно, нет»⁸⁴.

В контексте мышления в деятельности важны не внешние наблюдаемые преобразования человеком окружающей среды, а скрытые внутренние движущие силы этих преобразований, отличающие деятельность от выполнения простой механической работы машинами или животными. Действия робота-пылесоса и человека, подметающего пол, приводят к одинаковому результату, и в этом смысле идентичны, но совершенно различны по своей движущей природе. И главное отличие заключается в том, что робот обречён выполнять все заданные ему извне последовательности операций, тогда как человек в любую секунду имеет возможность изменить или прекратить работу, и если он этого не делает, то только потому, что каждый момент его активности направляют внутренние механизмы саморегуляции. Именно это О. А. Конопкин и называет «произвольной и осознанной активностью». Таким образом, внутри деятельности можно выделить своего рода «носитель» субъектности, «концентрированно» её несущий и распространяющий на всю деятельность в целом, и этим носителем является саморегуляция.

О. А. Конопкин последовательно развивает теорию осознанной саморегуляции в своих работах, он даёт такое её определение: «Осознанная саморегуляция понимается нами как системно-организованный процесс внутренней психической активности человека по инициации, построению, поддержанию и управлению разными видами и формами произвольной активности, непосредственно реализующей достижение принимаемых

⁸³ Конопкин О. А. Психическая саморегуляция произвольной активности человека (структурно-функциональный аспект) // Вопросы психологии. 1995. № 1. С. 7. EDN PYZWZY.

⁸⁴ К вопросу об исследовании психологического механизма «принятия решения в условиях творческих задач // Проблемы принятия решений: сборник статей / под общей ред. П. К. Анохина. М.: Издательство «Наука», 1976. С. 8.

человеком целей»⁸⁵. Он предлагает структурно-функциональную модель процессов саморегуляции человека, состоящую из следующих звеньев⁸⁶:

- принятая субъектом цель деятельности;
- субъективная модель значимых условий;
- программа исполнительских действий;
- система субъективных критериев достижения цели;
- контроль и оценка реальных результатов;
- решение о коррекции системы саморегулирования.

Каждый из пунктов понятен по своему названию, некоторых пояснений требует лишь пункт «субъективная модель значимых условий». Это означает комплекс условий активности, по мнению самого субъекта необходимых для успешной исполнительской деятельности. Иными словами, субъективная модель значимых условий представляет собой своего рода технологическую карту, т.е. информационное описание самим субъектом всего процесса достижения цели, на основе которой он будет строить алгоритмы своей деятельности.

Прежде чем перейти к детальному обсуждению проявления субъектности на каждом из звеньев этой модели, важно подчеркнуть момент, связанный с тем, что и саморегуляцию нельзя считать «элементарным» носителем субъектности. Элементарный и неделимый носитель субъектности – способность к выбору. Даже самый сложный робот саморегулируется лишь в смысле следования алгоритму, пусть даже имеющему огромное, но всё же конечное число ветвлений. Истинная саморегуляция возникает как ответ на наличие бесконечного числа возможных вариантов дальнейших действий. Именно поэтому саморегуляция деятельности возможна только при одном условии: на каждом из этапов деятельности у субъекта должен быть выбор. Отсутствие выбора будет означать прекращение субъектности, так как в саморегуляции в этом случае нет никакой необходимости. А выбор, в свою очередь, означает не только самопроизвольное

⁸⁵ Конопкин, О. А. Психическая саморегуляция произвольной активности человека (структурно-функциональный аспект) // Вопросы психологии. 1995. № 1. С. 7. EDN PYZWZY.

⁸⁶ Там же С. 10.

определение направления в спектре предлагаемых альтернатив, но и возможность выхода за рамки самого алгоритма, произвольность выбора пути, а значит, нелогичность этого выбора и даже возможность отказа от выполнения не только алгоритма, но всей деятельности на любом этапе её выполнения.

Более того, выбор предполагается ещё до начала деятельности: субъект волен эту деятельность начинать или не начинать безотнositельно внешних причин. П. К. Анохин особо подчёркивает, что решение – это далеко не начало деятельности, а скорее, середина: «На самом деле решение не является началом, это – результат очень тонкой и обширной работы, проделанной мозгом. Поэтому возникла необходимость вовлечь в сферу внимания не только само принятие решения, но и стадию «предрешиения», которая его формирует и предопределяет его направленность»⁸⁷. Иными словами, к моменту необходимости принятия решения субъектом уже проделана значительная мыслительная работа, поэтому выбор зависит не столько от имеющихся в данный момент обстоятельств, сколько от внутреннего состояния самого субъекта.

В. А. Петровский, говоря о субъектности, приводит слова И. Канта об активности субъекта «активность есть причинность причины», а затем добавляет: «говоря о субъектности, мы присоединяем к «причинности» часть «само»: субъектность, прежде всего, есть *самопричинность*⁸⁸. Если возвращаться к обсуждению самостоятельности, то можно сказать, что начальное проявление самостоятельности и заключается в том, что решение начать действия или не начинать субъект принимает не по прямой зависимости от внешних причин и факторов, а лишь на основе их учёта. При этом субъект может действовать вопреки внешним обстоятельствам.

⁸⁷ К вопросу об исследовании психологического механизма «принятия решения в условиях творческих задач // Проблемы принятия решений: сборник статей / под общей ред. П. К. Анохина. М.: Издательство «Наука», 1976. С. 8.

⁸⁸ Петровский В. А. Субъектность Я в персонологической ретроспективе // Мир психологии. 2021. № 1–2 (105). – С. 174.

В синергетике У. Матурано и Ф. Варелой была разработана теория автопоэзисных систем⁸⁹. Суть её заключается в том, что реакция системы на внешние воздействия обусловлена не столько этими воздействиями, сколько собственным внутренним состоянием. Внешне проявляющееся поведение системы уже нельзя назвать реакцией, потому что оно определяется внутренними целями, которые могут быть не связаны с воздействиями окружающей среды в данный момент. Кроме того, система может не только игнорировать внешний сигнал, но и вкладывать в него свой смысл. Иными словами, система «сама себя создает», что и вызвало появление понятия «автопоэзисная система», которое можно перевести как «самотворческая система», т. е. система, которая сама себя «творит». Отсюда можно дать определение субъектности как проявления свойства автопоэзисности, т. е. зависимости поведения не от внешних стимулов, а от своих внутренних состояний.

А эти внутренние состояния, независимые от внешних факторов, означают творчество. А. В. Брушлинский неслучайно термин «субъект» характеризует термином «творец»: «Важнейшее из всех качеств человека – быть субъектом, т. е. творцом собственной истории, вершителем своего жизненного пути»⁹⁰. Творец – создатель чего-то нового, такого, чего раньше не было, и что логически не вытекает из всего предыдущего. В противном случае мы имеем не творца, а подражателя.

Способность субъекта выходить за любые рамки означает, что он может выходить за границы тех ментальных моделей, которые обусловлены объективным миром и некоторыми правилами отражения действительности в сознании, а это, в свою очередь означает, что субъект способен рождать ментальные модели, никак не связанные с внешним миром и им не обусловленные. Таким образом, субъектность тесно связана с вообра-

⁸⁹ Maturana U. The Theory of Autopoiesis Systems in the Social Sciences. Frankfurt; New York, 1980.

⁹⁰ Брушлинский А. В. Перспективные направления в разработке психологии субъекта // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 1999. № 3. С. 77. EDN RVXPOM.

жением, инсайдом, необходимыми для выхода мышления и деятельности «из клетки» имеющихся шаблонов.

Возможность выбора на основе бесконечного количества вариантов, т. е. субъектность заложена в самом человеческом языке. Как отмечает Н. Хомский «Нормальное использование языка является не только новаторским и потенциально бесконечным по разнообразию, но и свободным от управления какими-либо внешними стимулами, доступными к обнаружению. Именно благодаря этой свободе от управления стимулами язык может служить орудием мышления и самовыражения, что он и делает, не только для исключительно одарённых и талантливых, но фактически и для любого нормального представителя человеческого рода»⁹¹.

Удивительная возможность языка, по мнению Н. Хомского, заключается в том, что «говорящий использует бесконечным образом конечные средства»⁹².

И стоит лишь попытаться «поглубже копнуть», как мы снова упираемся в основу мышления, часто скрытую, но неизбежно проявляющуюся во всём, даже в самых репродуктивных действиях – в воображении, в воображении как способность рождать ментальные модели, не определяемые внешним миром. Но к роли воображения в мышлении мы вернёмся позже, когда будем рассматривать принцип творчества. Сейчас мы остановимся на предыдущем шаге – на саморегуляции, рождаемой и развивающейся в условиях выбора.

Таким образом, субъектность ученика будет проявляться (и при этом формироваться и развиваться) только тогда, когда на всех этапах деятельности – от постановки цели, до коррекции результатов, выяснения и формирования его собственной точки зрения на явления окружающего мира и на самого себя – ему будет создаваться возможность выбора, осуществляемого на основе внутренней саморегуляции.

В первоначальном варианте этого утверждения было написано «необходимость выбора», но после некоторых раз-

⁹¹ Хомский И. Язык и мышление / под общей ред. В. А. Звегинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1972. Вып. 2. С. 23.

⁹² Там же. С. 28.

мышлений был сделан вывод, что это сочетание является оксюморонами, поскольку слово «необходимость» подразумевает отсутствие других альтернатив, а значит, и выбора. Отдельное упоминание этого момента нам представляется важным, поскольку иллюстрирует мысль, что отказ от выбора – это тоже выбор. Деятельность человека строго по алгоритму вовсе не означает, что у него нет субъектности, он её проявил один раз, когда решил действовать по предлагаемому шаблону. Другое дело, что нам, как исследователям субъектности, эта ситуация не даёт никакой информации, так как субъектность «глубоко спряталась» внутри выдвинутого субъектом своего «дубля», в действиях которого она не наблюдается и не развивается. Поэтому нам нужно создавать такие условия, которые ставят ученика перед выбором не только на первом этапе, а на всех этапах его деятельности, лишая соблазна использовать своего «дубля».

Это определение можно взять за основу для разработки конкретных методических рекомендаций учителю по развитию субъектности ученика на разных этапах его учебной деятельности. Обсудим возможности создания субъекту выбора в каждом из звеньев системы саморегуляции, предложенной О. А. Конопкиным.

1. Принятая субъектом цель деятельности.

На этом этапе организуется начальное произвольное и произвольное внимание. Затем, если происходит «включение» субъектности, т.е. постановки субъектом цели деятельности, то начинается постпроизвольное внимание, поддерживающее интенсивность мыслительной деятельности. При этом изначально цели задаются субъекту извне, но выбор всё же существует. Появление этого выбора обязано явлению, называемому «надситуативная активность»: «Речь здесь идёт о том, что индивид действует в направлении целей, превосходящих требования ситуации, – поднимается над порогом ситуативной необходимости, чем бы она ни была обусловлена – поставленными перед человеком задачами или ранее принятыми им обязательствами. Важ-

но отметить, что эти действия не означают отказа от исходных требований ситуации, но превосходят их»⁹³.

Иными словами, учитель мотивирует не только на достижение конкретных целей, а показывает целое направление, где эти конкретные цели – лишь начало пути. Конечный выбор – за субъектом. Акт этого выбора – свидетельство саморегуляции субъекта: «Осознанная саморегуляция учебной подготовки является психологической компетентностью, которая характеризуется способностью к самостоятельному и ответственному движению учебных и жизненных целей и управлению их достижением на основе максимального использования своих индивидуальных ресурсов»⁹⁴. Таким образом, учителю надо ставить перед учеником не только минимальную цель, которую он достигнет «здесь и сейчас», а показать горизонты, открывающиеся при движении в этом направлении.

2. Субъективная модель значимых условий.

Даже на основе одинаковых начальных условий рождённая субъектом ментальная модель будет уникальной, так как она строится на основе имеющихся у него уникальных когнитивно-репрезентативных структур, воображения и опыта. Как отмечает А. Н. Петровский, «В терминах А. Н. Леонтьева он (субъект) – обладатель образа мира. Отметим, что образ мира избыточен по отношению к регуляции текущего действия субъекта. За счет избыточности порождается тенденция к «свободному выбору»⁹⁵.

Модель значимых условий никогда не бывает чётко и однозначно определённой, как и цель. Она содержит общий контур, дрожащий и трансформирующийся «на ветру» непрерывно меняющихся внешних данных и внутренних состояний самого субъекта. Чем богаче когнитивно-репрезентативные структуры субъекта, тем больше пространства для трансформации модели

⁹³ Моросанова В. И. Дифференциально-психологические основы саморегуляции в обучении и воспитании подрастающего поколения // Мир психологии. 2013. № 2 (74). С. 189-199. EDN QANUUZ.

⁹⁴ Там же. С. 196.

⁹⁵ Петровский В. А. Субъектность Я в персонологической ретроспективе // Мир психологии. 2021. № 1–2 (105). С. 184. EDN KENLUO.

значимых условий, тем больше у субъекта возможных вариантов выбора.

Один из способов расширения когнитивно-репрезентативного пространства связан с реализацией принципа дополнительности при отборе учебного контента для ученика. Если предлагать субъекту не одну модель предмета изучения, а несколько дихотомичных по отношению друг к другу моделей, то выбор значимых условий может быть значительно большим, так как возникают пути, принципиально различные между собой. Принцип дополнительности можно реализовать и не привлекая «параллельного» контента. В частности, субъекту можно и нужно сопоставлять и противопоставлять субъектность и научность, отвечать на вопросы «как мне хочется?» и «как на самом деле?», «что для меня в данный момент важнее – субъективные чувства или объективная истина?». В случае создания выбора двух диаметрально противоположных путей мы лишаем субъекта соблазна отказаться от своей субъектности на этом этапе деятельности.

3. Программа исполнительских действий.

Программа исполнительских действий, проявляющаяся во внешней предметной деятельности, выводит внутренние ненаблюдаемые психические процессы на наблюдаемый уровень и позволяет судить о самостоятельности как характеристике сформированности структур саморегуляции. Как отмечает В. И. Моросанова «Чрезвычайно важным как в теоретическом, так и в практическом плане представляется вывод о том, что именно индивидуальная система осознанной саморегуляции является психологическим средством интеграции и мобилизации когнитивных, личностных и функциональных ресурсов для выдвижения и достижения целей активности и жизнедеятельности»⁹⁶. Эту индивидуальную систему, отмечает В. И. Моросанова, составляют когнитивные и личностные особенности, а также

⁹⁶ Моросанова В. И. Дифференциально-психологические основы саморегуляции в обучении и воспитании подрастающего поколения // Мир психологии. 2013. № 2 (74). С. 197. EDN QANUUZ.

функциональные состояния индивидуальности, создающие стилевые особенности осознанной саморегуляции человека⁹⁷.

В практике это означает, что для включения саморегуляции ученика и наблюдения за ней необходимо предлагать ему такую деятельность, которая содержит самый широкий спектр возможных алгоритмов: от жёсткого репродуктивного воспроизведения лабораторной работы, до не имеющего алгоритма научного исследования или творческого проекта.

4. Система субъективных критериев достижения цели.

5. Контроль и оценка реальных результатов.

Эти пункты указаны вместе, так как диалектически отражают взаимосвязь двух дихотомичных систем: внешней среды и внутреннего мира человека. Контроль и оценка реальных результатов возможны только тогда, когда изначально были поставлены диагностические цели, степень достижения которых можно измерить. А отношение к полученному результату, степень удовлетворённости всецело зависят от ожиданий самого субъекта. Конфликт объективно полученного результата и субъективных ожиданий является движущей силой дальнейшей деятельности обучающегося. Поэтому важно, чтобы у субъекта в процессе деятельности были «на руках» не только объективные критерии и показатели конечной цели, но и собственные осознанные и сформулированные субъективные ожидания приращения своего личностного развития: «получить удовольствие»; «выполнить свой долг и забыть как страшный сон»; «научиться общаться с людьми», «определить свои способности и желания в этой сфере деятельности», «получить нужные мне профессиональные компетенции» и т.п. Коррекция результатов деятельности и своего отношения к ним и есть самое весомое подтверждение самостоятельности как проявления субъектности в деятельности. Именно это обуславливает необходимость организации рефлексии всякий раз по завершению цикла учебной деятельности.

⁹⁷ Моросанова В. И. Дифференциально-психологические основы саморегуляции в обучении и воспитании подрастающего поколения // Мир психологии. 2013. № 2 (74). С. 197. EDN QANUUZ.

Другое дело, что рефлексия не должна быть формальной, требуемой для отчёта и доказательства того, что учитель «работает по ФГОС». Ученик, читая якобы поставленную им цель (на самом деле угаданную по наводящим вопросам учителя) – «научиться решать квадратные уравнения», добавляет к ней слова «я научился» и выдаёт это за рефлексию: «Сегодня я научился решать квадратные уравнения. Если обучающийся действует под внешним принуждением, то внутренних ожиданий у него нет, поэтому нет никакой возможности и смысла рефлексировать по поводу полученных результатов»⁹⁸.

б. Решения о коррекции системы саморегулирования.

Осуществляемая учеником рефлексия важна не только потому, что позволяет осуществить коррекцию внешнего полученного результата. Главная цель этой рефлексии – развитие самого механизма рефлексии. Поэтому после вопроса «устраивает ли меня полученный результат?» очень важны следующие вопросы: «а почему он меня устроил (или не устроил)?», «Может, уровень моих ожиданий оказался необоснованно низким (или высоким)?», «А какие эмоции я испытывал во время работы?», «Почему именно эти эмоции я испытывал?», «Что надо делать в дальнейшем, чтобы эти эмоции испытать снова (или, наоборот, не испытать)?».

Ответ на такие вопросы позволяет реализовать важную функцию саморегуляции – самопознание. Как пишет В. И. Моросанова «Вторая функция (самосознания) – усовершенствование себя за счёт самопознания и самоизменения – реализуется посредством личной саморегуляции. Здесь основной регулятивной формой самосознания выступает рефлексия, направленная на своё «Я», которая служит способом изменения самоидентичности»⁹⁹.

Последний пункт очень важен в развитии субъектности человека. Отсутствие этого пункта в деятельности даже при

⁹⁸ Усольцев А. П., Антипова Е. П. О конструктах уроков по ФГОС // Образование и наука. 2017. Т. 19, № 5. С. 55–71. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-5-55-71. EDN YPSQDX.

⁹⁹ Моросанова В. И., Аронова Е. А. Саморегуляция и самосознание субъекта // Психологический журнал. 2008. Т. 29, № 1. С. 15. EDN INMIRL.

наличии всех других пунктов оставляет процесс формирования механизмов саморегуляции на интуитивном подсознательном уровне. На практике до «второй производной» от деятельности – рефлексии рефлексии дело никогда не доходит, даже первый уровень, как уже было отмечено, выполняется формально.

Важность саморегуляции и последнего пункта по её коррекции заключается не только в достижении фундаментальных целей, таких как развитие мышления. Саморегуляция оказывается весьма эффективным средством для достижения вполне «осязаемых» практических результатов даже в краткосрочной перспективе, таких как успеваемость. Результаты известного исследования Д. Хэтти, где был представлен анализ 138 различных факторов влияния на учебные достижения школьников, являются косвенным тому подтверждением¹⁰⁰.

Для выявления значимости факторов, влияющих на успехи в учебе, Д. Хэтти ввел величину, названную им размером эффекта (d). Не вдаваясь в детали, укажем, что этот коэффициент показывает наблюдаемые отличия в изменениях успеваемости, а не статистическую достоверность. Он может быть больше единицы и меньше единицы, если фактор оказывает отрицательное влияние. Медиана размера эффекта по всем факторам оказалась равной 0,4, т. е. у половины всех факторов размер эффекта меньше 0,4, а у другой половины – больше.

Первое место среди всех занимает фактор, связанный именно с рефлексией – «представление ученика о своём уровне знаний», размер эффекта которого $d = 1,44$. А вот корреляция между внешним вознаграждением и качеством выполнения задания оказалась отрицательной ($d = -0,34$). Поощрительные знаки также существенно понижают конечный результат, особенно, как отмечает Д. Хэтти, когда сопровождают процесс решения интересных задач ($d = -0,68$).

Для нас особенно показательным представляется последний результат. Мы объясняем его следующим образом: поощрительные знаки являются средством внешней мотивации, которые, в случае использования в награду при решении интересных

¹⁰⁰ Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. 2008. P. 1–378. DOI: 10.4324/9780203887332.

задач, конкурируют с внутренней мотивацией, связанной с бескорыстным познавательным интересом. Это часто приводит к нежелательной и в чем-то парадоксальной ситуации, когда внутренняя мотивация заменяется на внешнюю. Внешнее поощрение делает ненужной рефлексию, а уж тем более рефлексию рефлексии. Деятельность обучающегося после систематического использования таких поощрений становится зависимой от них, что, безусловно, понижает его самостоятельность.

Таким образом, можно утверждать, что последний пункт, связанный с решением о коррекции системы саморегулирования, играет решающую роль в формировании субъектности. Этот пункт является своего рода «элементом окончательной сборки», скрепляющим воедино всё сделанное ранее. Весь потенциал для повышения субъектности, накопленный в ходе проявления этой субъектности в ходе всей деятельности, реализуется и даёт максимальный прирост только после реализации последнего пункта, когда ученик задаёт себе два вопроса: «Я добился того, чего хотел?» и «А я хотел действительно этого или чего-то другого?»

В практической педагогической деятельности термин «субъектность» замаскирован под термином «самостоятельность», который является одним из примеров широкого применения термина в практике образования и нормативных документах при отсутствии однозначного его толкования, а часто – и просто понимания. Конкурентом в этом плане термину «самостоятельность» является термин «наглядность», но о нём речь будет в соответствующем параграфе, посвящённом принципу наглядности. Чаще всего по умолчанию под самостоятельностью ученика понимают его способность выполнять задание без обращения за помощью к учителю (или к кому-то ещё). Иногда самостоятельность означает умение ученика строить и осуществлять план деятельности. В этом случае «за скобками» остаётся её мотивационный компонент – кто сформулировал цели этой деятельности? Каков характер мотивации – внутренний или внешний?

Можно предположить, что самостоятельность является синонимом к термину «субъектность», с той лишь разницей, что субъектность человеку присуща априори как мыслящему суще-

ству, а проявление и наблюдение этой субъектности возможно только в деятельности, которая может характеризоваться как самостоятельная. Иными словами, *самостоятельность – проявление субъектности в деятельности*. Так что результатом учёта принципа субъектности в учебном процессе является повышение самостоятельности ученика, проявляющееся в том, что ученик *сам создаёт себе деятельность*, реализует её, рефлексировать, чтобы перейти к новой деятельности. При этом не столь уж важно, как часто ученик обращается к кому-то за помощью. Высокая частота обращений может свидетельствовать о мелких затруднениях ученика или о сознательной линии поведения на решение каких-то второстепенных и неинтересных задач минимальными усилиями.

Выводы:

субъектность проявляется в результате действия механизмов саморегуляции;

механизмы саморегуляции формируются и проявляются в деятельности только тогда, когда на каждом из этапов деятельности существует возможность выбора;

самостоятельность обучающегося формируется, если в учебной деятельности ему обеспечивается возможность проявления субъектности на основе выбора;

усложнение когнитивно-репрезентативных структур, увеличивающих «пространство» возможностей выбора обучающегося возможно на основе учёта принципа дополненности, где основными дихотомичными моделями являются внешний мир и внутренний мир субъекта;

особую значимость для формирования самостоятельности имеет этап коррекции субъектом своей системы саморегулирования, когда на основе сопоставления внешних полученных результатов и своего к ним отношения субъект глубже понимает самого себя.

2.3. Принцип наглядности

Наглядность и её функции в образовании нами были нами сформулированы совместно с Т. Н. Шамало¹⁰¹, значение наглядности в развитии теоретического мышления школьников было рассмотрено в монографии «Управление процессами саморазвития учащихся при обучении физике»¹⁰², роль наглядности в становлении мышления школьников как синергетического процесса была обсуждена в монографии «Синергетика педагогических систем»¹⁰³. В этом параграфе значительная часть текста – интерпретация и комбинация материала из вышеуказанных работ, в которых проблема наглядности в обучении была рассмотрена более полно. Поэтому интересующихся мы отправляем к этим работам.

Термин «наглядность» и словосочетания «средства наглядности», «принцип наглядности», «наглядное обучение» и пр. являются, пожалуй, самыми широко употребляемыми терминами в методическом обиходе. При этом подавляющее большинство использующих его людей не задумывается о глубинном смысле и значении этого термина. Под наглядностью по умолчанию чаще всего понимается то, что можно увидеть, ведь наглядность образована от слова «глядеть». В более расширительном смысле наглядное – это не только то, что можно видеть, но и слышать, осязать, т. е. чувствовать. Иными словами, наглядность – это представленность предмета изучения в чувственной форме. В таком понимании самым наглядным будет явление в его реальном проявлении, менее наглядным – видео этого явления, и совсем ненаглядным – представление этого явления в схеме, чертеже или рисунке.

¹⁰¹ Усольцев А. П., Шамало Т. Н. Наглядность и ее функции в обучении // Педагогическое образование в России. 2016. № 6. С. 102–109. DOI: 10.26170/по16-06-17. EDN WKYELD.

¹⁰² Усольцев А. П. Управление процессами саморазвития учащихся при обучении физике / Уральский государственный педагогический университет. – Москва: ООО «Директмедиа Паблишинг», 2014. 232 с. ISBN 978-5-4475-2548-4. EDN UDIKFN.

¹⁰³ Усольцев А. П. Синергетика педагогических систем. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2005. 263 с. ISBN 5-7186-0231-X. EDN FFXWUR.

Такая точка зрения опирается на мнение классиков. Я. А. Коменский под наглядностью подразумевал все те реальные объекты, которые изучает ученик». К. Д. Ушинский наглядное обучение определял как то, «которое строится не на отвлеченных представлениях, а на конкретных образах предметов, непосредственно связанных с предметом». А. В. Усова считает, что «под наглядностью следует понимать чувственное восприятие вообще». С этих позиций проблему наглядности сегодня можно считать решённой – на любой учебный элемент любой школьной дисциплины можно найти и воспроизвести не один десяток самых различных видео – от анимированных картинок до масштабных натурных съёмки.

Однако практика показала, что в таком понимании наглядность не выполняет своих функций, более того, она препятствует глубокому пониманию учебного материала и тормозит умственное развитие. Это ещё раз доказывает, что понятие наглядности нельзя отождествлять с лишь возможностью чувственного восприятия предмета изучения. Более глубокое изучение понятия наглядности расширяет её границы как чувственного восприятия объективной действительности, наглядность становится категорией относительной, субъективной – одно и то же может быть наглядно для одного и совершенно ненаглядно для другого. Эту позицию высказывает большое количество исследователей. Приведем лишь несколько.

Н. Г. Салмина под наглядностью понимает «... представленность существенного в плане перцепции, а средства наглядности – это конкретные предметы и знаково-символические средства, которые используются для выделения существенного в чувственно представленном материале»¹⁰⁴.

В. В. Давыдов отмечает, что «Наглядность – есть свойство, особенность психологических объектов»¹⁰⁵.

Д. Н. Богоявленский и Н. А. Меньчинская понимают наглядность как «средство, позволяющее включать психические

¹⁰⁴ Салмина Н. Г. Знак и символ в обучении. М.: Изд-во МГУ, 1988. С. 117.

¹⁰⁵ Давыдов В. В. О понятии развивающего обучения // Педагогика. 1995. № 1. С. 30.

процессы восприятия и представления в контексте умственной деятельности»¹⁰⁶.

Как видно из этих определений, на первое место выходят те чувственные данные, которые показывают существенные стороны предмета изучения. А существенность – характеристика относительная, зависящая от целей субъекта, его деятельности, т. е. категория психическая. Поэтому наглядность необходимо рассматривать не со стороны внешнего материального мира, воспринимаемого учащимся, а с другой, внутренней «стороны зеркала», с образа, возникающего в сознании ученика в результате этого восприятия. Кирпич, данный людям разных профессий, будет создавать разные образы: у математика – это геометрическая фигура, у строителя – строительный материал, у физика – тело определённой массы, плотности, теплоёмкости и пр., а у правоохранителя – возможное орудие преступления и т. п.

Такое «разночтение» объясняется тем, что чувственные данные ещё на этапе восприятия уже перерабатываются мозгом на основе сформированных в нём когнитивно-репрезентативных структур, о чём нами было ранее сказано. Наглядность в этом случае определяется прошлым воспринимаемого субъекта, т.е. значение некоей функции восприятия субъектом чувственного сигнала зависит от его прошлой жизни.

Но наглядность, в свою очередь, является аргументом функции будущего, так как изменяет когнитивно-репрезентативные структуры субъекта, через которые он в дальнейшем будет оценивать поступающие чувственные данные. И если имеющегося опыта у субъекта мало, выделение существенного в воспринимаемом образе становится зависимым от случайных факторов. Если ребёнок видит кирпич впервые, то дальнейшее «положение» образа кирпича в когнитивно-репрезентативных структурах его создания во многом зависит от обстоятельств этого «знакомства»: одно дело, когда ребёнок вместе с отцом из кирпичей складывает мангал, и другое дело, когда кирпич, случайно найденный ребёнком, падает ему на ногу.

¹⁰⁶ Богоявленский Д. Н., Меньчинская Н. А. Психология усвоения знаний в школе. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1959. С. 73.

Именно это обстоятельство и позволяет учителю создавать такие условия, когда наглядность будет выступать как его союзник, повышающий вероятность развития когнитивно-репрезентативных структур ученика в требуемом направлении. В этом случае характеристики, имеющие объективную ответственность (во всяком случае, с точки зрения учителя), будут совпадать с их субъективной значимостью для ученика. Таким образом, наглядность позволяет направлять мыслительную деятельность ученика в требуемое русло.

В случае неудачного использования наглядности можно сделать так, что демонстрируемый материальный объект будет формировать искажённое и попросту ошибочное представление учеником объекта познания, что в дальнейшем будет сильно тормозить дальнейший познавательный процесс. Например, если при введении понятия «равномерное прямолинейное движение» использовать экспериментальную установку, где мел на маятнике оставляет следы на равномерно движущейся ленте, то у школьника создаётся прочная и в корне ошибочная связь равномерного движения с визуальным образом качающегося маятника.

Мы не смогли удержаться от того, чтобы в качестве иллюстрации к только что сказанному не привести картинку, показывающую как учитель «обрезает» мысли учеников (рис. 6). По замыслу художника, как нам представляется, высмеивается стремление школы «подстричь мысли всех детей под одну гребёнку». Но в нашем контексте эта картинка показывает не недостаток, а наоборот, «наглядно» демонстрирует, как должна использоваться наглядность в обучении. В идеальном результате «нечто» в голове у школьника (образ или понятие) должны быть в точности идентичны тому, что пытается транслировать из своей головы учитель.

Ранее мышление нами было «разделено» на три взаимосвязанных аспекта: познание, деятельность и воображение. Сформулируем принцип наглядности как совокупность требований, направленных на развитие мышления в каждом из этих аспектов.

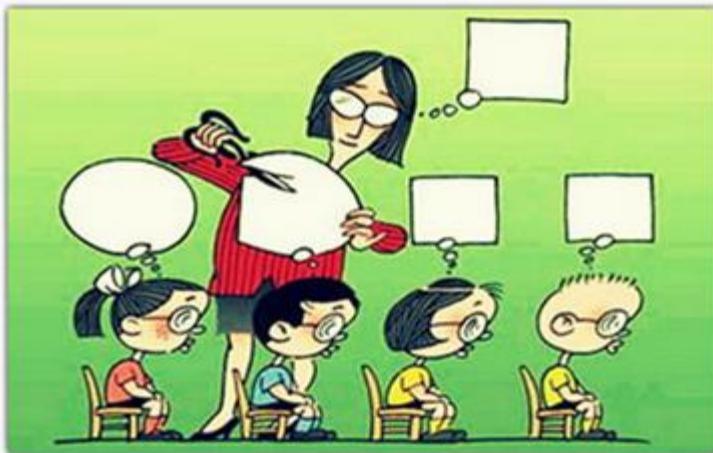


Рис. 6. Иллюстрация принципа наглядности

Познание.

Наглядность должна служить средством формирования компонентов мыслительной деятельности в форме образов, развития умений оперировать ими и включать их в более сложные структуры мышления. Поскольку компонентами мыслительной деятельности являются как вербально рациональные, так и наглядные образы различной степени обобщения и схематичности, человек для осуществления продуктивного мышления должен иметь не только богатый лексикон, но и не менее богатый арсенал различных образов: среди них – образы реального мира, образы воображения, образы-модели, образы-символы и др. Эти элементы мысли, включенные в сложные структуры мыслительных образований, позволяют усилить гибкость мышления, повысить плотность передаваемой информации и постоянно контролировать ее объективность. Особенность образов заключается в том, что они очень динамичны: они могут трансформироваться в образы различной степени схематичности, синтезироваться в сложные образы. Это может сопровождаться «уплотнением» информации и обеспечением ее «экономичного» хранения, что является необходимым для продуктивного мышления.

Важным является и то, что образы несут в себе гораздо большую информацию, чем та, которую необходимо воспроиз-

вести в конкретном случае. Это позволяет мышлению осуществлять связь с реальностью, которая всегда богаче, конкретнее, полнее любого способа ее отражения. Наглядные образы динамично сочетаются с рационально-вербальными элементами мышления, обогащая, достраивая, объективизируя сложные мыслительные структуры. Недостаточность «запасов» образов и сформированности умения оперировать ими сдерживает процесс развития любой мыслительной деятельности.

А. Н. Леонтьев подчеркивал важность и необходимость использования средств наглядности в обучении, поскольку, как он указывал, созданные образы и операции с ними позволяют детям получать «опыт чувственного познания»¹⁰⁷. Следовательно, процесс обучения должен строиться так, чтобы для детей, особенно в раннем возрасте, планировалось и реализовывалось накопление не только и не столько словарного запаса, а в первую очередь, арсенала наглядных образов различной степени схематизации. Итак, первая цель наглядности в обучении – создание багажа наглядных образов. Но это не единственная цель наглядности, и если принимать во внимание только её, то наглядность будет играть скорее отрицательную, чем положительную роль в развитии мышления.

Вторая цель – управление процессом понимания. Осуществлению понимания и роли наглядных образов в этом процессе посвятим особое внимание, поскольку понимание является необходимым условием осознанного движения мысли, без понимания невозможна ее активизация.

Чтобы раскрыть особенности процесса понимания, вспомним положения о двойном кодировании информации – образном и вербальном. Согласно Р. Сперри, образная информация в основном обрабатывается правым полушарием, вербальная – левым. У детей раннего возраста, как отмечает А. Л. Венгер¹⁰⁸, превалирует деятельность правого полушария, затем в процессе взросления активизируется левое полушарие,

¹⁰⁷ Леонтьев А. Н. Избранные психологические произведения: в 2-х т. Т. 1. М.: Педагогика, 1983. С. 356.

¹⁰⁸ Венгер А. Л. Психолого-педагогические проблемы обучения и воспитания детей шестилетнего возраста // Вопросы психологии. 1984. № 4. С. 30–55.

но, тем не менее, гармонизация далеко не всегда бывает достигнута и в зрелом возрасте.

В этом заключаются специфические особенности приема и переработки информации каждым человеком, что, безусловно, следует учитывать при обучении. Выдающийся конструктор и гениальный поэт мыслят, без сомнения, творчески, но это творчество у каждого из них имеет собственную специфику, во многом определяемую взаимодействием и «распределением ролей» и приоритетов между левым и правым полушариями мозга.

В нашей стране это положение получило дальнейшее теоретическое осмысление в работах Л. Л. Гуровой¹⁰⁹. В рамках разработанной ею концепции для осуществления процесса понимания обязательным является участие двух мыслительных кодов – образного и вербального. Л. Л. Гурова отмечает, что трудности понимания учащимися учебного материала могут быть вызваны недостаточным развитием наглядного кода мысли. В результате возникает формальное, поверхностное знание. Информация может быть передана тем или другим кодом мысли. Эти коды могут выполнять различные функции. Если один из них является основным (это зависит от формы подачи информации), то второй должен присутствовать в виде вспомогательного кода, но его роль также обязательна. Главный механизм понимания состоит во взаимодействии образных и вербальных мыслительных кодов, акт понимания осуществляется в момент перекодировки информации с основного кода на вспомогательный, в результате чего происходит преодоление неопределенности и установление конкретных значений передаваемой информации.

При этом необходима избыточность информации: если основной материал представлен в словесной форме, избыточность информации должна быть изложена в наглядном, образном виде. Если основная информация передана путем образной логики (например, путем постановки физического эксперимента), то избыточность информации следует обеспечить вербальным путем (в виде текста учебника или слова учителя). Степень избыточности должна зависеть от сложности материала и индивидуальных

¹⁰⁹ Гурова Л. Л. Психология мышления. М.: ПЭРСЭ, 2005.

особенностей учащихся, но она необходима всегда для обеспечения надежности процесса и правильности понимания.

Экспериментальные данные говорят о том, что хотя информацию можно передать тем или иным кодом довольно полно (например, суммой или даже системой образов, которые создаются демонстрациями, схемами, плакатами, рисунками, слайдами и т. д.), но этот материал не будет понят однозначно, если эту информацию не продублировать хотя бы частично в словесной форме. При осуществлении понимания необходимо использовать образы различного уровня обобщения, что обеспечивает формирование образов и взаимодействие их с рационально-вербальными элементами мысли в соответствии с особенностями мышления каждого ребенка.

Использование операции перекодирования информации – с образного кода на вербальный и наоборот – можно наблюдать при работе опытных учителей. Один и тот же смысловой элемент учебного материала учитель, повторяясь, представляет учащимся не менее двух раз, причем это осуществляется либо разными словами, либо с применением различных наглядных средств.

Такие действия можно интерпретировать следующим образом: поскольку каждый ученик обладает различным арсеналом как вербальных, так и образных компонентов мыслительной деятельности, учитель своей речью и средствами наглядности должен актуализировать необходимые для осуществления акта понимания образы и слова. А так как у каждого школьника запас образов и слов может значительно отличаться, учитель, для того чтобы обеспечить понимание, использует варьирование средств передачи информации, актуализируя индивидуальные образы, присущие различным учащимся. Этими действиями учитель активизирует воображение и мыслительный процесс учеников в целом. Чаще всего это делается интуитивно, лишь на основании практического опыта работы.

При появлении качественно новых аудиовизуальных возможностей компьютерных средств, визуальный канал стал обоснованно превалировать над вербальным. Тогда как достаточно давно проведенные исследования эффективности различных учебных средств наглядности показывают, что иногда их использование может дать отрицательный результат. Е. Кабано-

ва-Меллер по этому поводу отмечала, что «данный в задачах наглядный материал и образы могут играть как положительную, так и отрицательную роль в решении этих задач»¹¹⁰. Причем она констатирует, «что для положительного влияния наглядного материала в учебной деятельности надо его варьировать», при этом отмечая, что «чрезмерное варьирование наглядного материала так же нецелесообразно, как и отсутствие вариаций»¹¹¹. Особо акцентируется внимание, что наглядный материал, «который включает интересные для учащихся моменты, не относящиеся к существенной стороне задачи, оказывает отрицательное влияние на ее решение»¹¹².

Х. Ж. Ганеев отмечает, что «не должно быть чрезмерного увлечения конкретикой, наглядными образами. Постоянная опора на чувственное восприятие тормозит развитие детей, замедляет организационно темп обучения»¹¹³.

А. В. Усова пишет, что «если в процессе формирования чрезмерно большое внимание уделяют чувственно-конкретному восприятию, но недооценивают роль словесно-теоретических обобщений, то понятие оказывается «скованным» отдельными конкретными образами, оно не обобщается»¹¹⁴.

Т. Н. Шамало, говоря о физическом эксперименте, формирующем обобщенные образы представлений, предлагает несущественные детали, побочные явления свести до минимума, а те объекты, которые несут основную, наиболее существенную информацию, с помощью окраски, композиции или дополнительного освещения выделять¹¹⁵.

Показательным примером восприятия второстепенного за главное может служить демонстрация, где равномерно движу-

¹¹⁰ Кабанова-Меллер Е. Учебная деятельность и развивающее обучение. М.: Знание, 1981. С. 81.

¹¹¹ Там же. С. 82.

¹¹² Там же. С. 82.

¹¹³ Ганеев Х. Ж. Теоретические основы развивающего обучения математике / Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 1997. С. 28.

¹¹⁴ Усова А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. М.: Педагогика, 1986. С. 45.

¹¹⁵ Шамало Т. Н. Учебный физический эксперимент в процессе формирования понятий. Свердловск, 1981. 98 с.

щаяся тележка оставляет после себя капли на равном расстоянии друг от друга. Демонстрация показывается ещё до введения понятия равномерного движения. Ученикам лишь сообщается, что сейчас они увидят пример равномерного движения. Сразу после демонстрации, без её обсуждения и анализа, предлагаем ученикам привести примеры равномерного движения. Некоторые в качестве примера приводят движение автомобиля, из бака которого капает бензин, или движение человека с дырявым рюкзаком, из которого сыплются его вещи и т. д. Яркий образ остающихся после тележки капель отвлѣк учеников от сущности изучаемого. Вспомогательный элемент демонстрации был принят за главное, и в результате за равномерное движение принимается любое движение, где тело «что-то оставляет» при движении.

Можно привести ещё огромное количество примеров, показывающих, что мультимедийная наглядность не должна использоваться по принципу «кашу маслом не испортишь». Перенасыщенность учебного процесса видео информацией, трансляция в учебный процесс неправильного понимания наглядности как наличия как можно большего количества как можно более ярких образов приводит к негативным последствиям, в частности, к замедлению формирования важнейших аспектов мышления, интегрально объединяемых понятием теоретического мышления.

Вывод: наглядные образы должны быть яркими и должны отражать существенные характеристики предмета изучения.

Теоретическое мышление в основном оперирует понятиями, формулами и другими формально-логическими структурами, которые являются сложными мыслительными образованиями. Отличительной чертой теоретического мышления следует считать наличие умения выделять существенное в представленном материале. Это умение непосредственно связано с умением абстрагироваться от несущественных, второстепенных деталей и сведений. Это, прежде всего – представление главных и важных сторон изучаемого предмета, составляющих его собственную сущность, без которых предмет просто не может существовать. Формирование этих умений может осуществляться как в рациональной, так и в образной форме.

Образы, как и понятия, различаются по уровню обобщенности и наглядности. Поскольку наглядность понимается как

выделение существенного в чувственно познаваемом объекте, то средствами наглядности следует считать не только конкретные предметы, но и знаково-символические средства. Более того, именно подобные абстрактные формы наглядности должны превалировать в теоретическом мышлении. В этих случаях какой-либо емкий по своему содержанию абстрактный образ выполняет роль опорного пункта для интеграции знаний.

Например, основой для изучения термодинамики является модель газа – идеальный газ. Визуальное представление такого газа как множества двигающихся маленьких абсолютно упругих шариков (в плоскости – бильярдных шаров) формирует наглядный образ, который можно успешно использовать при изучении термодинамики. В этих случаях абстрактная модель может быть более наглядной, чем демонстрация реального газа, так как ее восприятие создает тот узел в когнитивно-репрезентативной структуре мышления школьника, который станет центром «конденсации» не только чувственных, но и рациональных компонентов мышления, что и обеспечит формирование адекватного обобщенного теоретического образа. Использование такой модели обозначает обеднение чувственного отображения реального мира. Но оно необходимо для того, чтобы направить мыслительную деятельность ученика на формирование понятия и научить осуществлять переход к абстрактному мышлению.

Выделение сущности изучаемого объекта должно быть обеспечено разными средствами: цветом, яркостью, композицией и т. п. И наоборот – несущественные детали, второстепенные побочные явления должны быть завуалированы или сведены до минимума. Вместе с тем, выделение узлов, несущих существенную информацию, должно сопровождаться анализом средств, с помощью которых осуществляется это выделение.

Следует оценить, не отвлекает ли яркость образа от восприятия самой сущности информации. Нарушение этого требования часто встречается при использовании мультимедийных средств: в представленных схемах выделение фона для различных узлов, несущих существенную информацию, настолько ярко (или используется разнообразная цветовая гамма), что иллюстрация, которая должна «работать» на усвоение изучаемого материала, становится сравнимой с картинами художников-

абстракционистов (например, шарики в модели идеального газа разноцветные и «пищат» при ударах). Восприятие такой наглядности хотя и обеспечивает чаще всего положительный эмоциональный настрой, но процесс создания теоретических конструкций будет только затруднять.

С другой стороны, теоретическое мышление не может обходиться без наглядно-образных опор. Принцип наглядности в обучении «обеспечивает» полноценность эмпирических понятий как в случае движения мысли от чувственного к абстрактному, так и при оперировании самими абстракциями¹¹⁶.

В установившейся системе обучения сделан упор на приобретение «жизненных» эмпирических знаний, особенно в начальной школе. В. В. Давыдов отмечает, что «начальное обучение нацелено на формирование у детей преимущественно рассудочно-эмпирического мышления»¹¹⁷. Надо отметить, что и в старших классах эта тенденция продолжает сохраняться.

Вывод: наглядность является одним из решающих факторов в формировании теоретического мышления ученика, но её эффективность во многом зависит от правильного соотношения чувственно-конкретных образов и теоретических обобщений в процессе обучения.

Деятельность.

Важная функция наглядности связана с деятельностными аспектами мышления. Как отмечал А. Н. Леонтьев¹¹⁸, место наглядных средств в процессе обучения должно определяться их отношением к деятельности школьника. Эффективность средств наглядности зависит от того, насколько их использование способствует достижению целей учебной деятельности. И если связи между наглядностью и деятельностью нет, то такая наглядность играет отрицательную роль. Иными словами, с точки зрения деятельностного подхода наглядность должна повышать продуктивность учебной деятельности.

¹¹⁶ Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения. М.: Педагогика, 1986. С. 94.

¹¹⁷ Там же. С. 96.

¹¹⁸ Леонтьев А. Н. Избранные психологические произведения: в 2-х т. Т. 1. М.: Педагогика, 1983.

А обеспечение продуктивности учебной деятельности зависит решающим образом от скорости включения в работу и степени проявления учеником своей субъектности. Потому что, как отмечалось выше, мышление есть проявление субъектности, заставить выполнять механическую работу человека можно, а выполнять умственную деятельность – нет. Таким образом, одно из назначений наглядности – активизация мышления.

Внимание учащихся является непременным условием для успешного и целенаправленного процесса управления приемом информации и ее переработкой. Средства наглядности, как всякие раздражители, могут обеспечить непровольное внимание. Наглядные образы имеют в этом случае чаще всего бóльшие возможности, чем вербальные элементы. Но при переводе непровольного внимания в более устойчивую его форму – произвольное внимание, – потенциальные возможности становятся более значимыми у рациональных компонентов мышления: обоснование проблемы, указание цели деятельности, выбор продуктивных ее методов и т. п. При этом не исключается использование схематических, графических, модельных и других видов наглядности.

При обеспечении послепроизвольного внимания роль наглядных образов снова возрастает, поскольку этот вид внимания возникает при организации творческой деятельности, которая напрямую связана с созданием и оперированием образами воображения в предметной деятельности. В случае успеха в завоевании непровольного внимания школьника с помощью средств наглядности необходимо переходить к активизации мотивации к познавательной деятельности.

Мотивации посвящено огромное количество работ, и все без исключения авторы рассматривают использование наглядности как средство усиления мотивации, поскольку наглядные образы позволяют подчеркнуть связь изучаемого материала с жизнью, с практической деятельностью, что дает возможность обосновать значимость и необходимость изучения того или иного учебного материала. Наглядность позволяет поддерживать мотивацию, направляя всякий раз субъектный выбор школьника в нужную сторону.

Вывод: наглядность должна обеспечивать начальное непроизвольное внимание ученика к предмету изучения, а затем поддерживать его мотивацию к деятельности с этим предметом.

Но при реализации принципа субъектности, как выше было сказано, мы должны обеспечивать субъекту свободу выбора. Поэтому вполне возможно, что ученик в качестве сферы своей исследовательской деятельности выберет не ту область, которую предлагает ему учитель.

Безусловно, организация для ученика учебного исследования, когда он будет совершать своё «маленькое», но субъективно настоящее открытие, является мощным средством его развития, в том числе, и развития его мышления. Но при этом игнорируется одно важнее обстоятельство – чтобы осуществлять учебные исследования и творческую деятельность по всем учебным предметам и по всем учебным темам, ученику не хватит никаких ресурсов (ни временных, ни энергетических). Поэтому ученик может и должен выбирать весьма небольшое количество областей применения своих способностей. Возникает вопрос: а какую роль будет тогда играть наглядность в обучении тем предметам, которые ученик не включает в сферу своих интересов? Ведь содержание каждого учебного предмета становится все более информационно ёмким и структурно усложняющимся, требует от ученика значительного времени и усилий, тогда как он хотел бы углубленно заниматься «своими» учебными дисциплинами.

Выход возможен только на основе учёта принципа наглядности, заключающегося в предоставлении ученику уже переработанной информации, «квинтэссенции» в виде информационно емких структур, которые всегда носят обобщённый характер, и направлены на формирование понятий, на основе которых можно разворачивать движение по его конкретизации.

Таким образом, время на усвоение необходимого материала и, самое главное, на формирование требуемых когнитивно-репрезентативных структур, может быть многократно сокращено. Это не только освобождает ученика для той деятельности, которая его привлекает, но и вооружает его мыслительным инструментом, который может оказаться полезным и в его деле. Напри-

мер, цикл познания может оказаться полезным и для художника, способствовать его самоорганизации, самокритичности.

Так называемая «клиповость» мышления – это естественный ответ нашего мозга на информационную перегрузку, когда единственный выход заключается в выхватывании самых «жирных» информационных «кусков» из общего интенсивного потока информации. Принцип наглядности призван сделать так, чтобы это были действительно «самые жирные куски», которые могут стать фундаментом для строящейся мысленной модели.

Именно эту функцию наглядности по «уплотнению информации» средствами НИТ развивает когнитивизм, о чём ранее уже было сказано¹¹⁹.

Когнитивную теорию мультимедийного обучения с целью сокращения излишней когнитивной обработки информации, управления сущностной когнитивной обработкой и поддержки глубокой обработки, необходимой для организации и интеграции информации, разрабатывал Р. Майер¹²⁰. В соответствии с этой теорией процесс усвоения информации происходит следующим образом: вся требуемая к усвоению информация воспринимается субъектом обучения через органы чувств и обрабатывается в оперативной памяти, имеющей весьма ограниченные ресурсы. Затем в результате мыслительной деятельности эта информация на порядки сжимается и превращается в понятие, хранящееся в долговременной памяти с неограниченными ресурсами.

По мнению Р. Майера, самое слабое звено с низкой пропускной способностью – это обработка чувственных данных в оперативной памяти. Огромный объём требуемой к переработке информации вызывает когнитивный перегруз именно на этом этапе, где происходит «обогащение информационной руды» до уровня понятия. Информационные технологии призваны это «обогащение» сделать заранее и предоставить информацию в уже «в готовом к употреблению» виде в форме понятия. Тогда

¹¹⁹ Джанелли М. Электронное обучение в теории, практике и исследованиях // Вопросы образования. 2018. № 4. С. 81–90. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-81-98.

¹²⁰ Mayer R. Coursera Partners' Conference. 2015. URL: <https://www.coursera.org/learn/coursera-partners-portal/lecture/anwb6/richard-mayer-keynote-plenary> (accessed 10 August 2018).

перегрузка ученика исчезает, и он без труда усваивает огромные массивы требуемой информации.

Вывод: наглядность позволяет структурировать информацию в удобном виде для быстрого и правильного усвоения, активизировать произвольное, произвольное и постпроизвольное внимание для последующей познавательной деятельности.

Воображение.

Выше мы описывали опыт Вольфганга Кёлера с шимпанзе, которым надо было достать банан с помощью короткой и длинной палки. На основе этого и других опытов автор сделал вывод о способности обезьян к «инсайду», озарению. Напомним, что озарение приходило к обезьянам только тогда, когда обе палки и банан были в поле их зрения. Если хотя бы один предмет выпадал из поля зрения – задача обезьянами не решалась.

Напоминание этого опыта потребовалось для того, чтобы показать тесную взаимосвязь воображения с наглядностью. Одновременное наблюдение всех трёх предметов является наглядным, так как позволяет решить задачу, т.е. *чувственно представляет существенные стороны* действительности. Но при исчезновении этих предметов из поля зрения у обезьяны, в отличие от человека, не формируется наглядный образ – гештальт, которым человек может мысленно оперировать так же успешно и без материального наличия самих предметов. А для этого требуется воображение как мысленное представление предметов, которых в поле зрения нет.

Как показывает этот пример, наглядность и воображение тесно связаны между собой. Причем их надо рассматривать диалектически, как нечто связанное и взаимообусловленное, и, одновременно, как нечто противоположное друг другу. Воображение часто связывают с созданием образов каких-то предметов, виденных ранее: чем сильнее воображение – тем ярче, нагляднее образ. Если ребёнок может представить себе настолько страшное чудовище, что при этом сильно испугается сам, то говорят, что у него сильно развито воображение. Но при этом он представляет это сказочного чудовище в чертах каких-то реальных животных, которые вызывают у него страх и отвращение. В таком контексте воображение характеризуется точностью совпа-

дения представляемого образа с имеющимся (чаще реальным) прототипом.

Причём образность ни в коей мере не отрицает теоретического способа мышления. В этом плане ценно утверждение В. В. Давыдова: «Если воображение есть способность видеть целое раньше его частей, то так понятое воображение есть одно из проявлений теоретического мышления». Он же указывает, что образная форма теоретического мышления до последнего времени не была предметом особого изучения, хотя ее возможности очевидны.

С. Хоссенфельдер критически рассматривая красоту как признак истинности теории, приводит слова А. Эйнштейна¹²¹: «Я убежден, что посредством чисто математических конструкций мы можем найти те понятия и закономерные связи между ними, которые дадут нам ключ к пониманию явлений природыПоэтому я считаю в известном смысле оправданной веру древних в то, что чистое мышление в состоянии постигнуть реальность»¹²². И для постижения этой реальности через математические конструкции требуется недюжинное воображение.

Но наглядность и воображение, в каком-то смысле, являются и антиподами: когда в распоряжении ученика есть наглядные образы, предоставленные ему в момент необходимости их появления, то нет никакой необходимости включать воображение, чтобы допридумать и домыслить недостающие фрагменты изучаемой картины. Тогда воображение не перерастает в творчество, так как не выходит за рамки имеющихся шаблонов образов.

С появлением возможности без труда найти и показать любое явление, визуализировать невидимое, анимировать картинку фраза на уроке «А теперь, дети, представьте мысленно такую картину...» у многих вызывает недоумение и вопрос: а зачем представлять, если можно показать?

Но такие мысленные представления играют важную роль в развитии воображения. Излишняя и навязчивая наглядность в

¹²¹ Эйнштейн А. О методе теоретической физики // Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967.

¹²² Хоссенфельдер С. Уродливая Вселенная: как поиски красоты заводят физиков в тупик / перевод с англ. А. О. Якименко. М.: Эксмо, 2021. С. 36.

виде визуальных образов убивает воображение. У тех, кто читал книгу Дюма «Три мушкетёра», формируется свой, неповторимый и уникальный образ Д'Артаньяна. А у тех, кто смотрел одноимённый фильм вместо чтения книги, образ Д'Артаньяна одинаковый – это Михаил Боярский.

Но в то же время, принцип наглядности тесно связан с принципом нормируемости, он призван связать между собой мир ментальных моделей с реальностью. Наглядные образы призваны «приземлять» фантазию, предотвращая движение мышления в бесполезное фантазирование, оторванное от целей деятельности. Короткое замыкание должно ассоциироваться не только с формулой закона Ома для полной цепи и законом Джоуля-Ленца по определению количества теплоты, выделяющейся в проводнике с током, но и с видом горящей бумаги на раскалённом проводе, с фотографией последствий пожара.

Таким образом, средства наглядности, с одной стороны, позволяют в воображении ярче и точнее создать образ предмета изучения, соотнести чувственное восприятие с абстрактными моделями, а с другой стороны, это самое воображение тормозят, подсовывая мышлению готовые образные шаблоны. Особенно негативно такие образы влияют на развитие мышления, если они яркие и запоминающиеся, но при этом скрывают суть и уводят по ложному пути. Такие средства можно назвать антинаглядными, где антинаглядность – чувственная представленность ярких, но несущественных сторон предмета изучения, стимулирующая внимание к несущественным характеристикам предмета изучения, уводящая мыслительную деятельность в сторону от решения познавательной задачи. Тогда как наглядный образ – это маяк, который будет вести мышление школьника по морю мыслительной деятельности к требуемой цели.

Таким образом, наглядность и воображение находятся в следующих соотношениях: наглядность стимулирует воображение как мысленное представление недоступных к восприятию реальных объектов; наглядность тормозит воображение как создание внутренних ментальных моделей, не связанных с наглядными образами уже имеющихся объектов.

В итоге можем констатировать следующее:

Наглядность – чувственная представленность существенных сторон предмета изучения, стимулирующая внимание и определяющая требуемое направление дальнейшей мыслительной деятельности.

Наглядность экономит время на усвоение, снижает вероятность движения мышления в неверную сторону, формирует наглядные образы как почву для последующего формирования других понятий.

А принцип наглядности заключается в выделении существенных сторон предмета изучения для правильного и быстрого формирования требуемого понятия и связанных с ним когнитивно-репрезентативных структур при чувственном восприятии обучающегося.

Реализация принципа наглядности осуществляется на основе суммы всех требований к средствам наглядности в контексте цели развития мышления, деятельности и воображения:

- 1) образы должны быть яркими;
- 2) образы должны отражать существенные характеристики предмета изучения;
- 3) необходимо оптимальное сочетание чувственно-конкретных образов и теоретических обобщений;
- 4) наглядность должна обеспечивать начальное непроизвольное внимание ученика к предмету изучения, а затем поддерживать его мотивацию к деятельности с этим предметом;
- 5) образы должны стимулировать воображение как мысленное представление недоступных к восприятию реальных объектов и не тормозить развитие воображения как способности к созданию внутренних ментальных моделей, не связанных с наглядными образами уже имеющихся объектов.

Эти требования являются противоречивыми: образы должны быть яркими, но отражать существенные характеристики предмета изучения, чаще всего, чувственно нам недоступные; сначала наглядность должна привлечь ученика на непроизвольном уровне внимания, но потом поддерживать в нём устойчивый интерес к требуемой познавательной деятельности; необходимо создавать точные образы реальных объектов, но они не должны вредить творческому воображению. Одновременное выполнение таких требований действительно невозможно, если

речь идёт об *одном* наглядном образе, и вполне возможно на основе *системы* наглядных образов. Только система средств наглядности может учесть требование оптимальности сочетания чувственно-конкретных образов и теоретических обобщений.

Поэтому принцип наглядности, формулирующий эти требования, будет практически бесполезным без другого принципа – принципа системности. Учёт этого принципа позволит нам создать систему средств наглядности, отвечающую требованиям принципа наглядности, стимулирующую развитие мышления обучающегося. Об этом принципе – в следующем параграфе.

2.4. Принцип системности

Ранее обсуждаемый принцип наглядности направлен на усвоение самого главного, существенного ещё на этапе чувственного восприятия. Временной промежуток, условно «охватываемый» этим принципом, весьма незначителен: от момента начального произвольного внимания при демонстрации средства наглядности до нескольких минут произвольного внимания. А дальше наглядный образ трансформируется в понятие в ходе всей остальной познавательной деятельности. При этом формирующееся понятие начинает охватывать всё больший объём, а внутри этого объёма происходит структуризация, начинают рождаться новые понятия и отношения между ними. Результатом становится иерархическая система связей и узлов в когнитивно-репрезентативных структурах, стержнем которой является начально формируемое понятие.

Изучение развития такой системы рассматривает дифференционно-интеграционная теория развития, которая, по словам А. М. Лозинской основывается на универсальном законе изменения структуры развивающихся объектов (в том числе мышления и интеллекта)¹²³. Основное положение этой теории заключается в том, по словам Н. И. Чуприковой, что «всякое развитие

¹²³ Лозинская, А. М. Вопросы развития системного мышления в процессе электронного обучения: дифференционно-интеграционный подход // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21, № 3. С. 413. EDN XTERYD.

есть развитие некоторой исходной “примитивной” целостности и идет в направлении от общего к частному, от целого к частям, от состояний и форм глобально-целостных к состояниям и формам все более внутренне дифференцированным и иерархически упорядоченным»¹²⁴.

Весь этот процесс от начального восприятия до конечной дифференциации объединён принципом, формулируемым как принцип системной дифференциации. М. Г. Ковтунович так формулирует требования, составляющие этот принцип:

1. Обучение должно начинаться с усвоения школьниками знаний, имеющих обобщённый и теоретический характер.

2. Обучение должно ориентироваться на выявление и первоочередное открытие базовых, генетически исходных, существенных и всеобщих отношений.

3. Усвоение школьниками метода научного познания.

4. Обучение должно обеспечивать умение конкретизировать важнейшие исходные отношения на основе эмпирических фактов¹²⁵.

Но мы посчитали целесообразным разбить этот принцип на два: наглядности и системности. Это позволяет отдельно акцентироваться на первоначальном этапе знакомства с предметом изучения (который отражён в первом требовании, сформулированном М. Г. Ковтунович), а уж затем на его дальнейшей дифференциации.

В результате должна формироваться системность мышления, которая с точки зрения Н. И. Поливановой и И. В. Ривиной, проявляется в следующих умениях:

а) анализировать объект как систему связанных элементов и выделять общий принцип построения системы;

б) построении на основе выделенного принципа новой системы элементов»¹²⁶.

¹²⁴ Чуприкова Н. И. Всеобщий универсальный дифференциционно-интеграционный закон развития как основа междисциплинарной парадигмальной теории развития. URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2009n1-3/44-chuprikova3.html#e2> (дата обращения: 18.04.2018).

¹²⁵ Ковтунович М. Г. Когнитивная диагностика: исследование когнитивных структур знаний школьников по физике. М.: ПЕР СЭ, 2007. С. 6.

Человек, обладающий системным мышлением, как считает В. А. Ганзен, «в любом объекте видит целое, разделенное на части и состоящее из частей, стремится обнаружить упорядоченность частей в целом. ... Завершающим актом системного мышления являются анализ и синтез системы интегральных характеристик целостного объекта»¹²⁷.

При системном мышлении происходит движение мысли в двух противоположных направлениях: от особенного, различного, конкретного к общему, непрерывному, абстрактному и обратно: «Теоретическое познание тяготеет к движению «от всего к одному» в стремлении построить единую картину мира, практическое познание связано с противоположным движением, «от одного ко всему» в связи с необходимостью решения конкретных жизненных задач»¹²⁸.

Но с дидактической точки зрения это движение нельзя считать симметричным. Путь в направлении от «общего к частному» по развивающему потенциалу мышления оказывается значительно выше, чем у противоположного направления. Т. Н. Шамало по этому поводу отмечает: «Ставя целью развитие интеллекта учащихся, нужно решать, как можно организовать познание целого раньше познания его частей»¹²⁹. Эту точку зрения высказывали и другие исследователи: «Новое всегда возникает как целое, которое затем формирует свои части, разворачиваясь в систему. Это выглядит как «схватывание» мышлением целого раньше его частей и составляет характерную черту содержательного творческого мышления в науке»¹³⁰.

Принципы системности и наглядности, направленные «на схватывание общего раньше частей» очень точно соответствуют достижению целей теории развивающего обучения, заключаю-

¹²⁶ Поливанова Н. И., Ривина И. В. Диагностика системного мышления детей 6–9 лет // Психологич. наука и образование. 1996. № 1. С. 82.

¹²⁷ Ганзен В. А. Системное мышление // Вестник С-Петерб. ун-та. Сер. 6: Философ., полит. 1992. Вып. 1. С. 82.

¹²⁸ Там же.

¹²⁹ Шамало Т. Н. Теоретические основы использования физ. эксперимента в развивающем обучении / Свердлов. пед. ин-т. Свердловск, 1990. С. 48.

¹³⁰ Арсеньев А. С., Библер В. С., Кедров Б. Г. Анализ развивающегося понятия. М.: Наука, 1967. С. 224.

щихся, по мнению В. В. Давыдова, в развитии теоретического мышления. Под теоретическим мышлением он имеет в виду «деятельность, опирающаяся на познавательное действие, вскрывающее ненаблюдаемые, внутренние связи как источник наблюдаемых явлений и связывающее внешнее и внутреннее (единичное и всеобщее), есть понимание. Проследивание конкретного с помощью таких действий есть мышление в форме понятий – теоретическое мышление»¹³¹. В соответствии с этим определением система, стимулирующая формирование теоретического мышления, должна рождаться в процессе движения от общего к конкретному.

Принцип наглядности, реализуемый в отрыве от принципа системности, и направленный на усвоение лишь внешних, чувственно воспринимаемых характеристик предмета, формирует тип мышления, обозначаемый В. В. Давыдовым как эмпирическое мышление, которое отражает объекты со стороны их внешних связей и проявлений, доступных восприятию, тогда как теоретическое мышление отражает внутренние связи объектов и законы их движения, и отталкивается от их действительных, генетически исходных характеристик, получаемых путем абстракции и не наблюдаемых посредством чувственных органов¹³².

С. Л. Рубинштейн тоже различал эмпирическое и теоретическое обобщение как основу разных уровней мышления: «Первое – результат сравнения и выделения сходного, внешне одинакового в вещах. Второе – продукт особого анализа и абстракции, связанных с преобразованием исходных чувственных данных с целью обнаружения и выведения их сущности»¹³³. Выделение же существенного, есть, по мнению В. В. Давыдова, одно из основных свойств теоретического мышления, не присущее мышлению эмпирическому.

Может показаться, что принцип наглядности и системности подходит как для формирования теоретического, так и эмпирического мышления, в зависимости от того, что брать за

¹³¹ Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. М.: Педагогика, 1972. С. 292.

¹³² Там же. С. 176.

¹³³ Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. М.: Изд. АН СССР, 1958. С. 57.

начальную основу: внешние признаки предмета или сущностные характеристики. Но выше было сказано, что принцип наглядности заключается в выделении *существенных* признаков изучаемого объекта, а раз это так, то и в дальнейшем система может строиться только через дифференциацию этого *существенного* признака. Таким образом принцип наглядности направлен в большей степени на развитие теоретического мышления.

Приняв за основу принципы наглядности и системности, необходимо ответить на вопросы «какими могут быть основания?» (принцип наглядности) и «какой может быть их структура?» (принцип системности)», чтобы формировалось именно теоретическое мышление.

Очевидно, что в начальном восприятии необходимо сделать так, чтобы формировался чувственный образ не второстепенных признаков изучаемого объекта, а то общее, которое может и должно стать основой дальнейшей структуризации и появления системы.

Перечислим основные виды категории общего. По мнению Т. В. Шептулина¹³⁴, такими основаниями могут быть следующие категории:

1. Общее как класс объектов, сходных по определенным характеристикам (свойствам, структуре, отношениям).
2. Общее как целое.
3. Общее как инвариантная связь между компонентами целого, порождающая его характеристики (причина целого).
4. Общее как «зародышевая клеточка», простейший, генетически первичный вид развитого целого (единица).
5. Общее как структурный компонент целого – развитого целого и клеточки (элемент).

В. В. Давыдов считает, что начинать обучение надо с общего как «клетки», а дидактические системы должны строиться исходя из наиболее крупных теоретических блоков – теоретических построений: «В настоящее время мы считаем правомерным выдвинуть гипотезу о том, что усвоение школьниками определенного содержания учебных предметов может служить осно-

¹³⁴ Шептулин Т. В. Диалектика единичного, особенного и общего: учебное пособие по спецкурсу для филос. фак. ун-тов. М.: Высшая школа, 1973. 271 с.

вой формирования у них теоретического мышления, осуществляющегося, ... во-первых, путем создания содержательных абстракций и обобщений, фиксируемых понятиями о «клеточках» систем, во-вторых, посредством восхождения от абстрактного к конкретному»¹³⁵. Как видно, В. В. Давыдов предлагает двигаться от общего как генетически первичного вида целого, а принцип системности в соответствии с его идеями будет реализован через движение «от общего к частному», «от целого к частям» и «от абстрактного к конкретному».

Выбор такой «клеточки», «единицы» содержания образования, то есть такого дидактического объекта, который в процессе учебного познания усваивался бы как целостное знание, а затем мог бы дифференцироваться, исследовался Г. М. Голиным, Л. Я. Зориной, В. В. Краевским, С. Е. Каменецким, А. С. Кондратьевым, В. Г. Разумовским, Л. Я. Ланиной, В. В. Мултановским, Л. С. Хижняковой, Т. Н. Шамало, Д. Ш. Шодиевым¹³⁶ и др. Они также доказывают, что дидактической единицей обучения целесообразно выбирать такой объект, который обладает «минимальной структурой», целостностью, сохраняет свойства целого и является структурной единицей научной теории. Л. Я. Зорина считает, что «при конструировании содержания естественнонаучного образования в старших классах теория должна выступать как основная «единица содержания»¹³⁷. И. С. Карасова предлагает рассматривать процесс

¹³⁵ Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. М.: Педагогика, 1972. С. 364, 92.

¹³⁶ Зорина Л. Я. Дидактические основы формирования системности знаний у старшеклассников (на материале предметов естественно научного цикла): дис. ... д-ра пед. наук. М., 1979. 362 с.; Краевский В. В. Проблемы научного обоснования обучения. М.: Просвещение, 1977. 264 с.; Разумовский В. Г. Обучение школьников и развитие их способностей //Физика в школе. 1994. 2. С. 52–56; Шамало Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении: дис. ... д-ра пед. наук. Екатеринбург, 1992. 385 с.; Шодиев Д. Ш. Методологические проблемы теоретического и эмпирического уровней познания в учебном процессе. Ташкент: Фан, 1982. 155 с.

¹³⁷ Зорина Л. Я. Дидактические основы формирования системности знаний у старшеклассников (на материале предметов естественно научного цикла): дис. ... д-ра пед. наук. М., 1979. С. 40.

обучения физике через призму фундаментальной физической теории как «единицы содержания»¹³⁸.

Однако это не означает, что такой путь следует считать единственно правильным. А.В. Усова отмечает, что в основной школе дидактической единицей обучения целесообразно считать понятие¹³⁹. Как в первом случае, когда за «единицу» берется фундаментальная физическая теория, так и во втором, когда «единицей» является понятие, процесс обучения строится по принципу «от общего к частному», где понятие является общим как «клетка», а теория выступает общим как «целое». Но можно утверждать, что построение учебного процесса по любому из этих двух путей соответствует принципам наглядности и системности.

И. И. Ильясов не столь категоричен, он считает, что общее не обязательно должно быть обобщением высокого теоретического уровня: «остальные виды общего, начиная с обычного общего как сходного, могут быть началом познания и развития, ... но только в специальных условиях обучения»¹⁴⁰.

Как только осуществлён выбор общего как «фундамента» для строящейся когнитивно-репрезентативной структуры обучающегося, как только этот «фундамент» ему представлен в соответствии с принципом наглядности, встаёт вопрос выбора способа дальнейшего построения каркаса «строящегося дома» – принципиальной структуры, на которой это общее будет конкретизироваться.

Одним из таких «каркасов» для учёта принципа системности могут выступать функции наглядных образов, которые будут отличаться по степени отношения в них чувственного и абстрактного. А. Н. Леонтьев выделяет две противоположные функции, первая – от которой следует двигаться, а вторая – к которой следует стремиться: «первая функция направлена на

¹³⁸ Карасова И. С. Фундаментальные физические теории в средней школе (содержательная и процессуальная сторона обучения): монография. Челябинск: Факел, 1999. С. 36.

¹³⁹ Усова А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. М.: Педагогика, 1986. 176 с.

¹⁴⁰ Ильясов И. И. Новый взгляд на умственное развитие и развивающее обучение // Вопросы психологии. 1996. № 3. С. 139.

расширение чувственного опыта; вторая на раскрытие сущности изучаемых процессов и явлений»¹⁴¹. Первая функция выполняется наглядностью на уровне явления, вторая – наглядность на уровне сущности явления, когда ее критерием выступает свернутость суждений, выраженная знаками¹⁴². Если брать за основу функции наглядности, то тогда общее построение когнитивно-репрезентативной структуры может осуществляться по двум путям: от явления к его сущности, или наоборот, от сущности к явлению.

Следующее основание для реализации принципа системности можно связать с понятием модели и моделирования. Моделирование, – как отмечает Н. Г. Салмина, – «это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не интересующий нас объект, а вспомогательная искусственная или естественная система (квазиобъект), находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, способная его замещать в определенном отношении, и дающая при его исследовании в конечном итоге информацию о самом моделируемом объекте»¹⁴³.

Л. М. Фридман дает следующее определение модели: «Моделью некоторого объекта А (оригинала) называется объект В, отличный от А, но и в каком-то отношении подобный (аналогичный) А»¹⁴⁴. Л. М. Фридман предлагает следующую классификацию моделей:

- модель-заместитель;
- модель-интерпретация;
- модель-исследование;
- модель-представление.

В основу такой классификации моделей он предлагает положить цель, с которой эта модель создается.

¹⁴¹ Леонтьев А. Н. Психологические вопросы сознательности учения // Известия АПН РСФСР. 1947. № 7. С. 119.

¹⁴² Хорошавин С. А. Дидактические принципы наглядности в демонстрационном эксперименте // Физика в школе. 1997. № 2. С. 73–74.

¹⁴³ Салмина Н. Г. Знак и символ в обучении. М.: Изд-во МГУ, 1988. С. 91

¹⁴⁴ Фридман Л. М. Использование моделирования в обучении // Вестн. Челяб. гос. пед. ин-та. Сер. 2. Педагогика. Психология. Методика преподавания. 1995. № 1. С. 90.

Например, «модель-заместитель» создается в том случае, когда замена объекта А объектом В более удобна в данных условиях.

«Модель-интерпретация» вводится для объяснения свойств объекта А при изучении свойств объекта В.

«Модель исследование» используется для изучения свойств и закономерностей объекта А с помощью объекта В.

Наконец, четвертый тип модели (модель-представление) создается для того, чтобы объект А, реально существующий или воображаемый, можно было представить с помощью объекта В.

В любом случае модель должна отражать существенные для нас свойства моделируемого объекта, определяемые поставленной целью. Поэтому, если нам важны сущностные характеристики объекта, модель будет абстрактной, независимо от того, какого она типа: модель – интерпретация, модель – представление или какая-то ещё. Чтобы понять наиболее общие принципы работы автомобиля нам потребуется схема, показывающая принцип работы теплового двигателя. Если же нам важны некие внешние атрибуты объекта, то и модель может быть соответствующей: для понимания внешнего вида автомобиля маленькому ребёнку вполне достаточно его грубой пластмассовой копии.

Г. А. Балл считает, что модели можно отнести к специфическим функциональным системам. «Система В является моделью системы А..., если основанием для ее использования ... служит ее структурное сходство с моделируемой системой А»¹⁴⁵. Среди существующих моделей он выделяет материальные, материализованные и идеальные. К материальным он относит модели машин, двигателей и т. д. К материализованным – модели материального объекта, например, схема телевизора или географическая карта. К идеальным – модели, которые полностью абстрагированы от материальной формы. Это могут быть формулы, графы и т. д. Как мы видим, при использовании моделей для учёта принципа системности можно исходить из того же критерия, что и при классификации видов наглядности – степени их абстракции.

¹⁴⁵ Балл Г. А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. М.: Наука, 1978. С. 185.

В работах И. С. Якиманской выделены следующие основные виды наглядности, используемой при усвоении знаний:

1) натуральные вещественные модели (реальные предметы, муляжи, геометрические тела и т. д.);

2) условные графические изображения (виды, разрезы, сечения, схемы, и т. д.);

3) знаковые модели (графики, топологические карты, диаграммы, формулы, математические символы и т. д.)¹⁴⁶.

Основанием для этой классификации, как видно, также является степень абстрагирования модели от самого реального объекта.

Развитие теоретического мышления будет осуществляться более интенсивно, если когнитивно-репрезентативные структуры «выращивать» по пути от абстрактных моделей до изучения самого моделируемого объекта. Поэтому и построение системы когнитивно-репрезентативных структур целесообразно строить от абстрактных моделей к натурным моделям и самому объекту (по возможности).

Можно возразить, что на практике не всегда и не по всем учебным предметам можно реализовать принцип системности по пути «от общего к частному». Действительно, если начинать изучение с абстракций, непонятных и неинтересных ученику, то это может привести к отрыву теории от практики и понижению познавательной активности учеников. Например, А. В. Усова отмечает, что введение понятия «энергия» в 7 классе через общее определение ничего не даст школьнику¹⁴⁷. Нет никакого смысла занятия физической культурой с младшими школьниками начинать с биохимии и биомеханики. В этом случае мы получим от детей вполне предсказуемое непонимание и потерю к этому предмету всяческого интереса.

Но эти примеры показывают не ошибочность реализации принципа системности по пути от общего к частному, а несоответствие более общему принципу – принципу субъектности.

¹⁴⁶ Якиманская И. С. Возрастные и индивидуальные особенности образного мышления учащихся. М.: Педагогика, 1989. 221 с.

¹⁴⁷ Усова А. В., Бобров А. А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. М.: Просвещение, 1988. С. 79.

В этом случае следует идти по пути разумного компромисса: начинать с общего по возможности, но так, чтобы был учтён принцип субъектности, обеспечен начальный момент произвольного внимания, организовано и мотивировано произвольное и постпроизвольное внимание обучаемого, в конечном итоге приводящее к «живому» знанию и умениям в реальной жизни, а не к запоминанию «мёртвых теоретических скелетов».

Практическая реализация принципа системности, независимо от выбранного пути структуризации («от общего к частному», или наоборот, «от частного к общему»), должна привести к конечному упорядоченному представлению всего учебного материала темы в виде некоторой схемы, отражающей все существенные связи элементов темы между собой. Такой конечный, укрупнённый блок не только является эффективным способом увеличения информационной плотности учебного материала, но, что более важно, оказывает систематизирующее воздействие на мышление обучающихся. Как отмечает А. М. Лозинская «Развитие интеллекта, как любой саморазвивающейся системы, происходит в процессе преодоления неопределённости и недифференцированности, реализуемого путем выделения в процессе анализа элементов чувственного восприятия и связей между ними (дифференциация элементов в целом) с последующим синтезом (интеграцией элементов в структуру)»¹⁴⁸.

Далее она ссылается на М. А. Холодную, выделившую пять стадий развития структур интеллекта: диффузная целостность, системная дифференциация, системная интеграция, иерархическая интеграция и централизация¹⁴⁹. А. М. Лозинская описывает стадии формирования этих когнитивно-репрезентативных структур в сознании человека следующим образом:

«1) процесс познания начинается с восприятия новой области знания как диффузной целостности – однородной среды с отдельными фрагментами знаний или сведений;

¹⁴⁸ Лозинская А. М. Вопросы развития системного мышления в процессе электронного обучения: дифференционно-интеграционный подход // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21, № 3. С. 413. EDN XTERYD.

¹⁴⁹ Холодная М. А. Структурно-интегративная методология в исследовании интеллекта // Дифференционно-интеграционная теория развития. Москва: Издательство «Языки славянских культур», 2011. С. 469-477. EDN PNHPKD.

2) под влиянием внешней и внутренней обучающей среды начинается формирование аттракторов знаний/опыта и компоновка точек их консолидации в обособленные, более или менее сложные структуры;

3) созданные структуры собираются в более или менее правильную и сложную интегрированную систему знаний;

4) в системе выстраивается иерархия отношений структур знаний, в процессе которой может происходить перестройка интегрированной системы, реинтеграция (поскольку часть познается по отношению и в контексте целого);

5) в иерархически упорядоченной системе выделяются стержневая / генерализующая информация и отношения»¹⁵⁰.

Чтобы реализовать предложенную последовательность, А. М. Лозинская предлагает следующий обобщённый алгоритм:

а) выделение в целостности объекта существенных компонентов;

б) дифференциация основных компонентов;

в) интеграция компонентов знаний / опыта в систему;

г) коррекция количества и содержания компонентов системы с учетом взаимосвязей / взаимовлияния, соединения компонентов знаний / опыта в новый целостный объект;

д) обобщение и выделения стержневых знаний / опыта деятельности в их взаимосвязи»¹⁵¹.

Можно согласиться, что последовательность формирования структур интеллекта, предложенная М. А. Холодной, является именно такой. Но при этом существует очень важная оговорка: она рассматривается без учёта влияния учителя, который имеет возможность перестроить эту последовательность не в соответствии с природным, естественным порядком, а целесообразно дидактическим целям. Иначе естественный процесс превращения «однородной среды с отдельными фрагментами знаний или сведений» в более сложные структуры может затянуться или вовсе не произойти, или произойти совсем не так,

¹⁵⁰ Лозинская А. М. Вопросы развития системного мышления в процессе электронного обучения: дифференционно-интеграционный подход // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21, № 3. С. 413. EDN XTERYD.

¹⁵¹ Там же. С. 414.

как предполагалось. Но далее А. М. Лозинская устраняет эту опасность, в предлагаемом ею алгоритме первый пункт связан с «выделением в целостности объекта существенных компонентов». Это свидетельствует о том, что предлагаемый материал уже специально переработан для выделения ученику существенного для направления его мыслительной деятельности в требуемом направлении. А это, как было ранее сказано, предусматривается через учёт принципа наглядности, не позволяющего мыслительному процессу уйти в «стихийное русло» случайно формируемых понятийных узлов в первоначальной аморфной целостности.

Создаваемые в результате познавательной деятельности содержательные структуры можно называть по-разному. П. М. Эрдниев такие структуры называет укрупнёнными дидактическими единицами. Он считает, что «целеустремленное использование принципа укрупнения приносит до 20% чистой экономии учебного времени против общепринятых норм»¹⁵². Технологическое «сжатие» учебной информации рассмотрено М. А. Чошановым¹⁵³. Из действенных методических приемов «сжатия» он выделяет следующие: «моделирование в предметной, графической и знаковой форме, укрупненное упражнение и сверхсимвол, структурная блок-схема темы, опорный конспект, генеалогическое дерево»¹⁵⁴.

Таблицы, схемы, графы, дидактические единицы объединяет то, что все они показывают структурные, функциональные и генетические связи изучаемых объектов на уровне их сущности. Представление учащимся всей изучаемой информации по теме в виде обобщённой структуры, сжато и наглядно отражающей все существенные элементы этой темы и их взаимосвязи мы называем обобщающей таблицей. Впервые этот термин в учебнике нам встретился у М. М. Балашова¹⁵⁵, представившего весьма интересную попытку создания учебника физики для

¹⁵² Эрдниев П. М. Системность знаний и укрупнение дидактической единицы // Советская педагогика. 1975. № 4. С. 72.

¹⁵³ Чошанов М. А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения. М.: Народное образование, 1966. 160 с.

¹⁵⁴ Там же. С. 13.

¹⁵⁵ Балашов М. М. Физика-9. М.: Просвещение, 1994. С. 38.

9 класса в соответствии с идеями развивающего обучения В. В. Давыдова.

Из множества положительных эффектов использования обобщающих таблиц, таких как экономия учебного времени, прочность и осознанность знаний (что бы под этим не понималось) и пр., главным является то, что они формируют когнитивно-репрезентативные структуры в сознании ученика. А эти структуры обеспечивают всё остальное, в том числе пресловутые прочность и осознанность знаний.

Учёт предложенных нами принципов развития мышления очевидно приводит к выводу, что обобщающая таблица будет максимально эффективным средством, если будет использоваться учителем не на последнем уроке по теме с целью обобщения, а в самом начале изучения этой темы. Тогда та общая картина, которая должна быть сформирована по окончании изучения темы, начинает формироваться на начальных стадиях изучения теории, что превращает её в мощный инструмент самостоятельной познавательной деятельности учеников¹⁵⁶.

В этом случае она будет направлять саморазвитие учащихся в требуемом направлении и превращаться в «каркас», при помощи которого каждый изучаемый материал займет свое положенное место (как кусочки мозаики ложатся в контуры уже намеченной картины). Таким образом, весь процесс обучения приобретает системный характер. Поскольку на начальном этапе сразу изучается наиболее общее, а не его конкретные проявления, то таблица разворачивает перед учеником пути конкретизации изучаемого исходя из общего как основы ее построения.

При таком опережающем использовании обобщающие таблицы выполняют следующие функции:

1. «Уплотнение» учебной информации путем представления в знаковой форме её содержания и структуры.

¹⁵⁶ Представленный далее материал про обобщающие таблицы содержит фрагмент с небольшими изменениями из нашей предыдущей монографии «Управление процессами саморазвития учащихся при обучении физике: Усольцев А. П. Управление процессами саморазвития учащихся при обучении физике. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2006. 213 с. ISBN 5-7186-0315-4. EDN JWLKIK.

2. Управление познавательной деятельностью учащихся, выполнение роли ориентира в познавательном процессе, предоставление возможности школьнику для рефлексивной деятельности.

3. Осуществление эвристической функции.

При реализации первой функции «уплотнения» информации в полной мере должен учитываться принцип наглядности, что должно выражаться в таблице полнотой представления учебных элементов и их взаимосвязей между собой, но в то же время, лаконичностью, понятно отражающей существенные стороны предмета изучения.

Вторая функция направлена на обеспечение возможности учащемуся по рефлексии своей учебной деятельности, саморегуляции и самоконтролю. Если при этом обеспечить учащемуся несколько возможных траекторий изучения материала на основе этой таблицы, то будет учтён принцип субъектности, который, как мы раньше обсуждали, базируется основе предоставления ученику ситуации выбора. Таблица играет роль своего рода карты, «путеводителя», которые показывают ученику направление дальнейшего движения его познавательной деятельности.

Третья эвристическая функция позволяет активизировать творческое мышление школьника, инсайт, возникающие при работе с такой таблицей. Даже если ученик пропустил урок, где изучался какой-то один элемент обобщающей таблицы, знание и понимание рядом находящихся элементов таблицы позволяют ученику самому догадаться о содержании пропущенного им занятия.

Для опережающего использования обобщающей таблицы сначала следует выделить понятия, являющиеся наиболее общими, без которых мы не можем логически обосновать введение всех остальных понятий. Например, в 7 классе при изучении взаимодействия тел основным понятием является понятие силы. После введения силы как характеристики взаимодействия тел, вызывающего ускорение и деформацию, изучаются единицы измерения силы.

Далее, еще до изучения различных сил в течение одного урока, с учащимися рассматривается обобщающая таблица (табл. 1).

Таблица 1

Сила – характеристика взаимодействия тел

Сила – характеристика взаимодействия тел (всегда двух!)				
Определяется: величиной, направлением, точкой приложения.				
Взаимодействие вызывает: деформацию и ускорение тела				
Название силы	Условие возникновения	Взаимодействующие тела		Пример
тяжести	В поле тяготения (Земли)	Любое тело	Земля	Яблоко падает на землю
упругости	При взаимодействии тел и их деформации	Упругое тело	Упругое тело	Рука растягивает пружину
вес	В поле тяготения (Земли)	Любое тело	Подвес или опора	Яблоко висит на ветке
трения	При соприкосновении тел и движении их поверхностей относительно друг друга	Любое тело	Любое тело	Лыжи катятся по снегу
архимедова	В жидкости или газе, находящихся в поле тяготения	Любое тело	Жидкость или газ	Корабль плавает в море
кулоновская	неподвижный заряд в электрическом поле	заряд	Электрическое поле	Пылинка «висит» в электр. поле конденсатора
Ампера	Магнитное поле, проводник с током	Проводник с током	Магнитное поле	электродвигатель
Лоренца	Магнитное поле и движущийся электрический заряд	Движущийся заряд	Магнитное поле	Северное сияние

Как видно из таблицы, в основе характеристики каждой из сил лежит условие ее возникновения и установление взаимодействующих тел. Второе является особо важным для правильного формирования понятия силы, так как очень часто учащийся

начинает воспринимать силу как отдельный материальный объект, действующий на тело. Поэтому можно услышать такие рассуждения: «тело взаимодействует с силой тяжести»; «тело, погруженное в жидкость, начинает взаимодействовать с архимедовой силой»; «на яблоко, подвешенное на ветке, действует Земля и сила упругости веса» и т. д. Подобные заблуждения в дальнейшем будут сильно тормозить понимание III закона Ньютона и, как следствие, вызывать у школьника проблемы при решении физических задач, требующих использования законов динамики.

Следование этой таблице может привести к трудностям методического характера, например, связанным с объяснением архимедовой силы, которая изучается в 7 классе значительно позже остальных сил, а кулоновские силы, силы Ампера, Лоренца в этом классе не изучаются. Эти трудности легко устранить, если учитывать, что наша задача не состоит в подробной расшифровке и раскрытии содержания каждой «клетки» этой таблицы. Скорее это можно назвать «обзором» того, что нам предстоит изучить и не только в седьмом классе, а в целом курсе физики.

Не следует останавливаться на формулах, по которым определяется величина возникающих сил. Задача на данном этапе изучения таблицы заключается в том, чтобы учащемуся стало понятно, что все силы, которые он будет изучать, являются абстракцией, характеризующей взаимодействие обязательно двух тел.

По сути, усвоение этой таблицы и понимание общего содержания ее элементов означает правильную настройку когнитивно-репрезентативных структур учащегося и его готовность к дальнейшей самостоятельной конкретизации этих элементов.

Доказывая необходимость переноса изучения обобщающих таблиц с последних уроков темы на первые, отметим, что при этом требования к содержанию таблицы несколько изменяются. Обобщающая таблица, должна:

- включать весь объем содержания изучаемой темы;
- структурно связывать все элементы таблицы;
- быть достаточно простой (без излишней детализации);
- быть способной к дальнейшей структуризации и усложнению.

Первое и второе требования вытекают из самого смысла построения обобщающей таблицы. Если какой-то учебный ма-

териал темы не попадает в таблицу или, наоборот, не относящийся к теме элемент находится в таблице, то принцип, по которому проводилось обобщение, является неверным, следовательно, сама таблица не может называться обобщающей.

Третье требование необходимо для того, чтобы учащиеся смогли ориентироваться в принципах построения таблицы, оперируя только понятиями, на базе которых она строится, и чтобы в ней наглядно отражались основные элементы и связи изучаемой темы, не перегруженные второстепенными подробностями. При изучении предлагаемой обобщающей таблицы учащимся совсем не обязательно знать формулу закона Гука или архимедовой силы.

Четвертое требование служит для отличия обобщающей таблицы от опорного конспекта. Каждый элемент таблицы имеет сложную внутреннюю структуру, изучением которой и будут в дальнейшем заниматься ученики. Так, каждая строчка предложенной нами таблицы имеет внутреннее содержание: формулу, чертеж с изображением действующих сил, особенности действия каждой из сил, их практическое применение и учет и т. д. К обсуждению содержания каждого элемента таблицы мы возвращаемся на заключительном обобщающем уроке, где ученик должен уметь воспроизвести эту схему и рассказать по ней изученный учебный материал.

Подобные обобщающие таблицы можно и нужно предлагать ученикам и по другим учебным предметам: по биологии – таблицу эволюции органического мира, по истории древнего Мира – хронологическую таблицу существования государств и пр.

Вывод: принцип системности направлен на формирование системности мышления ребёнка, т. е. когнитивно-репрезентативных структур его мышления, отражающих в учебном материале существенные элементы и связи между ними. Принцип реализуется через опережающее использование обобщающих таблиц в организации познавательной деятельности школьников и через установление связей и иерархии между формируемыми понятиями.

Эти когнитивно-репрезентативные структуры обучающегося в дальнейшем могут и должны являться его мыслительным инструментом, позволяющим оптимизировать умственную дея-

тельность в самых различных ситуациях. Такие структуры, называемые нормой мышления, рассмотрены нами в следующем параграфе, посвящённом принципу нормируемости.

2.5. Принцип нормируемости

Необходимость введения принципа нормируемости в общую систему принципов сначала для нас не была очевидной. Более того, термин «нормы мышления», используемый и развиваемый Ю. А. Сауровым, первоначально вызвал отрицательное отношение. Но погрузившись в тему, мы не нашли термина лучше, чем «нормы мышления», который бы более точно выражал суть переноса и воспроизводства ментальных конструкций в качестве инструмента мыслительной деятельности.

Слово «норма» в сочетании со словом «мышление» является неудачным лишь в том плане, что может пониматься как искусственное ограничение, препятствие, не дающее мышлению выходить за некоторые барьеры. Именно в таком понимании нормы мышления и вызвали первоначальное неприятие. Но всё встаёт на свои места, если понимать норму как полезное правило, шаблон, своего рода мыслительный инструмент, использовать который никто не заставляет, но его применение многократно повышает мыслительную производительность: человеку, если он хочет вырыть яму, предлагают лопату, но ни в коем случае не принуждают к её использованию: если он не желает её применять, то может рыть яму руками.

Принцип нормирования заключается в обучении использованию в мыслительной деятельности норм, шаблонов, алгоритмов, являющихся своего рода «инструментом» мышления, позволяющих строить свою деятельность на системной основе, что многократно повышает её эффективность.

Как заявляет Р. Мерцано (ссылка по Дж. Хэтти¹⁵⁷), «лучший способ научить структурированию идей, то есть формированию понятий, обобщений и правил, состоит, вероятно, в том,

¹⁵⁷ Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. 2008. P. 32. DOI: 10.4324/9780203887332.

чтобы представить эти конструкции достаточно прямолинейно»¹⁵⁸.

На вопрос «Нельзя ли рассматривать выдвинутое Вами положение о сужении афферентации как основу процессов абстрагирования?» П. К. Анохин отвечает следующим образом: «Абстрагирование есть результат большой работы, широкого вовлечения элементов мозга. Но если однажды абстрагирование произошло, то в поведение включается продукт абстракции, а не продукт предметного восприятия. Если абстрагированный продукт оказывается тысячу раз одним и тем же, то он превращается в «автоматизированную абстракцию»¹⁵⁹. Такой шаблон устраняет ненужную афферентацию, устраняет излишние степени свободы и количество требуемых выборов, что в свою очередь в несколько раз убыстряет деятельность и уменьшает количество ошибок. В этом практическая значимость принципа нормирования. Задача учителя, достичь этого результата не за тысячу повторений учеником, а за несколько раз (в идеале – за одно).

Убеждение в том, что принцип нормирования является необходимым в системе принципов развития мышления, подкрепляется фактом его глубокой и диалектической взаимосвязи с другими принципами.

Принцип нормирования тесно связан с принципом системности. В основе построения любой ментальной системы знаний и действий всегда лежит норма мышления, которая позволяет строить структуру и иерархию системы. Эта норма рождается в результате обобщения и в дальнейшем используется для построения множества других частных воплощений общей системы. Это позволяет использовать выделенную норму как полезный инструмент при решении множества задач в рамках системного подхода, позволяющего находить оптимальные пути достижения требуемого результата.

¹⁵⁸ Marzano R. I. A theory-based meta-analysis of research on instruction. Aurora, CO: Mid-Continent Regional Educational Lab., 1998. P. 106.

¹⁵⁹ Анохин П. К. К вопросу об исследовании психологического механизма «принятия решения в условиях творческих задач // Проблемы принятия решений: сборник статей / под общей ред. П.К. Анохина. М.: Издательство «Наука», 1976. С. 14.

Принцип нормирования тесно связан с принципом субъектности. Как было сказано, важнейший признак субъектности заключается в способности к саморегуляции. Но для саморегуляции нужны образцы, нормы, которые выработаны самим субъектом и которых он старается придерживаться. Успешный опыт деятельности рождает и оттачивает внутренние нормы мышления субъекта, которые он будет использовать и дальше в стремлении достигнуть своих целей оптимальным образом и заранее отбрасывать неперспективные пути при принятии решения.

Существует диалектическая взаимосвязь принципов нормирования и творчества. Как точно отмечает Ю. А. Сауров, «освоение норм знаний и норм действий (умений) является основанием, необходимым условием для построения и совершенствования творческой деятельности, то есть для развития творческих способностей как качеств субъекта»¹⁶⁰. Любая деятельность невозможна без некоторых репродуктивных умений и навыков. Точно так же любая творческая деятельность невозможна без некоторых базовых знаний и умений по её осуществлению. С одной стороны, эти знания и умения являются творческими, так как входят в творческую деятельность, а с другой стороны, они могут и должны переноситься из одной творческой деятельности в другую, потому что являются инвариантными, и в этом смысле их можно считать обобщенными алгоритмами. Любой творческий потенциал остаётся нереализованным, если его носитель беспомощен, так как не имеет в своём распоряжении ментальных инструментов – алгоритмов его продуктивного использования.

Нормирование деятельности образно можно представить как установку «гати» на «зыбкое болото» творчества: чем больше творческой деятельности удастся перевести в нормируемую, тем дальше «в болото» мы зайдём по относительно твёрдой дороге. А чем дальше в болото мы зайдём, тем больше творчества будет в том месте, где «гать» закончится. Ю. А. Сауров доказывает, что теоретическое мышление является своего рода мости-

¹⁶⁰ Сауров Ю. А., Уварова М. П. Нормативная и творческая деятельность в обучении: различение и согласование // Педагогика. 2021. Т. 85, № 8. С. 9. EDN PYTEMS.

ком между нормированной и творческой деятельностью, а нормирование мыслительной деятельности стимулирует развитие творчества: «освоение норм знаний и норм действий (умений) является основанием, необходимым условием для построения и совершенствования творческой деятельности, то есть для развития творческих способностей как качеств субъекта¹⁶¹.

Рассмотрим основные нормы мышления, усвоение и использование которых является полезным или даже необходимым для человека в современном мире.

Генетически мышление направлено на установление причинно-следственных связей для прогнозирования жизненно важных изменений в окружающем мире. Это значительно повысило шансы человека выжить в конкурентной эволюционной борьбе за существование. Процесс установления взаимосвязи различных явлений между собой лежит в основе формирования условных рефлексов, изученных И. П. Павловым. Загорание лампочки связывается собакой с появлением пищи. Установление таких прочнейших связей и лежит в зародыше логического мышления.

Способность человека мыслить абстрактными категориями позволила ему выделить логические действия в чистом виде, существующие независимо от конкретных сущностей, соединяемых между собой этим логическим действием. Так были выделены простые логические действия (анализ, синтез, сравнение, обобщение, классификация, систематизация, индукция, дедукция, абстрагирование и др.), а также логические операции, составные из нескольких логических действий. Появился математический раздел, называемый математической логикой, в рамках которого выделилась математическая алгебра, изучающая логические операции над высказываниями. Возник термин «логическое мышление» как обозначение способности мышления к превращению отношений между предметами мысли в логические формы для представления, структурирования и преобразования знания.

Для выделения логических конструктов, безотносительных к конкретным жизненным задачам, необходима немалая

¹⁶¹ Сауров Ю. А., Уварова М. П. Нормативная и творческая деятельность в обучении: различение и согласование // Педагогика. 2021. Т. 85, № 8. С. 9. EDN PYTEMS.

доля воображения, но в формальном логическом мышлении нет «легального места» озарению, инсайду, воображению, напротив, логическое мышление представляет из себя набор законов, отступление от которых означает выход за пределы логического мышления. Процесс логического мышления осуществляется по жёстко заданным и однозначно прописанным процедурам, определяемым как логические операции.

Стадии развития мышления по Ж. Пиаже можно рассматривать как развитие норм мышления по пути все большего обобщения и нормирования одновременно¹⁶²: 1) сенсомоторный интеллект; 2) дооперациональное мышление; 3) стадия конкретных операций; 4) формально-операциональное мышление.

И. Л. Угланова, И. Н. Погожина перечисляют те новообразования в выполнении формальных операций, которые должны появиться в средней и старшей школе: «1) логика высказываний – способность мыслить гипотезами, т. е. выделять закономерные связи и отношения не только между реальными объектами и их образами, но и между знаками языковых систем (высказываниями). Строятся системы пропозициональных операций: импликация (если..., то...), дизъюнкция (...или... или... или оба), конъюнкция (...и...), отрицание (... не ...), эквивалентность (... , если и только если...) и др.;

2) комбинаторные операции – операции систематического сочетания объектов друг с другом во всех возможных вариантах. Например, последовательное комбинирование шести (семи, десяти, ... n) любых объектов по два, по три ... и т. д. всеми возможными способами систематически (без повторов), сохраняя строгий контроль над результатом;

3) объединение двух форм обратимости в единую когнитивную структуру четырех трансформаций INRC (I – прямая операция, внесение изменения в ситуацию; N – обратная операция, отрицание изменения, возврат к исходной ситуации; R – операция реципрокности, учет влияния на ситуацию взаимно

¹⁶² Пиаже Ж. Психология интеллекта // Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М.: Международная педагогическая академия, 1994.

согласованных факторов, взаимная трансформация; С – отрицание реципрокности, возврат к начальной ситуации)»¹⁶³.

Далее И. Л. Угланова, И. Н. Погожина отмечают, что в содержании мышления школьника «появляются новые операциональные схемы, необходимые для успешного усвоения школьных дисциплин:

- пропорции (соразмерность, равенство двух и более отношений);
- механическое и гомеостатическое равновесие (постоянство состояния системы при воздействии разнонаправленных переменных) относительно движение (движение относительно перемещающейся системы отсчета);
- вероятность (возможность наступления события при определенных условиях);
- способность выходить за границы реально наблюдаемого, выдвигать гипотезы (что будет, если...?), мысленно создавая систему вероятных закономерностей и др.)¹⁶⁴.

Ю. А. Сауров перечисляет пути реализации инвариантов:

- При выделении принципов образовательной деятельности.
- В различных методических моделях, несущих функции ориентировок деятельности.
- При конструировании разнообразных норм учебной деятельности и деятельности преподавания в форме знаковых моделей (блок-схемы, опорные сигналы, модели уроков и др.)¹⁶⁵.

Далее он указывает два известных языка представления инвариантов: «первый, строгий и широко распространенный – математический, он задается формулами преобразований величин, например, сохранение ускорения тела при переходе описания из одной инерциальной системы в другую; качественный,

¹⁶³ Угланова И. Л., Погожина И. Н. Что может предложить новая методология оценки мышления школьников современному образованию // Вопросы образования // Educational Studies Moscow. 2021. № 4. С. 11. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-4-8-34>.

¹⁶⁴ Там же. С. 12.

¹⁶⁵ Сауров Ю. А. Вопросы методологии использования инструмента инвариантов в методике преподавания // Математический вестник Вятского государственного университета. 2022. № 1 (24). С. 52. DOI: 10.25730/VSU.0536.22.007. EDN IPSSCK.

понятийный – концептуальный, идейный, он задается устойчивым принципом, логикой на основе методологии познания»¹⁶⁶.

Невозможно не согласиться с тем, что нормированием мышления путём освоения жёстких алгоритмов занимается математика. Все эти схемы в полной мере можно назвать мыслительными нормами, которые должны формироваться у школьника. Неудивительно, что математика считается главным средством развития логического мышления и лучше всего иллюстрирует процесс нормирования мышления. Но задолго до математики нормирующим средством стал язык. Исследования Н. Хомского заключаются в формулировке необходимых и достаточных условий, которым должна удовлетворять некоторая система, чтобы считаться потенциальным человеческим языком¹⁶⁷. Эта система называется Н. Хомским универсальной грамматикой, которая, по его мнению, является универсальной для всех людей, независимо от их родного языка, потому что она «встроена в мозг» с рождения. Эта математически точная грамматическая система у всех является одинаковой и весьма ограниченной по объёму, но она способна породить бесконечное число грамматически правильных предложений. Она представляет из себя набор неких мыслительных инвариантных норм, которые содержатся в каждом из языков «окрашенными» его спецификой. Так что изучение любого языка тоже является нормированием мышления не в меньшей степени, а может быть и в большей, чем в математике.

Таким образом, математика и язык являются средствами нормирования мышления безусловными по своему содержанию и сути. А что может выступать нормой в других предметных областях?

Если рассматривать блок естественнонаучных дисциплин, то естественной и объективной нормой будет являться цикл познания. В. Г. Разумовский представил цикл научного познания в

¹⁶⁶ Сауров Ю. А. Вопросы методологии использования инструмента инвариантов в методике преподавания // Математический вестник Вятского государственного университета. 2022. № 1 (24). С. 52. DOI: 10.25730/VSU.0536.22.007. EDN IPSSCK.

¹⁶⁷ Хомский Н. Язык и мышление / под общей ред. В. А. Звегинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1972. Вып. 2. С. 38.

виде схемы: «факты → модель → следствия → эксперимент → новые факты» и обосновал эффективность применения этого цикла в обучении физике¹⁶⁸. Отметим, что этот цикл относится не только к научному познанию, а к познавательной деятельности в целом. Выше было сказано, что познавательная деятельность генетически присутствует в любой деятельности. В итоге логично утверждать, что цикл научного познания, пусть даже неосознанно самим субъектом, реализуется в любой, даже самой простой и утилитарной деятельности.

Например: «факты: холодно, а костёр меня в такой ситуации не раз согревал → модель: костер меня согреет, а для костра необходимо топливо, инструменты для розжига и осуществление некоторой последовательности действий → следствие: топливом могут быть ветки, а источником – спички → эксперимент: пытаюсь зажечь мокрые ветки спичками → новые факты: ветки не зажигаются (цикл повторяется до успешного результата)».

Другое дело, что этот цикл не может называться научным, если он не осознан, и если модель будет явно ненаучной (попытка зажечь костёр через заклинания), противоречащей фактам. Но в любом случае, структура мыслительной деятельности будет похожей на цикл научного познания, хотя деятельность может быть и не познавательной, и не научной.

Отсутствие способности человека реализовать этот цикл в своей повседневной жизни, следуя законам здравого смысла и жизненного опыта, не компенсируется его другими интеллектуальными способностями и личностными качествами. Без этой способности человек слаб и беспомощен. Э. В. Ильенков называет это способностью суждения или силой рассудка: «Недостаток способности суждения есть собственно то, что называют глупостью; против этого недостатка нет лекарств. Тупой или ограниченный ум, которому недостаёт достаточной силы рассудка, может, однако, с помощью обучения достигнуть даже учёности. Но так как вместе с этим подобным людям недостаёт

¹⁶⁸ Разумовский В. Г., Майер В. В., Варакина Е. И. ФГОС в действии: исследования учащихся как средство овладения методами научного познания явлений природы и техники // Физика в школе. 2013. № 3. С. 13–27. EDN RKYVDV.

способности суждения, то не редкость встретить учёных мужей, которые применяя свою науку, на каждом шагу обнаруживают этот непоправимый недостаток»¹⁶⁹.

Формированию умений школьников использовать научный метод познания посвящена, в частности, диссертация Ю. В. Масленниковой¹⁷⁰, в которой разработана методическая система обучению физике в основном и дополнительном образовании. Главное достоинство этой системы не в том, что она позволяет освоить школьнику курс физики, или отдельные умения, а в том, что вооружает ученика научным методом познания как действенным инструментом, который «не затупится» даже тогда, когда физические знания, будучи невостребованными, могут быть забыты.

Выше было сказано, что нормы мышления можно ошибочно понимать как ограничения, выход за которые запрещается. На самом деле всё наоборот: некоторые нормы представляют из себя правила, облегчающие выход за имеющиеся стереотипы и шаблоны мышления. Иными словами, существуют нормы выхода за нормы или общие шаблоны выхода за шаблоны, представляющие собой способы замещения озарения и интуиции планомерными алгоритмическими мыслительными операциями.

Один из известных популяризаторов идеи развития мышления Де Боно Э., описывая созданную им систему развития нешаблонного (синоним творческого – прим. автора) мышления, пишет: мышление – вопрос не только интеллекта, но навык, которому можно непосредственно обучить. Слишком мало людей знает, что новые методы мышления существуют и уже много лет успешно используются»¹⁷¹. Как видно из цитаты, Э. де Боно предлагает развивать нешаблонное мышление, но, по сути, своими предложениями он лишь расширяет рамки шаблонного мышления, предлагая новые шаблоны «второго порядка», что,

¹⁶⁹ Ильенков Э. В. К вопросу о понятии «деятельность» и его значении для педагогики // Вестник Моск. ун-та. Сер. 20. Педагогическое образование. 2013. С. 94.

¹⁷⁰ Масленникова Ю. В. Формирование умений учащихся использовать научный метод познания в системе основного и дополнительного физического образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Нижний Новгород, 2019. 381 с.

¹⁷¹ Де Боно Э. Почему мы такие тупые? СПб.: Питер, 2009. С. 8.

впрочем, нисколько не уменьшает практической значимости предлагаемых Э. де Боно приёмов.

Типичные мыслительные ложные стереотипы, возникающие в школьном обучении, рассматривались В. В. Лаптевым и Л. А. Ларченковой¹⁷², а более конкретно при решении физических задач – Л. А. Ларченковой¹⁷³. Эти стереотипы формируются бытовыми ошибочными представлениями и мешают научному пониманию происходящих процессов. А. Н. Крушельницкий, В. В. Лаптев, Л. А. Ларченкова границы между стихийными ложными представлениями и научными знаниями называют познавательными барьерами: «Под понятием «познавательный барьер» мы будем понимать затруднение, мешающее достижению учеником запланированных результатов обучения»¹⁷⁴. В качестве индикаторов наличия познавательных барьеров они выделяют «бессознательное, регулярное и массовое воспроизведение обучающимися типичных ошибок в мыслительной деятельности, высказывание ими схожих заблуждений»¹⁷⁵.

В результате выделения частоты проявления познавательных барьеров в научно-методической литературе авторы выделили три основных типа познавательных барьеров, два из которых связаны с недостаточной развитостью у школьников «норм» мышления: барьеры исходного познавательного опыта и барьеры формируемого познавательного опыта».

Барьеры исходного познавательного опыта связаны с отсутствием у обучающихся сформированных на должном уровне мыслительных и логических операций. Например, запись второго закона Ньютона в виде формулы « $F=ma$ » ложно трактуется

¹⁷² Лаптев В. В., Ларченкова Л. А. Феномен психолого-познавательных барьеров и его значение в современном школьном обучении // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. 2016. № 182. С. 5–18. EDN ZMMRUD.

¹⁷³ Ларченкова Л. А. Решение физических задач как средство диагностики и преодоления психолого-познавательных барьеров при изучении физики // Физическое образование в ВУЗах. 2012. Т. 18, № 2. С. 58–70. EDN OYGBPJ.

¹⁷⁴ Крушельницкий А. Н., Лаптев В. В., Ларченкова Л. А. Обзор представлений и классификации познавательных барьеров и misconceptions, возникающих при изучении физики // Научное мнение. 2020. № 12. С. 12. DOI: 10.25807/PVN.22224378.2020.12.10.22. EDN MNIQPM.

¹⁷⁵ Там же. С. 13.

учениками как зависимость силы от величины ускорения, тогда как сила не следствие ускорения, а наоборот: ускорение является следствием действия силы.

Барьеры формируемого познавательного опыта проявляются в стереотипности мышления, в неумении применять сформированные действия в новой ситуации. Например, решив несколько задач на нахождение ускорения тела при движении с трением, ученик сталкивается с ситуацией, когда в ответе под действием трения тело должно двигаться в другую сторону от направления толкающей его силы, что невозможно. Если ученик не догадается силу трения скольжения заменить на силу трения покоя, то он не сможет решить задачу.

М. С. Красин предлагает систему принципов научной методологии организации деятельности, по сути, представляющей обобщённые шаблоны, подходы к преодолению подобного рода барьеров, возникающих при решении задач¹⁷⁶.

Первая группа принципов, позволяющих выбрать стратегию деятельности: объяснения, причинности, системности, развития.

Вторая группа принципов, направленных на оптимизацию деятельности: простоты, симметрии и сохранения, относительности.

Третья группа принципов, выступающих в качестве критериев коррекции деятельности: согласия с практикой, соответствия.

Не вдаваясь в объяснение каждого из выделенных им принципов, отметим, что результативность каждого из них автором показывается на конкретных примерах – задачах по физике. Объяснение автором этих принципов и иллюстрация их использования для устранения интеллектуальных затруднений ученика показывает, что эти принципы являются не чем иным как нормами мышления, которые, подобно набору гаечных ключей, применяются в соответствии с размерами и конфигура-

¹⁷⁶ Красин М. С. Обучение школьников системе принципов научной методологии (методологический и дидактический аспекты) // Школьные технологии. 2014. № 1. С. 37. EDN RXXHQX.

цией интеллектуальных «гаек», в роли которых выступают познавательные барьеры.

М. С. Красин поясняет: «Важно, чтобы при этом изучаемые методологические нормы не выглядели в представлениях учащихся дополнительно навязанными учителем требованиями, а принимались ими как полезные рекомендации и подсказки, как советы, направленные, в первую очередь, на упрощение и оптимизацию конкретной проблемной ситуации, чтобы их практическая ценность была очевидна для учащихся»¹⁷⁷.

Ярким примером успешного использования шаблонов для решения творческих задач можно назвать теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ), разрабатываемую Г. С. Альшуллером¹⁷⁸. Предлагаемый им обобщённый набор приёмов облегчает изобретателю поиск нестандартных решений технической задачи.

Другого рода нормы мышления, называемые фреймами, рассматривает в своих работах А. М. Лозинская¹⁷⁹. Фреймы – обобщённые мыслительные структуры, обладающие способностью заполняться различным содержанием, объединённым этой структурой по некоторым важным признакам: фреймовый способ структурирования учебной информации основывается на выявлении существенных и стереотипных связей между элементами знания и создании достаточно «жесткой», интегративной, информационно ёмкой и универсальной структуры для систематизации и представления содержания обучения. Человек мыслит, в основном, фреймами – как наработанными в процессе своего развития шаблонами знаний и сценариев деятельности, в

¹⁷⁷ Красин М. С. Обучение школьников системе принципов научной методологии. Методический аспект // Школьные технологии. 2014. № 2. С. 82–83. EDN SGZSAR.

¹⁷⁸ Альшуллер Г. С. Найти идею: введение в ТРИЗ-теорию решения изобретательских задач. 3-е изд. Москва: Альпина Паблишерз, 2010. 401 с. ISBN 978-5-9614-1261-1. EDN QMGRUN.

¹⁷⁹ Лозинская А. М. Вопросы развития системного мышления в процессе электронного обучения: дифференционно-интеграционный подход // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21, № 3. С. 409–421. EDN XTERYD.

том числе умственной (установившимися, многократно использованными концептами)¹⁸⁰.

Как пишет А. М. Лозинская, «Поступающая в мозг новая информация вначале сравнивается с имеющимися в памяти образцами ментального опыта (концептами схем, фреймами), анализ признаков сложного объекта ведет или к активации фрейма, или выбирается ближайший по сходству основных признаков концепт, рядом с которым нейроны мозга начинают формировать новую структуру. Использование фреймов для представления структуры знаний позволяет установить общие системные признаки сходства формируемой когнитивной схемы с другими областями знаний / опыта деятельности и применять разработанный фрейм в дальнейшем для формирования новых концептов ментального опыта. Таким образом, обучающиеся получают образец стратегии мышления в виде схемы анализа информации, которую смогут использовать в интеллектуальной деятельности»¹⁸¹.

Образно фрейм можно представить стеллажом для хранения и использования вещей, ячейки которого различны по размерам, так как сделаны под разные предметы разной величины и конфигурации. Вещи, находящиеся в нём, можно менять (т. е. менять содержание концепта), но на полку, предназначенную для чемодана, можно положить что такого же размера (ноутбук, например), а на место для удочки – другой предмет таких же конфигураций (гардину, например). Цель такого шкафа-концепта – максимально компактная и удобная компоновка разных предметов. Однажды произведённая раскладка разномастных предметов по местам позволяет их хозяину каждый новый набор предметов раскладывать всё быстрее, а при необходимости – быстрее находить эти предметы для использования.

Совершенно разные предметы в каждом наборе при суммировании всякий раз будут составлять единое целое, имеющее одно и то же свойство для всех наборов (в нашем примере, они

¹⁸⁰ Гофман И. Анализ фреймов: эссе об организации повседневного опыта: пер. с англ. / под ред. Г. С. Батыгина, Л. А. Козловой. М.: Институт социологии РАН, 2003. 752 с.

¹⁸¹ Лозинская А. М. Вопросы развития системного мышления в процессе электронного обучения: дифференционно-интеграционный подход // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21. № 3. С. 415. EDN XTERYD.

будут максимально плотно занимать предоставленный объём). Такая достаточно грубая аналогия показывает главное достоинство фреймов: когнитивная схема фрейма содержит знание о знаниях, позволяющее эти знания быстро «упаковывать» и находить для использования в требуемый момент, причём наборы упаковываемых знаний могут и меняться.

Несомненно, что все идеальные модели, так или иначе выступающие в роли мыслительных шаблонов, можно разместить на некоторой шкале по степени их обобщённости. На левом краю шкалы – шаблоны, позволяющие решать класс каких-то конкретных задач (например, физические задачи, решаемые с использованием законов сохранения энергии), на другом – мировоззрение как наиболее обобщённая и всеобъемлющая модель мира и себя в сознании человека. Формирование убеждений и ценностей личности складываются в обобщённую мировоззренческую позицию субъекта, которая проявляется в его деятельности во всех аспектах, в том числе, в повседневной жизни¹⁸².

Формирование мировоззрения как самой общей нормы является задачей как обучения, так и воспитания. Мировоззрение как мост соединяет, с одной стороны, знания, а с другой – ценности, морально-нравственные внутренние установки. С. И. Гессен считал, что выработка человеком собственного мировоззрения является основной задачей образования. Он считал, что «образование и есть не что иное, как образование мировоззрения, идущее параллельно с развитием личности»¹⁸³.

Проблема мировоззрения школьников глубоко и серьёзно рассматривалась в советское и раннее постсоветское время. В учебнике педагогики под редакцией В. А. Сластёнина отмеча-

¹⁸² Последующий фрагмент, связанный с обсуждением мировоззрения, содержит материал, представленный нами в главе коллективной монографии: Усольцев А. П., Шамало Т. Н., Сон Л. Д. Формирование научного мировоззрения школьников - новые вызовы // Понятийный аппарат педагогики и образования: коллективная монография. Екатеринбург: [б.и.], 2019. С. 181–192. EDN LKXUCP.

¹⁸³ Абрамова Л. Г. С. И. Гессен: мировоззрение и личность - задача образования // Вестник СамГУ. 1995. № 64.1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/s-i-gessen-mirovozzrenie-i-lichnost-zadacha-obrazovaniya> (дата обращения: 11.10.2018).

ется, что «одной из ведущих задач воспитания базовой культуры личности является формирование мировоззрения школьников. Мировоззрение представляет собой целостную систему научных, философских, социально-политических, нравственных, эстетических взглядов на мир (т.е. на природу, общество и мышление)»¹⁸⁴.

Причём мировоззрение, складывающееся у человека, выходит далеко за рамки познавательной деятельности и когнитивных аспектов, а становится важнейшим фактором, влияющим на социальные отношения человека, определяющим его принадлежность к тем или иным общественным стратам. Н. В. Шаронова отмечает: «Мировоззрение – это система общественных взглядов о мире, о месте человека в нём»¹⁸⁵. Оно находит своё отражение в личном мировоззрении отдельного человека, «которое индивидуализируется, но сохраняет ключевые положения мировоззрения той общественной группы, в которую этот человек входит»¹⁸⁶. Именно это мировоззрение формирует мотивационные установки и убеждения личности, определяет её деятельность в многообразных возникающих жизненных ситуациях. В этом аспекте принцип нормирования смыкается с принципом субъектности, так как человек в случае стоящего перед ним выбора, в первую очередь примеряет возможные варианты действий со своими мировоззренческими установками.

Процесс формирования мировоззрения школьников с учётом их возрастной готовности описан С. И. Гессеном.

Сначала школьник, только-только осознавший собственное «Я», должен осознать проблематику мировоззрения как духовной среды. Эта среда не должна быть безразличной, занятой исключительно обучением, но и не должна быть нетерпимой, она должна быть проникнутой любовью, мы бы сказали, что она должна быть доброжелательной и дружелюбной, чего нашей

¹⁸⁴ Слостенин В. А., Исаев И. Ф., Шиянов Е. Н. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / под ред. В. А. Слостенина. М.: Издательский центр «Академия», 2002. С. 365.

¹⁸⁵ Шаронова Н. В. Методика формирования научного мировоззрения учащихся при обучении физике: учебное пособие по спецкурсу для студентов педвузов. М.: МП «МАР», 1994. С. 6.

¹⁸⁶ Там же.

школе в погоне за достижениями в олимпиадах и конкурсах, баллами ЕГЭ катастрофически не хватает.

В период юности молодой человек осознал самого себя, отдельного от объективного окружающего мира. Теперь его задача – установление взаимодействия своего «я» с этим миром. В это время, как считает С. И. Гессен, интерес ученика направлен на учителя, которого он ищет в качестве образца такого взаимодействия. Но он подчёркивает, что самым плохим вариантом было бы навязывание учителем своего мировоззрения как непогрешимой догмы.

Далее молодой человек должен «почувствовать проблематику бесспорных научных теорий», он должен пережить «когнитивные эмоции», без которых «не бывает глубокого усвоения, а ведь только глубоко усвоенная мысль может заставить и думать, и жить иначе»¹⁸⁷.

Мировоззренческих установок, к которым в итоге приходит взрослеющий человек, немного, основные из них – религиозное мировоззрение и научное мировоззрение. Термином «обыденное мировоззрение» чаще характеризуют отсутствие явного предпочтения одному из двух вышеназванных мировоззрений. У среднестатистического человека чаще всего наблюдается причудливое сочетание разных типов мировоззрения: он может быть верующим, профессионально заниматься археологией, но при этом верить в астрологию.

Основной акцент при решении проблем формирования мировоззрения традиционно делался на естественнонаучные дисциплины – физику и астрономию. Классическими работами в этом направлении являются работы В. Н. Мощанского¹⁸⁸, В. Г. Разумовского, В. В. Майера¹⁸⁹ и др. Цикл научного позна-

¹⁸⁷ Абрамова Л. Г. С. И. Гессен: мировоззрение и личность - задача образования // Вестник СамГУ. 1995. № 64.1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/s-i-gessen-mirovozzrenie-i-lichnost-zadacha-obrazovaniya> (дата обращения: 11.10.2018).

¹⁸⁸ Мощанский В. Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. М.: Просвещение, 1989. 192 с.

¹⁸⁹ Разумовский В. Г., Майер В. В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. М.: Владос, 2004.

ния, ранее рассмотренный нами как норма, необходимая к формированию в школе, является базисом научного мировоззрения.

Больше внимания методологическому аспекту формирования мировоззрения в учебном процессе уделяется в исследовании Н. В. Шароновой, которая определяет следующие компоненты научного мировоззрения, подчёркивая при этом условность такого деления: материальность мира, диалектика природы, процесс познания¹⁹⁰.

Материальность мира определяется Н. В. Шароновой на основе следующей группы обобщений: объективность окружающего мира, многообразие форм движения материи, неисчерпаемость материи и движения, взаимосвязь материи и движения, несотворимость и неуничтожимость материи и движения. Диалектика природы раскрывается через демонстрацию взаимообусловленности явлений природы, законов диалектики и единства материального мира. Процесс познания организуется таким образом, чтобы формировать у школьника категории истины, познаваемости мира, обеспечить усвоение основных закономерностей процесса познания.

Нельзя сказать, что формирование научного мировоззрения – привилегия естественнонаучных дисциплин. Формированию мировоззрения школьников в гуманитарных дисциплинах также посвящено немало работ. Можно указать работу Е. В. Андриюшиной, посвящённую формированию мировоззрения на уроках истории¹⁹¹, В. И. Козлов рассматривает развитие мировоззрения на уроках изобразительного искусства¹⁹². А. Б. Палкин, Б. В. Антонов предлагают решать проблемы формирования

¹⁹⁰ Шаронова Н. В. Методика формирования научного мировоззрения учащихся при обучении физике: учебное пособие по спецкурсу для студентов педвузов. М.: МП «МАР», 1994. 183 с.

¹⁹¹ Андриюшина Е. В. Пути формирования научного мировоззрения на уроках истории (из опыта работы по авторской методике) // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 7.

¹⁹² Козлов В. И. Формирование мировоззрения учащихся на уроках изобразительного искусства в общеобразовательных учреждениях // Молодой учёный. 2016. № 7 (111). С. 111–116.

мировоззрения у младших школьников средствами Интернета¹⁹³.

Представленный перечень работ далеко не полон, он лишь частично показывает многообразие и многоаспектность подходов к проблеме формирования мировоззрения. Но при всём многообразии предложенных авторами путей, средств и методов по формированию мировоззрения, можно увидеть инвариант: в процессе учебной деятельности учащиеся обязательно выводятся на некий шаблон деятельности, оценки поступающей информации, формирующий когнитивно-репрезентативные фильтры «нулевого» наиболее общего порядка – «нормы всех норм». Понимание объективности, познаваемости и неисчерпаемости окружающего мира, категории истины, усвоение основных закономерностей процесса познания в любой деятельности и при оценке любой информации позволяют человеку из всего спектра вариантов выбора отсекается очевидно «тупиковые» пути.

В итоге мы можем сделать вывод, что принцип нормирования имеет целью формирование у школьников мыслительных норм, шаблонов, которые они в своей дальнейшей деятельности смогут применять в качестве универсальных когнитивных инструментов в любой области.

Основные пути нормирования мышления можно указать следующие:

обучение школьников логическим действиям (анализ, синтез, сравнение, обобщение, классификация, систематизация, индукция, дедукция, абстрагирование и др.), и операциям;

освоение школьниками содержания математики и норм языка (как родного, так и иностранного);

обучение способам преодоления познавательных барьеров, позволяющих алгоритмизировать творческие задачи (приёмы решения задач, технологии ТРИЗ);

¹⁹³ Палкин А. Б., Антонов Б. В. Формирование основ научного мировоззрения младших школьников в образовательно-воспитательном пространстве Интернета // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2016. № 2 (35). С. 258–261.

использование знаковых моделей (блок-схем, фреймов), которые ученики при необходимости смогут «наполнять» новым содержанием;

освоение школьниками научного метода познания;

и, наконец, формирование научного мировоззрения, как нормы качественно нового уровня, возникающего в результате целостного результата движения по всем вышеуказанным путям.

2.6. Принцип творчества

Обсуждая систему принципов развития мышления, мы установили, что учёт принципа творчества необходим для успешного формирования воображения как неотъемлемой характеристики мышления, без которой оно просто не может существовать. Но пути реализации этого принципа связываются не столько с воображением, сколько с организацией творческой деятельности, в которой это воображение должно проявляться и развиваться. Возникают новые вопросы: а в чём специфика творческого мышления, которое призвано «обслуживать» эту творческую деятельность?

Творческое мышление и творческая деятельность, хотя и тесно взаимосвязаны между собой, но не являются однозначно взаимообусловленными категориями, как это может показаться. Творческой деятельностью можно заниматься и при полном отсутствии творческого мышления (хотя правильнее было бы сказать «при отсутствии творческих способностей»), и при этом эта деятельность не перестанет быть творческой. Вопрос – а каков результат этой деятельности и какова новизна полученного продукта? – в данном случае неважен, так как находится вне контекста обсуждения процесса, а относится к конечному результату. Точно так же можно иметь творческое мышление, которое никак не проявляется в деятельности, хотя бы по причине отсутствия мотивации субъекта к ней или при неподходящих для этого условиях. Можно поспорить с определением творчества, данным Р. Гуттом, считающим, что «творчество есть продуктивная мыслительная деятельность, приносящая нетривиальный ре-

зультат»¹⁹⁴. А если сама деятельность была творческой (т. е. проблема решалась совершенно неожиданным и оригинальным способом), а результат получился тривиальным, то можно ли отказывать такой деятельности в её творческом характере? Возможна и обратная ситуация, когда репродуктивная деятельность неожиданно приводит к нетривиальному результату (ловили селёдку, а выловили латимерию, считавшуюся давно вымершей). Можно ли такую деятельность считать творческой?

Творчество, творческая деятельность, творческое мышление, при поверхностном анализе кажутся совершенно очевидными категориями, интуитивно понятными каждому: кто не сможет творческую деятельность отличить от нетворческой? Но как только мы попытаемся отделить тот компонент из деятельности и мышления, который и делает их творческими, то увидим, что задача далеко не так проста, как казалось вначале.

Сначала рассмотрим понятие творческого мышления. Между мнениями по поводу творческого мышления существует наибольшая поляризация: от точки зрения, что творческое мышление – это дар божий, неуловимый и неизмеримый, до отрицания необходимости его выделения в отдельный вид.

Первую точку зрения мы не рассматриваем по понятным причинам, а обратимся сразу ко второй. Представителем, последовательно и аргументированно отстаивающим эту точку зрения, можно назвать Н. И. Чернецкую. Она доказывает, что творческое мышление – это наивысшее проявление всех имеющихся характеристик мышления и его неотъемлемая черта, а потому в отдельных измерениях и дефинициях оно не нуждается. В своей аргументации она пишет: «Если мышление обладает свойствами пространственно-временной свободы и безлимитности, является интермодальным и в своей интенсивности зависит от внутренней активации субъекта, то творческое мышление должно обладать этими же характеристиками в максимальной степени. Творческое мышление характеризуется максимальной свободой в преодолении пространства и времени и в оперировании ими при решении конкретных задач, оно является максимально син-

¹⁹⁴ Гут Р. О творчестве в науке и технике // Вопросы психологии. 2007. № 07'2. С. 130. URL: voppsy.ru/authors25/GOOTR.htm.

тетичным, максимально обобщенным по отношению к конкретным образам и сенсорным переживаниям и основано на максимальной субъективной активации, без которой оно вообще не может развертываться. Именно эти его характеристики мы находим практически в любом его описании»¹⁹⁵.

Если переформатировать это утверждение на «язык» рассматриваемых нами принципов, то получается следующее утверждение: учёт принципов субъектности (как мотивации, пространственно-временной свободы, безлимитности) и наглядности (как обобщённости к конкретным образам и сенсорным переживаниям) рождает и творческое мышление, а следовательно, принцип творчества является излишним.

Далее свою аргументацию она подкрепляет ссылками на С. Л. Рубинштейна: «С. Л. Рубинштейн указывает не только на единство наглядных, образных и словесно-логических форм мышления, но и на единство их всех с теоретическими и практическими формами мышления, так что сама сущность обеих последних классификаций сливается. Таким образом, можно утверждать, что в структуре творческого мышления как интегрального психического образования все качественно разные по содержанию и по цели виды мышления сливаются воедино. Степень их слаженности во многом определяет целостные характеристики функционирования мышления вообще и творческого мышления как его высшей формы в частности»¹⁹⁶.

Безусловно, что мышление едино, но нельзя согласиться с утверждением, что вследствие этого творческий аспект мышления, называемый творческим мышлением – это всего лишь интегральная сумма других аспектов / видов мышления. Получается, что в мышлении, хотя оно и едино, мы, тем не менее, в некоторых ситуациях считаем целесообразным выделение наглядных, образных, теоретических, практических и других форм мышления, а творческому мышлению мы в таком праве отказываем, так как оно «частями» присутствует в других видах мыш-

¹⁹⁵ Чернецкая Н. И. Творческое мышление как высшая форма мышления // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. 2009. № 2. С. 226. EDN KHMХMF.

¹⁹⁶ Там же. С. 227.

ления. Но так же можно сказать и про любой другой вид мышления, что он в отдельном выделении не нуждается, так как в совокупности присутствует во всех других, но, тем не менее, эти виды мышления мы выделяем отдельно.

В соответствии с системным подходом совокупность элементов ещё не является системой, а станет ей только в том случае, если в сумме будет давать новое качество, не имеющееся ни у какого из её элементов по отдельности. Поэтому совокупность всех видов мышления должна в объединении давать новое качество, которое и нужно выделить как ключевую и специфичную характеристику творческого мышления, не имеющуюся у всех остальных, выступающую в качестве структурного элемента мышления. И только после такого выделения можно изучать эту специфику.

Столь детальное обсуждение работ Н. И. Чернецкой сделано по следующим причинам: во-первых, весьма показательна сама попытка исключить творческое мышление из видов мышления, ведь ни одной подобной попытки по отношению к другим видам мышления не наблюдается, что доказывает особый статус творческого мышления и особое отношение к нему исследователей; во-вторых, движение от противного позволяет найти более убедительную аргументацию своей точки зрения; а в третьих, в работах Н. И. Чернецкой указываются особенности и обсуждаются ключевые свойства творческого мышления, такие как «особая роль субъекта познания и вероятностное прогнозирование как основная функция» (ссылка на А. В. Брушлинского¹⁹⁷), что «оно характеризуется максимальной свободой в преодолении пространства и времени и в оперировании ими при решении конкретных задач», творческое мышление является «универсальным психическим свойством, присущим в потенциале всем людям (в отличие от его объяснения как уникального феномена, связанного с талантом и т. п.)»¹⁹⁸. Интересно, что сам автор как

¹⁹⁷ Брушлинский А. В. Субъект: мышление, учение, воображение. Воронеж: Институт практической психологии, 1996. 392 с. (Избранные психологические труды в 70-ти томах). ISBN 5-87224-107-0. EDN TERKXV.

¹⁹⁸ Чернецкая Н. И. Творческое мышление как высшая форма мышления // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. 2009. № 2. С. 230. EDN KHMXXMF.

раз пытается доказать отсутствие этих особенностей, утверждая, что «интегральная концепция творческого мышления позволяет понимать его в нескольких качествах: как высший уровень развития мышления; как максимальную форму развёртывания всех мыслительных функций; как механизм интеграции различных видов мышления в его структуре; как совокупность наиболее совершенных механизмов мыслительной деятельности»¹⁹⁹.

В известной схеме движения мысли при решении творческой задачи, предложенной Б. М. Кедровым²⁰⁰, ключевое место занимает «трамплин», позволяющий преодолевать познавательно-психологический барьер, стоящий на пути решения проблемы. «Триггером», включающим работу такого барьера, может быть (и всегда является) случайное событие: чья-то фраза, стечение мыслей, событие и пр. Но случайные события происходят с нами непрерывным потоком, поэтому появление нужной случайности вовсе не случайно: ведь субъект готов к «озарению», ему нужен последний малозаметный толчок, который рано или поздно происходит. Творческое мышление означает готовность к такому толчку, которую не даёт никакой другой тип мышления, сколь бы развитым он не был. Единственное, чего можно добиться без творческого мышления, но с «мега развитыми» другими видами мышления – это необычайно быстро добраться до познавательно-психологического барьера, а потом оставаться там сколь угодно долго.

Как видим, Н. И. Чернецкая в итоге рассматривает творческое мышление как своего рода «вершину айсберга», выступающую над водой, ничем не отличающуюся по своему составу от основной, скрытой под водой массы льда. И воображение или какие-то другие особенности творческого мышления даже не упоминаются. Но сколько ни развивай формально-логическое мышление, творческое мышление от этого развиваться не будет, и подтверждением этому является массовая практика. Как отме-

¹⁹⁹ Чернецкая Н. И. Изучение творческого мышления как результата интеграции различных видов мышления посредством однофакторного дисперсионного анализа // Сибирский педагогический журнал. 2011. № 3. С. 272. EDN PEYUNCL.

²⁰⁰ Кедров Б. М. О теории научного открытия // Научное творчество. М.: Наука, 1969. С. 78–82.

чает В. С. Ротенберг, «среднее образование целиком построено на развитии формально-логического мышления, способности формировать однозначный контекст. И чем более прикладывается к этому усилий, тем труднее потом выйти из рамок однозначности»²⁰¹.

Противоположной точки зрения придерживается Э. де Боно, который вводит понятие нешаблонного мышления (как указано в примечании к переводу, автор использует термины «lateral» и «vertical thinking»), которые являются неологизмами и по смыслу наиболее близки к терминам «нешаблонное» и «шаблонное мышление», принятым в переводе²⁰²): «В университетах владычествуют история, эрудированность и анализ. Они имеют свою цену и свое место. Но равный акцент должен быть сделан и на конструктивном, творческом мышлении. Знаний недостаточно. Созидание ценностей нуждается в другом типе мышления»²⁰³.

Творческое мышление, по мнению Э. де Боно, является особой разновидностью нешаблонного мышления, охватывающего более широкую область. Различие между шаблонным и нешаблонным мышлением состоит в том, что при шаблонном мышлении логика управляет разумом, тогда как при нешаблонном она его обслуживает.

Вернёмся к описанному нами ранее известному приёму Э. де Боно «Шесть шляп»²⁰⁴. Среди всех шляп, означающих разные аспекты мышления, нас в обсуждаемом контексте интересует зелёная шляпа, символизирующая творчество. Человек в этой шляпе должен быть направлен на поиск новых идей решения обсуждаемой проблемы и всевозможных альтернатив. Эта шляпа в какой-то степени является антиподом чёрной шляпы, означающей критическое мышление: если зелёная шляпа направлена на созидание, на наведение новых мостов, то чёрная шляпа означает разрушение, устранение путей, кажущихся ненадёжными.

²⁰¹ Ротенберг В. С. Мозг. Стратегия полушарий // Наука и жизнь. 1984. № 6. С. 57.

²⁰² Де Боно Э. Рождение новой идеи. М.: Издательская группа «Прогресс», 1976.

²⁰³ Де Боно Э. Почему мы такие тупые? СПб.: Питер, 2009. С. 4.

²⁰⁴ Там же. С. 55–60.

Но какие пути и альтернативы могут иметься ввиду, если говорить не о деятельности, а о самом процессе мышления? А так как мышление оперирует образами и понятиями (в терминологии Э. де Боно можно назвать это шаблонами), то творчество в этом смысле понимается как выход из «плена» образов и сложившихся понятий, что неизбежно приводит нас к термину «воображение». При этом акцентируется не та функция воображения, которая нами неосознанно выполняется при сопряжении образов и понятий между собой, а та, которая связана с осознанными попытками оторваться не только от внешней реальности, но и от её внутренних ментальных моделей, «живущих» в нашей голове. Именно такое воображение никак не может появиться путём сложения других шляп, каких бы больших размеров они не были. И хотя, если продолжать эту аналогию, в каждой шляпе есть немного зелёных нитей, и без этих нитей каждая из шляп просто развалится, но из этих нитей нельзя сшить отдельную зелёную шляпу.

Таким образом мы приходим к выводу, который нами «авансом» был вынесен в формулировку принципа творчества в первой главе: творческое мышление характеризуется наличием воображения как *способности к созданию внутренних ментальных моделей, не связанных с внешним миром (хотя и обусловленных им)*.

Но и в шляпе творчества тоже есть нити других цветов, без которых её невозможно сшить. Воображение, пытаясь создать свой, новый мир, не может не отталкиваться от имеющихся миров, и не может не использовать имеющиеся мыслительные инструменты. Поэтому у воображения есть свои инструменты: метафоры и модельные аналогии. Они являются компромиссом между желанием оторваться от действительности и необходимостью сохранения связей с ней. Наиболее далёкие «отрывы» от реальности называются фантазиями. Но как у атмосферы нет чётко обозначенной границы, за которой начинается космос, так и для фантазии нет чётких критериев, которые могли бы дать однозначную информацию – какая фантазия является полезной, а какая уже свидетельствует о возможных умственных девиациях.

Но если от творческого мышления перейти к творческой деятельности, то у фантазии появляется такой критерий полезности – если фантазия приводит к цели, то она полезна, если фантазирование, вместо того чтобы решать проблемы, только создаёт новые, то оно вредно.

Фантазия художника, иногда вызванная его изменёнными состояниями, приводит его к созданию произведений, похожих на бред, но при этом автор обретает известность, а порой славу и богатство. Тогда, «задним числом», бред перестаёт быть бредом, так как он позволяет автору весьма успешно решать свои реальные проблемы, причём общественно позитивным способом. Иногда бред объявляется шедевром, а иногда им действительно является. Но совсем по-другому оценивается фантазия пьяного врача или водителя, которая может привести к непоправимым последствиям, связанным с полным отрывом фантазий субъекта от реальной действительности.

Первый способ описания систем – структурный, нами уже рассмотрен на приёме «Шести шляп». Второй способ – функциональный. Функция творческого мышления – обеспечение творческой деятельности, как деятельности, которая раньше субъектом не выполнялась и алгоритм которой ему неизвестен.

Для понимания творческой деятельности мы снова обратимся к Э. де Боно. Он вполне обоснованно утверждает, что под мышлением мы чаще всего понимаем достаточно простую процедуру узнавания, развитую в целую теорию. В качестве доказательства он приводит следующий пример: компьютер вычислил все возможные способы одеться при использовании одиннадцати предметов одежды. Это заняло у него сорок часов непрерывной работы, и он нашёл 39 916 800 способов. А далее Э. де Боно объясняет, почему же человек тратит на эту процедуру всего несколько минут. Причина в том, что мозг обрабатывает информацию и формирует паттерны, которые затем и использует: «Когда паттерн сформирован, все, что нужно сделать, – это запустить его, после чего каждый следующий шаг дается без мышления»²⁰⁵. Иными словами, наш разум применительно к деятельности не сильно утруждает себя мышлением, он находит

²⁰⁵ Де Боно Э. Почему мы такие тупые? СПб.: Питер, 2009. С. 24.

нужный ему имеющийся алгоритм действий – паттерн, а затем уже на условных рефлексах бездумно «катится по рельсам» к конечной цели. Воображение в этом случае, казалось бы, совершенно не требуется.

Такое поведение объясняется особым рода теорией, называемой теорией распознавания. Эта теория хорошо работает для создания алгоритмов, необходимых машине для анализа окружающих предметов: письменного текста и устной речи человека при переводе в электронный вид, узнавание людей и предметов для автопилота автомобиля и пр.

Эта теория, в отличие от большинства других теорий, построена не на формальной линейной логике, являющейся основой кибернетического подхода, а на логике вероятности и случайности, определяющей поведение синергетических систем. Как отмечает Д. С. Чернавский, «теория распознавания образа преследует те же цели, что и все другие теории – прогноз поведения наблюдаемого объекта. В остальном – это теория особого типа. В ней отсутствует аксиоматика и логика, вместо этого используются прецеденты»²⁰⁶.

В основе теории лежит достаточно тривиальное, на первый взгляд, утверждение: «Если наблюдаемый объект “похож” на уже известный, то его поведение будет сходно с поведением прототипа»²⁰⁷. В действительности, несмотря на внешнюю простоту, это утверждение является вполне достаточным для объяснения многих особенностей мыслительного процесса. В самом простом пересказе процесс узнавания свойств нового, неизвестного нам объекта познания в соответствии с этой теорией объясняется следующим образом.

Набор уже известных прецедентов представляет собой обучающее множество; набор объектов (или явлений), которые нам необходимо понять, распознать сравниваются с уже известными прецедентами, обозначается как экзаменуемое множество.

Существует алгоритм – решающее правило, позволяющее отнести экзаменуемый (изучаемый, определяемый) объект к од-

²⁰⁶ Чернавский Д. С. Синергетика и информация: динамическая теория информации. М.: Наука, 2001. С. 171.

²⁰⁷ Там же.

ному из классов обучающего множества. Если это удалось, то объекту нашего познания мы присваиваем все свойства уже известного соответствующего прецедента.

Если мы первый раз видим тигра, то мы определяем его как «очень большую кошку», так как из всех имеющихся у нас шаблонов-образов животных внешний вид кошки наиболее близок к внешнему виду тигра. А далее мы считаем, что если тигр похож на кошку, то он имеет такие же свойства, что во многом действительно так.

Как видим, теория распознавания хороша тем, что из процесса понимания объекта изучения она позволяет почти исключить воображение. Это позволяет машине правильно распознавать объекты, ориентироваться в окружающем мире. Создаётся иллюзия того, что машина научилась думать, познавать и принимать решения. Но всё это хорошо работает только тогда, когда существует решающее правило, и когда в наборе прецедентов есть подходящие. Если этого нет, то машина не справляется с заданием. Конечно, можно так составить программу, что в этом случае программа будет создавать новый прецедент. Но и в этом случае программа работает в рамках описанного для неё паттерна, и когда возникнет не описанная программой ситуация, машина «зависает». Но человек в отсутствии паттерна «не зависает», а начинает действовать спонтанно, без всякого на то алгоритма. Не факт, что сделанный им выбор окажется успешным, но он делает этот выбор и продолжает двигаться к намеченной цели. Деятельность без алгоритма и является творческой деятельностью. Воображение применительно к деятельности, а не к собственно процессу мышлению, проявляется и заключается в том, чтобы «генерировать» новые маршруты, представлять несуществующие траектории своих действий и воображать конечный результат. Важнейшая характеристика воображения, о которой почти не говорится, заключается в его стохастичном, вероятностном характере, а не только в том, что он отрывается от действительности.

В концепции Дж. Гилфорда выделены шесть параметров креативного мышления (креативность понимается Дж. Гилфор-

дом как универсальная познавательная творческая способность)²⁰⁸:

- 1) способность к обнаружению и постановке проблем;
- 2) способность к генерированию большого числа идей;
- 3) гибкость – способность продуцировать разнообразные идеи;
- 4) оригинальность – способность отвечать на раздражители нестандартно;
- 5) способность усовершенствовать объект, добавляя детали;
- б) способность решать проблемы, т. е. способность к анализу и синтезу.

Как видно, половина (2, 3, 4) параметров творческого мышления, предлагаемых Дж. Гилфордом, отражает его стохастичный и вероятностный характер, который является «зоной ответственности» воображения. А остальные признаки, скорее, относятся к операциям нормирования мышления, и введены Дж. Гилфордом для обеспечения практичности творческого мышления, и их отношение к творчеству весьма спорно.

Если для решения практической проблемы существует лишь несколько реалистичных путей решения проблемы (в жизни это чаще всего именно так), то «фантастических» путей, напротив, имеется бесконечное количество, ограниченное лишь силой воображения. И если реальные альтернативы мы все поочередно оцениваем по вероятности достижения поставленной цели, то для оценки бесконечного количества фантастических вариантов нам бы потребовалось бесконечное время. Именно поэтому при задействовании воображения в решении проблемы одновременно «включается» и генерация случайного выбора, которая всегда идёт с воображением «в комплекте». Это позволяет из бесконечного числа вариантов почти мгновенно выбрать одно. Если это решение приводит нас к успеху, неожиданно даже для нас, то тогда мы говорим об удаче или интуиции, которая на подсознательном уровне «подвинула» нас к тому паттерну, который так иначе нам встречался, но в сознании в качестве «прецедента» не присутствовал.

²⁰⁸ Гилфорд Дж. П. Природа человеческого интеллекта. Нью-Йорк: Мак Гроу-Хилл, 1967.

А если выбранный интуитивно, «по вдохновению» вариант оказался неудачным? Это, конечно, печально, но это не даёт основания к тому, чтобы лишить деятельность статуса творческой. Возможно, в будущем этот опыт окажется для нас бесценным, а возможно, что нет. Важно подчеркнуть, что эффективность деятельности далеко не всегда пропорциональна её творческому характеру. В выполнении рутинных операций творчество не повышает, а катастрофически снижает эффективность, по крайней мере, на начальных этапах. Весьма показательным в этом плане утверждение Г. Гарднера, в котором он творчество приравнивает к эффективности: творчество является свойством хорошо организованной системы, готовой к работе с информацией²⁰⁹. Нам представляется, что хорошо организованная система, а особенно, идеально организованная система, не имеющая проблем в своей работе, не склонна к творчеству, так как в нём не нуждается, а часто и неспособна. Справиться с принципиально новыми вызовами способна только система «с элементами хаоса», в которых и заключена потенциальная способность выходить за рамки рутинных функций. Поэтому эффективность и творчество в рутинных условиях связаны между собой обратно пропорциональной зависимостью, а в условиях хаоса, неопределённости, недостаточности информации – прямо пропорциональны.

Воображение в мышлении и воображение в деятельности создают два вида творчества: идейное и художественное. Это подчёркивает Э. де Боно и вводит термин «латеральное мышление»: «Первый важный шаг – провести четкое различие между художественным творчеством и идейным. Они совершенно разные, хотя в каких-то моментах могут частично совпадать. По этой причине я ввел термин «латеральное мышление» – чтобы описать творчество в области идей и мышления»²¹⁰. С нашей точки зрения, общее этих двух видов творчества заключается в том, что им присуще воображение, которое Де Боно Э. отразил в термине «латеральное мышление».

²⁰⁹ Гарднер Г. Великолепная пятерка: Мыслительные стратегии, ведущие к успеху. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. 155 с.

²¹⁰ Де Боно Э. Почему мы такие тупые? СПб.: Питер, 2009. С. 69.

Далее Де Боно Э. формулирует основные принципы нешаблонного мышления: 1) осознание господствующих, или поляризующих, идей; 2) поиски различных подходов к явлениям; 3) высвобождение из-под жесткого контроля шаблонного мышления; 4) использование случая²¹¹.

Не обсуждая эти принципы, их рядоположность, системность, эффективность и пр., отметим главное: по сути, показывая возможные пути развития нешаблонного мышления, Э. де Боно предлагает развивать шаблонное мышление и для этого предлагает новые шаблоны (первые два положения), хотя и более высокого порядка, и таким образом развивает нормирование мышления, а не творчество (хотя, подчеркнём, что это тоже важно и необходимо). А вот в последующих двух положениях указывается отсутствие готовых путей и случайность выбора, что вполне соответствует нашему пониманию творческого мышления.

А.С. Кондратьев, предлагает формировать парадоксальность мышления школьников на основе решения физических задач, решение которых осуществляется через скачок от стандартного, очевидного способа решения к другому, внешне парадоксальному, но приводящему к правильному, простому и красивому решению²¹². Этот «скачок» к неочевидному новому альтернативному пути является актом творческим, проявлением субъектности как поиска, создания и выбора возможных альтернатив деятельности.

Что касается художественного мышления, то отсутствие выбора выражается в первоначальном предъявлении визуального образа изучаемого предмета, который сразу создаёт паттерн – представление. В некоторых ситуациях это полезно, когда необходимо сразу выделить существенное (реализация принципа наглядности), но если ученику не предоставлять возможности мысленного представления вербально описанного объекта, то в познавательной деятельности возникает зависимость от таких

²¹¹ Де Боно Э. Почему мы такие тупые? СПб.: Питер, 2009. 128 с.

²¹² Кондратьев, А. С. Физические задачи как средство развития парадоксального характера мышления / А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова // Сибирский педагогический журнал. – 2009. – № 2. – С. 202-208. – EDN LATNSN.

визуальных «костылей» – мысленных паттернов. Таким образом, принцип творчества диалектически связан и противоположен одновременно принципам наглядности и нормирования.

Подводя итог вышесказанному, можно выделить условия, которые необходимы для развития творческого мышления и организации творческой деятельности:

1) субъект должен выходить за рамки известных ему алгоритмов – паттернов;

2) субъект имеет возможность бесконечного выбора (пересечение с принципом субъектности) и ограниченности времени;

3) субъект стимулируется к созданию и использованию метафор, модельных аналогий и фантазии.

Субъекты, поставленные в эти условия, будут вынуждены действовать творчески, хотя бы посредством поиска любого, пришедшего в голову варианта. Но ментальный этап неизбежно будет перерастать в инструментальный, когда модель действий надо будет пытаться воплощать на практике, а фантазии должны воплотиться в каком-то материальном виде (картины, текста и пр.), доступном для восприятия и критики других людей. Это позволит отсеивать нежизнеспособные идеи и приобретать опыт, на основе которого последующие случайные выборы путей будут всё более неслучайны.

Принцип творчества является в какой-то мере, антиподом принципов наглядности, нормирования и системности, и тесно переплетается с принципом субъектности, реализуясь на основе свободы воли и случайного выбора.

2.7. Принцип дополненности

Познание, хотя и связано с выявлением объективных свойств предмета изучения, является процессом сугубо субъективным, так как познание – это деятельность, а деятельность субъективна по определению, так как в каждом конкретном случае мы пытаемся изучить какую-то одну сторону объекта, важную для достижения *наших субъективных* целей. Любой материальный объект имеет бесконечное количество таких сторон и поэтому «неисчерпаем» для познания. Модели одного и того же

объекта, создаваемые нами с разными целями, могут быть и всегда являются разными, потому что всякий раз за существенные принимаются разные признаки и характеристики. Модели кирпича в сознании строителя и работника правоохранительных органов кардинально отличаются: у первого – это строительный материал, а у второго – возможное орудие преступления. Вопрос «а чем же на самом деле является кирпич?» не имеет смысла, так как ответ зависит от того, кто его задаёт.

Допустим, нам надо изучить объект как таковой, изначально нам неизвестно о нём ничего – нет информации ни о его структуре, ни о функциях, ни о возможном применении для решения наших проблем. В этом случае наиболее вероятный, первым приходящий в голову подход позволит построить какую-то модель, отражающую какие-то выбранные нами свойства моделируемого объекта, но это будет «одномерная» модель, «видимая» лишь с одной точки зрения. И скорее всего, у нас не будет достаточно полной картины для утверждения, что объект нами изучен всесторонне. Но взглядов может быть сколько угодно, каждый из которых может отличаться бесконечно малым изменением «угла зрения». Понятно, что в такой упрощённой «пространственной» аналогии принцип дополнительности может быть реализован на сколь угодно большом количестве различных оснований – точек зрения на объект.

Для экономии времени и обеспечения полноты картины естественным будет предположить, что необходимо подбирать такие взгляды, которые максимально бы отличались друг от друга, были бы «ортогональны» между собой и составляли бы по некоторому основанию базис – диалектически целостное единство в своих противоположностях. «Интерференция» этих двух взаимоисключающих, дихотомичных точек зрения позволяет получить спектр моделей, который нас устроит во всех возможных ситуациях. Именно на этом и построен принцип дополнительности.

В классическом варианте принцип дополнительности сформулирован Н. Бором: исчерпывающее и целостное описание квантовомеханических явлений возможно только на основе набора двух взаимоисключающих («дополнительных») классических понятий. Как выяснилось, этот принцип относится не только к

квантовой физике, а имеет глубокое философское, гносеологическое значение. Роль и смысл этого принципа в развитии мышления были всесторонне рассмотрены Г. Г. Гранатовым. Дополнительность он понимает как «относительно устойчивую ассиметричную (с возможной ритмичной сменой доминанты) гармонию или единство взаимодополняющих – противопоставляемых, и в частности действительно противоположных, – начал, свойств или закономерностей объекта нашего познания»²¹³.

Использование дихотомии создаваемых нами моделей действительности для развития парадоксальности мышления рассматривает А.С. Кондратьев²¹⁴. Сложность, возникающую при «ломке» старых представлений учеников при изучении корпускулярно-волновых свойствах света, А.С. Кондратьев предлагает рассматривать как возможность формирования у школьников парадоксальности мышления.

Выше, в параграфе «2.1. Система содержательных принципов развития мышления», принцип дополнительности был обсуждён и проиллюстрирован в своём проявлении, пожалуй, больше, чем все остальные принципы. На его примере были показаны возможные варианты построения системы принципов по разным дихотомичным между собой основаниям, порождающим то понятийное пространство, в котором будет разворачиваться познавательный процесс.

Образно говоря, пару дополнительных друг к другу подходов можно представить как рельсы, по которым мышление субъекта в познавательной деятельности будет «ехать по станциям» наглядности, нормируемости и системности. Принцип субъект-

²¹³ Гранатов Г.Г. Мышление и понятие (концепция дополнительности): монография. М.: ФЛИНТА: Наука, 2011. С. 8.

²¹⁴ Кондратьев, А. С. Развитие парадоксальности мышления при изучении основ квантовой физики в средней школе / А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова // Наука и школа. – 2007. – № 2. – С. 58-61. – EDN NCYSIJ.

Кондратьев, А. С. Парадоксальность физического мышления / А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова ; А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова ; Российский гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2007. – 279 с. – ISBN 978-5-8064-1173-1. – EDN QJVABH.

ности – это «пар», потенциальная энергия которого реализуется в деятельности и толкает «паровоз познания» по рельсам.

При стремлении аналогий к простоте всегда страдает точность, что и демонстрирует только что представленная аналогия мышления с паровозом. Попробуем внести уточняющие изменения в представленную «паровозную» модель. Как мы утверждали, субъектность и творчество могут развиваться и проявляться только тогда, когда субъекту будет предоставлена свобода выбора. Поэтому, если ехать всё время по одной дороге без ветвлений, то движущего «пара» мотивации будет всё меньше и меньше, так как мы начинаем понимать, что выбор пути от нас не зависит, мы можем лишь приближаться к заданной кем-то цели быстрее, медленнее или вообще остановиться. И станции творчества у нас нет, а есть творческие озарения, инсайды в те моменты, когда мы на разветвлении выбираем один из путей. И никто не даёт гарантий, что выбранный нами путь ведёт в нужную сторону, а озарение не окажется глупой ошибкой.

Принцип дополнительности в этом случае перестаёт пониматься как два рельса, которые, хотя и не пересекаются, но всегда идут в одну сторону. Этот принцип требует, чтобы это были различные пути, ведущие к разным целям. А мы в своём мыслительном процессе можем моментально «телепортироваться» с одного пути на другой, независимо от того, насколько далеко эти пути разошлись. А переносит нас «туда-сюда» сила воображения, которая среди всего прочего, может для нас рождать *новые бесконечные* ветвления железнодорожного пути на *любом* его участке.

Как видим, уточнение аналогии и придание её существенных известных нам характеристик мышления привело к полной утрате сходства с паровозом. Но это сравнение оказалась полезным, так как показало, что наивная аналогия, изначально приходящая в голову (и пусть это будет не паровоз, а компьютер), при самых поверхностных размышлениях показывает несостоятельность механистических представлений мышления как непрерывного движения из точки в точку.

Если же учесть, что это мыслительное движение осуществляется незамкнуто, а под постоянным воздействием внешней среды, которое воспринимается мыслительной системой

всякий раз по-разному, в зависимости от собственных внутренних состояний, то становится понятным, что все эти процессы являются синергетическими (открытыми, стохастическими, автопоэзисными, нелинейными). А предлагаемые кибернетические модели мышления (как паровоз или как суперкомпьютер) представляются весьма поверхностными и наивными.

Более подходящая, хотя и тоже очень упрощённая, аналогия мышления – это электронное облако, в котором можно указать лишь вероятность обнаружения электрона в заданном объеме пространства, и где электрон находится «везде» и «нигде» одновременно. Так что принцип дополнительности в рассматриваемой аналогии становится очень похожим на боровский, квантовомеханический вариант. А условное «пространство», в котором акты мышления происходят, может описываться в координатах следующих дополнительных пар: «анализ – синтез», «сознание – чувства».

В своём единстве пара «анализ – синтез» генерирует все остальные мыслительные операции: сравнение, обобщение, классификацию, систематизацию, индукцию, дедукцию, абстрагирование. Но при этом пара действительно является дихотомичной: нельзя разделять объект на части и одновременно мыслить его свойства в качестве одного целого, всё это делается только поочерёдно. Аспект развития основных мыслительных операций очень важен, но он достаточно хорошо изучен, разработано большое количество заданий на развитие основных мыслительных операций. Нами он рассматривается «под знаменем» принципа нормирования.

Значительно больший интерес для нас в контексте принципа дополнительности представляет пара «сознание – чувства». Как отмечает Г. Г. Гранатов, «Пространственная разделённость в мозге зон (или сфер), связанных с отрицательными или положительными эмоциями (правое и левое полушарие соответственно), как следствие, приводят также к своеобразной попарной и неодинаковой взаимной дополнительности создания (мыслей), подсознания и чувств... Пытаясь анализировать положительные и любые другие эмоции, мы перестаём их испы-

тывать»²¹⁵. «Мыслить эмоции в принципе нельзя!» – такой закон природы выводит Г. Г. Гранатов из идеи дополнительности²¹⁶.

Система учёта принципов развития мышления была ранее проиллюстрирована на примере следующих дихотомичных пар: корпускулярная и волновая теория света; наука и вера; художественное и научное мышление.

Первая из этих пар относится лишь к узкопредметной области физики, вторая, хотя и важна для формирования мировоззренческих позиций обучаемого, имеет деликатную специфику, не позволяющую строить весь учебный процесс на её основе. А третья пара «художественное и научное мышление» отражает важнейшую дихотомию мышления «сознание – чувства», которая, в отличие от дихотомии «анализ – синтез», обделена вниманием методистов, хотя и включает её в себя внутри элемента «сознание». Эта пара потенциально способна стать базисом построения школьной системы развития мышления на основе всех предметных областей, поэтому мы уделим ей особое внимание.

Идея дуализма в дидактике уже находила практическое применение. Из таких концепций наиболее известен полихудожественный подход, предложенный Б. П. Юсовым²¹⁷. Основная цель это подхода – художественное развитие творческих способностей детей. Основанием подхода является утверждение, что творчество в одной сфере искусства стимулирует развитие ребёнка и в других сферах. Например, прослушивание музыки может стимулировать творчество ребёнка в изобразительном искусстве и наоборот. Дуализм заключается в том, что не связанные между собой средства (рисунок и музыка) вместе позволяют ребёнку более полно выразить свои чувства и эмоции.

Эти идеи были развиты Н. Г. Тагильцевой, выделившей из принципов, обозначенных Б. П. Юсовым, только несколько основополагающих: интеграцию на уровне внутренних связей художественных средств в разных видах искусства; формирование

²¹⁵ Гранатов Г. Г. Мышление и понятие (концепция дополнительности): монография. М.: ФЛИНТА: Наука, 2011. С. 116.

²¹⁶ Там же. С. 117.

²¹⁷ Юсов Б. П. Взаимодействие и интеграция искусств в полихудожественном развитии школьников. Луганск, 1990. 175 с.

у детей и юношества представлений о духовной истории человечества, отраженной в разных видах искусства, в том числе и в искусстве этносов; формирование представления путем активизации воображения у детей “вектора будущего” в развитии искусства и художественного творчества»²¹⁸. Для нас интересным представляется то, что полихудожественный подход базируется на тезисе, что разные искусства при одновременном их использовании активизируют воображение.

Но едва ли музыкальные способности и способности к изобразительному искусству можно назвать дихотомичными, ведь одно не исключает другого. Если идею дуалистичного подхода Б. П. Юсова при развитии творческих способностей максимально расширить до дихотомичности, то вполне логичен вывод, что художественное творчество может стимулироваться активной мыслительной деятельностью, связанной с познанием объективной действительности, и наоборот. В этом случае дополняющими друг друга антиподами становятся естественные науки и искусства. Естественные науки создают систему знаний о природе, отличающихся высокой степенью объективности и достоверности (истинности), тогда как искусство служит средством отражения внутренней «вселенной» отдельного и уникального человека. Т. е. наука – в высшей степени объективна и стремится к объективности, а искусство – в высшей степени субъективно и стремится к субъективности.

Взаимоисключаемость этих сфер содержит огромный потенциал для развития ребёнка, так как показывает дуалистичность мышления и бытия самого человека, Подход, связанный с рассмотрением объектов с объективных позиций учёного и субъективного взгляда художника, можно назвать синтетическим²¹⁹.

²¹⁸ Тагильцева Н. Г. Полихудожественный подход в развитии стратегии полихудожественного образования // Педагогическое образование в России. 2015. № 12. С. 92.

²¹⁹ Текст, относящийся к обсуждению синтетического подхода, скомпилирован из ряда опубликованных нами ранее статей. Основные из них: Усольцев А. П., Шамало Т. Н. Обучение физике «гуманитариев» на основе синтетического подхода // Школа будущего. 2019. № 5. С. 50–55. EDN WCOASB; Усольцев А. П., Шамало Т. Н. Принцип дополнительности в развитии мышления школьников гуманитарных профилей обучения // Формирование мышления в

Главная цель такого подхода – обеспечение единства восприятия мира учеником, в слиянии «бесстрастного» и «бездушного» природного ракурса с «одушевлённым» взглядом отдельного человека, наделённого чувствами, эмоциями и мыслями.

Научная теория строится по логике «основание (факты) – модель (понятия, закономерности) – следствие (прогнозы)», тогда как художественное произведение создаётся по следующей последовательности: «эмоции, чувства, мысли – художественный образ – воплощение в искусстве». Рассмотрим, каким образом цикл познания и «художественный» цикл могут взаимодействовать друг друга (рис. 7), и при всей их противоположности иметь принципиальные сходства.

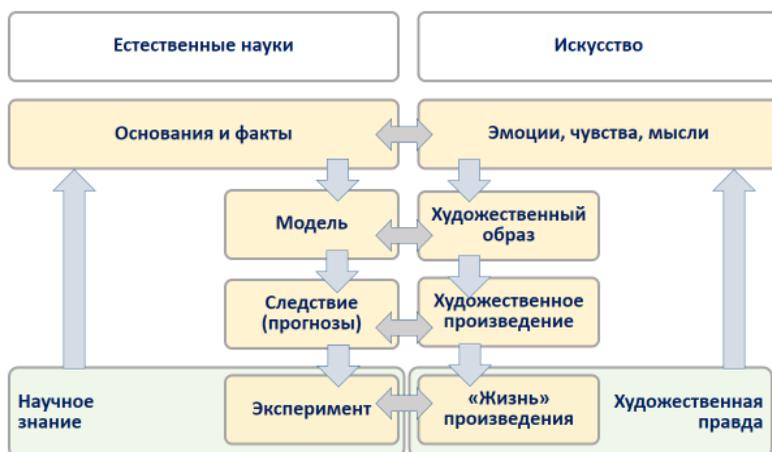


Рис. 7. Сопоставление циклов познания и создания художественного произведения

Факты имеют объективный характер, они определяются существующими в природе закономерностями протекания тех или иных процессов, и эти закономерности нами отмениться не могут. Но, как выяснилось в процессе развития квантовой физи-

процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 25–26 октября 2021 года. Екатеринбург: [б. и.], 2021. С. 176–181. EDN LEXMBG.

ки, наблюдатель фактом своего внимания к объекту меняет его объективные свойства. При фиксации субъектом какого-то определенного состояния изучаемого объекта вероятность его обнаружения в этом состоянии «схлопывается» и тут же превращает факт. Измерение влияет на сам объект, поэтому только что измеренная величина моментально становится фактом прошлого, а цена этому – большая неопределённость других параметров, на которые в этот момент субъект не обращал внимания. Согласно принципу неопределённости Гейзенберга, повышение точности измерения одного из двух параметров – импульса или координаты влечёт принципиальное уменьшение точности определения другого. Какой из двух параметров объекта является более точным – это зависит от наблюдателя, что приводит к парадоксальной с точки зрения классической науки ситуации: параметры – объективны, но точность их измерения зависит от выбора субъекта.

Эмоции и чувства – субъективны по определению. Какими они будут у двух разных субъектов при одинаковом на них воздействии – зависит только от текущего состояния субъектов и их жизненного опыта (который, впрочем, тоже можно отнести к состоянию субъекта). Но, во-первых, сам факт возникновения этих эмоций является объективным, а во-вторых, объективно существует та или иная вероятность возникновения определённых эмоций при определённом воздействии. Например, фото кошечек и детей у большинства людей вызывает позитивные эмоции, а фото трупов и разрушений – резко отрицательные. Противоположные эмоции крайне редки и чаще всего свидетельствуют о психической патологии. Таким образом, можно сказать, что эмоции и чувства тоже дуалистичны, они имеют субъективно-объективную природу, вероятностный характер, и в этом плане тоже могут быть отнесены к фактам окружающего мира.

Модель, полученная в результате выделения существенного из фактов, является абстракцией, существующей в нашем сознании. А существенность тех или иных характеристик зависит от поставленных нами субъективных целей. В итоге – идеальная модель, рождённая в нашем сознании для достижения наших целей, субъективна. Художественный образ тоже является своего рода моделью, которой субъект пытается выразить

свои эмоции и чувства, а потому во всех смыслах он является субъективным. Но и модель физического явления, и художественный образ имеют объективную связь с вызвавшими их причинами: окружающим миром и вызываемыми им чувствами, поэтому они объективны.

Какие образы рождаются в голове при попытке представить тепловой двигатель? Физику сразу вспомнится известная схема теплового двигателя с геометрическими элементами: прямоугольник – «нагреватель», круг – «рабочее тело», другой такой же прямоугольник – «холодильник».

А можно представить тепловой двигатель как куб с отверстием для загрузки топлива, отверстием для отвода тепла и приделанным сбоку колесом. Через отверстие заливается (вставляется или вдувается) топливо, из отверстия начинает дуть тёплый воздух, а колесо начинает крутиться. Если топливо не заливать, то колесо через некоторое время обязательно остановится, если отверстие с тёплым воздухом заткнуть, то куб перегреется, и поэтому в итоге колесо тоже не будет крутиться.

А возможна и такая модель: начальник, в качестве нагревателя стимулирующий работника; работник, выполняющий работу как рабочее тело; друзья этого работника выступают в качестве холодильника, которым он высказывает накопившиеся обиды к своему начальнику после тяжёлого трудового дня.

Первую модель все, безусловно, отнесут к научным моделям, а третья – может быть основой художественных образов и художественного произведения, тогда как вторая модель занимает некое промежуточное положение, вроде бы и полная абстракция, но вызывает эмоции. Но очевидно, что между всеми этими моделями нет чёткой границы, которая бы однозначно разделяла научные модели и художественные: первая модель не лишена художественной эстетики, а последняя – научного контекста.

Научная модель нужна не для того, чтобы объяснять происходящее. В этом нет практического смысла, ведь событие уже произошло и изменить его нельзя. Но это объяснение позволяет нам прогнозировать будущее и управлять им. Прогнозирование осуществляется на основе ментальных изменений выдвинутой модели посредством логических операций и математических преобразований. Отклонение от установленных норм нежела-

тельно. Эксперимент служит проверкой адекватности модели моделируемому объекту и правильности её последующих преобразований. Если всё сделано правильно, то наши предположения экспериментом подтверждаются, если допущены ошибки – то нет. В любом случае результаты эксперимента дают новые факты и запускают новый виток цикла познания объективной действительности.

Художественные образы тоже подвергаются ментальным преобразованиям, в результате рождается художественное произведение. При этом нельзя сказать, что в отличие от получения прогнозов при действии с научной моделью, тут не действуют никакие законы и правила. Эти правила существуют, иногда они не менее императивны, чем физические законы, и так же как они, получены в ходе длительной практики.

Конечно, нарушения принятых процедур возможны, ведь человек обладает свободой воли и соответственно, способностью ошибаться. Но эти нарушения возможны в обеих сферах – и в научной, и в художественной. Если учёный отходит от принятых алгоритмов и создаёт свой, а его эффективность доказывается экспериментом – мы имеем научное открытие, выраженное в новом алгоритме. Если художник пренебрегает канонами, а его произведение при этом становится более выразительным, то мы имеем художественный шедевр, а в искусстве появляется новое направление, рождающее новые каноны.

И если художник отразил свои эмоции и чувства так, что они попали «в резонанс» с чувствами и мыслями других людей, то «художественный» цикл замыкается, и так же, как и цикл познания, переходит в новый виток развития. Художественный шедевр становится достоянием культуры, вызывает к жизни эмоции и чувства последующих поколений, под действием которых они, в свою очередь, порождают новые произведения культуры.

В итоге научное знание и художественная правда находятся вне политики, вне моды и не зависят от своего создателя, который выступает своего рода транслятором истины в общество. Этический долг и миссия учёного и художника – донести эту истину до других максимально точно, несмотря на то, что это часто создаёт им огромные проблемы.

Таким образом, мы можем видеть, что развитие научного знания и искусства осуществляется, по сути, по одинаковым законам:

факты, чувства, эмоции имеют объективные причины и основания, но дальше обрабатываются человеком по субъективным причинам;

модель и художественный образ рождаются и существуют в сознании человека;

преобразования научной модели и художественного образа осуществляются по сложившимся правилам (нормам мышления);

выход за эти правила либо является ошибкой, либо порождает новое правило;

продукт деятельности человека в виде практических следствий и художественного произведения начинает своё самостоятельное существование и развитие, независимое от своего творца;

и то, и другое меняет мир человека, только первое – внешний, а второе – внутренний, который, в итоге, всё равно меняет мир внешний.

Дополнительность этих циклов позволяет использовать сильную сторону каждого: художник, постигая цикл научного познания, может приобрести стремление к точности и выразительности создаваемых художественных образов, к критичному восприятию своей работы, тогда как учёный найдёт вдохновение и новые идеи от возникающих образов и эмоций в художественной деятельности (самый известный пример – игра А. Эйнштейна на скрипке).

На страницах философского журнала была опубликована дискуссия «Существует изоморфизм естественнонаучного и социально-гуманитарного знания?»²²⁰, в ходе которой было высказано мнение, что полного изоморфизма, конечно, быть не может, так как наука направлена на объективное знание, а гуманитарное знание имеет дело с вненаучными знаниями. При этом были указаны и инварианты:

²²⁰ Существует ли методологический изоморфизм естественнонаучного и социально-гуманитарного знания? Участники: В. С. Степин, Н. М. Смирнова. Организатор проекта и ведущая – Ю. В. Синеокая // Философский журнал. 2018. Т. 11, № 3. С. 150–165. DOI: 10.21146/2072-0726-2018-11-3-150-165.

во-первых, и научное, и гуманитарное знание являются феноменами культуры, без которой их бы не было, и которые её и создают;

во-вторых, научное и гуманитарное знание определяют деятельность и развиваются в деятельности, поэтому по структуре деятельности они могут считаться изоморфными,

в-третьих, существует общий научный этос, в соответствии с которым ученый и художник должен быть направлен на поиск правды, истины, только первый – объективной, а второй – субъективной, и в итоге каждый должен сделать приращение в своей сфере.

Но, как отмечает Н. М. Смирнова, «существует глубокое онтологическое различие природного и социального миров, которое развитое философско-методологическое мышление не вправе игнорировать. В чем оно состоит? В секуляризованной картине мира классической науки – в отличие от имманентно наделенного смыслом универсума высокой схоластики – природа лишена изначально присущего ей смысла: она «ничего не значит» для составляющих ее атомов и молекул. Но представитель социальных наук – будь то историк, социолог или культуролог – имеет дело с миром, который изначально уже осмыслен»²²¹.

Но если мы говорим о принципе дополнительности в учебном процессе, то для ученика эти два смысла должны смыкаться: познание объективного мира должно быть им осмыслено, принято, ему должна быть присвоена личная ценность, без этого не будет познавательной деятельности. И в этом плане дополнительность естественнонаучных знаний и искусства создаёт целостность.

Попытки объединить в обучении «физиков и лириков» в рамках принципа дополнительности осуществлялись с обеих сторон: как условными «физиками», так и условными «художниками». Пока, как нам представляется, «наступление» со стороны физиков в сторону объединения оказывается более успеш-

²²¹ Существует ли методологический изоморфизм естественнонаучного и социально-гуманитарного знания? Участники: В. С. Степин, Н. М. Смирнова. Организатор проекта и ведущая – Ю. В. Синеокая // Философский журнал. 2018. Т. 11, № 3. С. 158. DOI: 10.21146/2072-0726-2018-11-3-150-165.

ным. Это можно объяснить тем, что движение «от алгоритма к творчеству» является природно сообразным, а значит, и более продуктивным, чем движение «от творчества к алгоритму».

В качестве примера использования «лирики» для физики можно привести исследования С. А. Новосёлова, который в этом направлении продвинулся достаточно далеко не только в теоретическом осмыслении, но что важно, в практической реализации. С. А. Новосёловым разработана и успешно используется в течение многих лет технология комплексного развития творческих способностей детей и взрослых – ассоциативно-синектическая технология развития творчества, изобретательности человека (сокращённо АС-технология)²²². Использование этой технологии позволяет развивать человека от начальной мотивации к изменению окружающего мира до технического изобретения и получения патента.

С. А. Новосёлов выделяет принципы, на основе которых строится эта технология. Кратко опишем эти принципы и сопоставим с выделенными нами принципами развития мышления.

Один из принципов определяется необходимостью создания ситуации нового вида, «в которой человек не может по разным причинам воспользоваться имеющимся у него опытом для удовлетворения своих потребностей»²²³. Т. е. нет готового алгоритма и поэтому приходится делать выбор из бесконечного числа вариантов.

Ещё один принцип связывается с начальным формированием позитивных чувств человека, вызывающих желание решить трудную творческую задачу: чтобы «формулировать творческие задачи на основе осмысления чувств и желаний, появляющихся у субъекта деятельности в ситуациях нового вида, ему необходимо научиться ставить перед собой цель, вытекающую из этих чувств и желаний, и находить в этих ситуациях возможные средства до-

²²² Новоселов С. А. Технология комплексного развития творческих способностей детей и взрослых – АС-технология // Социальная педагогика. 2019. № 1. С. 66–78. EDN HCUVKS.

²²³ Новоселов С. А. Технология комплексного развития творческих способностей детей и взрослых – АС-технология // Социальная педагогика. 2019. № 1. С. 69. EDN HCUVKS.

стижения поставленной цели»²²⁴. Как видно, технология направлена на создание ситуации выбора и его осуществление субъектом по собственному желанию, что соответствует сформулированным нами принципам творчества и субъектности.

Но мы хотели бы акцентироваться на положении, в контексте обсуждаемого принципа дополнительности, имеющем для нас особую ценность. Идея, предложенная С. А. Новосёловым, является единственной в своём роде, она заключается в целенаправленном использовании и стимулировании неуправляемых бессознательных процессов в психике человека, таких как озарение, интуиция, инсайт. Генерация счастливых случайностей в техническом изобретательстве возбуждается с помощью различных творческих приёмов аналогии, ассоциации, метода синектики.

Последний представляет отдельный интерес, так как является ярким примером эффективной реализации принципа дополнительности. Метод заключается в комбинировании фрагментов литературных произведений, а затем в использовании полученного для генерации идей в техническом творчестве. Для этого «эффективнее всего (проверено на практике) конструировать новые стихи из фрагментов переводов японских танка, хокку, хайку или коротких детских стихов и народных потешек»²²⁵. Такую синтетическую творческую деятельность С. А. Новосёлов стал называть «Дизайном стихов» (проектированием стихов, или, ещё один вариант названия, художественным конструированием стихов). Сочетание такой деятельности с рисованием, проектированием художественных композиций, сочинением музыки, как оказалось, очень часто приводит к созданию технического изобретения. Кроме того, в АС – технологии, предлагаемой С. А. Новосёловым, активно используются и ранее известные методы, такие как метод каталога (автор Ф. Кунце), метод гирлянды ассоциаций и метафор (Г. Я. Буш), и метод фокальных объектов (Ч. Вайтинг).

²²⁴ Там же.

²²⁵ Новоселов С. А. Технология комплексного развития творческих способностей детей и взрослых – АС-технология // Социальная педагогика. 2019. № 1. С. 74. EDN HCUVKX.

Эту технологию автор распространяет и на решение задач творческой подготовки в рамках высшего профессионального образования. Например, для усиления мотивационно-творческой активности студентов при изучении начертательной геометрии на начальном этапе графической подготовки им предлагаются творческие графические задания, не только профессионального, сколько бытового назначения²²⁶.

Таким образом, пример приведённой технологии доказывает потенциальные возможности создания дополнительности в обучении «технарей» путём их включения в творческую художественную активность.

Примеров технологий, когда художественное мышление стимулировалось бы деятельностью в естественнонаучных и технологических областях, нам обнаружить не удалось. Правда, должны отметить, что предлагаются способы и средства обучения естественнонаучным дисциплинам условных «гуманитариев», мотивация которых и предполагаемая дальнейшая профессиональная деятельность относятся к гуманитарным сферам.

В немногочисленных работах, посвящённых проблеме обучения физике гуманитариев, чаще всего предлагается использовать в качестве иллюстративного материала примеры из художественных произведений, пословиц, поговорок, а учащимся предлагаются творческие задания гуманитарного содержания – придумать стихотворение, составить кроссворд, нарисовать плакат и т. п. При этом по умолчанию подразумевается, что гуманитарии не способны на глубокое понимание физики, и оно им и не требуется. Ни с тем, ни с другим согласиться категорически нельзя. Если под «глубоким пониманием» иметь ввиду умение решать сложные физические задачи, требующие значительных математических расчётов и преобразований, но не несущие для гуманитария никакой другой смысловой нагрузки, кроме как тренировки в расчётах и манипуляций с формулами, то такое «понимание» гуманитариям действительно не нужно.

²²⁶ Новоселов С. А., Туркина Л. В. Творческие задачи по начертательной геометрии как средство формирования обобщенной ориентировочной основы обучения инженерно-графической деятельности // Образование и наука. Известия УрО РАО. 2011. № 2 (81). С. 33. EDN NEGNVH.

Но физика, её достижения являются важнейшей частью общечеловеческой культуры, и имеют огромный гуманитарный потенциал. «Гуманитарное значение физики как составной части общего образования состоит в том, что она вооружает школьника научными методами познания и является важнейшим фактором воспитания и развития полноценной личности»²²⁷.

Малополезность изучения искусств физиками в естественнонаучном сообществе по умолчанию считается аксиомой и поэтому исследований на эту тематику попросту нет (во всяком случае, нам таких не удалось найти), тогда как обучение поэтов физике и математике научно-методическим сообществом в целом воспринимается одобрительно-снисходительно. При этом в научно-методическом сообществе рассматривается несколько способов организации обучения «поэтов математике». Наиболее точно эти пути описали В. А. Никольская и О. Я. Родькина²²⁸, цитату из статьи которых мы только что выше привели. Рассматривая проблему обучения математике студентов гуманитарных вузов, они указывают три основных подхода, используемые на практике:

первый из них они связывают с классическим преподаванием математики на основе строгого и доказательного её изложения;

второй заключается в изучении математики как истории математической науки;

и, наконец, третий, называемый прагматическим, осуществляется в соответствии с реальными потребностями и спецификой конкретного гуманитарного направления.

Далее они без особой аргументации отбрасывают первый путь как безусловно для гуманитариев сложный и бесполезный, третий подход они считают наиболее целесообразным, так как он сможет возбудить интерес к математике и стимулировать к использованию математики в своей профессиональной деятель-

²²⁷ Никольская В. А., Родькина О. Я. О методике преподавания математики в гуманитарном вузе для студентов с разным уровнем довузовской подготовки // Педагогическое образование в России. 2018. № 4. С. 96.

²²⁸ Никольская В. А., Родькина О. Я. О методике преподавания математики в гуманитарном вузе для студентов с разным уровнем довузовской подготовки // Педагогическое образование в России. 2018. № 4. С. 99.

ности. Проблему реализации третьего пути они видят лишь в сложности отбора содержания и разработки курсов.

Такая позиция представляется вполне обоснованной. Но, как нам представляется, реализация третьего пути выхолащивает саму суть математики, не позволяет показать её всеобщую универсальность, удивительные прогностические возможности по использованию во всех сферах человеческой деятельности. Такой подход можно назвать имитационным, так как изучение математики лишь имитируется при негласном соглашении, что она для гуманитариев сама по себе является бесполезной.

В качестве весьма показательного примера реализации третьего пути можно привести разработку урока математики для учеников хореографической школы, которую автор урока и администрация школы позиционировали как полезную инновацию. При изучении геометрических фигур на уроках математики ученикам предлагается строиться в изучаемые фигуры: квадраты, треугольники, окружности. Такой приём, позволяющий разнообразить учебный процесс с учётом специализации учеников, можно назвать интересным. Но при этом возникает вопрос: а зачем? Разве без построений ученики не смогут представить квадрат или окружность? Если хореографов обучать математике надо на таком уровне, то не стоит ли ограничиться только тем, что можно изобразить средствами хореографии? Ведь сечение конуса плоскостью они уже не смогут показать танцем, да и в их будущей хореографической деятельности умение строить такие сечения точно никогда не пригодится. Ограничение приёмами только такого уровня показывает, что естественнонаучные дисциплины как серьёзные и эффективные средства развития творческих способностей в гуманитарной области и в искусстве не рассматриваются.

Решение проблемы целесообразности изучения физики лириками, а поэзии физиками возможно, если в качестве цели выбирать развитие мышления в его целостности без выделения логически-объективной и эмоционально-субъективной составляющих, а за основной принцип, необходимый к учёту в процессе этого развития, принимать принцип дополненности.

Ю. А. Сауров, рассматривая гуманитарную миссию физического образования, указывает, что физика позволяет реализо-

вать надпредметный подход, выражающийся «в освоении общих категорий-понятий, логики научного метода познания, таких метапредметных умений как применять научные знания для распознавания проблем, понимать сущность науки как формы человеческого знания и результатов исследования, способность анализировать и объяснять явления окружающей действительности, предвидеть новые явления и применять научные знания на практике...»²²⁹.

Синтез искусства и науки – перспективный и даже необходимый подход в современной педагогике. Проблема заключается в вопросе – как обеспечить этот дуализм в обучении, к примеру физике, и не скатиться при этом в использование отдельных примитивных приёмов (типа «групповой пантомимой показать броуновское движение»)?

Для этого требуется разработка соответствующих приёмов, средств, содержания, направленных на развитие художественно-творческого мышления школьников при изучении физике, что совсем не так уж просто. Но это практическая задача, и она решаема. В последующем мы представим вариант такой попытки.

Выводы по второй главе

Принципы развития мышления:

1. Субъектности. Заключается в развитии осознанной саморегуляции человека, базирующейся на способности субъекта к принятию решения в ситуации выбора, без которой невозможна результативная мыслительная деятельность.

2. Наглядности. Заключается в выделении существенных сторон предмета изучения для правильного и быстрого формирования требуемого понятия и связанных с ним когнитивно-репрезентативных структур при организации чувственного восприятия обучающегося.

²²⁹ Сауров Ю. А. О гуманитарной миссии современного физического образования // Математический вестник педвузов и университетов волго-вятского региона. 2016. № 18. С. 44.

3. Системности. Заключается в направленности обучения не столько на количество усвоенных понятий, сколько на усложнение когнитивно-репрезентативных структур, связывающих эти понятия между собой.

4. Нормируемости. Заключается в обучении использованию в мыслительной деятельности норм, шаблонов, алгоритмов, являющихся своего рода «инструментом» мышления, позволяющих быстро и безошибочно добиваться требуемого результата в типовых ситуациях и сводить нетиповые ситуации к типовым.

5. Творчества. Заключается в развитии воображения, позволяющего создавать собственные внутренние ментальные модели и выходить за рамки любых шаблонов и алгоритмов (в том числе и мыслительных).

6. Дополнительности. Заключается в использовании дихотимически связанных моделей – диалектически взаимоисключающих и дополняющих друг друга для целостного понимания изучаемого объекта.

ГЛАВА 3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ

3.1. Мышление как синергетическая система

Мышление является продуктом деятельности мозга – материального объекта. Все мыслительные процессы осуществляются на основе взаимодействия нейронов, а результаты мыслительных процессов сохраняются изменением нервной ткани головного мозга, в частности, увеличением длины и густоты ветвлений нейронов головного мозга. Этот очевидный факт содержит в себе величайшую загадку, волнующую Человечество: каким образом физические процессы создают внутренний духовный мир, порождают нечто такое, что кардинально отличается от всего окружающего нас материального мира – Разум.

Научно-технический прогресс позволяет сегодня делать то, о чём вчера учёные не могли и мечтать. Например, МРТ-обследование речевых зон коры головного мозга в процессе прослушивания пациентом текста позволяет оценить зоны активации различных участков мозга и проводить оперативное вмешательство по удалению опухоли с «пробуждением» пациента. Это значительно уменьшает опасность потери пациентом способности к речи после операции²³⁰.

Сочетание магнитно-резонансной томографии с современными компьютерными технологиями позволяет не только «увидеть» мозг в работе, но обрабатывать данные и осуществлять когнитивную визуализацию участков мозга и процессов, происходящих в них, с учётом различных областей интереса исследователя²³¹.

²³⁰ Функциональная магнитно-резонансная томография головного мозга для локализации речевой коры в предоперационном планировании. Разбор клинических случаев / А. С. Смирнов, М. Г. Шараев, Т. В. Мельникова-Пицхелаури [и др.] // Радиология – практика. 2020. № 4 (82). С. 68–78. EDN NSGEBX.

²³¹ Фраленко В. П., Шустова М. В., Хачумов М. В. Методы обработки данных магнитно-резонансной томографии для когнитивной визуализации и трекинга

Это, естественно, вызвало значительный прогресс в области медицины, но при этом стала ещё более очевидной сложность проблемы объяснения мышления активностью тех или иных конкретных участков мозга и несостоятельность имеющихся упрощений. Например, асимметрия полушарий головного мозга вовсе не означает, что при решении логической задачи больше задействовано левое полушарие, чем правое. Но попытки «материализовать», визуализировать мысли получили новый импульс для своего развития. По-новому начинают звучать идеи, ранее казущиеся более чем странными. Например, ещё в 1999 году Ф. Ш. Терегулов высказывал мысль, что основным предметом обучения и воспитания должны являться природно-искусственные новообразования мозга²³². В качестве аргументации указывается прямая зависимость усложнения когнитивно-репрезентативных структур мышления от количества нейронных связей в головном мозге. Сканирование тех или иных участков мозга позволит, по мысли Ф. Ш. Терегулова, определить, насколько сложной является внутренняя мыслительная структура человека, сформировавшаяся в результате обучения. Например, сложность нейронных сетей отдельных участков головного мозга человека, знающего несколько языков, диагностично отличима от аналогичного участка мозга человека, владеющего только одним языком. Утрируя, можно предположить, что владение иностранным языком можно будет проверить не в результате общения на этом языке, а по результатам сканирования структуры мозга.

Однако представление, что структуры головного мозга механически усложняются в ходе формирования условных рефлексов на неоднократные одинаковые внешние воздействия окружающей среды, осталось далеко в прошлом. Идеи И. П. Павлова были развиты его учеником, виднейшим советским физиологом

областей интереса // Программные продукты и системы. 2019. № 3. С. 518–524. EDN GIXPXJ.

²³² Терегулов Ф. Ш. Бисоциальная формирующая педагогика / Ф. Ш. Терегулов. Уфа, 1999. 260 с.

Терегулов, Ф. Ш. Методологические проблемы развития образования и теоретические вопросы педагогической науки // Школьные технологии. 1999. № 5. С. 55–80.

П. К. Анохиным, исследовавшим системную организацию организмов по приспособительной деятельности при различных нарушениях деятельности внутренних органов²³³. П. К. Анохиным было установлено, что постоянная импульсация, идущая от рецепторов периферии к нервным центрам (обратная афферентация) после любого действия, сравнивается мозгом с акцептором результата – комплексом эталонных показателей, которые заранее спланированы мозгом с целью сохранения жизненных показателей организма в допустимых пределах. Иными словами, мозг проводит «мониторинг», устанавливает проблему, разрабатывает план по её устранению, формирует требуемые плановые показатели, реализует этот план, снова собирает данные и сравнивает их с плановыми. Это относится ко всем функциям и действиям организма, вплоть до таких, казалось бы, элементарных действий, как вдох. Системы, самоподдерживающие комплекс жизненно важных эталонных показателей для своего существования, названы П. К. Анохиным функциональными системами: функциональные системы – «это динамические, саморегулирующиеся организации, деятельность всех составных элементов которых способствует получению жизненно важных для организма приспособительных результатов»²³⁴. Введённый П. К. Анохиным термин определил развитие новой теории – теории функциональных систем, включающей в себя зародившуюся позже кибернетику.

Казалось бы, что одинаковые действия (вдох, например) осуществляются у всех представителей одного вида одинаково, ведь для этого требуется врождённый алгоритм, записанный в мозг при рождении. А уж у одного человека, находящегося в неизменной ситуации, два поочередных вдоха должны быть абсолютно одинаковыми, а управление ими осуществляется через одинаковые сценарии нервных импульсов. Одинаковые раздражения из внешней среды должны приводить к одинаковым изменениям в структуре мозга, если человек на них одинаково реагирует. Однако, оказалось, что это далеко не так, а точнее совсем и принципиально не так.

²³³ Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы. М.: Наука, 1980. 196 с.

²³⁴ Там же. С. 5.

Мозг имеет модульную нейроархитектуру, а афферентные входы к модулям сразу адресуются ко многим пространственно разделенным участкам коры, что вызывает антагонистичные межмодульные отношения по возбуждению и торможению²³⁵. А это, в свою очередь, приводит к сложным процессам спонтанной самоорганизации, изучаемой синергетикой. Как пишут С. Г. Калининченко, Н. Ю. Матвеева, «самоорганизация нейронных модулей лишь частично отвечает рефлекторной теории, на основе которой до недавнего времени объясняли все элементарные функции нервных клеток»²³⁶. «Нейронные сети проявляют активность и способность к самоорганизации на самых ранних стадиях эмбриогенеза задолго до созревания рецепторного аппарата нейронов и афферентных волокон»²³⁷. То есть мозг начинает свою самоорганизацию спонтанно сам собою без всякого внешнего воздействия: «Динамические ансамбли модулей являются результатом формирования порядка из хаоса в результате синтеза возбуждений, циркулирующих между модулями, и возбуждений от вновь поступающей информации»²³⁸. На основе этих динамических, никогда не прекращающихся волн взаимодействия между модулями и возврата возбуждения в места первичных проекций может существовать наша память и сознание²³⁹. То есть, наша память и сознание не хранятся в конкретных ячейках, как в компьютере, они постоянно и непрерывно «блуждают» в виде волны возбуждения по нейронным сетям, периодически проходя одни и те же «места», диалектически сохраняя то, что было, но при этом все время меняя наше прошлое и наше «Я».

²³⁵ Калининченко С. Г., Матвеева Н. Ю. Самоорганизация нейронных систем и модульная архитектура головного мозга // Тихоокеанский медицинский журнал. 2010. № 4 (42). С. 8–11. EDN OCQDJR.

²³⁶ Там же. С. 10.

²³⁷ Katz L. C., Shatz C. J. Synaptic activity and the construction of cortical circuits // Science. 1996. Vol. 274. P. 1133–1138; Zaborszky L. The modular organization of brain systems. Basal forebrain: the last frontier. Prog. Brain. Res. 2002. Vol. 136. P. 35.

²³⁸ Калининченко С. Г., Матвеева Н. Ю. Самоорганизация нейронных систем и модульная архитектура головного мозга // Тихоокеанский медицинский журнал. 2010. № 4 (42). С. 10. EDN OCQDJR.

²³⁹ Там же. С. 11.

Это подтверждают данные изучения нейросетей на основе измерения биопотенциалов мозга в виде электроэнцефалограмм (ЭЭГ). В исследовании Ю. П. Зинченко, В. М. Еськова, М. А. Филатова, С. В. Григорьевой было выявлено, что любое управление в организме (в статье речь идет о движении) не реализуется одинаково. Выявленный ими эффект доказывает, что «сама биоэлектрическая активность нейросети мозга (в виде ЭЭГ) реализует (оптимальную) работу организма в хаотическом режиме, без повторов»²⁴⁰. То есть каждый сценарий по осуществлению акта вдоха отличается от предыдущего.

В другой работе В. М. Еськова, посвящённой изучению и сравнению механики тремора (как непроизвольного движения) и теппинга (движений пальцев при игре на гитаре как произвольного движения), по результатам экспериментов был сделан вывод, что оба эти движения выполняются непроизвольно, и в точности повторить траекторию тремора или теппинга невозможно: «Любой динамический отрезок (траектория пальца в пространстве) для координат $x_1(t)$ и $x_2(t)$ в фазовом пространстве неповторим и невоспроизводим»²⁴¹.

Можно привести ещё множество примеров, выявленных в ходе изучения работы мозга, которые в совокупности доказывают, что архитектура мозга и принципы его действия совсем не похожи на работу компьютера. Мышление – это синергетический процесс постоянного сочетания хаоса и порядка между нейронными модулями, чередующимися возбуждение и торможение. Мозг работает, скорее, как ячейки Бинара в нагрываемой жидкости: из теплового хаоса восходящих и нисходящих потоков конвекционной жидкости возникает порядок, рисунок которого уникален и в точности неповторим.

Даже такие «простые» действия мозга как вызывание тремора показывают сложный стохастический и вероятностный характер мозговых процессов. Осмысление физических и фи-

²⁴⁰ Квантово-механический подход в изучении сознания / Ю. П. Зинченко, В. М. Еськов, М. А. Филатов, С. В. Григорьева // Вестник новых медицинских технологий. 2019. Т. 26, № 2. С. 114. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16392. EDN OZUIJP.

²⁴¹ Еськов В. В. Хаос и самоорганизация в работе нейросетей мозга // Вестник новых медицинских технологий. 2017. № 1. – С. 63. EDN YHVAMF.

физиологических процессов мозга, происходящих при возникновении самых сложных образований, таких как понятие, представляется задачей необъятной сложности, к решению которой сегодня даже нет сформулированных подходов. Нам понятно, что попытка установления прямой логической связи физиологии с дидактикой была бы весьма наивна. Поэтому на уровне задач нашей монографии мы можем лишь весьма необоснованно экстраполировать имеющиеся результаты изучения самоорганизации мозга при простейших операциях для формулировки правил (принципов) развития всего мышления в целом, логически учитывающих его синергетическую природу. Но полученная таким образом спекуляция должна подтверждаться опытом и экспериментом в области дидактики и превращаться в ряд положений, следствия которых находят практическое подтверждение.

Отметим, что формулировка любых дидактических принципов и принципов обучения развития мышления ранее осуществлялась и сегодня осуществляется без привязки к выявленным физиологическим / физическим процессам и закономерностям функционирования мозга. Желание посвятить параграф описанию синергетической природы физиологических процессов мозга связано не столько с желанием логически связать эти процессы с аргументацией необходимости учёта синергетической природы работы мозга при решении дидактических проблем развития мышления, сколько с желанием показать, что мозг не представляет собой структуру, куда информация записывается в определённые ячейки при неоднократных повторениях, что бихевиористическая теория является сильным упрощением. Мозг сам себя создаёт, он сам выбирает, что запоминать и как, а все его реакции на воздействие окружающей среды таковыми не являются, а представляют его собственную интерпретацию происходящего и желаемого, в которой сигналы из окружающей среды – далеко не главный фактор.

Мышлению как продукту деятельности синергетической системы должны быть присущи все свойства синергетических систем. Кратко опишем эти свойства (здесь и далее представлен краткий пересказ свойств синергетических систем, подробно

описанных в нашей монографии «Синергетика педагогических систем»²⁴²).

Открытость

Система является открытой, если она обменивается энергией, информацией и материей с окружающей средой. Свойством, противоположным открытости, является замкнутость, которая присуща системам, в которых исключен какой бы то ни было обмен с окружающей средой.

Эксперименты по сенсорной депривации (устранению любого сенсорного воздействия на человека), среди которых один из самых известных – помещение человека в бак с солёной водой, по плотности и температуре близкой к человеческой, и обеспечение полной тишины и темноты (Джон Лилли, 1954 год) – показали, что наличие сенсорных раздражений является для человека жизненно важным. Без внешних воздействий у человека начинались галлюцинации, длительное нахождение в таком состоянии могло привести к непоправимым последствиям в психике. Лингвистическая и социальная изоляция также приводят к непоправимым последствиям для психики и последующей социализации человека.

Все эти эксперименты однозначно подтверждают, что мозг может функционировать только как открытая система. Под открытостью понимается информационная открытость, так как физиологическая зависимость мозга от «обслуживающего» его тела безусловна. Без доступа информации мозг погибает, точно так же, как и без доступа кислорода, с той лишь разницей, что смерть без ощущений является долгой и мучительной.

Отсюда можно сделать вполне очевидный и даже банальный вывод, который подтверждается всей практикой человеческого существования: чем больше у человека внешних ощущений, чем разнообразнее окружающая его среда, тем большего мыслительного развития он может достичь. Несмотря на банальность этого утверждения, оно нам потребуется в дальней-

²⁴² Усольцев, А. П. Синергетика педагогических систем. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2005. 263 с. – ISBN 5-7186-0231-X. EDN FFXWUR.

шем для формулирования стратегии развития мышления в соответствии с сформулированными принципами.

Нелинейность

Нелинейность системы означает, что связь различных характеристик, параметров или свойств этой системы между собой или с внешней средой описывается нелинейными уравнениями. Развитие естественных наук показало, что линейность присуща лишь создаваемым нами моделям, тогда как реальный мир в принципе нелинеен. Как отмечает Р. Ф. Абдеев, «важнейшая закономерность объективной диалектики – нелинейность реальных процессов — еще не осмыслена философами, не нашла отражения в концептуальном аппарате материалистической диалектики, хотя нелинейность является всеобщей закономерностью в природе»²⁴³. А нелинейность принципиально меняет наши взгляды на многие аспекты, которые по-житейски кажутся очевидными. Например, нелинейность приводит к нарушению принципа суперпозиции: «результат каждого из воздействий в присутствии другого оказывается не таким, каким он был бы, если бы другое воздействие отсутствовало»²⁴⁴. В полной, а может быть, и в наибольшей мере это относится к развитию мышления. Например, когнитивная сложность (в нашем исследовании это близко к развитости когнитивно-репрезентативных структур) растёт нелинейно, так как, с одной стороны, зависит от воздействия внешней среды, а с другой стороны, само это воздействие является функцией сложности имеющихся мыслительных структур. Е. Н. Князева по этому поводу пишет: «Имеет место нелинейное взаимное действие субъекта познания и объекта его познания, или сложное сцепление прямых и обратных связей при их взаимодействии. Сложность и нелинейность сопровождающих всякий акт познания обратных связей означает, по сути дела, то, что субъект и объект познания взаимно детерминируют друг друга, т. е. находятся в отношении ко-детерминации, они используют взаимно предоставленные воз-

²⁴³ Абдеев Р. Ф. Философия информационной цивилизации. М.: ВЛАДОС, 1994. С. 24.

²⁴⁴ Там же.

возможности, пробуждают друг друга, со-рождаются, со-творяются, изменяются в когнитивном действии и благодаря ему»²⁴⁵.

Процессы обучения и воспитания также не являются линейными. Хорошо известна кривая «забывания», показывающая зависимость удерживаемых в памяти ученика элементов знаний от времени. Вначале процесс забывания идет быстрее, а через некоторый, достаточно большой промежуток времени можно считать, что забывание прекращается. Таким образом, прочность запоминания зависит не только от количества последующих повторений, но в даже большей степени от временных промежутков между ними: слишком маленький или, наоборот, большой промежуток между повторениями не дают никакого прироста в количестве запомненных остаточных знаний, что является следствием невыполнения закона аддитивности. Следовательно, можно сделать вывод, что существует какой-то оптимальный интервал времени, дающий максимально эффективный результат.

Нелинейность мышления, показанная лишь на двух примерах, на самом деле проявляется практически во всем. При этом она совершенно очевидна для практически работающих педагогов, но не учитывается в теоретических моделях, создаваемых психологами и дидактами.

Стохастичность

Стохастичность системы означает, что результат ее развития носит вероятностный характер и может зависеть от случайных флуктуаций. Если система находится в неустойчивом состоянии (в точке бифуркации), то любая, достаточно малая флуктуация параметров внешних воздействий может вызвать движение системы в ту или иную сторону. Временная эволюция синергетических систем зависит от непредсказуемых причин. Наличие случайных сил, действующих на систему, порождает глубокие философские проблемы, связанные с противоречиями детерминистического подхода.

²⁴⁵ Князева Е. Н. Когнитивная сложность // Философия науки. 2013. Т. 18, № 1. С. 85. EDN TМPYCR.

В качестве простого примера проявления стохастичности Г. Хакен рассматривает падение шарика на вертикально стоящее острое бритвы. В зависимости от начального положения шарика относительно лезвия его траектория отклоняется вправо или влево²⁴⁶. Малейшее изменение начальных условий может привести к совершенно другой траектории. Сбрасывая шарик каждый раз при одинаковых условиях, экспериментатор получает различный результат.

Повышая точность определения начальных условий, мы можем более точно расположить шарик над лезвием, что, в свою очередь, влечет уменьшение величины флуктуации, от которой зависит тот или иной исход эксперимента. Таким образом, воздействие внешних факторов, как бы их ни пытался учесть экспериментатор, неизбежно вызывает непредсказуемые изменения системы, что отчетливо показывает вероятностный характер причинно-следственных связей всего окружающего мира – от элементарных частиц до сложных социальных систем.

Неповторимость циклов работы нейронов головного мозга доказывает его стохастичность. Именно эта стохастичность и рождает разум, проявляющийся (по Н. Хомскому) в свободе выбора. Именно поэтому все имеющиеся теории мотивации позволяют лишь объяснить уже произведённые человеком действия. Поведение конкретного человека при конкретном воздействии можно прогнозировать лишь с долей вероятности на основе больших выборок статистических данных, и теории мотивации при этом оказываются совершенно ненужными.

Например, В. В. Немец, Е. П. Виноградова, исследуя реакцию животных и людей на стресс, выделяют модели поведенческих типов, типичные для животных, и особенности поведения людей в зависимости от наследования характерных черт, от пола, социального статуса и возраста. И хотя авторам удалось выделить некоторые статистические закономерности, в выводах они были вынуждены отметить, что «Невозможно прогнозировать поведение того или иного индивида, равно как невозможно предсказать его реакцию на то или иное событие без долгого и

²⁴⁶ Хакен Г. Информация и самоорганизация: макроскопический подход к сложным системам: пер. с англ. М.: Мир, 1991. С. 24.

скрупулезного изучения характера этого человека. И все равно можно допустить ошибку, так как многие механизмы и детерминанты нашего поведения современной науке еще следует «открыть»²⁴⁷. От себя отметим, что и дальнейшее изучение «детерминант нашего поведения» не способно снять его вероятностный характер, так как он содержится в самой природе мышления (и в его носителе – мозге).

Автопоэзисность

Если в точке бифуркации поведение системы принципиально непредсказуемо, так как зависит как от случайных внешних воздействий, так и от внутренних флуктуаций, то в устойчивом состоянии (в аттракторе), система, напротив, максимально устойчива, и чтобы вывести её из текущего состояния требуется значительное воздействие, превосходящее пороговую чувствительность. Получается, что реакция системы на внешнее воздействие может сильно отличаться: она либо начнёт стремительно изменяться, либо совсем не заметит этого воздействия. Причём это результат внешнего воздействия зависит не от его характеристик, а исключительно от имеющегося состояния системы. Такая характеристика системы получила название автопоэзисности. Автопоэзисность характеризует способность системы изменяться по своим внутренним законам, не зависящим от внешних факторов.

Теория автопоэзисных систем была разработана У. Матураной и Ф. Варелой²⁴⁸. Суть теории заключается в том, что реакция системы на внешние воздействия обусловлена не столько этими воздействиями, сколько собственным внутренним состоянием. Система может не только игнорировать внешний сигнал, но и вкладывать в него свой смысл. Таким образом, система меняется не под влиянием внешней среды, а лишь использует это влияние для движения в том направлении, к которому она в

²⁴⁷ Немец, В. В., Виноградова Е. П. Стресс и стратегии поведения // Национальный психологический журнал. 2017. № 2 (26). С. 67. DOI 10.11621/npj.2017.0207. EDN YUBVFN.

²⁴⁸ Maturana U. The Theory of Autopoiesis Systems in the Social Sciences. Frankfurt; New York, 1980; Maturana U., Varela F. Autopoiesis and Cognition. Dordrecht, 1980.

данный момент расположена. Иными словами, система «сама себя создает», что и вызвало появление понятия «автопоэзисная система», которое можно перевести как «самотворческая система», т. е. система, которая сама себя «творит».

Понимание зависимости поведения человека не только от внешних, но и от внутренних состояний можно обнаружить в работах психологов еще начала XX века. У. Джемс пишет: «Каждый из нас постоянно переживает те или другие состояния сознания. В нас есть некоторый поток, некоторая последовательность «состояний» познания, чувства, желания, суждения и т. д., постоянно проходящих и возвращающихся, которая и образует нашу внутреннюю жизнь»²⁴⁹. В какой-то мере можно сказать, что У. Джемс описал те волновые процессы возбуждения и торможения нейронных модулей, которые обнаружены в процессе исследования работы мозга современными средствами. Различные внутренние состояния человеческой психики, подобно картинкам в калейдоскопе, складываются из сочетания бесконечно разнообразных, никогда не повторяющихся внутренних состояний, вызываемых к перемещению внешними силами. Деятельностный подход, ограниченный при изучении личности внешними проявлениями её активности во внешней среде и направленный на стимуляцию этой активности, является «вращением трубы калейдоскопа» с целью получения заранее придуманной нами картинки. Как пишет Ф. Ш. Терегулов, «подобный подход стал возможным благодаря гипертрофии односторонне активной роли внешней среды и деятельности в ней и умаление активной роли внутренней среды и внутренней активности индивида»²⁵⁰.

Нельзя сказать, что ограничения деятельностного подхода являются его недостатком, более эффективного подхода у нас нет. Но мы должны понимать эту ограниченность, в практике мы постоянно с ней сталкиваемся, но предпочитаем её не замечать. Неожиданные для нас результаты по отдельным ученикам мы

²⁴⁹ Джемс У. Психология в беседах с учителями. СПб.: Питер, 2001. С. 11.

²⁵⁰ Терегулов Ф. Ш. Методологические проблемы развития образования и теоретические вопросы педагогической науки // Школьные технологии. 1999. № 5. С. 74.

списываем на статистические погрешности, не задумываясь о том, что они свидетельствуют о существенном различии наших моделей управления развитием личности с действительностью.

Например, в процессе проверки усвоения какого-либо физического понятия учащийся может правильно решить все предложенные задачи и дать верные определения. Это означает только то, что ученик освоил предложенные ему виды деятельности, и лишь вероятно подтверждает адекватность сформированного у школьника понятия. Мысленные модели в сознании ученика и учителя могут быть (и всегда являются) различными, но в пределах предлагаемых ученику заданий их свойства могут совпадать. Часто бывает ситуация, когда, общаясь с учеником по какой-то мелкой ошибке, допущенной в решении физической задачи, учитель неожиданно для себя выявляет формальное усвоение учеником заученного алгоритма и полное непонимание физической сущности рассматриваемых в задаче процессов. Естественно, что мотивационные процессы несравненно более сложны для понимания учителем, чем процессы усвоения алгоритмов решения учебных заданий.

У. Джемс в своей работе «Психология в беседах с учителями» (в главе, имеющей название «Ребенок как организм, проявляющий себя поступками») призывал учителей смотреть на свою профессиональную задачу так, «как если бы она состояла преимущественно и существенно в выработке поведения, поступков детей»²⁵¹. Но перед этим У. Джемс всячески подчеркивал, что нельзя бесконечно сложную целостность ребенка, которую он называл «потокосом сознания», расщепить на составляющие компоненты, в том числе и деятельность: «Я выступаю за решительный отказ от того, чем и до сих пор еще столь старательно занимаются в учебниках психологии: от расщепления “духа” на отдельные составные или функциональные единицы, каждая из которых носит особый ярлык, имеет особое, техническое название»²⁵².

В полной мере это относится и к ситуации в отечественной системе образования (и не только в отечественной), где на

²⁵¹ Джемс У. Психология в беседах с учителями. СПб.: Питер, 2001. С. 28.

²⁵² Там же. С. 23.

уровне общего образования рьяно формируются и достигаются «раздёрганные» по разным видам образовательные результаты, а в системе высшего образования – множество разного рода компетенций, количество которых превышает разумные пределы. В результате в большом количестве диагностично определяемых компонентов оказалась потерянной целостность: в среднем образовании – целостная личность, а в профессиональном образовании – профессионал, тогда как компетентностный подход изначально был направлен на получение именно профессионала.

При разработке системы формирования мышления, построенной с учётом предлагаемых нами принципов, необходимо всякий раз иметь в виду, что мы имеем дело с автопоэзисной системой, развитие которой пойдёт по своему, уникальному пути. Наша задача обеспечить разнообразие окружающей образовательной среды, предоставляющей этой автопоэзисной системе спектр возможностей, приводящих в итоге не к одной конечной точке, а в широчайшую область возможных состояний, социально и личностно созидательных.

Описание синергетических свойств мышления потребовалось для того, чтобы показать актуальность следующей проблемы: каким же образом осуществлять образовательный процесс, чтобы реализовать сформулированные нами принципы развития мышления с учётом синергетических свойств мозга и мышления?

Вариант ответа на этот вопрос представлен в следующем параграфе.

3.2. Этапы управления саморазвитием мышления

Основное содержание этого параграфа подробно рассмотрено в наших монографиях^{253 254}. В предлагаемом параграфе со-

²⁵³ Усольцев А. П. Синергетика педагогических систем. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2005. 263 с. ISBN 5-7186-0231-X. EDN FFXWUR.

²⁵⁴ Усольцев А. П. Управление процессами саморазвития учащихся при обучении физике. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2006. 213 с. ISBN 5-7186-0315-4. EDN JWLKIK.

держится лишь краткий пересказ их содержания с отнесением синергетических принципов к обсуждаемой проблеме развития мышления учеников.

Синергетическая природа мышления и кибернетический характер управления его развитием в системе образования создают противоречие, разрешение которого может быть только диалектичным, позволяющим, с одной стороны, сохранить управляемость процессом, а с другой стороны, реализовать потенциальные возможности саморазвития мышления.

В основе решения этого противоречия лежит теорема У. Р. Эшби, которой А. Д. Урсул придает статус фундаментального закона кибернетики²⁵⁵. Эта теорема звучит следующим образом: «Только разнообразие может уничтожить разнообразие»²⁵⁶. Прилагая эту теорему к функционированию систем в среде, можно утверждать, что система сможет противостоять внешней среде только тогда, когда ее разнообразие (разнообразие ее регулятора) не ниже, чем разнообразие внешней среды. Иными словами: система может существовать в среде тогда и только тогда, когда ее разнообразие не ниже разнообразия окружающей среды.

Применительно к мыслительной системе ученика (скажем, к процессу формирования понятия) можно сформулировать следствия этой теоремы, подтверждаемые педагогической практикой и здравым смыслом:

Если без предварительной подготовки предоставить ученику всё имеющееся разнообразие (т. е. весь объём имеющейся у нас информации по предмету изучения), то вследствие стохастичности, открытости и автопоэзисности мышления, вероятность получения требуемого результата (например, в виде сформированного понятия) становится низкой.

Если же предоставлять ученику только строго дозированное количество информации (т. е. свести разнообразие к минимуму), то мы можем добиться повышения вероятности движения в требуемом направлении. При этом в жертву приносится разнообразие, в результате широта переноса полученного знания в жизнь

²⁵⁵ Урсул А. Д. Информация: методологические аспекты. М: Наука, 1971. 295 с.

²⁵⁶ Эшби У. Р. Введение в кибернетику. М.: Изд-во ин. лит., 1959. С. 294.

будет недостаточной, а потенциал мыслительной системы останется нереализованным. В этом случае понижается субъективная значимость получаемого знания для ученика, что неизбежно ведёт к понижению его мотивации и учебной активности.

Для иллюстрации сказанного приведём аналогию. Если в школе с первого класса ученикам разрешается ношение любой одежды без всяких ограничений, то навряд ли у него сформируется умение одеваться в соответствии с ситуацией. И напротив, если на протяжении всего обучения в школе будут предъявляться жёсткие требования к форме одежды, то это умение тоже окажется совершенно несформированным, ведь опыта выбора одежды у школьника не было.

Логичным решением этой дилеммы является последовательная реализация следующих двух этапов:

1. На начальных стадиях развития мыслительных структур ученика необходимо ограничение внешних информационных потоков.

2. Конечный результат достигается при поэтапном снятии информационных ограничений и обеспечении конечного максимального разнообразия действий внешней среды.

В аналогии с формой одежды практической у реализация этих этапов будет выглядеть следующим образом: в первом классе посещение школы возможно только в одинаковой форме, а дальше, по мере взросления ученика строгость постепенно снимается, а к выпускному классу – требования полностью снимаются. Но если ученик за долгие годы привык к деловому стилю одежды в школе, то даже при полной свободе ему просто не придёт в голову явиться на уроки в рваных шортах, майке и шлёпанцах. И даже если ученик так сделает, это не будет означать, что он не понимает, как надо одеваться, а будет свидетельством демарша, проверкой возможности реализации своих прав, т. е. сознательным нарушением усвоенных норм поведения.

Если рассмотреть пример с формированием понятия (на примере физики), то реализация этих принципов будет выглядеть следующим образом:

При формировании понятия равномерного движения изначально ученику показывается либо абстрактная модель, либо максимально обеднённый эксперимент, в котором акцентирова-

ны ключевые признаки равномерного движения (нулевое ускорение, постоянная скорость). На полученной в итоге модели формируется представление и начальный наглядный образ (направляющий развитие когнитивно-репрезентативных структур в требуемом направлении). В этом случае ограничение позволяет учесть принципы наглядности, нормируемости и системности. В результате формируются инварианты, без которых мышление невозможно. Эти инварианты показаны в ранее уже нами использованной цитате П. В. Копнина: если «нет суждений, понятий и умозаключений... ..мышление не может нормально функционировать, так как процесс мышления обязательно включает в себя:

1) выделение, фиксацию свойства, признаков предмета (суждения);

2) подытоживание предшествующего анализа, свёртывание суждений в понятия; 3) форму перехода от одного ранее достигнутого знания к другому»²⁵⁷.

Реализация обеспечения максимального разнообразия действия окружающей среды достигается через учёт принципов субъектности и дополнителности. Ученик находит связь изучаемого понятия с окружающим его миром, и в первую очередь, с той сферой, которая ему интересна (принцип субъектности). Ученик наблюдает покрытие Луной звёзд, стробосфотографии различных движущихся объектов, движение автомобиля, улитки и пр. А принцип дополнителности позволяет максимально расширить эти сферы до области гуманитарного и художественного знания. Принципы развития мышления приобретают разную значимость по мере движения по шкале от полного информационного ограничения до обеспечения максимального разнообразия действия окружающей среды и составляют таким образом целостную систему.

В качестве примера укажем, каким образом можно организовать учебный процесс по физике с учётом этих синергетических законов развития мышления (таблица 2).

Термин «преимущественные» в таблице указывает на то, что предложенные средства не делятся однозначно по двум эта-

²⁵⁷ Копнин П. В. Диалектика, логика, наука. М.: Наука, 1973. С. 169.

пам, связанным с последовательной реализацией информационного ограничения и последующего максимального увеличения разнообразия. Например, принципы субъектности и дополнителности, как было уже отмечено, изначально «встроены» в изучаемый контент, и поэтому присутствуют и на этапе первоначального ограничения, но в явном виде не акцентируются. Точно также на этапе максимального обеспечения информационного разнообразия принципы нормирования и системности продолжают быть актуальными, так как на этом этапе критического анализа поступающей информации усвоенные учеником нормы мышления оттачиваются и закрепляются.

Таблица 2

Средства реализации этапов развития мышления

Средства	Этапы организации	
	первоначального информационного ограничения	обеспечения максимального разнообразия действия окружающей среды
Преимущественные принципы развития мышления	наглядности, нормирования, системности	субъектности, дополнителности
Преимущественные мыслительные операции	анализ, абстрагирование	синтез
Преимущественные методы обучения	репродуктивные, алгоритмические	продуктивные, творческие
Преимущественные средства наглядности	модели, знаковая наглядность, информ.-структурные блоки / фреймы / обобщающие таблицы, физический эксперимент	физический эксперимент, наблюдения, анализ физических явлений в информационных источниках
Физические задачи	Ключевая задача / ключевая ситуация	Максимально разнообразные: практико-ориентированные, творческие
Основные виды контроля	внешний, взаимоконтроль	самоконтроль

Точно также можно сказать и про основные мыслительные операции. На каждом этапе развития мышления используются и развиваются все мыслительные операции в своей неразрывной целостности и единстве. Но на первом этапе учебно-познавательная деятельность учеников строится таким образом, чтобы он мог выделить те ключевые понятия и алгоритмы деятельности, которые будут составлять его норму. Тогда как на втором этапе максимально разнообразная информация синтезируется и объединяется именно с помощью усвоенных ранее мыслительных и деятельностных норм.

Абстрактные модели, усваиваемые на первом этапе, становятся инструментом ученика при познании бесконечно сложной по отношению к ним действительности в натуральных экспериментах, наблюдениях явлений природы, критическом анализе различной информации (текстовой, аудиовизуальной) на втором этапе.

На первом этапе целесообразно рассматривать не физическую задачу, а скорее, ключевую ситуацию, описывающую протекание изучаемого физического явления или процесса. При этом выводится обобщённый алгоритм установления взаимосвязей существенных физических величин, характеризующих эту ситуацию. Такая задача должна наглядно показывать эти существенные взаимосвязи и не содержать никаких второстепенных отвлекающих факторов.

После усвоения этого алгоритма ученику, наоборот, предлагается самый разнообразный спектр задач: количественных, качественных, с разной формой представления (текстовой, табличной, графической, аудиовизуальной), не имеющих решения, содержащих недостаточные, избыточные, противоречивые, нереальные данные, реализующих межпредметные связи, в том числе, и с гуманитарными дисциплинами. Предлагаются задачи, направленные на формирование функциональной грамотности, а также творческие, исследовательские, художественные задания, которые могут перерасти в проекты.

На начальном этапе должен осуществляться чёткий контроль учителем и взаимоконтроль учеников по усвоению требуемых норм, заключающихся в правильном формировании образов и понятий, усвоении требуемых алгоритмов. На втором эта-

пе ученик уже сам должен осуществлять рефлексию деятельности с использованием имеющихся у него мыслительных и деятельностных норм.

Конкретный пример практической реализации этих принципов будет представлен в параграфе 3.4.

3.3. Конструкт разных стилей мышления

В научно-методической, психологической, философской литературе встречается огромное количество разных «мышлений» – от общепринятого «теоретического мышления», до «антикоррупционного мышления»²⁵⁸, «ноосферного мышления»²⁵⁹, «космического мышления»²⁶⁰ и др. В каждой статье, посвящённой тому или иному типу / виду / стилю мышления, доказываются или постулируются, что формирование этого мышления является важнейшей задачей, без решения которой нас ждут негативные последствия разной степени глобальности: от неумения выбрать в магазине товар до гибели всего Человечества и Вселенной. Относясь к этим утверждениям с некоторой долей иронии, мы согласны, что эти обоснования не лишены смысла. Выбор того стиля мышления, которое преимущественно надо формировать, зависит от конкретной ситуации: в юридическом вузе

²⁵⁸ Алексеев С. Л., Алексеева Ю. С. Формирование антикоррупционного мышления и превентивных навыков противодействия и неприятия коррупции у студентов вузов // *Управленческие аспекты развития северных территорий России: материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием), Сыктывкар, 20–23 октября 2015 года. Ч. 1.* Сыктывкар: Коми республиканская академия государственной службы и управления, 2015. – С. 32–35. – EDN VGSAZT; Бондарцова Ю. Л. Особенности формирования антикоррупционного мышления у курсантов ведомственного вуза // *Вестник Самарского юридического института.* 2014. № 1 (12). С. 69–73. EDN SFOSGD.

²⁵⁹ Сикорская Г. П. Формирование экологической культуры и ноосферного мышления в процессе творческой практико-ориентированной социоприродной деятельности (дидактико-методический комплект) // *Международный журнал экспериментального образования.* 2015. № 10–2. С. 143–144. EDN UJDQOR.

²⁶⁰ Шапошникова Л. В. Космическое мышление и новая система познания // *Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века.* 2004. Т. 1, № 1. С. 52–81. EDN QLIWKN.

необходимо формировать «юридическое мышление», у военных – «оперативное» и «стратегическое», у педагогов – «педагогическое», а у философов – «ноосферное» (хотя кто знает, какое мышление надо формировать у философов!). Возникает вопрос – А каким образом учитывать сформулированные нами принципы развития мышления, чтобы развивать тот или иной тип / вид / стиль мышления? Даже если отбросить «экзотические» мышления, всё равно остаётся огромное разнообразие стилей / видов мышлений, в котором сложно ориентироваться.

Чтобы предложить некий обобщённый алгоритм – конструктор разного вида мышлений, необходимо сначала провести классификацию, позволяющую разделить «мышления» на группы по признакам, которые необходимо учитывать при организации учебной деятельности. Мы выделили три группы мышления (типы), каждая из которых состоит из нескольких видов мышления.

1. Первая группа объединяет виды мышления, акцентированные на каком-то одном этапе мыслительного акта познания или свойстве мышления, являющемся его основой, без которого мышление не может существовать:

перцептивное – связанное с процессом восприятия;

образное – связанное с формированием образов;

понятийное – связанное с формированием понятий;

когнитивное – связанное с процессами познания и памяти;

творческое – связанное с воображением, выходом за мыслительные шаблоны.

Возникает вопрос: а есть ли смысл развивать один вид мышления из этой категории, не развивая другие? Например, если мы всё время будем развивать когнитивное мышление, то не скажется ли это отрицательно на развитии воображения? А если скажется, то не может ли случиться так, что ущерб от недостатка воображения будет большим, чем польза от сильно развитого когнитивного мышления? Не будет ли тормозиться развитие понятийного мышления без развития образного? Очевидно, что если хотя бы один из видов мышления будет критически не сформирован, то другие виды тоже не смогут формироваться: мышление невозможно без памяти; без творческого мышления невозможен переход от восприятия к понятиям и т. д. Поэтому, развивая один вид мышления, мы неизбежно, даже

того не желая, развиваем мышление как таковое – одно, целостное и неделимое. Именно эта неразрывная целостность мышления является своего рода «предохранителем» от тех, кто считает какой-то вид мышления единственно важным и главным и уделяет ему при обучении гипертрофированное внимание. Но такая стратегия не может считаться эффективной, так как даже в развитии требуемого вида мышления она не может привести к высоким результатам.

Отсюда вывод: развитие видов мышления первого типа возможно только на основе комплексного учёта всех принципов на равноправной основе.

2. Второй тип содержит виды мышления, акцентированные на отдельных характеристиках / аспектах мышления.

Примеры таких мышлений:

аналитическое – связано с выполнением одной мыслительной операции – анализа и её производных;

стандартное – связано с выполнением известных мыслительных операций по образцу;

критическое – связано с критическим анализом информации и деятельности.

Необходимо отметить, что граница, разделяющая первые две группы достаточно условна. Например, без анализа как мыслительной операции, мышление тоже не может осуществляться, ведь оно составляет диалектическую целостность с операцией синтеза, в единстве с которой рождаются все другие логические операции. Но все эти операции в единстве составляют логическое мышление. Точно также можно сказать про стандартное и критическое мышление – они показывают какой-то один аспект логического мышления. Поэтому можно сказать, что «мышления», помещённые во вторую группу, представляют отдельные структурные компоненты мышлений первой группы.

Но развитие отдельных сторон мышления, как только что было отмечено, без развития мышления в целом не имеет практического смысла. Но принимая это во внимание, можно, тем не менее, акцентироваться на каких-то отдельных видах мышления второй группы (в случае их «западания») и конструировать методику, выделяющую отдельные принципы в качестве основных

для решения оперативных локальных целей в общем стратегическом процессе формирования мышления.

Далее приведена таблица (таблица 3), в которой показаны возможные акценты на отдельных принципах, конструирующие тот или иной вид мышления второго типа.

Таблица 3

Конструкт для развития разных видов мышления второго типа

Мышление	Принципы					
	субъектности	наглядности	системности	нормируемости	творчества	дополнительности
Стандартное		+	+	+		
Логическое			+	+		
Конвергентное		+	+	+		
Нестандартное					+	+
Дивергентное	+				+	+
Креативное				+	+	+
Критическое	+		+	+		
Саногенное	+			+		

Единой точки зрения на рассматриваемые дефиниции того или иного вида мышления нет, поэтому акцентирование принципов в указанных видах мышления осуществлено на основе нашего понимания. Цель таблицы – показать, что сформулированные нами принципы в различных комбинациях охватывают любой вид мышления второго типа. Как видно, нестандартное, креативное, конвергентное мышление имеют незначительную разницу, связанную с непринципиальными расхождениями акцентов в определениях. Например, нестандартное мышление понимается как достижение извне поставленных целей нестандартным путём.

Отдельного комментария требует критическое мышление, которое, по нашему мнению, необоснованно расширено до теоретического мышления или мышления вообще. Изначально, исходя из самого термина, критическое мышление означает способность к анализу информации и деятельности (как чужой, так и собственной), для отделения достоверной информации от недостоверной и нахождения ошибок в различного рода алгорит-

мах. В таком контексте критическое мышление будет формироваться на основе принципов системности и нормирования для умения находить несоответствия имеющимся нормам мышления и деятельности. От стандартного мышления критическое мышление будет отличаться большей субъектностью, так как стандартное мышление действует по готовому, данному ему алгоритму, тогда как критическое мышление все предлагаемые ему алгоритмы не принимает к безусловному действию, а сначала подвергает их сомнению.

Также отдельного комментария заслуживает саногенное мышление. С латинского «саногенный» дословно переводится как «несущий здоровье». Под саногенным мышлением понимается мышление, «направленное на достижение эмоционального благополучия. Саногенное мышление выступает как средство и механизм достижения душевного равновесия. Оно позволяет личности осознавать и регулировать психическое состояние»²⁶¹. Для нас этот тип мышления интересен тем, что является единственным примером сочетания акцентов на субъектности и нормировании, причём нормировании в саморегуляции своих эмоциональных состояний.

3. Мышления третьей группы относятся к развитию деятельности и приобретению опыта в конкретной сфере, они отражают прагматическую функцию мышления. В этом случае к слову «мышление» прилагается прилагательное, обозначающее требуемую сферу деятельности: художественное, музыкальное, математическое, инновационное, инженерное, экономическое, экологическое, историческое, педагогическое, клиническое и пр. По сути, все «мышления» этого типа могут быть объединены под общим названием «практическое мышление».

Мышление в этом контексте развивается не как самостоятельная цель, а опосредованно, как средство подготовки к определённому профессиональному функционалу. Поэтому приставка к слову «мышление» некоторого прилагательного, указыва-

²⁶¹ Феоктистова С. В. Влияние саногенного мышления личности на результативность деятельности // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. 2018. № 2. С. 131. DOI 10.25586/RNU.V9276.18.07.P.130. EDN XSQMLZ.

ющего сферу деятельности, меняет сам смысл – в этом случае рассматривается уже не мышление, и даже не его аспект, а, чаще всего, готовность к конкретной деятельности как ментального, так и инструментального уровня. Часто такое сочетание называют «стилем мышления». Например, инженерное мышление связано с готовностью осуществлять те мыслительные операции, которые необходимы для успешной инженерной деятельности. В грубом приближении такие разные «мышления» по содержанию приближаются к понятию компетентности, которое до инфляционного расширения компетентностного подхода означало минимальный набор знаний, умений и опыта, достаточный для выполнения чётко определённого профессионального функционала. Например, вместо слов «у него развито инженерное мышление», можно сказать «он компетентен в инженерной сфере». Конечно, инженерное мышление будет полезно его носителю в жизни и без самой инженерной деятельности, тогда как инженерная деятельность без инженерного мышления представляет для окружающих большую опасность. Но так как без деятельности выявить наличие инженерного мышления невозможно, то тонкость в их соотношениях игнорируется, и между инженерной деятельностью и инженерным мышлением ставится условный знак тождественности.

Рецепт развития видов мышления третьего типа достаточно понятен: нужно развивать мышление в целом (т.е. все мышления первых двух групп), но на содержании требуемой нам предметной деятельности. Инженер будет критически оценивать проект моста, а юрист – законодательный проект.

Отсюда следует очевидный вывод: в раннем возрасте у ребёнка надо развивать мышление в целом (в гармонии все его компоненты, составляющие первую группу мышлений), а в последующей профессиональной подготовке мышление приобретает для себя прилагательное, означающее конкретную профессиональную область. Поэтому, например, весьма сомнительна целесообразность развития у дошкольника инженерного мышления, так как в этом возрасте необычайно важно развивать мышление в целом, а не столько способности его применения в инженерной деятельности.

В таблице 4 описывается деятельность, «обслуживаемая» каждым видом мышления третьей группы²⁶². Развитие каждого из указанных видов мышления осуществляется на основе учёта принципов развития мышления при организации соответствующей деятельности.

Таблица 4

Конструкт для развития разных видов мышления третьего типа

№	Вид мышления	Деятельность
1.	Естественнонаучное	Осуществляет мыслительные операции в соответствии с методологией науки на основе знаний естественнонаучных закономерностей
2.	Алгоритмическое	Создает алгоритмы и умеет пользоваться ими
3.	Математическое	Создает абстрактные модели, лишённые вещественности, и правила оперирования ими, оперирует абстрактными моделями на основе этих правил и формальной логики
4.	Пространственное	Оперирует пространственными образами, мысленно размещая их в пространстве относительно друг друга
5.	Экологическое	Выделяет экологический аспект, прогнозирует экологические последствия своих и чужих действий
6.	Инженерное	Обеспечивает на когнитивном и инструментальном уровне инженерную деятельность с техническими объектами
7.	Инновационное	Обеспечивает на когнитивном и инструментальном уровне деятельность по внедрению нового

²⁶² Шамало Т. Н., Усольцев А. П., Антипова Е. П. Развитие мышления как основная задача современного образования // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 02–03 апреля 2018 года / Уральский государственный педагогический университет, Институт математики, физики, информатики и технологий. Екатеринбург, 2018. С. 3–7. EDN MFUCRN.

Продолжение таблицы 4

№	Вид мышления	Деятельность
8.	Художественное	Генерирует художественные образы и яркие формы их выражения
9.	Оперативное	Быстро оценивает ситуацию и принимает правильные решения
10.	Стратегическое	Верно определяет стратегические цели и главные направления для их достижения

3.4. Практическая реализация принципов развития мышления в процессе обучения (на примере физики)

Методику обучения, основанную на выделенных нами принципах развития мышления, можно строить в рамках любого учебного предмета. Но так как наша профессиональная компетентность относится к области преподавания физики, то нами в качестве иллюстрации приведен пример, относящийся к школьной физике.

Не можем утверждать, что осуществить перенос предлагаемых идей в другие предметные области достаточно легко. Напротив, специфика предмета накладывает отпечаток на все аспекты учебного процесса (методологические, процессуальные, содержательные и пр.), поэтому реализация концепции в виде системы принципов в других учебных предметах требует глубокого понимания самого предмета и творческого подхода. Например, если системообразующей структурой в обучении физике является цикл познания, который можно использовать в качестве основы при изучении любой темы, то в истории, например, требуется другое основание, универсальное для всех тем школьного курса истории.

Но для всех учебных предметов можно выделить инвариантный обобщённый алгоритм организации учебного процесса, не зависящий от содержания. В таблице 5 указаны эти этапы, для каждого из них определён ключевой принцип. Для образного представления и лучшего понимания сути каждого этапа

представлена аналогия обучения птенца полёту (это можно воспринимать как попутную демонстрацию принципа дополненности). Детальное описание связи элементов аналогии с этапами учебного процесса оставляем на разбор читателю.

Таблица 5

Обобщённый алгоритм организации изучения учебного раздела

№	Этап	Ключевой принцип	Аналогия
1.	Активизация субъектности	субъектности	Я выпупился из яйца! Как тут интересно!
2.	Формулировка ключевой ситуации, выявление проблемы	системности	Я хочу летать! Что мне нужно, чтобы полететь?
3.	Введение основных понятий	наглядности	Обзор родного гнезда. Что у меня есть?
4.	Построение обобщающей схемы	системности – нормируемости	Обзор горизонта. А где мне предстоит летать?
5.	Наполнение общей схемы частностями	нормируемости	Детальное изучение местности. А где тут кошки?
6.	Познавательного движение ученика в пространстве альтернатив	творчества – дополненности	Я лечу!
7.	Рефлексия	субъектности	Разбор полётов. А что я видел? Куда я полечу следующий раз?

Кратко опишем каждый из этапов.

1. Активизация субъектности.

Учебная деятельность обучающегося не может осуществляться без решения учителем вопроса организации внимания ученика, которое последовательно проходит стадии произвольного внимания, произвольного внимания и, наконец, послепроизвольного внимания. Именно послепроизвольное внимание является проявлением субъектности, и, одновременно, средством её развития. Но для этого необходимо создание начального эмоционального всплеска для возникновения акта произвольного

вольного внимания, являющегося отправной точкой организации познавательной деятельности школьника на стадии произвольного внимания.

Мультимедиа в жанре «экшн», где присутствует максимум динамики, движения, звуков, действия, натуральный эксперимент с элементами шоу-представления являются подходящими для этого инструментами. Возникающие при этом возможности как нельзя лучше подходят для создания проблемной ситуации, могут являться своего рода «эпиграфом» или «предисловием» для изучаемого явления или закона. Например, изучение темы «Тепловые двигатели» может начинаться с показа захватывающих автомобильных гонок из фильмов и опыта с вылетом пробки из нагретой пробирки с водой. При этом задаётся вопрос: «А что общего между ними?».

На этом этапе ученик подобен птенцу, только что выбравшемуся из яйца, которому внешний мир кажется потрясающе удивительным и загадочным.

2. Формулировка ключевой ситуации, выявление проблемы.

Для того чтобы разобраться в ситуации, вызывающей яркие эмоции и поток впечатлений, необходимо её проанализировать. Требуется отсеять побочные факторы, выделить основное явление, сформулировать ситуацию, в которой проявляется это явление, описать условия его протекания и основные характеристики. Далее формулируется главный вопрос, который в дальнейшем станет основой ключевой задачи.

В рассматриваемом нами примере ученики должны увидеть, что имеет место преобразование внутренней энергии топлива в кинетическую энергию. В результате формулируется ситуация: вещество сжигается, а за счёт выделившейся энергии выполняется механическая работа. При этом возникают вопросы: как должен быть устроен агрегат, совершающий такие преобразования? Каковы его основные характеристики?

В аналогии птенец должен захотеть полететь и задаться вопросом: а что мне для этого нужно?

3. Введение основных понятий.

На этом этапе должен учитываться принцип наглядности. Задача учителя заключается в выделении существенных сторон

предмета изучения для правильного и быстрого формирования требуемого понятия и связанных с ним когнитивно-репрезентативных структур в чувственном восприятии обучающегося. В реализации этого принципа используются возможности мультимедийных средств и натурального эксперимента, прямо противоположные тем, что мы использовали при начальном знакомстве с явлением. Теперь нам надо отбросить всё второстепенное, максимально «обеднить» визуализированный ряд до модельности, чтобы была визуально показана абстрактная сущность изучаемого процесса. Возникающий при этом наглядный образ уже обобщён до уровня понятия, что значительно повышает вероятность «правильного понимания» учеником изучаемого материала, развития его когнитивно-репрезентативных структур в требуемом направлении.

В приведённом примере темы «Тепловые двигатели» будет уместным использовать анимированную модель теплового двигателя, позволяющую понять принцип его работы, определить характеристики всех участков цикла его работы. Целесообразно сочетать эту модель с натурным экспериментом: с нагреванием и охлаждением воздуха в стеклянном шаре, соединённом трубкой с жидкостным манометром. Кусочек покрашенного пенопласта в свободном колене манометра будет показывать поршень, совершающий работу. В результате ученики должны дать определение теплового двигателя, указать его основные элементы (нагреватель, рабочее тело и холодильник).

Птенец находит то, на чём он стоит – свои лапы и гнездо, и обнаруживает два крыла, на которых он должен полететь.

4. Построение обобщающей схемы.

На основе выделенных понятий создаётся каркас, показывающий стратегические пути, приводящие к решению поставленной проблемы. Рождается обобщённый алгоритм – та норма, которая в конечном итоге всегда приводит от базовых понятий к требуемому конкретному результату независимо от любых частных отличий начальных условий.

Создаётся общая модель теплового двигателя, на её основе обучающиеся формулируют ключевую задачу. В нашем примере, это будет вопрос по нахождению коэффициента полезного

действия. Ученики выводят обобщённый алгоритм решения этой ключевой задачи. Рождается следующая норма: в любом тепловом двигателе надо найти нагреватель, рабочее тело и холодильник; КПД двигателя зависит только от соотношения количества теплоты, переданного от нагревателя рабочему телу, с количеством теплоты, отданным рабочим телом холодильнику. Полученная формула КПД теплового двигателя – частный случай закона сохранения энергии, применённого к описанию процессов, происходящих в тепловом двигателе.

Птенец выглядывает из гнезда и видит местность с высоты птичьего полёта (что-то вроде карты), которую ему важно её обозреть в целостном восприятии. А ещё он понимает, что лапы нужны, чтобы бежать, а крылья нужны, чтобы лететь (причём всё должно быть в комплекте).

5. Наполнение общей схемы частностями

Усвоенный обобщённый алгоритм оттачивается во всевозможных частных примерах. Иными словами, обобщённая схема – это гаечный ключ, а частные проблемы, решаемые с его помощью – гайки. Гайки могут быть самых разных размеров, конфигураций, и хотя при этом возникают ситуации, требующие от работника эвристики (гайка сорвана, она приржавела и т. п.), но принцип работы гаечного ключа, их откручивающего, от этого не меняется.

Например, во всевозможных машинах ученику необходимо найти тепловые двигатели, указать, что у них является рабочим телом, а что нагревателем и холодильником. Решаются задачи на нахождение КПД различных тепловых циклов. Рассматривается обратный тепловой цикл, положенный в основу работы холодильников.

На этом этапе, с одной стороны, оттачивается применение учениками основного шаблона – формулы КПД теплового двигателя, а с другой стороны, формируется их умение эвристически и творчески использовать полученные знания и алгоритмы в бесконечном разнообразии реальной жизни. Обсуждаются типичные бытовые заблуждения, преодолеваются разного рода познавательные барьеры, разрушаются мiskonцепции. Напри-

мер, обсуждается вопрос «Как изменится температура в комнате, если дверь работающего холодильника оставить открытой?»

В предлагаемой аналогии птенец начинает вникать в детали общей картины, он учится видеть уже не карту, а реальную местность с затаившимися там кошками. Кошки – ситуации, в которых требуется эвристическое, творческое применение усвоенного обобщённого шаблона.

б. Познавательное движение ученика в пространстве альтернатив.

После того, как основные шаблоны деятельности и мышления усвоены на алгоритмическом уровне, необходим переход на следующий, продуктивный уровень. Переход к творчеству невозможен под внешним давлением, творческая деятельность возникает только тогда, когда она вызвана собственными потребностями и внутренней мотивацией обучающегося. Поэтому ученику должен быть предоставлен спектр различных альтернатив для разного рода деятельности, в котором он нашёл бы свою индивидуальную траекторию. Ученику с инженерными задатками в качестве проекта можно предложить изготовить самодельный двигатель Стирлинга, будущий художник может изобразить гигантскую тепловую машину забытой древней цивилизации, кто-то придумает интересную задачу, кто-то создаст анимированную компьютерную модель теплового двигателя, а кто-то сделает краткое сообщение о перспективах водородных двигателей и т. д.

Естественно, что непременно будут и те, кто ограничится обязательным минимумом и не будет заинтересован в какой-либо дополнительной работе. Но это тоже часть пространства альтернатив, без которой субъектность ребёнка будет искусственной и неполной. Количество таких учеников будет важным показателем мотивации школьников не только к изучению этого предмета (ведь задания могут быть связаны и с другими учебными предметами, областями спорта или искусства), но и в целом к учебной и познавательной деятельности.

В рассматриваемой нами истории с птенцом наступает самое интересное для него – это сам полёт, в котором желания будущего прекрасного лебедя ограничены лишь силой его кры-

льев. Если же птенец просто отказывается вылетать из гнезда – это тоже выбор, хотя и печальный.

7. Рефлексия. Обобщение

И, наконец, если оставаться в аналогии про птенца, необходим «разбор полётов». На этом этапе ученик может увидеть все свои сильные стороны, определить пробелы в знаниях и умениях. Но более важной является рефлексия не предметных образовательных результатов, а своих собственных чувств, желаний и потребностей. Понравилось ли мне делать то, что я сделал? Хотел бы я снова испытать эти чувства? Буду ли я дальше этим заниматься?

Эти этапы коррелируют с элементами структурно-функциональной модели процессов саморегуляции человека, предложенной О. А. Конопкиным²⁶³ и описанной нами в параграфе, посвящённом принципу субъектности.

Предлагаемые этапы организации учебного процесса можно и целесообразно отнести не только к отдельной теме, как только что было проиллюстрировано на примере темы «Тепловые двигатели», а к крупному разделу физики, обладающему целостностью физической теории. Это позволит строить учебный процесс на основе цикла научного познания. В качестве примера такого раздела приведём тему «Кинематика». Обобщающая схема представлена на рис. 8.

²⁶³ Конопкин О. А. Психическая саморегуляция произвольной активности человека (структурно-функциональный аспект) // Вопросы психологии. 1995. № 1. С. 5–12. EDN PYZWZY.



Рис. 8. Обобщающая таблица по теме «Кинематика»

Как видно, таблица строится на основе четырёх блоков, каждый из которых соответствует одному элементу цикла познания.

1. Факты. Этот блок определяется словами «Я чувствую!». Ученикам показываются видео и опыты, где они чувственно воспринимают механическое движение и дают определение этому явлению. В качестве эпиграфа приводится написанное нами хайку по технологии дизайна стихов, предложенной С.А. Новосёловым. В качестве проблемы выбираем задачу математического описания сложного полёта листа клёна.

На этом этапе даётся определение физическому явлению. Для закрепления умения выделять механическое явление среди других явлений целесообразно выполнение качественных задач на узнавание. Приведём такой пример.

Укажите примеры механического движения:

- а) движение воздушного шарика при надувании относительно человека;
- б) движение частей воздушного шарика при надувании относительно друг друга;
- в) движение подберёзовика при росте относительно берёзы;
- г) движение частей гриба при росте относительно друг друга;
- д) движение материков относительно друг друга;
- е) движение финансовых потоков в банковской системе;
- ж) движение в защиту животных;
- з) молния;
- и) движение кнопки, притягиваемой магнитом;
- к) движение тубельки-инфузории, наблюдаемое в микроскоп.

При обсуждении этих примеров ученики приходят к мысли, что нам необходимо установить ограничения и границы применимости для описания механического движения. Таким образом мы переходим к следующему элементу цикла познания.

2. Модель. Этот содержательный блок характеризуется словами «Я думаю!». Это означает, что в этом блоке осуществляется мыслительная деятельность учеников, в результате которой они создадут абстрактные модели – понятия, такие как «материальная точка», «система отчёта», сформулируют ключевую

задачу (основную задачу механики) и укажут, что будет является её решением (три уравнения: $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$).

В качестве примера приведём следующее задание.

При попытке написания уравнений для полёта листа клёна ученики приходят к выводу, что и здесь нам потребуются упрощения: модели разных видов движения. Таким образом мы переходим в следующий блок.

3. Следствия. Этот блок характеризуется девизом «Я знаю!» Задача этого блока: получить нужные знания и умения, необходимые для математического описания движения тел.

4. Ключевая задача. В результате формулируются разные виды движения и определяются законы движения для каждого вида. Результатом является обобщающая таблица «Виды движения» (рис. 9).

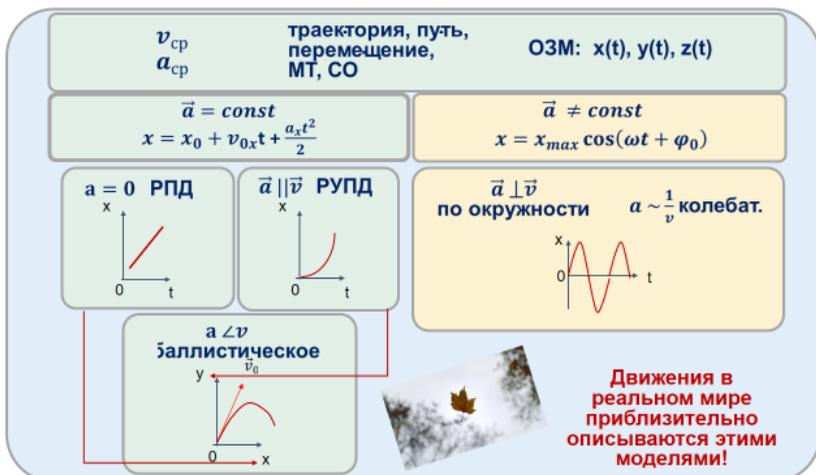


Рис. 9. Обобщающая таблица «Виды движения»

Вначале вводятся понятия средней скорости, среднего ускорения, траектории, пути, перемещения. Затем рассматриваются две ситуации: ускорение постоянно, ускорение непостоянно. К первой категории относят равнопеременное прямолинейное движение и равномерное прямолинейное движение (как частный случай, когда $a=0$). Далее рассматривается баллистическое движение тела в поле тяготения как комбинация двух видов движения по разным осям координат.

Ко второй категории относят движение по окружности и колебательное движение.

Опустим подробную методику использования этой обобщающей таблицы. Подчеркнём лишь то, что эта таблица составляется перед изучением конкретных видов движения, а затем, после изучения всех видов движения, осуществляется возврат к этой таблице и её использование для контроля, взаимоконтроля и помощи, рефлексии учеников. Каждый ученик должен уметь воспроизводить эту таблицу, рассказывать принцип её построения, раскрывать конкретное содержание каждого элемента – вида движения: знать определение, законы движения, графики, приводить примеры из жизни, уметь составлять законы движения и их использовать при решении задач. Только после этого, на основе рефлексии этой таблицы ученик может сказать «Я знаю!».

Проверка этого этапа может осуществляться на основе следующего задания:

Какими видами движения можно охарактеризовать движение следующих тел?

1. Парашютист.
 2. Свинцовый шарик тонет в воде.
 3. Свинцовый Шарик падает в воздухе.
 4. Автомобиль едет по прямолинейному участку трассы.
 5. Стартующая ракета.
 6. Автомобиль, движущийся на повороте трассы.
 7. Брошенный под углом к горизонту снежок.
 8. Качели.
 9. Баскетболист во время матча.
 10. Кабинка колеса обозрения.
 11. Падающий лист клёна.
5. *Эксперимент.* Сопровождается лозунгом «Я могу!».

Именно на этом этапе ученик приступает к самостоятельному «полёту» в пространстве альтернатив. Он может заниматься экспериментальной деятельностью, поиском, созданием, анализом мультимедийных материалов, написанием картин и стихов, решением и придумыванием олимпиадных задач, решением как можно большего числа задач, решением на скорость, и т. п. Сложность, объём, трудоёмкость, характер заданий – всё это определяется самим учеником. Он либо выбирает задания из

обширного спектра заданий, мини-проектов и проектов, либо сам выбирает (что приветствуется) тему и объём собственного проекта, как-то связанного с этой темой.

Важным аспектом всей организации учебного процесса является контрольно-оценочная деятельность. Но в нашей работе она рассматриваться не будет, так как является отдельной и важной темой и неизбежно уведёт в сторону от проблемы развития мышления. Скажем лишь, что контрольно-оценочная система должна соответствовать принципу субъектности, а значит, предполагать и учитывать возможности выбора учеником различных траекторий своего обучения.

В итоге цикл замыкается, мы снова обращаемся к фактам. Последний обобщающий урок, посвящённый описанию движения кленового листа, показывает понимание учениками всех изученных моделей механического движения, индивидуальные достижения учеников в изучении этой темы.

Нами сделаны такие обобщающие таблицы по всем темам школьного курса физики. Эти таблицы и методика работы с каждой из них требуют отдельного издания учебно-методического характера. Важно акцентировать, что эти таблицы, независимо представляемой в них темы, представляют конкретизацию одного фрейма, в который каждый раз «заливают» конкретное содержание.

Этот фрейм содержит следующие элементы:

1. Проблемная ситуация.

Ученикам показывается (через эксперимент и / или мультимедийные средства) физическое явление. Ставится проблема его описания, прогнозирования, использования.

2. Основные модели.

Выделяется сущность, вводятся основные понятия / модели.

3. Качественные задачи на понимание моделей.

Организуется учебно-познавательная деятельность школьников по выполнению основных мыслительных операций, направленных на усвоение взаимосвязи понятий между собой, их детализацию и дифференциацию.

Формулируется ключевая ситуация, на основе которой выводится обобщённый алгоритм действий при решении всех классов задач, встречающихся по этой теме. Организуется вы-

полнение упражнений на алгоритмическое усвоение этого алгоритма.

4. Обобщающая таблица.

Все имеющиеся частности общей ситуации отражаются в обобщающей таблице. Организуется учебная деятельность по усвоению этой таблицы, по итогам которой ученики должны знать основания этой таблицы и принципы её построения, уметь её воспроизводить и раскрывать каждый её элемент.

5. Лабораторные работы и экспериментальные задания.

Выполнение всех запланированных лабораторных работ, работ практикума и самостоятельных домашних опытов, решение экспериментальных задач.

6. Комплект задач, заданий разной направленности и направления для выполнения проектов.

Обеспечивается максимально широкий спектр заданий по степени творчества, широты переноса в различные сферы, трудоёмкости и пр. Ученику предоставляется возможность проявить себя в той сфере, которая ему интересна. Отдельного внимания требуют ученики, тяготеющие к гуманитарным областям.

Приведём несколько заданий, показывающих возможности их привлечения к изучению физики:

1. Сделай три разных рисунка одного и того же прибора, чтобы на первом максимально наглядно было отражено назначение устройства, на втором – принципы действия прибора, а на третьем – схема устройства (в этом примере и в следующем – по обобщённым планам ответов по физике, предложенным А. В. Усовой). В качестве устройств на выбор обучающимся можно предложить: подводную лодку, электродвигатель, гидравлический пресс, ядерный реактор, жидкостный термометр и пр.

2. Сочини как можно более короткое стихотворение, посвящённое явлению электромагнитной индукции, но чтобы в нём содержалась информация: о признаках явления, по которым оно обнаруживается; описание условий, при которых оно протекает; о связи этого явления с другими явлениями; объяснение явления на основе научной теории; о его использовании на практике.

Причём оценивание полученных учеником результатов в этих приведённых примерах должно осуществляться в двух аспектах: точность отражения физических характеристик объекта

и художественная выразительность, яркость созданного художественного образа.

3. Известный текст Поупа в переводе С. Я. Маршака:

«Был этот мир глубокой тьмой окутан.

– Да будет свет!

– и вот явился Ньютон.

Но сатана недолго ждал реванша,

– пришёл Эйнштейн,

и стало все как раньше!»

Это стихотворение используется как эпиграф к уроку по изучению теории относительности. На заключительной стадии урока ученики возвращаются к нему для обсуждения вопросов: Почему Ньютон в стихотворении ассоциируется со светом, а Эйнштейн – с тьмой? Если понимать Свет как знание, а Тьму как незнание, то можно ли согласиться с этим высказыванием? В чём заключается шутка этого стихотворения? Отменяет ли «Тьма» Эйнштейна «Свет» Ньютона? Обсуждение этих вопросов позволит рассмотреть закономерности процесса познания, вопросы определения границ применимости открываемых законов, соотношения «Общее – частное» между теориями.

При этом для учителя физики определяющей становится установка, что для гуманитария не столько важно уметь утилитарно использовать некоторые физические знания в своей художественной деятельности (хотя и это тоже необходимо), сколько важно развить творческое воображение, сформировать стремление к точности и выразительности создаваемых художественных образов. Физические теории, модели и понятия предоставляют неограниченные и уникальные возможности для этого.

Современные достижения естественной науки поражают воображение самих учёных. Чёрные дыры, горизонт событий, теория Большого Взрыва имеют безграничные возможности для активизации воображения и фантазии подростка. Попытка представить, например, электрон в виде некой единой частицы-волны может привести талантливого ребёнка к созданию ярких художественных образов в живописи или музыке.

Сопоставление формирования научного понятия и художественного образа, сопряжение этих двух процессов, их взаимообогащение представляются весьма перспективным направ-

лением исследований, результатом которых будет разработка методики обучения физике школьников гуманитарного, художественного профиля, позволяющая школьную физику из ненужной и тягостной нагрузки превратить в эффективное средство стимулирования творческого художественного мышления школьника. Синтез искусства и науки – перспективный и даже необходимый подход в современной педагогике.

3.5. Экспериментальная проверка эффективности учёта принципов развития мышления

Проверка эффективности/результативности учёта принципов развития мышления на практике сопряжена с о следующими проблемами:

1. Подавляющее большинство имеющихся тестов измерения интеллекта направлено на какой-то один тип или вид мышления (дивергентное, творческое, критическое, логическое, пространственное и пр.). Тесты, претендующие на измерение общего интеллектуального развития, при ближайшем рассмотрении часто оказываются направленными на измерение тоже какой-то одной характеристики мышления. В лучшем случае исследуется набор некоторых характеристик (памяти, сложности когнитивно-репрезентативных структур, способностей к выполнению основных мыслительных операций, быстроты, точности, образности, широты переноса, воображения, субъектности), а общая интегральная оценка происходит суммированием показателей, иногда с определением весовых коэффициентов каждой из характеристик. А эти весовые коэффициенты определяются субъективным мнением исследователя и спецификой его целей. Например, широко известные различные тесты, например, IQ или тесты Векслера и их различные модификации²⁶⁴ вследствие своей тестовой природы, принципиально не могут проверить

²⁶⁴ Владимирова С. Г. Шкала Давида Векслера: настоящее и будущее в решении проблемы измерения интеллекта // Ярославский педагогический вестник. 2016. № 2. С. 122–126. EDN WCLQFD.

воображение или способности к саморегуляции. Различные же исследования воображения не учитывают характеристики памяти, субъектности и пр.

Весьма показательным примером может быть исследование Н. А. Зиминой, посвящённое изучению динамики интеллектуального и личностного развития учащихся при переходе из начальной в среднюю школу²⁶⁵. В исследовании использовались методики диагностики школьной мотивации и профилактики проблем, осведомлённость и эрудиция, интуитивное понятийное и логическое понятийное мышление, категоризация, абстрактность и самостоятельность мышления, а также личностные качества (потребность в общении, эмоциональность, активность, независимость, беспечность, исполнительность, активность в общении, эстетическое развитие, тревожность, волевой самоконтроль, психическое напряжение, самокритичность). Автор выяснил, как меняются при переходе из начальной школы в среднюю эти характеристики по отдельности. Например, мотивация понижается, а самостоятельность повышается. Полученные результаты по каждой отдельной характеристике позволили Н. А. Зиминой добиться поставленных в работе целей, поэтому общей интегральной «сборки» мышления она не делает. В контексте же проблемы общего измерения мышления возникают вопросы.

Каким образом оценивать общий уровень развития мышления, имея данные по отдельным характеристикам? Ведь ухудшение какой-то одной характеристики может компенсироваться развитием какой-то другой, или, наоборот, «провал» в какой-то существенной характеристике делает невозможным развитие и по другим направлениям. Может быть и более сложная картина: например, выявленное понижение мотивации к учебной деятельности может быть связано с развитием субъектности, когда появившиеся собственные цели ученика не совпадают с учебными. В этом случае может так случиться, что весь

²⁶⁵ Зиминая, Н. А. Динамика интеллектуального и личностного развития учащихся при переходе из начальной в среднюю школу // Сибирский психологический журнал. 2021. № 81. С. 166–186. DOI: 10.17223/17267081/81/8. EDN QKQNGK.

творческий потенциал ученика реализуется в сферах, недоступных нашему наблюдению.

Последняя ситуация проставляется нам особенно интересной, поэтому для её пояснения приведём аналогию. Мышление – это пар, создающий давление в котле с множеством выпускных клапанов, рассчитанных на разные давления и являющихся аналогами разных сфер деятельности. При повышении давления рано или поздно срабатывает один клапан, через который устремляется пар, снижая давление в котле до безопасных значений. Именно этот клапан и позволяет видеть результат нагрева пара, тогда как другие клапаны «молчат» и не могут свидетельствовать ни о каких изменениях. Наблюдая за этими клапанами и не видя работающего клапана, экспериментатор испытывает недоумение: куда же исчезает вся энергия, получаемая от большого количества сжигаемых дров?

Эта аналогия точно отражает тот факт, что развитие мышления проявляется сильнее всего (или даже только) в каком-то одном направлении деятельности, тогда как в других направлениях мы деятельности можем просто не видеть и диагностировать развитие в этих направлениях не можем. Например, после реализации методики развития мышления школьник вдруг начал увлечённо писать талантливые стихи и в связи с этим запустил учёбу. Но если поэтическая деятельность ученика остаётся вне поля зрения учителя математики, то он делает вывод, что методика привела к отрицательному результату, так как ученик совсем перестал заниматься математикой и прогрессировать в этой сфере.

В итоге, как нам представляется, мышление в своей целостности и единстве представляется принципиально недиагностируемой категорией, которую невозможно охватить и измерить в каком-то одномоментном срезе в сколь угодно большом количестве измеряемых характеристик. *Мышление в полной мере и во всей своей целостности начинает проявляться только в той деятельности, которой человек увлечён и вкладывает в неё все свои интеллектуальные, эмоциональные и иные ресурсы.*

2. Изучение лишь одного учебного предмета (физики, например, при двух часах в неделю) с учётом выделенных нами принципов является явно недостаточным для того, чтобы мыш-

ление в какие-то разумные временные рамки изменилось настолько, чтобы это можно достоверно зафиксировать, и это бы не было результатом естественного возрастного развития. Максимальный результат будет достигаться только усилиями школы в целом, в процессе обучения не одной учебной дисциплине, а хотя бы несколькими. Это, естественно, многократно усложняет проведение эксперимента, так как для этого требуется не только согласование усилий разных педагогов, но и разработка конкретных методик обучения другим дисциплинам, а не только физике.

3. Результат развития мышления после реализации методики обучения конкретному предмету практически всегда диагностируется на содержании и деятельности, связанными именно с этим предметом, поэтому сложно отделить собственно сами мыслительные способности от знаний и умений в этой предметной области. Часто диагностика мышления механически подменяется диагностикой предметных знаний и умений. Например, творческие способности, формируемые на основе решения математических задач, определяются по успешности решения олимпиадных задач по математике, а критическое мышление, формируемое при обучении литературе, определяют по умению анализировать тексты художественных произведений и пр.

Связь уровня развития мышления и академической успеваемости не представляется очевидной, как это может показаться. Всегда находятся более сильные факторы, влияющие на успеваемость и «смазывающие» общую картину, причём в любом возрасте.

Зависимость успеваемости у школьников 4–6 классов от вербального и общего интеллекта была изучена Е. Г. Вергуновым. В результате были сделаны следующие выводы: «между успеваемостью и результатами теста Равена есть средней силы связь ($r=0,593$). Таким образом, наши данные свидетельствуют о том, что у подростков 4 и 6 классов вербальный интеллект, общий интеллект и успеваемость в школе представляют собой три практически независимых фактора. Если успеваемость (оценка в классном журнале) не отражает ни вербальный, ни общий ин-

теллект, то можно ли на нее ориентироваться при анализе возможностей ребенка в дальнейшей жизни?»²⁶⁶.

Это и многие другие исследования базируются на одном допущении, что уровень общего и вербального интеллекта, определяемый по каким-то методикам (например, по тесту Равена), полностью идентичен с уровнем развития мышления (который, как мы утверждаем, определяется не только интеллектом). Поэтому, если предположить, что успеваемость все же коррелирует с уровнем развития мышления, полученные Е. Г. Вергуновым результаты могут интерпретироваться как доказательство того, что тесты Равена не являются средством определения уровня мышления.

Роль интеллектуальных и личностных факторов в достижении высокой результативности в ЕГЭ по математике исследовали В. В. Мацута, С. А. Богомаз, О. Ю. Суднева. Ими было установлена неоднозначность связи между академической успеваемостью по математике и уровнем развития социального интеллекта и абстрактно-логического мышления. В результате изучения связи между социальным интеллектом и результативностью выполнения заданий пробного и итогового ЕГЭ ими было установлено, что «в ситуации пробного ЕГЭ в группах испытуемых с минимальной и средней степенью выраженности СИ отсутствуют значимые корреляции между коммуникативными стратегиями и суммой баллов за пробный ЕГЭ. В группе испытуемых с максимальной степенью выраженности социального интеллекта выявлены положительные корреляции между стратегией «сотрудничество» и индексом «социальный интеллект», с одной стороны, и суммой баллов за пробный ЕГЭ, с другой стороны ($r = 0,322$; $p = 0,001$ и $r = 0,211$; $p = 0,039$; $n = 96$)»²⁶⁷.

Относительно связи между показателями абстрактно-логического интеллекта, измеряемого с помощью теста «Про-

²⁶⁶ Вергунов Е. Г. Зависимость успеваемости от вербального и общего интеллекта у школьников 4 и 6 классов общеобразовательной школы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. № 3. С. 128. EDN LDNPVB.

²⁶⁷ Мацута В. В., Богомаз С. А., Суднева О. Ю. Роль интеллектуальных и личностных факторов в достижении высокой результативности в ЕГЭ по математике // Сибирский психологический журнал. 2014. № 52. С. 59. EDN SMGVSJ.

грессивные матрицы Дж. Равена», и суммой баллов за итоговый ЕГЭ картина другая: наличие связей было обнаружено, но только в группах испытуемых с минимальной и средней степенью выраженности социального интеллекта, в группе испытуемых с максимальной степенью выраженности социального интеллекта эта связь не наблюдается²⁶⁸.

Д. С. Тишковым было проведено исследование целью которого являлось «выявление взаимосвязи между нейроповеденческими качествами, интеллектом, когнитивными особенностями с повышением академической успеваемости (*студентов – примечание наше*)»²⁶⁹. В результате при множестве оговорок и уточнений (например, психологические расстройства у первокурсников, связанные с их адаптацией к вузовской среде, являются сильным коррелятом оценок) автор осторожно отмечает, что «когнитивные способности могут оказаться лучшим общим предиктором успеваемости по дисциплинам»²⁷⁰.

Как видим, в сделанной нами подборке исследований выявлялось связь отдельных характеристик мышления с успехами в учёбе разных возрастов: 4–6 классов, выпускников школы и студентов. В результате выяснилось, что в каждом возрасте существуют свои побочные факторы, иногда влияющие на успеваемость сильнее, чем исследуемые характеристики мышления. При этом чем старше ученики, тем более выраженной становится изучаемая связь между отдельными характеристиками мышления и академической успеваемостью.

Ещё раз подчеркнём, что в представленных к обсуждению исследованиях и многих других, изученных нами, выявлялась корреляция успеваемости с отдельными характеристиками мышления (когнитивными особенностями, социальным интеллектом, абстрактно-логическим мышлением, вербальным интел-

²⁶⁸ Мацута В. В., Богомаз С. А., Суднева О. Ю. Роль интеллектуальных и личностных факторов в достижении высокой результативности в ЕГЭ по математике // Сибирский психологический журнал. 2014. № 52. С. 62. EDN SMGVSJ.

²⁶⁹ Тишков Д. С. Изучение ассоциации нейроповеденческих качеств и когнитивных способностей, приводящих к академическим достижениям в высшем образовании // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9, № 4 (33). С. 185. DOI: 10.26140/bgz3-2020-0904-0047. EDN QFZUEV.

²⁷⁰ Там же. С. 187.

лектом и пр.), тогда как взаимосвязь интегральной суммы всех характеристик, приближающей нас к характеристике мышления как целого, не проводилась, и как мы уже подчеркивали, не проводилась по объективным причинам – по причине принципиальной недиагностичности мышления.

Но если сформулированный нами тезис верен (мышление человека целостно проявляется в основной деятельности, которой он занят), то положительная корреляция между мышлением и успеваемостью должна быть. Ведь учёба остаётся основной деятельностью ученика на протяжении долгих лет его нахождения в образовательном учреждении. И именно в этом учреждении он находит основную сферу приложения своих способностей и удовлетворения потребностей, в которой, возможно, будет развиваться и в дополнительном образовании. Конечно, находятся ученики, которые в качестве основной уже в школе имеют профессиональную деятельность: спорт высоких достижений, балет, цирковое искусство и т. п. Но такие ученики составляют минимальную долю от всех и не влияют на общую статистику.

Таким образом, общая успеваемость ребёнка может быть критерием для диагностики развития его мышления (исключая отдельные случаи, когда ребёнок занят профессиональной деятельностью). Теперь определим, каким образом учёт предложенных нами принципов в обучении будет влиять на успеваемость, а значит, и на уровень мышления.

И в этом для нас бесценным является масштабное исследование Дж. Хэтти²⁷¹, не раз уже нами процитированное, в котором им были проанализировано множество экспериментальных работ, посвящённых изучению влияния на успеваемость множества факторов, в том числе, и интересных в контексте решения проблем нашего исследования. Метаанализ, при всех имеющихся проблемах, является, пожалуй, единственным средством позволяющим нивелировать вольные или невольные искажения, вносимые экспериментаторами в результаты педагогических экспериментов. Напомним, что размер эффекта (d) введён Дж. Хэтти как характеристика наблюдаемости изменений успевае-

²⁷¹ Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. 2008. P. 1–378. DOI: 10.4324/9780203887332.

мости, и его медианное значение равно 0,4. Факторы с эффектом, большим этого медианного значения, можно считать сильно влияющими на успеваемость, ниже этого значения – мало-значимыми.

Среди факторов, связанных с методиками и стратегиями обучения, на первых местах находятся следующие:

учет стадий умственного развития (по Ж. Пиаже) – $d = 1,28$;

тренировка памяти – $d = 1,28$;

развитие когнитивной гибкости – $d = 1,13$;

стратегии обобщения – $d = 1,04$;

формативная оценка – $d = 0,90$;

обратная связь – $d = 0,72$;

взгляд на учение с позиций ученика – $d = 0,71$;

стратегии планирования, наблюдения, регуляции – $d = 0,69$;

метакогнитивные стратегии – $d = 0,69$;

программы по развитию творческого мышления – $d = 0,65$;

концепт-карты (понятийные структуры) – $d = 0,57$.

Как видно, каждый из этих факторов, так или иначе может быть отнесён к реализации одного или нескольких сформулированных нами принципов и связывается с одним или несколькими аспектами мышления:

субъектности: взгляд на учение с позиций ученика, стратегии планирования, наблюдения, регуляции, обратная связь;

наглядности: учет стадий умственного развития (по Ж. Пиаже);

системности: стратегии обобщения, концепт-карты (понятийные структуры);

нормируемости: тренировка памяти; метакогнитивные стратегии, формативная оценка;

творчества: программы по развитию творческого мышления;

дополнительности: развитие когнитивной гибкости.

Отдельно отметим фактор «связь интеллекта и успехов в учёбе» как фактор, наиболее близкий к целостному описанию мышления ($d = 1,19$). Размер эффекта выведен Дж. Хэтти, в основном, по многочисленным исследованиям J. A. C. Hattie. Как видим, размер эффекта весьма высок.

Приведём размеры эффектов для факторов, связанных не с развитием мышления, а очевидно направленных на предметные результаты (знания, умения).

К самым эффективным из них относятся: прямое обучение ($d = 0,59$), система полного усвоения знаний ($d = 0,58$), показательный пример ($d = 0,57$).

Как видим, технологии, непосредственно направленные на получение знаний и умений, оказываются менее эффективными для получения этих знаний и умений, чем технологии и стратегии, направленные вовсе не на них, а на развитие мышления, и имеющие успеваемость в качестве второстепенных побочных результатов. Надо ли говорить, что основной результат – развитие мышления несравнимо значимее для дальнейшей жизни, чем быстро забываемые при ненадобности предметные знания и умения.

Технологии, построенные в бихевиористической идеологии, показывают совсем низкие результаты: программное обучение ($d = 0,24$), аудиовизуальные методы ($d = 0,22$), домашние задания – ($d = 0,16$), триада «Вопрос – ответ – объяснение» ($d = 0,02$). Это показывает, что технологии, направленные на развитие мышления в формировании умений и навыков (даже алгоритмических и репродуктивных), оказываются значительно более эффективными, чем технологии и приёмы, непосредственно направленные на механическое воспроизведение этих знаний умений.

Таким образом, анализ результатов метаанализа (своего рода вторая производная) позволяет сделать вывод, что учёт сформулированных нами принципов позволяет развивать мышление, которое проявляется в повышении успешности учебной деятельности. Предлагаемая нами технология развития мышления может быть диагностирована не столько по тестам на уровень интеллектуального развития, сколько по росту академической успеваемости (в идеале, не только по тому предмету, по которому эта технология используется).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие мышления является основной целью обучения, включающей в себя достижение метапредметных образовательных результатов, функциональной грамотности, компетенций, не связанных с конкретной профессиональной деятельностью (мягких и сквозных, универсальных, информационных, общекультурных и пр.).

Мышление – это:

1) отражение окружающей действительности через переработку чувственных данных;

2) познавательная деятельность, в которой цикл познания «факты – модели – следствия – эксперимент» осуществляется на всех уровнях (микро- и макро-, сознательном и бессознательном, при чувственном восприятии и при формировании мировоззрения);

3) создание на основе цикла познания моделей – понятий, где в качестве начальных фактов выступают чувственные представления; оперирование понятиями и создание на их основе новых понятий, с каждым витком все более общих и абстрактных; закрепление понятий посредством языка;

4) способность (называемая воображением) выходить за рамки реальной действительности, логики, сложившихся алгоритмов (в том числе, цикла познания) и создавать ментальные модели, не связанные со всем предыдущим, способность обеспечивать взаимосвязь понятий с реальным миром.

5) способность обеспечивать любой вид деятельности, осуществляющейся в двух этапах: когнитивном внутреннем и инструментальном внешнем, связанным с преобразованием окружающей среды для достижения поставленных изначально целей.

Исходя из этих положений, можно выделить основные аспекты мышления: познание, деятельность и воображение. Целостное и полное представление уровня развития мышления возможно через определение комплекса характеристик каждого из выделенных аспектов.

Познание: характеристика формирующихся понятий (широта, полнота, обобщённость, динамичность), сложность когнитивно-репрезентативных структур (количество элементов и связей между ними), мировоззрение.

Деятельность: память, нормы мышления: язык, владение циклом познания и логикой, основными мыслительными операциями, характеристики деятельности (самостоятельность, активность, критичность, рефлексия, быстрота и точность).

Воображение: метафоры, модельные аналогии, генерация моделей, выход за алгоритмы и шаблоны.

Укажем принципы, их краткую характеристику и возможные рекомендации для учёта.

1. *Субъектности*. Заключается в развитии осознанной саморегуляции человека, базирующейся на способности субъекта к принятию решения в ситуации выбора, без которой невозможна результативная мыслительная деятельность. субъектность проявляется в результате действия механизмов саморегуляции.

Способы учёта принципа субъектности:

на каждом из этапов учебной деятельности для ученика существует возможность выбора;

максимальное увеличение «пространства» возможностей выбора обучающимся собственных маршрутов движения в самых разных измерениях (деятельностном, содержательном, целевом, информационном и пр.);

организация и стимуляция этапа коррекции субъектом своей системы саморегулирования, когда на основе сопоставления внешних полученных результатов и своего к ним отношения субъект глубже понимает самого себя.

2. *Наглядности*. Заключается в выделении существенных сторон предмета изучения для правильного и быстрого формирования требуемого понятия и связанных с ним когнитивно-репрезентативных структур при организации чувственного восприятия обучающегося.

Реализация принципа наглядности осуществляется системно на основе суммы всех требований к средствам наглядности:

1) образы должны быть яркими;

2) образы должны отражать существенные характеристики предмета изучения;

3) необходимо оптимальное сочетание чувственно-конкретных образов и теоретических обобщений;

4) наглядность должна обеспечивать начальное непринужденное внимание ученика к предмету изучения, а затем поддерживать его мотивацию к деятельности с этим предметом;

5) образы должны стимулировать воображение как мысленное представление недоступных к восприятию реальных объектов и не тормозить развитие воображения как способности к созданию внутренних ментальных моделей, не связанных с наглядными уже имеющимися объектами.

3. *Системности*. Заключается в направленности обучения не столько на количество усвоенных понятий, сколько на усложнение когнитивно-репрезентативных структур, связывающих эти понятия между собой.

Пути реализации принципа:

использование средств наглядности по принципу «от абстрактного к конкретному»;

планирование изучения учебного материала по принципу «от общего к частному»;

опережающее использование обобщающих таблиц в организации познавательной деятельности школьников и через установление связей и иерархии между формируемыми понятиями.

4. *Нормируемости*. Заключается в обучении использованию в мыслительной деятельности норм, шаблонов, алгоритмов, являющихся своего рода «инструментом» мышления, позволяющих быстро и безошибочно добиваться требуемого результата в типовых ситуациях и сводить нетиповые ситуации к типовым. Принцип отражает значимость формирования у школьников мыслительных норм, шаблонов, которые они в своей дальнейшей деятельности смогут применять в качестве универсальных когнитивных инструментов в любой области.

Основные пути нормирования мышления:

обучение школьников логическим действиям (анализ, синтез, сравнение, обобщение, классификация, систематизация, индукция, дедукция, абстрагирование и др.), и операциям;

освоение школьниками содержания математики и норм языка (как родного, так и иностранного);

обучение способам преодоления познавательных барьеров, позволяющих алгоритмизировать творческие задачи (приёмы решения задач, технологии ТРИЗ);

использование знаковых моделей (блок-схем, фреймов), которые ученики при необходимости смогут «наполнять» новым содержанием;

освоение школьниками научного метода познания, приводящее в итоге к формированию научного мировоззрения.

5. Творчества. Заключается в развитии воображения, позволяющего создавать собственные внутренние ментальные модели и выходить за рамки любых шаблонов и алгоритмов (в том числе и мыслительных).

Условия, которые необходимы для развития творческого мышления и организации творческой деятельности:

субъект вынуждается выходить за рамки известных ему алгоритмов - паттернов;

субъект имеет возможность бесконечного выбора (пересечение с принципом субъектности) и ограниченности времени;

субъект стимулируется к созданию и использованию метафор, модельных аналогий и фантазии.

6. Дополнительности. Заключается в использовании дихотомически связанных моделей – диалектически взаимоисключающих и дополняющих друг друга для целостного понимания изучаемого объекта. Универсальная для учебного процесса дихотомическая пара – это научное знание и художественный образ.

Все принципы тесно и диалектически связаны между собой.

Практическая организация обучения с учётом этих принципов осуществляется с учётом синергетической природы мышления и заключается в реализации двух этапов:

начальное информационное ограничение развиваемой системы (в нашем случае мышления) через учёт принципов наглядности, системности и нормирования;

обеспечение саморазвивающейся системы мышления, имеющей необходимый базис для правильного развития, максимальным разнообразием действия окружающей среды, что достигается через учёт принципов субъектности, творчества и дополнительности.

Практическая реализация предлагаемой системы принципов показана на примере обучения физике. Нормирующей основой является цикл познания, движение по которому обеспечивает начальное ограничение и последующее создание максимально разнообразной учебно-образовательной среды, в которой каждый ученик найдёт себе занятие в соответствии со своими способностями и потребностями.

Отдельные характеристики мышления (например, интеллект) не позволяют судить об общем развитии мышления, которое проявляется в деятельности. Метаанализ, сделанный Дж. Хэтти, позволяет сделать вывод, что мышление и успеваемость положительно коррелируют, что учебные стратегии и технологии, направленные на развитие отдельных аспектов мышления, значительно повышают успеваемость, следовательно, действительно развивают мышление в его целостности. Причём они повышают успеваемость значительно эффективнее технологий, направленных именно на обеспечение этой успеваемости.

Исследование нельзя назвать законченным. В настоящее время ведётся подготовительная работа по разработке модели эксперимента в рамках общеобразовательной организации, где по соответствующей методике у экспериментальных групп будет вестись обучение не только физике, но и ещё по нескольким предметам (желательно, не только по естественнонаучным, но и гуманитарным). Поэтому представленная монография, хотя и опирается на экспериментальные факты, всё же, скорее, является своего рода расширенным предположением, которое необходимо экспериментально доказать. Надеемся, что к этой монографии будет издано дополнение с результатами этого эксперимента. Только в этом случае можно в полной мере утверждать, что исследование завершено, а его результаты экспериментально подтверждены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абдеев, Р. Ф. Философия информационной цивилизации / Р. Ф. Абдеев. – М. : ВЛАДОС, 1994. – 336 с. – Текст : непосредственный.

Абисалова, Е. А. Сравнительный анализ процедур измерения креативности / Е. А. Абисалова. – Текст : непосредственный // Вестник РГГУ. Серия: Психология. Педагогика. Образование. – 2013. – № 18 (119). – С. 67–79. – EDN RWBSER.

Абрамова, Л. Г. С. И. Гессен: мировоззрение и личность – задача образования / Л. Г. Абрамова. – Текст : электронный // Вестник СамГУ. – 1995. – № 64.1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/s-i-gessen-mirovozzrenie-i-lichnost-zadacha-obrazovaniya> (дата обращения: 11.10.2018).

Абульханова, К. А. Ретроспектива и перспектива принципа субъекта в исследованиях мышления школой С. Л. Рубинштейна / К. А. Абульханова. – Текст : непосредственный // Вопросы философии. – 2021. – № 9. – С. 75–81. – DOI: 10.21146/0042-8744-2021-9-75-81. – EDN URBHWO.

Акаев, А. А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики / А. А. Акаев, В. А. Садовничий. – Текст : непосредственный // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 1. – С. 45–57.

Алексеев, С. Л. Формирование антикоррупционного мышления и превентивных навыков противодействия и неприятия коррупции у студентов вузов / С. Л. Алексеев, Ю. С. Алексеева. – Текст : непосредственный // Управленческие аспекты развития северных территорий России : материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием), Сыктывкар, 20–23 октября 2015 года. Ч. 1. – Сыктывкар : Коми республиканская академия государственной службы и управления, 2015. – С. 32–35. – EDN VGSAZT.

Альтшуллер, Г. С. Творчество как точная наука / Г. С. Альтшуллер. – 2-изд., доп. – Петрозаводск : Скандинавия, 2004. – 208 с. – Текст : непосредственный.

Альтшуллер, Г. С. Найти идею : введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. – 3-е изд. –

Москва : Альпина Паблишерз, 2010. – 401 с. – ISBN 978-5-9614-1261-1. – EDN QMGRUN. – Текст : непосредственный.

Андрюшина, Е. В. Пути формирования научного мировоззрения на уроках истории (из опыта работы по авторской методике) / Е. В. Андрюшина. – Текст : непосредственный // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 7.

Анохин, П. К. К вопросу об исследовании психологического механизма «принятия решения в условиях творческих задач / П. К. Анохин. – Текст : непосредственный // Проблемы принятия решений : сборник статей / под общей ред. П. К. Анохина. – М. : Издательство «Наука», 1976.

Анохин, П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы / П. К. Анохин. – М. : Наука, 1980. – 196 с. – Текст : непосредственный.

Арсеньев, А. С. Анализ развивающегося понятия / А. С. Арсеньев, В. С. Библер, Б. Г. Кедров. – М. : Наука, 1967. – 439 с. – Текст : непосредственный.

Балашов, М. М. Физика-9 / М. М. Балашов. – М. : Просвещение, 1994. – 312 с. – Текст : непосредственный.

Балл, Г. А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект / Г. А. Балл. – М. : Наука, 1978. – 231 с. – Текст : непосредственный.

Богоявленский, Д. Н. Психология усвоения знаний в школе / Д. Н. Богоявленский, Н. А. Меньчинская.

Богоявленская Д.Б. Психология творческих способностей: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Д.Б. Богоявленская. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 320 с. – Текст : непосредственный.

Бондарцова, Ю. Л. Особенности формирования антикоррупционного мышления у курсантов ведомственного вуза / Ю. Л. Бондарцова. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского юридического института. – 2014. – № 1 (12). – С. 69–73. – EDN SFOSGD.

Брушлинский, А. В. Проблема субъекта в психологической науке / А. В. Брушлинский. – Текст : непосредственный // Психол. журн. – 1991. – № 6.

Брушлинский, А. В. Перспективные направления в разработке психологии субъекта / А. В. Брушлинский. – Текст : непо-

средственный // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. – 1999. – № 3. – С. 76–79. – EDN RVXPOM.

Брушлинский, А. В. Субъект: мышление, учение, воображение / А. В. Брушлинский. – Воронеж : Институт практической психологии, 1996. – 392 с. – (Избранные психологические труды в 70-ти томах). – ISBN 5-87224-107-0. – EDN TERKXV. – Текст : непосредственный.

Важеевская, Н. Е. Гносеологические основы науки в школьном физическом образовании : автореф. дис. д-ра пед. наук / Н. Е. Важеевская. – Москва, 2002. – Текст : непосредственный.

Вархотов, Т. А. Воображение как граница понимания: о функции воображения в мысленных экспериментах / Т. А. Бархатов. – Текст : непосредственный // ПРАЭНМА. – 2020. – № 2 (24). – С. 199–223. – DOI: 10.23951/2312-7899-2020-2-199-224.

Венгер, А. Л. Психолого-педагогические проблемы обучения и воспитания детей шестилетнего возраста / А. Л. Венгер. – Текст : непосредственный // Вопросы психологии. – 1984. – № 4. – С. 30–55.

Вергунов, Е. Г. Зависимость успеваемости от вербального и общего интеллекта у школьников 4 и 6 классов общеобразовательной школы / Е. Г. Вергунов. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – № 3. – С. 127–129. – EDN LDNPVB.

Владимирова, С. Г. Шкала Давида Векслера: настоящее и будущее в решении проблемы измерения интеллекта / С. Г. Владимирова. – Текст : непосредственный // Ярославский педагогический вестник. – 2016. – № 2. – С. 122–126. – EDN WCLQFD.

Выготский, Л. С. История развития высших психических функций / Л. С. Выготский. – Москва : Юрайт, 2019. – 336 с. – Текст : непосредственный.

Выготский, Л. С. Психология развития человека / Л. С. Выготский. – М. : Изд-во «Смысл» ; Эксмо, 2005. – 1136 с. – Текст : непосредственный.

Выготский, Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский ; под ред. В. В. Давыдова. – М., 1991. – 480 с. – Текст : непосредственный.

Ганеев, Х. Ж. Теоретические основы развивающего обучения математике / Х. Ж. Ганеев ; Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 1997. – 160 с. – Текст : непосредственный.

Ганзен, В. А. Системное мышление / В. А. Ганзен. – Текст : непосредственный // Вестник С-Петербур. ун-та. Сер. 6: философ., полит. – 1992. – Вып. 1. – С. 78–84.

Гарднер, Г. Великолепная пятерка: Мыслительные стратегии, ведущие к успеху / Г. Гарднер. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 155 с. – Текст : непосредственный.

Гилфорд, Дж. П. Природа человеческого интеллекта / Дж. П. Гилфорд. – Нью-Йорк : Мак Гроу-Хилл, 1967. – Текст : непосредственный.

Глебова, М. В. Системно-структурный подход в формировании понятийного мышления обучающихся на уровне среднего общего образования / М. В. Глебова. – Текст : непосредственный // Наука и школа. – 2020. – № 3. – С. 129. – DOI: 10.31862/1819-463X-2020-3-126-137.

Гончаров, С. З. Значение воображения в формировании понятий у студентов / С. З. Гончаров. – Текст : непосредственный // Научный диалог. – 2015. – № 4 (40). – С. 44–75.

Гофман, И. Анализ фреймов: эссе об организации повседневного опыта : пер. с англ. / И. Гофман ; под ред. Г. С. Батыгина, Л. А. Козловой. – М. : Институт социологии РАН, 2003. – 752 с. – Текст : непосредственный.

Гранатов, Г. Г. Мышление и понятие (концепция дополнителности) : монография / Г. Г. Гранатов. – М. : ФЛИНТА : Наука, 2011. – 320 с. – Текст : непосредственный.

Гурова, Л. Л. Психология мышления / Л. Л. Гурова. – М. : ПЭРСЭ, 2005. – Текст : непосредственный.

Гут, Р. О творчестве в науке и технике / Р. Гут. – Текст : электронный // Вопросы психологии. – 2007. – № 07'2. – С. 130. – URL: voppsy.ru/authors25/GOOTR.htm.

Давыдов, В. В. Виды обобщения в обучении / В. В. Давыдов. – М. : Педагогика, 1972. – 423 с. – Текст : непосредственный.

Давыдов, В. В. О понятии развивающего обучения / В. В. Давыдов. – Текст : непосредственный // Педагогика. – 1995. – № 1. – С. 29–39.

Давыдов, В. В. Проблемы развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М. : Педагогика, 1986. – 240 с. – Текст : непосредственный.

Де Боно, Э. Почему мы такие тупые? / Э. де Боно. – СПб. : Питер, 2009. – 128 с. – Текст : непосредственный.

Де Боно Э. Рождение новой идеи / Э. де Боно. – М. : Издательская группа «Прогресс», 1976. – Текст : непосредственный.

Делия, С. П. Инновационное мышление в XXI веке / С. П. Делия. – М. : Депо, 2011. – 232 с. – Текст : непосредственный.

Джанелли, М. Электронное обучение в теории, практике и исследованиях / М. Джанелли. – Текст : непосредственный // Вопросы образования. – 2018. – № 4. – С. 81–90. – DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-81-98.

Джемс, У. Психология в беседах с учителями / У. Джемс. – СПб. : Питер, 2001. – 160 с. – Текст : непосредственный.

Еськов, В. В. Хаос и самоорганизация в работе нейросетей мозга / В. В. Еськов. – Текст : непосредственный // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – № 1. – С. 61–67. – EDN YHVAMF.

Загвязинский, В. И. О Современной трактовке дидактических принципов / В. И. Загвязинский. – Текст : непосредственный // Советская педагогика. – 1978. – № 10. – С. 66–72.

Захарова, О. Г. Определение понятия «креативность» в научной литературе / О. Г. Захарова. – Текст : непосредственный // Аспекты и тенденции педагогической науки : материалы II Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 20–23 июля 2017 года. – Санкт-Петербург : Свое издательство, 2017. – С. 15–17. – EDN ZBJNTR.

Зими́на, Н. А. Динамика интеллектуального и личностного развития учащихся при переходе из начальной в среднюю школу / Н. А. Зими́на. – Текст : непосредственный // Сибирский психологический журнал. – 2021. – № 81. – С. 166–186. – DOI: 10.17223/17267081/81/8. – EDN QKQNGK.

Зинченко, В. П. Психологические основы педагогики: Психологические основы построения системы развивающего

обучения Д. Б. Эльконина – В. В. Давыдова / В. П. Зинченко. – М. : Гардарики, 2002. – 431 с. – Текст : непосредственный.

Зинченко, Ю. П. Квантово-механический подход в изучении сознания / Ю. П. Зинченко, В. М. Еськов, М. А. Филатов, С. В. Григорьева. – Текст : непосредственный // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 111–117. – DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16392. – EDN OZUIJP.

Зорина, Л. Я. Дидактические основы формирования системности знаний у старшеклассников (на материале предметов естественно научного цикла) : дис. ... д-ра пед. наук / Л. Я. Зорина. – М., 1979. – 362 с. – Текст : непосредственный.

Ильенков, Э. В. К вопросу о понятии «деятельность» и его значении для педагогики / Э. В. Ильенков. – Текст : непосредственный // Вестник Моск. ун-та. Сер. 20. Педагогическое образование. – 2013. – С. 92–98.

Ильенков, Э. В. Школа должна учить мыслить / Э. В. Ильенков. – М. : МПСМ ; Воронеж : МОДЭК, 2002. – С. 78–84. – Текст : непосредственный.

Ильин, Е. П. Мотивация и мотивы / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2000. – 512 с. – Текст : непосредственный.

Ильясов, И. И. Новый взгляд на умственное развитие и развивающее обучение / И. И. Ильясов. – Текст : непосредственный // Вопросы психологии. – 1996. – № 3. – С. 138–141.

Кабанова-Меллер, Е. Учебная деятельность и развивающее обучение / Е. Кабанова-Меллер. – М. : Знание, 1981. – 96 с. – Текст : непосредственный.

Калашникова, Л. В. Метафорические аспекты воображения. Роль воображения в решении познавательных задач на этапе наглядно-образного мышления / Л. В. Калашникова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы филологии и педагогической лингвистики. – 2018. – № 3 (31). – С. 177–188. – DOI: 10.29025/2079-6021-2018-3(31)-177-188. – EDN UZMWMF.

Калининченко, С. Г. Самоорганизация нейронных систем и модульная архитектура головного мозга / С. Г. Калининченко, Н. Ю. Матвеева. – Текст : непосредственный // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2010. – № 4 (42). – С. 8–11. – EDN OCQDJR.

Карасова, И. С. Фундаментальные физические теории в средней школе (содержательная и процессуальная сторона обучения) : монография / И. С. Карасова. – Челябинск : Факел, 1999. – 244 с. – Текст : непосредственный.

Кедров, Б. М. О теории научного открытия / Б. М. Кедров. – Текст : непосредственный // Научное творчество. – М. : Наука, 1969. – С. 78–82.

Князева, Е. Н. Когнитивная сложность / Е. Н. Князева. – Текст : непосредственный // Философия науки. – 2013. – Т. 18, № 1. – С. 81–94. – EDN TMPYCR.

Ковтунович, М. Г. Когнитивная диагностика: исследование когнитивных структур знаний школьников по физике / М. Г. Ковтунович. – М. : ПЕР СЭ, 2007. – 87 с. – Текст : непосредственный.

Козлов, В. И. Формирование мировоззрения учащихся на уроках изобразительного искусства в общеобразовательных учреждениях / В. И. Козлов. – Текст : непосредственный // Молодой учёный. – 2016. – № 7 (111). – С. 111–116.

Кондратьев, А. С. Современные технологии обучения физике : учеб. пособие / А. С. Кондратьев, Н. А. Прияткин ; А. С. Кондратьев, Н. А. Прияткин. – Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2006. – 341 с. – (Петербургский университет школы / С.-Петерб. гос. ун-т, Рос. гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена). – ISBN 5-288-03817-1. – EDN QJPUQX.

Кондратьев, А. С. Парадоксальность физического мышления / А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова ; А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова ; Российский гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2007. – 279 с. – ISBN 978-5-8064-1173-1. – EDN QJVAVH.

Кондратьев, А. С. Развитие парадоксальности мышления при изучении основ квантовой физики в средней школе / А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова // Наука и школа. – 2007. – № 2. – С. 58-61. – EDN NCYSIJ.

Кондратьев, А. С. Интуитивное и логическое при изучении физики в средней школе / А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова, Т. С. Новикова // Физика в школе. – 2016. – № 8. – С. 17-24. – EDN XETOQD.

Кондратьев, А. С. Логические и интуитивные аспекты формирования понятия "температура" / А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова, Т. С. Новикова // Физическое образование в ВУЗах. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 85-96. – EDN VOUCLV.

Конопкин, О. А. Психическая саморегуляция произвольной активности человека (структурно-функциональный аспект) / О. А. Конопкин. – Текст : непосредственный // Вопросы психологии. – 1995. – № 1. – С. 5–12. – EDN PYZWZY.

Копнин, П. В. Диалектика, логика, наука / П. В. Копнин. – М. : Наука, 1973. – Текст : непосредственный.

Корсаков, С. С. Курс психиатрии / С. С. Корсаков. – М., 1913. – 392 с. – Текст : непосредственный.

Краевский, В. В. Проблемы научного обоснования обучения / В. В. Краевский. – М. : Просвещение, 1977. – 264 с. – Текст : непосредственный.

Красин, М. С. Обучение школьников системе принципов научной методологии (методологический и дидактический аспекты) / М. С. Красин. – Текст : непосредственный // Школьные технологии. – 2014. – № 1. – С. 31–42. – EDN RXXHQN.

Красин, М. С. Обучение школьников системе принципов научной методологии. Методический аспект / М. С. Красин. – Текст : непосредственный // Школьные технологии. – 2014. – № 2. – С. 80–97. – EDN SGZSAR.

Крушельницкий, А. Н. Обзор представлений и классификации познавательных барьеров и misconceptions, возникающих при изучении физики / А. Н. Крушельницкий, В. В. Лаптев, Л. А. Ларченкова. – Текст : непосредственный // Научное мнение. – 2020. – № 12. – С. 10–22. – DOI: 10.25807/PBH.22224378.2020.12.10.22. – EDN MNIQPM.

Ланина, И. Я. Методика формирования познавательного интереса школьников в процессе обучения физике : дис. ... д-ра пед. наук / И. Я. Ланина ; [ЛПГИ]. – Л., 1986. – 352 с. – Текст : непосредственный.

Лаптев, В. В. Феномен психолого-познавательных барьеров и его значение в современном школьном обучении / В. В. Лаптев, Л. А. Ларченкова. – Текст : непосредственный // Известия Российского государственного педагогического уни-

верситета им. А. И. Герцена. – 2016. – № 182. – С. 5–18. – EDN ZMMRUD.

Ларченкова, Л. А. Решение физических задач как средство диагностики и преодоления психолого-познавательных барьеров при изучении физики / Л. А. Ларченкова. – Текст : непосредственный // Физическое образование в ВУЗах. – 2012. – Т. 18, № 2. – С. 58–70. – EDN OYGBPJ.

Леонтьев, А. Н. Избранные психологические произведения : в 2-х т. Т. 1 / А. Н. Леонтьев. – М. : Педагогика, 1983. – Текст : непосредственный.

Леонтьев, А. Н. Психологические вопросы сознательности учения / А. Н. Леонтьев. – Текст : непосредственный // Известия АПН РСФСР. – 1947. – № 7. – С. 119.

Леонтьев, А. Н. Мышление / А. Н. Леонтьев. – Текст : непосредственный // Философская энциклопедия : в 5 т. Т. 3. – Москва : Советская энциклопедия, 1964. – С. 514–519.

Лернер, И. Я. Природа принципов обучения и пути их установления / И. Я. Лернер. – Текст : непосредственный // Принципы обучения в современной педагогической теории и практике : межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск : ЧГПИ, 1985. – С. 37–38.

Лозинская, А. М. Вопросы развития системного мышления в процессе электронного обучения: дифференционно-интеграционный подход / А. М. Лозинская. – Текст : непосредственный // Образовательные технологии и общество. – 2018. – Т. 21, № 3. – С. 409–421. – EDN XTERYD.

Маркс, К. Сочинения. Т. 23 / К. Маркс, Ф. Энгельс. – 2-е изд. – Москва : Гос. изд-во полит. лит., 1960. – С. 189. – Текст : непосредственный.

Масленникова, Ю. В. Формирование умений учащихся использовать научный метод познания в системе основного и дополнительного физического образования : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Масленникова Юлия Владимировна. – Нижний Новгород, 2019. – 381 с. – Текст : непосредственный.

Мацута, В. В. Роль интеллектуальных и личностных факторов в достижении высокой результативности в ЕГЭ по математике / В. В. Мацута, С. А. Богомаз, О. Ю. Суднева. – Текст :

непосредственный // Сибирский психологический журнал. – 2014. – № 52. – С. 52–66. – EDN SMGVSJ.

Моросанова, В. И. Дифференциально-психологические основы саморегуляции в обучении и воспитании подрастающего поколения / В. И. Моросанова. – Текст : непосредственный // Мир психологии. – 2013. – № 2 (74). – С. 189–199. – EDN QANUUZ.

Моросанова, В. И. Саморегуляция и самосознание субъекта / В. И. Моросанова, Е. А. Аронова. – Текст : непосредственный // Психологический журнал. – 2008. – Т. 29, № 1. – С. 14–22. – EDN INMIRL.

Мощанский, В. Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики / В. Н. Мощанский. – М. : Просвещение, 1989. – 192 с. – Текст : непосредственный.

Немец, В. В. Стресс и стратегии поведения / В. В. Немец, Е. П. Виноградова. – Текст : непосредственный // Национальный психологический журнал. – 2017. – № 2 (26). – С. 59–72. – DOI: 10.11621/prj.2017.0207. – EDN YUBVHFH.

Немов, Р. С. Психология : в 3 кн. Кн 1: Общие основы психологии / Р. С. Немов. – Москва : ВЛАДОС, 1998. – 668 с. – Текст : непосредственный.

Никольская, В. А. О методике преподавания математики в гуманитарном вузе для студентов с разным уровнем довузовской подготовки / В. А. Никольская, О. Я. Родькина. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 4.

Новоселов, С. А. Творческие задачи по начертательной геометрии как средство формирования обобщенной ориентировочной основы обучения инженерно-графической деятельности / С. А. Новоселов, Л. В. Туркина. – Текст : непосредственный // Образование и наука. Известия УрО РАО. – 2011. – № 2 (81). – С. 31–41. – EDN NEGNVH.

Новоселов, С. А. Технология комплексного развития творческих способностей детей и взрослых – АС-технология / С. А. Новоселов. – Текст : непосредственный // Социальная педагогика. – 2019. – № 1. – С. 66–78. – EDN HCUVKS.

Павлов, И. П. Избранные труды / И. П. Павлов. – М. : Наука, 1972. – 367 с. – Текст : непосредственный.

Палкин, А. Б. Формирование основ научного мировоззрения младших школьников в образовательно-воспитательном пространстве Интернета / А. Б. Палкин, Б. В. Антонов. – Текст : непосредственный // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2016. – № 2 (35). – С. 258–261.

Перминова, Л. М. Современная дидактика: от Коменского до наших дней: философско-педагогические аспекты : монография / Л. М. Перминова. – Изд. 3-е, дополненное, переработанное (гл. 3; 4). – М. : Школьные технологии, 2021. – 295 с. – Текст : непосредственный.

Петровский, А. В. Откровенно говоря / А. В. Петровский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1997. – Текст : непосредственный.

Петровский, В. А. Личность: феномен субъектности / В. А. Петровский. – Ростов-на-Дону, 1993. – Текст : непосредственный.

Петровский, В. А. Субъектность Я в персонологической ретроспективе / В. А. Петровский. – Текст : непосредственный // Мир психологии. – 2021. – № 1–2 (105). – С. 174–193. – EDN KENLUO.

Пиаже, Ж. Психология интеллекта / Ж. Пиаже. – Текст : непосредственный // Пиаже Ж. Избранные психологические труды. – М. : Международная педагогическая академия, 1994.

Поливанова, Н. И. Диагностика системного мышления детей 6–9 лет / Н. И. Поливанова, И. В. Ривина. – Текст : непосредственный // Психологич. наука и образование. – 1996. – № 1. – С. 82.

Пономарёв, Я. А. К вопросу об исследовании психологического механизма «принятия решения в условиях творческих задач / Я. А. Пономарёв. – Текст : непосредственный // Проблемы принятия решений : сборник статей / под общей ред. П. К. Анохина. – М. : Издательство «Наука», 1976. – С. 103.

Разумовский, В. Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучение / В. Г. Разумовский, В. В. Майер. – М. : Владос, 2004. – Текст : непосредственный.

Разумовский, В. Г. Обучение школьников и развитие их способностей / В. Г. Разумовский. – Текст : непосредственный // Физика в школе. – 1994. – № 2. – С. 52–56.

Разумовский, В. Г. ФГОС в действии: исследования учащихся как средство овладения методами научного познания явлений природы и техники / В. Г. Разумовский, В. В. Майер, Е. И. Вараксина. – Текст : непосредственный // Физика в школе. – 2013. – № 3. – С. 13–27. – EDN RKYVDV.

Раренко, А. А. К вопросу о креативности и способах ее изучения и измерения / А. А. Раренко. – Текст : непосредственный // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 11: Социология. – 2020. – № 3. – С. 93–103. – DOI: 10.31249/rsoc/2020.03.06. – EDN PTUOBM.

Рогов, Е. И. Личность учителя: теория практика : учеб. пособие для студентов вузов / Е. И. Рогов. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1996. – 508 с. – Текст : непосредственный.

Розин, В. М. Мышление в его отношении к методологии / В. М. Розин. – Текст : непосредственный // Идеи и идеалы. – 2015. – № 1 (23), т. 1. – С. 56–65. – DOI: 10.17212/2075-0862-2015-1.1-56-66.

Ротенберг, В. С. Мозг. Стратегия полушарий / В. С. Ротенберг. – Текст : непосредственный // Наука и жизнь. – 1984. – № 6. – С. 54–57.

Ротенберг, В. С. Поисковая активность и адаптация / В. С. Ротенберг, В. В. Аршавский. – М. : Наука, 1984. – Текст : непосредственный.

Рубинштейн, С. Л. О мышлении и путях его исследования / С. Л. Рубинштейн. – М. : Изд-во АН СССР, 1958. – 147 с. – Текст : непосредственный.

Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер, 2002. – 720 с. – Текст : непосредственный.

Салмина, Н. Г. Знак и символ в обучении / Н. Г. Салмина. – М. : Из-во МГУ, 1988. – 286 с. – Текст : непосредственный.

Сауров, Ю. А. Нормативная и творческая деятельность в обучении: различие и согласование / Ю. А. Сауров. – Текст : непосредственный // Педагогика. – 2021. – № 8.

Сауров, Ю. А. О гуманитарной миссии современного физического образования / Ю. А. Сауров. – Текст : непосредственный // Математический вестник педвузов и университетов Волго-вятского региона. – 2016. – № 18. – С. 44–51.

Сауров, Ю. А. Вопросы методологии использования инструмента инвариантов в методике преподавания / Ю. А. Сауров. – Текст : непосредственный // Математический вестник Вятского государственного университета. – 2022. – № 1 (24). – С. 50–56. – DOI: 10.25730/VSU.0536.22.007. – EDN IPSSCK.

Сауров, Ю. А. Нормативная и творческая деятельность в обучении: различие и согласование / Ю. А. Сауров, М. П. Уварова. – Текст : непосредственный // Педагогика. – 2021. – Т. 85, № 8. – С. 5–15. – EDN PYTEMS.

Сикорская, Г. П. Формирование экологической культуры и ноосферного мышления в процессе творческой практико-ориентированной социоприродной деятельности (дидактико-методический комплект) / Г. П. Сикорская. – Текст : непосредственный // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 10–2. – С. 143–144. – EDN UJDQOR.

Синеокая, Ю. В. Существует ли методологический изоморфизм естественнонаучного и социально-гуманитарного знания? Участники: В. С. Степин, Н. М. Смирнова. Организатор проекта и ведущая – Ю. В. Синеокая / Ю. В. Синеокая. – Текст : непосредственный // Философский журнал. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 150–165. – DOI: 10.21146/2072-0726-2018-11-3-150-165.

Сластенин, В. А. Педагогика : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов ; под ред. В. А. Сластенина. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 576 с. – Текст : непосредственный.

Смирнов, А. С. Функциональная магнитно-резонансная томография головного мозга для локализации речевой коры в предоперационном планировании. Разбор клинических случаев / А. С. Смирнов, М. Г. Шараев, Т. В. Мельникова-Пицхелаури [и др.]. – Текст : непосредственный // Радиология – практика. – 2020. – № 4 (82). – С. 68–78. – EDN NSGEBX.

Суровикина, С. А. Анализ понятий «развитие, «развитие мышления», «развитие естественнонаучного мышления» / С. А. Суровикина. – Текст : электронный // Развитие мышления в процессе обучения физике. – 2010. – № 1. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23030956>.

Суровикина, С. А. Анализ понятия «мышление» / С. А. Суровикина. – Текст : электронный // Развитие мышления

в процессе обучения физике. – 2009. – № 1. – С. 25–36. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23030938_80533273.pdf.

Тагильцева, Н. Г. Полихудожественный подход в развитии стратегии полихудожественного образования / Н. Г. Тагильцева. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 12. – С. 91–94.

Терегулов, Ф. Ш. Бисоциальная формирующая педагогика / Ф. Ш. Терегулов. – Уфа, 1999. – 260 с. – Текст : непосредственный.

Терегулов, Ф. Ш. Методологические проблемы развития образования и теоретические вопросы педагогической науки / Ф. Ш. Терегулов. – Текст : непосредственный // Школьные технологии. – 1999. – № 5. – С. 55–80.

Тишков, Д. С. Изучение ассоциации нейроповеденческих качеств и когнитивных способностей, приводящих к академическим достижениям в высшем образовании / Д. С. Тишков. – Текст : непосредственный // Балтийский гуманитарный журнал. – 2020. – Т. 9, № 4 (33). – С. 185–187. – DOI: 10.26140/bgз3-2020-0904-0047. – EDN QFZUEV.

Угланова, И. Л., Погожина И. Н. Что может предложить новая методология оценки мышления школьников современному образованию / И. Л. Угланова, И. Н. Погожина. – Текст : непосредственный // Вопросы образования. – 2021. – № 4. – С. 8–34. – <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-4-8-34>.

Урсул, А. Д. Информация: методологические аспекты / А. Д. Урсул. – М : Наука, 1971. – 295 с. – Текст : непосредственный.

Усова, А. В. Типичные ошибки в усвоении понятий учащимися / А. В. Усова. – Текст : непосредственный // Вопросы методики и психологии формирования физических понятий. – Челябинск, 1970. – Вып. 1. – С. 3–18.

Усова, А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения / А. В. Усова. – М. : Педагогика, 1986. – 176 с. – Текст : непосредственный.

Усова, А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А. В. Усова, А. А. Бобров. – М. : Просвещение, 1988. – 112 с. – Текст : непосредственный.

Усольцев, А. П. Синергетика педагогических систем : монография / А. П. Усольцев ; Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2005. – 263 с. – ISBN 5-7186-0231-X. – Текст : непосредственный.

Усольцев, А. П. Наглядность и ее функции в обучении / А. П. Усольцев, Т. Н. Шамало. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 6. – С. 102–109. – DOI: 10.26170/ro16-06-17. – EDN WKYELD.

Усольцев, А. П. О конструктах уроков по ФГОС / А. П. Усольцев, Е. П. Антипова. – Текст : непосредственный // Образование и наука. – 2017. – Т. 19, № 5. – С. 55–71. – DOI: 10.17853/1994-5639-2017-5-55-71. – EDN YPSQDX.

Усольцев, А. П. Обучение физике «гуманитариев» на основе синтетического подхода / А. П. Усольцев, Т. Н. Шамало. – Текст : непосредственный // Школа будущего. – 2019. – № 5. – С. 50–55. – EDN WCOASB.

Усольцев, А. П. Принцип дополнительности в развитии мышления школьников гуманитарных профилей обучения / А. П. Усольцев, Т. Н. Шамало. – Текст : непосредственный // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 25–26 октября 2021 года. – Екатеринбург : [б. и.], 2021. – С. 176–181. – EDN LEXMBG.

Усольцев, А. П. Синергетика педагогических систем / А. П. Усольцев. – Екатеринбург : Уральский государственный педагогический университет, 2005. – 263 с. – ISBN 5-7186-0231-X. – EDN FFXWUR. – Текст : непосредственный.

Усольцев, А. П. Управление процессами саморазвития учащихся при обучении физике / А. П. Усольцев. – Екатеринбург : Уральский государственный педагогический университет, 2006. – 213 с. – ISBN 5-7186-0315-4. – EDN JWLKIK. – Текст : непосредственный.

Усольцев, А. П. Формирование научного мировоззрения школьников – новые вызовы / А. П. Усольцев, Т. Н. Шамало, Л. Д. Сон. – Текст : непосредственный // Понятийный аппарат педагогики и образования : коллективная монография. – Екатеринбург : [б. и.], 2019. – С. 181–192. – EDN LKXUCP.

Феоктистова, С. В. Влияние саногенного мышления личности на результативность деятельности / С. В. Феоктистова. – Текст : непосредственный // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. – 2018. – № 2. – С. 130–134. – DOI: 10.25586/RNU.V9276.18.07.P.130. – EDN XSQMLZ.

Философский словарь / под ред. И. Т. Фролова. – Москва : Политиздат, 1991. – 560 с. – Текст : непосредственный.

Философский энциклопедический словарь / гл. редакция: Л. Ф. Ильичёв, П. Н. Федосеев, С. Л. Ковалёв, В. Г. Панов. – М. : Сов. энцикл., 1983. – 840 с. – Текст : непосредственный.

Фраленко, В. П. Методы обработки данных магнитно-резонансной томографии для когнитивной визуализации и трекинга областей интереса / В. П. Фраленко, М. В. Шустова, М. В. Хачумов. – Текст : непосредственный // Программные продукты и системы. – 2019. – № 3. – С. 518–524. – EDN GIXPXJ.

Фридман, Л. М. Использование моделирования в обучении / Л. М. Фридман. – Текст : непосредственный // Вестн. Челябин. гос. пед. ин-та. Сер. 2. Педагогика. Психология. Методика преподавания. – 1995. – № 1. – С. 88–93.

Фридман, Л. М. Наглядность и моделирование в обучении / Л. М. Фридман. – М. : Знание, 1984. – 80 с. – Текст : непосредственный.

Хакен, Г. Информация и самоорганизация: макроскопический подход к сложным системам : пер. с англ. / Г. Хакен. – М. : Мир, 1991. – 240 с. – Текст : непосредственный.

Холодная, М. А. Структурно-интегративная методология в исследовании интеллекта / М. А. Холодная. – Текст : непосредственный // Дифференциально-интеграционная теория развития. – Москва : Издательство «Языки славянских культур», 2011. – С. 469–477. – EDN PNHPKD.

Хомский, Н. Язык и мышление / Н. Хомский ; под общей ред. В. А. Звегинцева. – М. : Изд-во Московского университета, 1972. – Вып. 2. – Текст : непосредственный.

Хорошавин, С. А. Дидактические принципы наглядности в демонстрационном эксперименте / С. А. Хорошавин. – Текст : непосредственный // Физика в школе. – 1997. – № 2. – С. 73–74.

Хоссенфельдер, С. Уродливая Вселенная: как поиски красоты заводят физиков в тупик / С. Хоссенфельдер ; [перевод с англ. А. О. Якименко]. – М. : Эксмо, 2021. – 304 с. – Текст : непосредственный.

Чернавский, Д. С. Синергетика и информация: динамическая теория информации / Д. С. Чернавский. – М. : Наука, 2001. – 244 с. – Текст : непосредственный.

Чернецкая, Н. И. Изучение творческого мышления как результата интеграции различных видов мышления посредством однофакторного дисперсионного анализа / Н. И. Чернецкая. – Текст : непосредственный // Сибирский педагогический журнал. – 2011. – № 3. – С. 271–279. – EDN PEYNCL.

Чернецкая, Н. И. Творческое мышление как высшая форма мышления / Н. И. Чернецкая. – Текст : непосредственный // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. – 2009. – № 2. – С. 225–230. – EDN KHMХMF.

Чошанов, М. А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения / М. А. Чошанов. – М. : Народное образование, 1966. – 160 с. – Текст : непосредственный.

Чуприкова, Н. И. Всеобщий универсальный дифференциально-интеграционный закон развития как основа междисциплинарной парадигмальной теории развития / Н. И. Чуприкова. – URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2009n1-3/44-chuprikova3.html#e2> (дата обращения: 18.04.2018). – Текст : электронный.

Чуприкова, Н. И. Умственное развитие и обучение. (Психол. основы развивающего обучения.) / Н. И. Чуприкова. – М. : АО «Столетие», 1994. – 192 с. – Текст : непосредственный.

Шамало, Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении / Т. Н. Шамало. – Свердловск, 1990. – 96 с. – Текст : непосредственный.

Шамало, Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении : дис. ... д-ра пед. наук / Т. Н. Шамало. – Екатеринбург, 1992. – 385 с. – Текст : непосредственный.

Шамало, Т. Н. Учебный физический эксперимент в процессе формирования понятий / Т. Н. Шамало. – Свердловск, 1981. – 98 с. – Текст : непосредственный.

Шамало, Т. Н. Развитие мышления как основная задача современного образования / Т. Н. Шамало, А. П. Усольцев, Е. П. Антипова. – Текст : непосредственный // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 02–03 апреля 2018 года / Уральский государственный педагогический университет, Институт математики, физики, информатики и технологий. – Екатеринбург, 2018. – С. 3–7. – EDN MFUCRN.

Шамало, Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении : учеб. пособие к спецкурсу / Т. Н. Шамало ; Свердл. гос. пед. ин-т. – Свердловск, 1990. – 96 с. – Текст : непосредственный.

Шапошникова, Ю. В. Воображение в действии: случай исторической эпистемологии / Ю. В. Шапошникова, Л. В. Шиповалова. – Текст : непосредственный // Эпистемология и философия науки. – 2019. – Т. 56, № 4. – С. 62–77. – DOI: 10.5840/eps201956468.

Шапошникова, Л. В. Космическое мышление и новая система познания / Л. В. Шапошникова. – Текст : непосредственный // Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века. – 2004. – Т. 1, № 1. – С. 52–81. – EDN QLIWKN.

Шаронова, Н. В. Методика формирования научного мировоззрения учащихся при обучении физике : учебное пособие по спецкурсу для студентов педвузов / Н. В. Шаронова. – М. : МП «МАР», 1994. – 183 с. – Текст : непосредственный.

Шептулин, Т. В. Диалектика единичного, особенного и общего : учебное пособие по спецкурсу для филос. фак. ун-тов / Т. В. Шептулин. – М. : Высшая школа, 1973. – 271 с. – Текст : непосредственный.

Шереметьев, К. Интеллектика. Как работает ваш мозг / К. Шереметьев. – СПб. : ИГ «Весь», 2019. – 576 с. – Текст : непосредственный.

Шодиев, Д. Ш. Методологические проблемы теоретического и эмпирического уровней познания в учебном процессе / Д. Ш. Шодиев. – Ташкент : Фан, 1982. – 155 с. – Текст : непосредственный.

Штофф, В. А. Моделирование и философия / В. А. Штофф. – М. ; Л. : Наука, 1966. – 301 с. – Текст : непосредственный.

Эйнштейн, А. О методе теоретической физики / А. Эйнштейн. – Текст : непосредственный // Собрание научных трудов. Т. 4. – М. : Наука, 1967.

Эрдниев, П. М. Системность знаний и укрупнение дидактической единицы / П. М. Эрдниев. – Текст : непосредственный // Советская педагогика. – 1975. – № 4. – С. 72–80.

Эшби, У. Р. Введение в кибернетику / У. Р. Эшби. – М. : Изд-во ин. лит., 1959. – 730 с. – Текст : непосредственный.

Юсов, Б. П. Взаимодействие и интеграция искусств в полихудожественном развитии школьников / Б. П. Юсов. – Луганск, 1990. – 175 с. – Текст : непосредственный.

Якиманская, И. С. Возрастные и индивидуальные особенности образного мышления учащихся / И. С. Якиманская. – М. : Педагогика, 1989. – 221 с. – Текст : непосредственный.

Яacobсон, П. М. Психологические проблемы мотивации поведения человека / П. М. Яacobсон. – М. : Просвещение, 1969. – 317 с. – Текст : непосредственный.

Berkinblit, M. B. Fantasy and reality / M. B. Berkinblit, A. V. Petrovskij. – Moscow : Politizdat, 1968. – 126 p. – Text : immediate.

Cartwright, N. Models: The Blueprints for Laws / N. Cartwright. – Text : immediate // Philosophy of Science. Vol. 64, Supplement. Proceedings of the 1996 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part II: Symposia Papers. – 1997. – P. S292–S303.

Guilford, J. P. Creativity: Yesterday, Today and Tomorrow / J. P. Guilford. – Text : immediate // The Journal of Creative Behavior. – 1967. – Vol. 1 (1). – P. 3–14.

Kant, I. Critique of Pure Reason / I. Kant ; transl. and edited by P. Guyer & A. W. Wood. – Cambridge : Cambridge University Press, 1998. – 785 p. – Text : immediate.

Katz, L. C. Synaptic activity and the construction of cortical circuits / L. C. Katz, C. J. Shatz. – Text : immediate // Science. – 1996. – Vol. 274. – P. 1133–1138.

Lakoff, G. Metaphors We Live By / G. Lakoff, M. Johnson. – Chicago : L., 1980. – 420 p. – Text : immediate.

Levy, A., Godfrey-Smith, P. (eds.). The Scientific Imagination. – Oxford University Press, 2019. – Text : immediate.

Marzano, R. I. A theory-based metf-analysis of research on instruction / R. I. Marzano. – Aurora : CO Mid-Continent Regional Educational Lab., 1998. – P. 106. – Text : immediate.

Maturana, U. Autopoiesis and Cognition / U. Maturana, F. Varela. – Dordrecht, 1980. – Text : immediate.

Maturana, U. The Theory of Autopoiesis Systems in the Social Sciences / U. Maturana. – Frankfurt ; New York, 1980. – Text : immediate.

Mayer R. Coursera Partners' Conference / R. Mayer. – 2015. – URL: <https://www.coursera.org/learn/coursera-partners-portal/lecture/anwb6/richard-mayer-keynote-plenary> (accessed 10 August 2018). – Text : electronic.

Sternberg, R. J. Creating a Vision of Creativity: the first 25 years / R. J. Sternberg. – Text : immediate // Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts. – 2006. – Vol. 1. – P. 2–12.

Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. – 2008. – P. 1–378. – DOI: 10.4324/9780203887332. – Text : immediate.

Zaborszky, L. The modular organization of brain systems. Basal forebrain: the last frontier / L. Zaborszky. – Text : immediate // Prog. Brain. Res. – 2002. – Vol. 136. – P. 35.

Научное издание

А. П. Усольцев

**ПРИНЦИПЫ
РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ**

Монография

Уральский государственный педагогический университет.
620091 Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26.
E-mail: uspu@uspu.ru