

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья

УДК 1:316

ББК 60.031

DOI: 10.54348/SciS.2022.1.1

О филогенетическом и онтогенетическом подходах к обучению

Сергей Рувимович Когаловский

Ивановский государственный университет, Иваново, Россия, askogal@yandex.ru

Аннотация. Анализируются хорошо известные аргументы в пользу генетического подхода к обучению. Показываются трудности его воплощения и принципиальная ограниченность его возможностей. Этот подход не менее естественно называть филогенетическим подходом. Он основывается, по сути, на следующем принципе культурного развития подобном биогенетическому закону Э. Геккеля: *культурный онтогенез повторяет культурный филогенез*. Однако культурный филогенез порождает иную траекторию культурного онтогенеза, иную его логику. И чем дальше он уходит в своем развитии, тем большее несет расхождение с его логикой логики культурного онтогенеза, а с ним возможности более далеко идущего развития личности. Неизбежно и продуктивно существенное влияние апостериорного начала на изучение достижений прошлого. Неизбежен и продуктивен апостериорный подход к их освоению. Принцип культурного развития, подобный закону Геккеля, ложен, и филогенетический подход к обучению не согласуется с культурным филогенезом, который не может не приводить к существенным изменениям методов обучения. С филогенетическим подходом к обучению сопоставляются подходы, ориентированные на культурный онтогенез. Они снимают ряд трудностей обучения и превращают их истоки в эффективные средства развивающего обучения. Особому рассмотрению подвергаются подходы к обучению математике.

Ключевые слова: культурный филогенез и культурный онтогенез, филогенетический подход к обучению, онтогенетический подход, историческое и логическое, обучение математике.

Для цитирования: Когаловский С. Р. О филогенетическом и онтогенетическом подходах к обучению // Научный поиск: личность, образование, культура. 2022. № 1. С. 3–13. <https://doi.org/10.54348/SciS.2022.1.1>

Original article

On phylogenetic and ontogenetic approach to teaching

Sergey R. Kogalovsky

Ivanovo State University, Ivanovo, Russia, askogal@yandex.ru

Abstract. The well-known arguments in favor of the genetic approach to learning are analyzed. Difficulties of the genetic approach and fundamental limitations of its opportunities are shown. It is no less natural to call this approach a phylogenetic approach. It is based, in fact, on the following principle of cultural development similar to E. Haeckel's biogenetic law: cultural ontogenesis repeats cultural phylogeny. However, cultural phylogeny generates a different trajectory of cultural ontogenesis, a different logic of it. And the further he goes in his development, the greater the discrepancy with his logic of the logic of cultural ontogenesis, and with it the possibilities of a more far-reaching personality development. The significant influence of the a posteriori principle on the study of the achievements of the past is inevitable and productive. A posteriori approach to their development is inevitable and productive. The principle of cultural development, similar to Haeckel's law, is false, and the phylogenetic approach to learning does not agree with cultural phylogeny, which cannot but lead to significant changes in teaching methods. Approaches focused on cultural ontogenesis are compared with the phylogenetic approach to learning. They eliminate

a number of learning difficulties and turn the sources of these difficulties into effective means of developing learning. A special study is devoted to approaches to teaching mathematics.

Keywords: cultural phylogenesis and cultural ontogenesis, phylogenetic approach to learning, an ontogenetic approach to learning, historical and logical, teaching mathematics.

For citation: Kogalovskii S. R. On phylogenetic and ontogenetic approach to teaching. *Nauchnyj poisk: lichnost', obrazovanie, kul'tura* = *Scientific search: personality, education, culture*. 2022. no. 1. pp. 3–13. (In Russ). <https://doi.org/10.54348/SciS.2022.1.1>

Актуальность. Ф. Клейн, А. Пуанкаре и другие выдающиеся математики и педагоги конца XIX – первой половины XX века провозглашали, что преподавание математики должно идти по тому же пути, по которому человечество, начиная со своего первобытного состояния, дошло до вершин современного знания.

Генетический подход к обучению основывается на приобщении учащихся к знаниям посредством постижения исторических процессов восхождения к ним. По сути, этот подход основывается на принципе культурного развития, подобном биогенетическому закону Э. Геккеля: *культурный онтогенез должен повторять культурный филогенез*. Его не менее естественно называть филогенетическим подходом. Мы будем использовать это его название.

«Голый результат без пути к нему ведущего есть труп» – говорил Гегель. Марксистская диалектика учит, что всякое явление может быть правильно познано лишь в его историческом развитии, что нельзя понять результата исторического развития, не уяснив пути развития, приведшего к нему. Не кричат ли эти аргументы о необходимости филогенетического подхода? И разве не отвечает филогенетический подход как никакой другой подход к обучению культурно историческому подходу в педагогике?

Подвергнем первичному анализу названные аргументы.

Действительно ли нельзя освоить результат научного исследования, не уяснив пути, приведшего к нему? *Всякий* ли научный результат должен осваиваться как результат исторического развития, а не в своей актуальности, в своей «самости»? Только ли будучи изучаемым в этом качестве он может быть освоен в своей актуальной роли? Авиация сыграла огромную роль в деле создания удовлетворительных географических карт. Но разве необходимо в силу этого изучение истории авиации для того, чтобы научиться пользоваться современными географическими картами? Разве необходимо для успешной эксплуатации построенного здания сохранение и использование строительных лесов?

Отделенность математического результата не только от пути, на котором он был обретен,

но и от контекстов, в которых он обычно рассматривается, способствует раскрытию стоящих за ним более значимых, более «сущностных» истин. Поясним это на простом примере. Довольно очевидно, что средняя скорость движения материальной точки на временном отрезке (движения плавного, без рывков) совпадает с ее мгновенной скоростью в некоторый внутренний момент этого отрезка. Надконтекстная форма этого положения предстает как теорема Лагранжа о конечных приращениях. Она превращает положение, относящееся к математике как «части физики», в положение, относящееся к собственно Математике. Посредством этого теорема Лагранжа раскрывается как широко действующий эффективный метод исследования функций. И в этом качестве она предстает в учебниках математики.

Математическое моделирование, например, физических процессов основывается на надконтекстном их рассмотрении, что несет раскрытие их скрытых свойств. Надконтекстность рассмотрений, абстрагирование от природы исследуемых объектов, обращенность к их «формам» и к «формам» их отношений с теми или иными объектами характерны для математической деятельности. Они отвечают природе математики. Их роль в «непостижимой» эффективности математики далеко не вторична.

Укоренившиеся научные результаты предстают обычно не как продукты исторического генезиса, а в актуализированной форме, несущей более значимое их «оправдание», чем пути, на которых они были обретенны. Исторический путь восхождения к научному результату является лишь одним из многих возможных и, как правило, не самым эффективным с образовательной точки зрения.

«Голый результат без пути к нему ведущего есть труп» – этот тезис Гегеля более естественно понимать так: *голый результат без пути, ведущего к его освоению, есть труп*. В рамках образовательного процесса путь, ведущий к освоению результата, – это путь обучения, несущего развитие способности к поисково-исследовательской деятельности. Он существенно иной, чем исторический путь обретения этого результата. Это идеальный путь, создаваемый для обучения.

Не больше ли правды в тезисе *«Результат*

без путей, от него ведущих, есть труп», выражающем обращенность к продуктивности научного результата, к его ценности (в частности, эвристической ценности), а не к тому, как именно он был получен?

Но, конечно, более полное выражение правды – в тезисе «Роль и значение научного результата определяются его местом в системе научных знаний, его связями в ней; голый результат без его связей есть труп». Возможно ли сколь-нибудь полное воплощение в обучении филогенетического подхода вне следования этой правде, едва ли в должной мере осуществимого уже в силу ограниченности временных ресурсов?

Но и в последнем тезисе не вся правда: «Когда б вы знали, из какого сора растут стихи, не ведая стыда...» – игнорирование этой метафорически выраженной правды чревато опасностью впадения в мертвый схематизм, скрывающий «веру в рациональную природу человеческого интеллекта» [Холодная, 2002, с. 51]. Следование этой правде делает филогенетический подход к обучению еще труднее воплотимым.

Культурная среда, в которой воспитывается современный школьник, приводит к более раннему его приобщению ко многим сегодняшним представлениям, понятиям, механизмам мышления и т. д., чем к их историческим истокам, к которым ему предстояло бы приобщаться при филогенетическом подходе к обучению. Эта более ранняя приобщенность рождает в нем иные связи изучаемых понятий, делает логику их освоения существенно иной, чем у учащихся прошлого и чем логика исторических процессов восхождений к этим понятиям. Это несет иной уровень их освоения, иной уровень и иные направления когнитивного развития, чем у представителей прошлого. Это говорит о неизбежности существенного влияния апостериорного начала на изучение достижений прошлого. Это говорит и о неизбежности и продуктивности апостериорного подхода к их освоению, то есть такого, который был бы не первичным приобщением к ним посредством постижения приведших к ним исторических процессов, то есть посредством филогенетического подхода, а углублением обретенного на базе общего образования понимания их места и роли в историческом генезисе науки, в историческом генезисе культуры.

Следующее логике культурного филогенеза развитие образования – это и развитие методов приобщения новых поколений к историческим достижениям. Такие методы не следуют историческим путям рождения этих достижений.

Более того, их развитие ведет ко все большему их удалению от этих путей. (Это относится и к изучаемым историческим процессам). Это методы, направленные и на личностное развитие учащихся. Это методы развития их как субъектов образовательной деятельности. И уже только это последнее говорит о том, что такие методы существенно иные, чем несомые филогенетическим подходом.

При всем ускорении развития социума, сопровождающемся нарастанием его сложности, лавинообразным нарастанием знаний, генезис культуры, или культурный филогенез, подготавливает возможности для полнокровной социализации новых поколений в изменяющихся условиях.

Культурный филогенез порождает изменение траектории культурного онтогенеза, изменение его логики. И чем дальше он уходит в своем развитии, тем большее несет расхождение с его логикой логики культурного онтогенеза, а с ним возможности более далеко идущего развития личности [Когаловский, 2003, с. 316-317].

Отсюда ясно, что принцип культурного развития, подобный закону Геккеля, ложен и что филогенетический подход к обучению не согласуется с культурным филогенезом, с его логикой. Отсюда ясно и то, что культурный филогенез не может не приводить к существенным изменениям в методах обучения.

Какие же исторические знания должны быть, не могут не быть, предметом общего образования? Этот важный вопрос должен быть предметом специального исследования. Здесь же отметим следующее. По мнению ряда исследователей, важность исторического материала состоит не в последнюю очередь в том, что он позволяет экстрагировать общие закономерности развития когнитивных механизмов и генезисов разных культур. Но на базе разных культурных практик возникают разные системы мышления. Так, «представители Восточной Азии обладают мышлением холистического характера, они принимают во внимание целостное поле и приписывают именно ему причины событий, сравнительно мало используют категории и формальную логику и полагаются на “диалектическое” мышление. Западные люди более аналитичны, сосредоточены по преимуществу на конкретном объекте и на категориях, к которым его можно отнести. Чтобы понять поведение объекта, они опираются на правила, включая правила формальной логики. Описываемые типы когнитивных процессов являются частью более широкой наивной метафизики и имплицитной эпистемологии, характерных для представителей указанных культур... Факты заставляют усомниться в укоренившихся представлениях о базовых (и универсальных) когни-

тивных процессах» [Нисбетт, Пенг, Чой, Норензаян, 2011]. С этим согласуется позиция Пиаже: «Процесс познания невозможен без структуры, осуществляемой благодаря активности субъекта. Не существует ... априорных или врожденных когнитивных структур: наследственным является лишь функционирование интеллекта, которое порождает структуры только через организацию последовательных действий, осуществляемых над объектами» [Пиаже, 1983].

Методы исследования: методы когнитивистики и феноменологии; полисистемный подход; диалектический метод.

Результаты исследования. Уже сказанное выше показывает сложность реализации филогенетического подхода не только в общеобразовательной школе, но и в вузе. (Хоть сколь-нибудь целостно он воплощается разве лишь в преподавании предметов собственно исторического характера). К тому же исторический процесс развития науки, искусства, культуры в целом сопровождается «мутациями», «фуркациями», тупиковыми линиями. Поэтому филогенетический подход воплощается лишь кусочно, и к тому же в «очищенной», схематизированной форме. Но это отнюдь не устраняет трудностей его использования, порождаемых, прежде всего, тем, что следование этому подходу – это движение вперед с обращенным назад лицом. Как траектория такого движения, так и его форма и формы представления изучаемых продуктов исторического развития находят «оправдание» не столько в исследуемых ситуациях, сколько в конечных результатах обучения.

«То, что исторически выступает последним, ... является логически первым» – говорил Гегель. «То, что является первым в порядке сознания, будет последним в рефлексивном анализе, потому что субъект осознает результаты умственных построений до того, как они постигаются внутренними механизмами. Подумайте, например, о запоздалом введении Кантором операции приведения элементов во взаимно однозначное соответствие, которая является одной из главных операций у ребенка и дикаря» [Пиаже, 1960, с. 12-13]. То, что исторический процесс развития науки сопровождается радикальными преобразованиями системы научных знаний, отнюдь не облегчает использование филогенетического подхода.

История математики пронизана переходами к новым формам и уровням поисково-исследовательской деятельности, сопровождающимися превращениями ее внутренних форм. Особенно зримо это проявляется в современной математике. Уходя от своих начальных объектов

изучения посредством моделирования, посредством многоступенчатых превращений и самих этих объектов, и способов их рассмотрения, развивающаяся математическая деятельность приходит к их «сущностям» как к эффективным орудиям поисково-исследовательской деятельности. Это приводит к ее «очищению», состоящему в отрыве от той почвы, на которой она рождена, и тем самым к достижению ее «самостояния», к выявлению в ней «истинного» предмета изучения.

Теоретический подход к исследуемому полю математической деятельности начинается обычно с формирования предмета исследования. Таким становится модель этого поля как объекта исследования. Предмет исследования как «очищенная», как идеальная, как продуктивная форма представления его объекта, «скрывая» «фактический» характер объекта, «уводя» от него, «скрывая» его «собственные отношения и их прямую взаимосвязь косвенными выражениями» [Мамардашвили, 1990, с. 270], тем самым несет созидание его «сущности».

Процесс формирования и развития предмета математического исследования выступает как метод рождения превращенной формы и ее исследования, раскрывающего предмет исследования вместе с его системой связей не просто как форму «проявления существенных отношений» [Мамардашвили, 1990, с. 270], но как сами «существенные отношения» [Мамардашвили, 1990, с. 122-123].

Определения научных понятий «скрывают» исторические процессы их формирования, освоения и развития, а тем самым «скрывают» их «сущности». При прямом приобщении учащихся к такому понятию, то есть приобщении, начинающемся с обращения к его определению, понятие «вырывается из его естественной связи, берётся в застывшем, статическом виде, вне связи с теми реальными процессами мышления, в которых оно ... рождается и живёт» [Выготский, 1982, с. 189]. Поэтому «прямое обучение понятиям ... оказывается фактически невозможным и педагогически бесплодным» [Выготский, 1982, с. 189]. Но едва ли приобщению учащихся к таким понятиям больше способствует «очищенная», схематизированная форма воплощения филогенетического подхода, не несущая погружения учащихся в поисково-исследовательскую деятельность, являющуюся стержневым началом этих процессов. Такая форма представления исследуемых ситуаций не несет погружения учащихся в их конкретность и потому не несет понимания ими того, почему исторический процесс развития математики шел в том, а не ином направлении, почему продукты этого процесса обретали ту, а

не иную форму. Она не помогает постижению «сущностей» таких понятий. В особой степени это относится к фундаментальным математическим понятиям как являющимся не только орудиями поисково-исследовательской деятельности, но и «средствами производства» таких орудий и носителями стратегий поисково-исследовательской деятельности.

Явление всякого высокого произведения искусства, всякого значимого математического результата, всякого научного открытия не объяснимо его предысторией в силу его *агенетичности* как творческого продукта (в смысле А.Ф. Лосева). Его рождение не предопределяется логикой «пренатального» процесса и происходит как *смысловой скачок*. Филогенетический подход не снимает рождаемой этим трудности его воплощения: «Дело здесь ... в несводимости творческого продукта к каким-нибудь другим продуктам, ... в его самодовлеющей значимости» [Лосев, 1982]). При филогенетическом подходе так дело обстоит при обращении ко всякому существенно новому для учащихся понятию. Не говорит ли и это о проблематичности достижения целей, ставящихся перед филогенетическим подходом к обучению?

Филогенетический подход характеризуется такими взаимодействиями *логического с историческим*, при которых способ восхождения к логическому находится «в подчинении» у исторического и потому возможности освоения логического существенно ограничиваются. Он не может не вести к такому выстраиванию тактик внимания учащихся, при котором направленность на постижение прошлого ущемляет направленность на постижение настоящего. Он не может не вести к ущемлению места и роли работы по освоению необходимых приемов и методов, по освоению и развитию универсальных учебных действий, по когнитивному развитию учащихся. Он сам рождает трудно преодолимые сложности. Все это говорит о том, что филогенетический подход к обучению нежизнеспособен.

Научные знания как продукты развивающегося *логического* представляют результаты преобразований *исторического*, результаты «очистки» понятий, метапонятий, установок, технологий, ценностей и т. д. от тех его продуктов, которые отработали как «строительные леса». Отсюда ясно, что отказ от филогенетического подхода к обучению не несет какого-либо ущерба в знаниях учащихся и средствах формирования тех или иных необходимых сегодня когнитивных способностей.

Не историческое (само по себе) должно быть предметом обучения. Таким предметом должно быть являющееся его продуктом логическое, которое есть не просто «очищенное», не

просто преобразованное, но радикально преобразованное, сильнее говоря, *преображенное* историческое. (История развития математики демонстрирует это особенно зримо. Она особенно зримо демонстрирует и то, что, вообще говоря, историческое может рождать несколько существенно разных вариантов логического). Да, логическое не осваивается «вне связи с теми реальными процессами мышления, в которых оно рождается и живёт» (Л. С. Выготский). Но такие процессы естественно понимать как то «историческое», которое относится к *онтогенетическому* плану, как путь обучения, как процесс, направляемый на освоение логического. (В такое «историческое» естественно включать любые средства, могущие успешно служить его целям). Оно проектируется и реализуется как *история восхождения учащихся к логическому*. Это «историческое», задаваемое логическим, подчиненное ему и законам психологии познания. Трудности, рождаемые филогенетическим подходом, присущими ему взаимодействиями логического и исторического, рождающими и психологические сложности, снимаются подходами, характеризуемыми теми или иными формами такого «исторического». Такие подходы к обучению естественно называть *онтогенетически направленными*. Преимущественно таковы бытующие подходы к обучению. Они образуют широкое многообразие подходов, различающихся и уровнями, и формами, и методами обучения. Это и многочисленные варианты традиционного подхода к обучению, и всевозможные варианты подходов к развивающему обучению, различающиеся и самим пониманием того, что такое развивающее обучение.

Здесь нелишне особо отметить, что и для обучения таким предметам, которые относятся к тем или иным историческим процессам, необходимы онтогенетически направленные подходы как сообразующиеся с когнитивным планом, с законами психологии познания, с необходимостью формирования у учащихся тех или иных психологических и интеллектуальных механизмов.

Отказ от филогенетического подхода к обучению, обращенность к онтогенетически направленным подходам не только не есть отказ от направленности на *когнитивное развитие* учащихся как цели творцов филогенетического подхода, «скрывавшейся» за идеей самого этого подхода, но открывает возможность прямого следования этой цели, становящегося эффективным благодаря использованию отвечающих ей стратегических и тактических средств.

Фигурально говоря, филогенетический подход – это Правда в ложном воплощении. За этим подходом скрывается вера в то, что необходимым и

наилучшим средством преобщения учащихся к тому или иному научному достижению является воспроизведение исторического пути, к нему приведшего. Заметим к тому же, что, как уже было сказано, при его использовании исторический генезис рассматриваемых идей, понятий, методов обычно представляется в «очищенном» виде, то есть используется его *модель*, в какой-то мере сообразующаяся с онтогенетическим планом. В результате филогенетический подход превращается лишь в весьма ущемленный вариант онтогенетически направленного подхода.

Двойственным филогенетическому подходу является «логический» подход к обучению, характеризующийся «отрывом» логического от исторического, его «самостоянием». Это подход, основанный на следовании «внешней» логике, то есть логике следования исторически сложившейся организации логического как логике организации «завершенных» теорий. «Логический» подход не проясняет направления исследований рассматриваемых понятий. И потому строгость их определений становится для учащихся беспочвенной строгостью. Она не рождает у них осознания ее необходимости и продуктивности. Она не рождается содержательной стороной дела, деятельностными истоками этих понятий и не пребывает в постоянном и активном взаимодействии с ними и потому остается безыдейной и бесплодной. При «логическом» подходе оправдание вводимых понятий и направлений их исследования приходит к учащимся в лучшем случае задним числом, а это отнюдь не способствует освоению ими не только эффективных стратегий поисково-исследовательской деятельности, но и самой такой деятельности.

Для приверженцев «логического» подхода форма изложения «Начал» Евклида является образцом построения учебного курса математики. Но «Начала» – это итог длительного процесса развития математики, логика организации которого *как итога* скрывает этот процесс, его «нелогичность», скрывает выдающиеся образцы творческих прорывов, скрывает истинную значимость, «завершающий» характер понятий, которые при такой форме изложения выступают как начальные [Когаловский, 1998, с. 195].

Для приверженцев «логического» подхода *математика – это логика*. При этом под логикой они понимают классическую формальную логику. И это их понимание мало отличается от понимания логики во времена Гегеля (см. [Когаловский, 2021]). Настолько же проявлением односторонности является противопоставление формальной логике логики диалектической. Это противопоставление целого его необходимой час-

ти. Это противопоставление неклассической рациональности классической рациональности, являющейся необходимой ее частью.

«Логический» и филогенетический подходы к обучению математике не могут не привести, в частности, к едва ли преодолимым в их рамках несомым ими же трудностям освоения учащимися евклидовой геометрии, строящейся на аксиоматической основе. Существо аксиоматического метода раскрывается учащимся посредством прямого их участия в процессах восхождения на аксиоматический уровень, постижения внутренней логики таких процессов, осознания принципиально новых возможностей, которые несут их продукты. Восхождение на аксиоматический уровень – это подготовка и осуществление прорыва на существенно более высокий уровень учебной деятельности, приводящего к новым процедурам, новым значениям и смыслам, новым ценностям, к новому уровню ориентировки, к новым масштабам поисково-исследовательской деятельности и новым направлениям ее развития. Аксиоматический уровень теории осваивается лишь при погружении в такой процесс восхождения как его продукт, как продукт процесса, ведущего к смысловому скачку и преобразению внутренней формы поисково-исследовательской деятельности.

«Логический» и филогенетический подходы не могут не привести к трудностям освоения учащимися понятия предела функции (в точке, в бесконечности). Это понятие осваивается лишь при погружении в процесс его формирования как продукт постижения его внутренней логики, как продукт процесса, ведущего к преобразению внутренней формы поисково-исследовательской деятельности. Уже первые шаги анализа строгого понятия предела последовательности приводят учащихся к следующему факту: какой бы длинный начальный кусок последовательности мы ни взяли и каким бы новым (конечным) куском мы его ни заменили, полученная последовательность сходится или расходится вместе с данной; если эти последовательности сходятся, то они имеют один и тот же предел. Тем самым учащиеся сталкиваются с совершенно новой для них ситуацией, воспринимаемой как ситуация парадоксальная: ни от какого как угодно длинного конечного куска последовательности не зависит то, сходится ли она. Иначе говоря, свойство последовательности быть сходящейся как бы не связано с ее «плотью». Исследование такого рода ситуаций требует существенно нового способа мышления, осваиваемого лишь при погружении в деятельность, направленную на освоение понятийной

системы, «проясняющей» представления о предельном переходе.

Трудность освоения понятия предела функции (в точке, в бесконечности) при «логическом» и филогенетическом подходах к обучению порождается уже тем, что его определение предстает как выражение «процессной» ситуации в «статичной» форме. Не меньшие трудности порождаются тем, что предваренная часть формулы языка узкого исчисления предикатов, выражающая это определение, характеризуется двумя переменными кванторов (Все это было давно замечено А.Г. Мордковичем). А так как понятие предела вводится при «логическом» подходе к обучению предъявлением его определения, то высокий уровень формальной сложности определения становится и высоким уровнем сложности освоения самого этого понятия. Эта формула, зримо проявляющая логическую структуру определения, является выражением «анатомического» его прочтения. Но «анатомическое» прочтение не есть *понимающее* прочтение. (Вообще говоря, нет связи между уровнем формальной сложности определения понятия и уровнем его, понятия, содержательной сложности. Но уровень формальной сложности определения – это уровень сложности его *прочтения*. Так, запись определения понятия 10^6 -элементного множества на языке узкого исчисления предикатов содержит больше 10^6 кванторов. Она состоит из нескольких миллионов знаков. Такое определение невозможно обозреть. Запись определения этого понятия на языке расширенного исчисления предикатов вполне обозрима. Ее прочтение ближе к естественной работе понимания содержания этого понятия за счет более радикальной работы механизмов синтеза, сопровождающейся свертыванием работы механизмов анализа, направленной на «внутренние» логические связи).

Как же достигнуть понимания строгого определения понятия предела, поднимающего над наивным пониманием предельного перехода и делающего его эффективным орудием поисково-исследовательской деятельности и средством обоснования ее результатов? К этой цели ведет не процесс «анатомирования» определения, не процесс, ведущий от формального к содержательному, не процесс, ведущий от модели объекта к самому объекту. Природосообразным и продуктивным является иной путь. Это путь *распредмечивания определения процессом его воссоздания*. Это иной путь, чем воспроизводящий путь исторический. Это путь, который строится как согласующийся с наличествующими когнитивными возможностями учащихся и ведущий к их развитию (см., например, [Когаловский, 2018, главы 5-7]). Он строится как такое

«историческое», которое направлено на освоение заданного логического. На таком пути освоения понятия его определение выступает не как начало, а как итог. Ведь то, что *«исторически выступает последним»*, должно быть освоено для того, чтобы стать *«логически первым»*.

Итак, присущее «логическому» подходу *«прямое обучение понятиям»* не может не быть *«фактически невозможным и педагогически бесплодным»*. Ни филогенетический, ни тем более «логический» подход к обучению не несет в себе такого характера взаимодействий логического с историческим, который способствовал бы эффективному освоению учащимися входящих в школьную/вузовскую программу исторических достижений науки, исторических достижений культуры. Эти подходы нежизнеспособны. (Последнее не следует понимать как отрицание важности приобщения учащихся к историческому плану. Его не следует понимать и как отрицание целесообразности кусочного использования филогенетического и «логического» подходов в отдельных случаях).

Анализ результатов исследования. *Принцип культурного развития*, стоящий за онтогенетически направленными подходами, состоит в следующем: *культурный онтогенез проектируется и воплощается как направленный на освоение таких продуктов культурного филогенеза, которые несут нарастание потенции интеллектуального и личностного развития учащихся и тем подготавливают их к полнокровной самореализации в интенсивно развивающемся социуме*.

Переход от житейского понятия к научному понимается Л. С. Выготским *«как преодоление натуральной формы. Это не эволюционный процесс, а сдвиг и скачок, в котором натуральная и культурная (реальная и идеальная) формы вступают в конфликты и коллизии»* [Эльконин, 2007, с. 11]. В результате научное понятие предстает как *противостоящее* житейскому, культурная (идеальная) форма – как противостоящая натуральной (реальной). Это переход, осуществляемый прямым введением научного понятия. При таком переходе научное понятие вырывается из его естественной связи уже тем, что оно привносится. Но способствует ли это освоению *«нового и высшего плана мысли»* как нового и высшего? Конечно, переход от житейского понятия к научному не может не быть *«не эволюционным процессом, а сдвигом и скачком»*. Но он может и должен быть сдвигом и скачком, совершаемыми не «извне», а «изнутри» и потому не рождающимися конфликтом между освоенными и новой формами мышления, между реальной и идеальной его фор-

мами. Онтогенетически направленные подходы открывают такую возможность. Идеальное в процессах формирования научных понятий, сопровождающихся такого рода переходами, будет представлять не как пред-существующее, а как формируемое процессом развития реального, как один из многих возможных вариантов такого рода идеального.

Онтогенетически направленный подход к обучению математике, и не только математике, открывает возможность выстраивания такого процесса обучения, при котором подлежащие изучению знания представляли бы не как явленные («извне»), такого, при котором осуществлялось бы восхождение к этим знаниям от наличествующих и формируемых в процессах восхождения представлений учащихся и учащиеся являлись активными участниками таких восхождений, венчающихся «открытием» этих знаний. Более того, онтогенетически направленный подход открывает возможность такого выстраивания процесса обучения, при котором учащиеся становились бы «открывателями» значимых постановок задач, поиск решения которых вел бы их к «открытию» этих знаний. Тем самым он открывает возможность такого приобщения учащихся к новым знаниям, которое происходило бы не посредством осуществления «извне» прорывов к наличествующим их знаниям, а посредством прорывов «изнутри» [Когаловский, 2003, с. 315]. Он открывает возможность осуществления таких «переходов в новый, высший план мысли» (Л. С. Выготский), которые осуществлялись бы учащимися как активными субъектами учебного процесса.

Онтогенетически направленные подходы предполагают *конструирование моделей* такого учебного процесса, который следовал бы логике процессов развития когнитивных механизмов учащихся, функционирующих в поисково-исследовательской деятельности. Они не только открывают перед преподавателем широкие возможности для разномасштабной творческой деятельности, но и делают ее необходимой.

Задача продуктивного обучения и в старшей школе, и в вузе требует разработки средств освоения учащимися ведущих понятий изучаемых дисциплин как носителей полифункциональных ролей. «Ядром» этой задачи является разработка моделей процессов восхождения от наивных представлений, от протопонятий, от «житейских» понятий к научным как перехода «в новые и высшие планы мысли», как процессов, несущих приобщение учащихся к метапредметным знаниям не только на базе их приобщения к «предметным» знаниям (ср. [Громыко, 2001]), но и как продуктивного средства освоения предмет-

ных знаний и развития способностей к поисково-исследовательской деятельности.

Процессы формирования и освоения ведущих понятий изучаемых дисциплин (включающие формирование необходимых для этого функциональных органов) должны вести учащихся к освоению направлений и форм поисково-исследовательской деятельности, представляемых этими понятиями. Они должны выстраиваться как процессы формирования, освоения и развития эффективных стратегических орудий такой деятельности, являющихся и «средствами производства» таких орудий.

Онтогенетически направленные подходы различаются средствами преодоления трудностей, с которыми на протяжении многих лет сталкивается обучение. Ведь дело не просто в следовании идее развития в онтогенетическом направлении, но в способах и формах следования этой идее, несущих развитие мышления учащихся, развитие их способностей к разнообразным формам и способам поисково-исследовательской деятельности, развитие их метакогнитивного опыта в смысле [Холодная, 2002] и наращивание потенциала его развития.

Современное образование обеспечивает освоение уже готовых знаний, но не порождение их и не проектирование новых способов их употребления (см., в частности, [Громыко, 1996, с. 417]), тогда как «*в развивающейся культурной ситуации ценности технократии постепенно заменяются ценностями научного производства знаний... Новая социокультурная функция знания преобразует "механический" стиль жизни в когнитивно центрированный так, что человек начинает относиться к миру ... как к изменчивому новому, требующему поисковых способов мышления. Такое положение дел формирует научно-исследовательский тип социализации... Культурный стержень новой формации - когнитивная компетентность человека в создании духовно-материальной структуры общества...*» [Карпов, 2010]. Следующий этому подход к обучению должен вести к развитию способностей «*переступить границы (пределы) непосредственного и двигаться в рамках более отдаленных временных, пространственных, семантических и смысловых расстояний*» [Холодная, 2002, с. 88]. Такой подход, не могущий не быть онтогенетически направленным подходом, мы называем *онтогенетическим* подходом. При всем том, что термин «онтогенетический подход» широко используется разными авторами в разных смыслах, мы предпочли использовать его, так как он адекватно выражает существо этого подхода.

Для того, чтобы освоение изучаемой дисципли-

лины отвечало целям онтогенетического подхода, ее ведущие понятия должны осваиваться и как орудия поисково-исследовательской деятельности, и как «средства производства» таких орудий, и как носители продуктивных взаимодействий предметных и метапредметных знаний, и как средства системной организации знаний. Для этого и сами эти понятия и процессы их формирования должны осваиваться и как средства развития метакогниций. Для этого изучаемая дисциплина должна осваиваться как развивающееся многомерное и многоуровневое целое. Такому освоению, а с ним и развитию теоретического мышления, способствует следование, в частности, приводимым ниже принципам.

- Принцип *от неразвитого целого – к развиваемому и преобразуемому целому* как стратегический принцип обучения. Следование ему обеспечивает не просто освоение предмета изучения как целого. Оно способствует тому, чтобы предметом изучения становился и сам процесс изучения, его логика, тому, чтобы способы открытия знаний, их освоения и развития становились предметом учебной деятельности. (Несовершенная форма «к развиваемому» вместо совершенной «к развитому» выражает, что процесс освоения изучаемого целого продолжается на протяжении всего периода обучения. «К преобразуемому» выражает, что процесс освоения сопровождается коренными преобразованиями содержания и форм представления осваиваемого предмета, связанных с ними процедур, целей, стратегий, тактик внимания, ценностей).

- Принцип *от целого – к частям, от общего – к частному*. Следование ему способствует системному характеру освоения знаний. Его взаимодействия с принципом *разнообразия* способствуют обретению осваиваемыми знаниями полисистемного и метасистемного характера.

- Принцип *дополнительности*, то есть принцип выстраивания учебной деятельности как процесса взаимодействий взаимно дополнительных механизмов мышления и методов обучения.

- Следование принципу *от простого – к сложному* существенно ограничивает когнитивное развитие учащихся. Обучение становится развивающим лишь при широком использовании метода *от сложного – к простому* и активных его взаимодействиях с методом *от простого – к сложному*.

Онтогенетический подход соотнобразует с тем, что доступность учебного предмета обеспечивается не его обеднением, или опрощением, низводящим его к абстрактности, а обогащением его

многообразием связей и тем самым восхождением ко все большей конкретности. Он соотнобразует с тем, что «раскрепощение» субъективности учащихся открывает возможность ее направляемого развития, становящегося саморазвитием учащихся как активных субъектов учебной деятельности.

Онтогенетический подход к обучению математике представленный, например, в монографиях [Когаловский, 2010], [Когаловский, 2018] (см. также статью [Когаловский, 2006]), характеризуется системой обучения как школьников, так и студентов вузов, не просто снимающей преследующие в течение многих лет трудности в обучении математике, но превращающей их истоки в эффективные средства развивающего обучения. Общим методом успешного приобщения учащихся к ведущим математическим понятиям в рамках этого подхода является использование *феноменологической редукции* (см. [Когаловский, 2010, глава III] или [Когаловский, 2018, глава 4]), представляющей подобие феноменологической редукции в смысле Э. Гуссерля.

В широко используемых пособиях для учителей и вузовских преподавателей математики рекомендуемые методы приобщения к (строгим) математическим понятиям основываются на редукционистском их понимании, на убеждении, что понятия характеризуются наборами признаков. Однако уже первичные понятия математического анализа не выразимы сколь-нибудь естественно наборами признаков. Они представляют сложные целостности, не сводимые к более простым компонентам. Приобщение к этим понятиям посредством их определений вызывает у учащихся немалые трудности (некоторые наиболее типичные из них обсуждались выше), усугубляемые присущими им «неоправданно большим» объемом и «патологическими случаями». Высокий уровень их логической сложности контрастирует с простотой формирования интуитивных представлений, являющихся истоками этих понятий. Путь к таким понятиям должен быть путем *от целого к целому*, от синкретичного целого к развиваемому целому. Онтогенетический подход несет органичное воплощение таких путей.

Возможности, несомые строгим математическим понятием, не исчерпывают тот орудийный потенциал, который заложен в его истоках. Более того, протопонятия, «наивные» формы мышления должны участвовать в учебной деятельности не только на начальных стадиях восхождений к строгим (ведущим) понятиям. Они должны в ней участвовать, развиваясь, на всем последующем ее протяжении как неотъемлемые компоненты (и как формы) теоретического мышления, обеспечивающие его полнокровное

функционирование и развитие. Онтогенетический подход следует этому.

Строгая форма ведущих понятий несет возможность полнокровной их реализации и развития не в последнюю очередь с помощью их взаимодействий и с наивными формами мышления и с метапредметными планами. Онтогенетический подход реализует это.

При онтогенетическом подходе учебный процесс направлен не просто на развитие поисково-исследовательской деятельности учащихся, на освоение ее орудий, но и на формирование способностей ставить и решать мета-вопросы, являющиеся движущими силами развития стратегий их поисково-исследовательской деятельности.

Онтогенетический подход к обучению математике противостоит филогенетическому и «логическому» подходам и в том, что он реализует и раскрывает учащимся креативную роль формальной логики как единства семантического и синтаксического ее планов, тогда как эти подходы препятствуют этому.

Как показывают классические исследования Н. А. Бернштейна, живое движение осуществляется в условиях большого числа «степеней свободы». Отсюда – сложность его описания. В несравненно большей степени это относится к работе механизмов мышления. Поэтому освоение тех или иных форм сколь-нибудь сложной интеллектуальной деятельности не должно предполагать их понимание: чем сложнее такая деятельность, тем меньше возможность рационального ее описания, выявления ее внутренней логики, представляющей продукт взаимодействия многих логик, и языки, формируемые с целью ее постижения, – это языки описания лишь ее «внешних» форм. Отсюда же ясно, что полностью детерминированный процесс обучения сколь-нибудь сложным формам интеллектуальной деятельности невозможен. В деле их освоения

не может быть *обучаемых*, а могут быть только *учащие-ся*... Отсюда – значимость проблемы разработки продуктивных стратегий учения [Когаловский, 2006].

Сказанное в особой степени относится к проблемам обучения математике. Освоение математической деятельности невозможно без формирования и развития гибких, могущих радикально перестраиваться координаций действий, без активизации и развития механизмов понимания и смыслопорождения, без активизации и развития механизмов синтеза. Оно не осуществимо без активной и многонаправленной деятельности самого субъекта учения [Когаловский, 2006]. Обучение такой деятельности должно основываться, прежде всего, на продуктивных *общих* стратегиях учения, несущих и возможность сообразования учащихся со своими индивидуальными особенностями. Этому следует онтогенетический подход.

Выводы. Филогенетический подход к обучению основывается на следующем принципе культурного развития, подобном биогенетическому закону Э. Геккеля: *культурный онтогенез повторяет культурный филогенез*. Однако культурный филогенез порождает иную траекторию культурного онтогенеза, иную его логику. Неизбежно и продуктивно существенное влияние апостериорного начала на изучение достижений прошлого. Неизбежен и продуктивен апостериорный подход к их освоению. Названный принцип культурного развития ложен, и филогенетический подход к обучению не согласуется с культурным филогенезом. Он исходит из Правды и потому для многих его воплощение все еще остается привлекательной мечтой. Но он является ложным воплощением этой Правды. Генезис культуры не может не приводить к существенным преобразованиям методов обучения, направляемых в первую очередь на развитие онтогенетического плана.

Список источников

- Выготский Л. С. Мышление и речь // Выготский Л. С. Собрание сочинений. Т. 2. Москва : Педагогика, 1982. С. 5-361.
- Громыко Ю. В. Проектирование и программирование развития образования. Москва : МАРО, 1996. 546 с.
- Громыко Н. В. Метапредмет «Знание»: учебное пособие для учащихся старших классов. Москва : Пушкинский институт, 2001. 544 с.
- Карпов А. О. Современная теория научного образования: проблемы становления // Вопросы философии. 2010. № 5. С. 15-24.
- Когаловский С. Р. О развивающем обучении математике // Когаловский С. Р., Шмелева Е. А., Герасимова О. В. Путь к понятию (от интуитивных представлений – к строгому понятию). Иваново : Ивановский областной институт повышения квалификации и переподготовки педагогических кадров, 1998. С. 192-205.
- Когаловский С. Р. О психологических механизмах продуктивного обучения математике // Архетип детства (научно-художественный альманах). Иваново: Ивкиносервис, 2003. С. 315-357.
- Когаловский С. Р. О ведущих планах обучения математике // Педагогика. 2006. № 1. С. 39-48.
- Когаловский С. Р. Развивающее обучение математике как преобразующее обучение. Иваново : Издательст-

во «Иваново», 2010. 208 с.

Коголовский С. Р. Онтогенетический подход к обучению школьников математике. Иваново : Ивановский государственный университет, 2018. 316 с.

Коголовский С. Р. Формальная логика как носитель креативности // Вестник Ивановского государственного университета. Серия «Гуманитарные науки». 2021. № 3. С. 134-145.

Лосев А. Ф. Диалектика творческого акта (краткий очерк) // Контекст 1981. Москва : Наука, 1982. С. 48-78.

Мамардашвили М. Как я понимаю философию. Москва : Прогресс, 1990. 368 с.

Нисбетт Р., Пенг К., Чой И., Норензаян А. Культуры и системы мышления: сравнение холистического и аналитического познания // Психологический журнал. 2011. Том 32. № 1. С. 55-86.

Пиаже Ж. Структуры математические и операторные структуры мышления // Преподавание математики. Москва : Учпедгиз, 1960. С. 10-30.

Пиаже Ж. Психогенез знаний и его эпистемологическое значение // Семиотика. Москва : Радуга, 1983. С. 90-101.

Холодная М. А. Психология интеллекта. Санкт-Петербург : Питер, 2002. 272 с.

Эльконин Б. Д. Психология развития. Москва : Педагогика, 2007. 144 с.

References

Vygotskij L. S. Thinking and speaking. In: Vygotskij L. S. Collection of works. Volume 2. Moscow : Pedagogics, 1982. pp. 5-361. (In Russ).

Gromyko Ju. V. Designing and Programming Educational Development. Moscow : MARO, 1996. 546 p. (In Russ).

Gromyko N. V. Metaobject «Knowledge»: a textbook for high school students. Moscow : Pushkin Institute, 2001. 544 p. (In Russ).

Karpov A. O. Modern Theory of Science Education: Problems of Formation. *Voprosy filosofii=Philosophical issues*. 2010. no. 5. pp. 15-24. (In Russ).

Kogalovskii S. R. On developmental teaching of mathematics. In: Kogalovskii S. R., Shmeleva E. A., Gerasimova O. V. The path to concept (from intuitive representations to a strict concept). Ivanovo : Ivanovo Regional Institute of Advanced Training and Retraining of Teaching Staff, 1998. pp. 192-205. (In Russ).

Kogalovskii S. R. On the psychological mechanisms of productive teaching of mathematics. In: The Archetype of Childhood (Scientific and Artistic Almanac). Ivanovo : Ivkinoservis, 2003. pp. 315-357. (In Russ).

Kogalovskii S. R. On leading plans for teaching mathematics. *Pedagogica = Paedagogics*. 2006. no. 1. pp. 39-48. (In Russ).

Kogalovskii S. R. Developing mathematics teaching as transformative teaching. Ivanovo : Publishing house "Ivanovo", 2010. 208 p. (In Russ).

Kogalovskii S. R. Ontogenetic approach to teaching mathematics to schoolchildren. Ivanovo : Ivanovo State University, 2018. 316 p. (In Russ).

Kogalovskii S. R. Formal logic as a carrier of creativity. *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija "Gumanitarnye nauki" = Bulletin of the Ivanovo State University. Series "Humanities"*. 2021. no. 3. pp. 134-145. (In Russ).

Losev A. F. Dialectics of the creative act (short essay). In: Context 1981. Moscow : Nauka, 1982. pp. 48-78. (In Russ).

Mamardashvili M. How I understand philosophy. Moscow : Progress, 1990. 368 p. (In Russ).

Nisbett R., Peng K., Choj I., Norenzajan A. Cultures and systems of thinking: comparison of holistic and analytical cognition. *Psichologicheskij zurnal = Psychological Journal*. 2011. vol. 32. no. 1. pp. 55-86. (In Russ).

Piaget J. Mathematical structures and operator structures of thinking. In: Teaching mathematics. Moscow : Uchpedgiz, 1960. pp. 10-30. (In Russ).

Piaget J. Psychogenesis of knowledge and its epistemological significance. In: Semiotics. Moscow : Raduga, 1983. pp. 90-101. (In Russ).

Cholodnaja M. A. Psychology of intelligence. St. Petersburg : Piter, 2002. 272 p. (In Russ).

Elkonin B. D. Developmental psychology. Moscow : Pedagogics, 2007. 144 p. (In Russ).

Статья поступила в редакцию 04.06.2021; одобрена после рецензирования 02.07.2021; принята к публикации 01.03.2022.

The article was submitted 04.06.2021; approved after reviewing 02.07.2021; accepted for publication 01.03.2022.