

Вестник НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ Московского университета

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 20

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

№ 1 • 2015 • ЯНВАРЬ—МАРТ

Издательство Московского университета

Выходит один раз в три месяца

СОДЕРЖАНИЕ

Актуальный вопрос

Попов Л.В. Мониторинг эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования 3

Педагогические размышления

Карпов А.О. Трансформация знаний и учебная рекурсия 33

Новаковская Ю.В. О педагогике 58

Опыт практической педагогики

Пономарев Р.Е. Совершенствование профессиональной подготовки в образовательном пространстве классического университета 71

Фокин Ю.Г. Опыт и основные результаты разработки деятельностной теории обучения в высшей школе 86

Реалии педагогического образования

Хитрюк В.В. Инклюзивное образование: педагогическая технология формирования готовности будущих педагогов 100

Слово мэтра

Писарев Д.И. Школа и жизнь 113

В перерывах между лекциями

Шейнов В.П. Смех — это бесплатное лекарство 119

C O N T E N T S

Question of Present Interest

<i>Popov L.V.</i> Monitoring efficiency of educational institutions of higher education	3
---	---

Pedagogical Ideas

<i>Karpov A.O.</i> Knowledge transformation and educational recursion	33
<i>Novakovskaya Yu.V.</i> On the Pedagogy	58

Experience of Practical Pedagogics

<i>Ponomarev R.E.</i> Improving professional training in the educational space of classical university	71
<i>Fokin Yu.G.</i> Experience and main results of the development the activity theory for learning in higher education	86

Reality of Pedagogical Education

<i>Khitryuk V.V.</i> Inclusive education: educational technology readiness of formation of perspective of teachers	100
--	-----

The Word of Master

<i>Pisarev D.I.</i> School and life	113
---	-----

In the Interim Between Lectures

<i>Sheinov V.P.</i> Laughter is a best medicine	119
---	-----

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ РАЗМЫШЛЕНИЯ

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗНАНИЙ И УЧЕБНАЯ РЕКУРСИЯ

А.О. Карпов

*(Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана; e-mail: a.o.karpov@gmail.com)*

Идея трансформации знаний в процессе открытого обучения ведет к понятию “трансформативная учебная программа”, которое предполагает способность учебной программы перестраивать свою структуру и схемы познавательной деятельности с учетом текущего генеративного оценивания ученика. Трансформативная учебная программа рассматривается как открытая самопреобразующаяся познавательная система. Введено понятие трансформативных рамок (жесткостей) учебной программы. Для рекурсивной учебной программы как частного случая трансформативной выявлены структуры рекурсивной схемы и тела учебной программы, разработана рекурсивная модель, описывающая дедуктивную и индуктивную последовательности обучения, показана роль учебной рекурсии в формировании активного диалога “учитель—ученик”.

Ключевые слова: *трансформация знаний, учебная рекурсия, дедукция, индукция, абдукция, познавательная система.*

Идея учебной трансформации

Одна из центральных идей современного образования заключена в понятии “учебная трансформация”, которая предполагает самодвижение и авторегуляцию познавательной деятельности. В понятии “учебная трансформация” заложен принцип открытой и преобразующей знание познавательной системы, когерентной тому типу живых систем, к которому принадлежит человек.

Развитие этой идеи шло от критики закрытой дидактики, в которой обучение–изучение трактуется в концептах передачи и перемещения знаний (трансляция знаний), а роль учебной программы состоит в репрезентации замкнутой системы учебных и инертных идей [1]. Вместе с тем в ряду приоритетных ценностей совре-

менной личности располагаются такие ее качества, как познавательная динамичность, перспективное видение, самоорганизация, взаимодействие, что предполагает не столько дидактическую экспликацию идей и формирование чисто учебных видов деятельности, сколько развитие способностей к их преобразованию в русле *стратегий* социальной жизни.

Одним из трех процессов обучения при освоении предмета Дж. Брунер считает трансформацию знаний. Два других — получение новой информации и проверка степени адекватности применяемых способов обращения с ней. Процесс трансформации знаний предполагает перестройку наличного знания, которая приспособливает его к решению *новых* задач. Проблема планирования этапов психически *комфортного* овладения знаниями имеет непосредственное отношение к *разнообразию* учебных приемов усвоения понятий и применению одного и того же способа обучения к “похожим” предметным темам, развитие и “перетолковывание” которых осуществляется на разных ступенях обучения [2].

К учебной трансформации знаний существует двоякий подход. С одной стороны, можно говорить о том, как внутренне изменяется ученик, когда он тем или иным способом приобретает знания, т.е. о процессе изучения, а с другой — рассматривать педагогический инструмент, который обеспечивает наполнение новым содержанием психику и тело ребенка, т.е. о процессе обучения. К первому случаю следует отнести трансформационное познание, ко второму — трансформативные учебные программы.

Андреа Инглиш отмечает, что развитие идеи трансформативности стимулировала одна из радикальных трудностей в процессе обучения, которая была связана со сложностью межсубъектных и межпоколенных отношений учителя с учеником, создающей естественное напряжение в двунаправленном процессе их взаимодействия. Р.С. Петерс (R.S. Peters) подчеркивает эту трудность: “Задача учителя — передать знания ученикам, в то же время позволяя им подвергать эти знания проверке и критике”. И в том и в другом случае роль учителя в трансформационном процессе познания-обучения оказывается затемненной. В “шаблонной” модели он просто “вкладывает застывшую неизменную массу знаний в голову ученика”; в “развивающей” модели упор на самореализацию ученика ставит учителя в положение “эпистемической полиции нравов”, т.е. исключает его из сопричастности к освоению и пониманию окружающего мира [3].

По мнению И.Ф. Гербардта, “образование может вызывать два вида трансформации в индивидууме: когнитивную и нравственную”. В трансформационном познании-изучении происходит разрыв со всем прежним знанием, а также с самим собой как с личностью, отбрасываемой в архив прошлого [3]. Познание осуществляется как трансформационный процесс, который включает в себя преодоление разрывов между разными состояниями личности, последние могут и взаимодействовать, и исключать друг друга. Незнакомое может быть достигнуто просто сдвигом в незнание, но может оказаться и внутри проблемной ситуации, откуда для его опознания возникают новые и неожиданные возможности, и мы получаем шанс учиться, т.е. трансформировать и себя, и саму проблемную ситуацию.

Идея трансформации знаний была положена Дж. Брунером в основу концепции “спиралевидно построенной программы обучения” (*spiral curriculum*) [2], в которой реализуется принцип развития по спирали: “...определенные знания сначала усваиваются интуитивно и конкретно, а затем происходит возвращение к ним на более высоком уровне обобщения и формализации”. При такой организации обучения “для полного усвоения темы или предмета может потребоваться несколько <...> циклов”, т.е. переходов к более формальным и четко структурированным способам описания [4].

Учебная трансформативность опирается на сеть открытых и самостоятельных взаимодействий, в результате которых осуществляются эффективные (с позиции ученика) изменения содержания обучения так, что это *содержание* становится *процессом*. Достигнутые цели снова поступают в систему для продолжения процесса. Учебный план постоянно регенерируется сам и преобразует тех, кто в него вовлечен, исходя из будущих возможностей, т.е. в контексте того, кто и кем может быть [1]. Из этих оснований исходит концепция трансформативной учебной программы, которой мы дадим свое определение.

Трансформативная учебная программа — это открытая самопреобразующаяся познавательная система, способная синхронизировать учебный процесс с когнитивным ростом личности посредством психически комфортной работы по исследованию знания в условиях проблемных ситуаций.

Фактически под самопреобразованием понимается способность программы к перестройке своей структуры и схем познавательной деятельности с опорой на текущее *генеративное* оценива-

ние ученика, т.е. с учетом того, что он выработал самостоятельно [5]. Тем самым в основу познавательного функционализма положена динамическая обратная связь между дидактикой и познавательной успешностью. Тогда мир способен быть понят как система изменяющихся отношений, в которых прошлое и настоящее *непосредственно* определяют уникальное будущее. Нивелированная закрытой дидактикой индивидуальность имеет сегодня не так много шансов стать его частью.

Свойство трансформативности, т.е. *самомодификации*, делает возможным функционирование учебного процесса как открытой, пластичной и самоорганизующейся дидактической системы, обладающей способностью к самогенерации аутентичных познавательной ситуации учебных действий. Самопреобразование учебной программы действует *во внутреннем* модусе через дидактику как трансформация на своей *собственной* основе, а *во внешнем* — через социокультурное взаимодействие, которое поставляет материал для творческого *самоизменения* индивида, для критики учебных иллюзий и реально существующего. Отсюда идея учебной трансформации радикальным образом направляет внимание педагогики к познавательной *природе* растущей личности как таковой.

Трансформативные рамки учебной программы

Функционирование самопреобразующейся учебной программы регулируется *трансформативными рамками*, которые охватывают ядро ее познавательной целостности и предопределяют развитие. Трансформативные рамки учебной программы как познавательной системы — это не столько содержательная “недоговоренность” и методическая недостаточность, сколько встроенные нормативные структуры, обладающие принудительной силой и задающие познавательные границы, инструменты, возможности.

Понимание трансформативных рамок как ограничения было концептуализировано У.Е. Доллом через понятие “жесткость” в постмодернистском принципе четырех “Р”, характеризующем современную учебную программу как “программу-процесс”. Такая программа-процесс должна быть насыщенной, рекурсивной, реляционной и жесткой [1]. Этот принцип четырех “Р”, введенный Доллом, — rich, recursive, relational, rigorous, — противопоставляется им классическому принципу трех “Р” — чтение, письмо, арифметика (reading, riting, rithmetic), который в конце XIX — на-

чале XX в. был призван работать на нужды развивающегося индустриального общества.

В ряду четырех “Р” *жесткость* программы по Доллу — это ограничения, налагаемые на широту изменений программы, на ментальное развитие идей и игру с концепциями; ограничения, которые регулируют динамику возможностей, спектр актуализаций, качество интерпретаций. Жесткость программы — это рамки ее трансформации.

При разработке принципов когнитивной инструментализации знаний в исследовательском обучении автором были сформулированы и раскрыты понятия дидактической, эпистемической и онтологической (средовой) жесткостей учебной программы в их отношении к истине и познанию [6].

Остальные три характеристики “программы-процесса” У.Е. Долла могут быть коротко пояснены следующим образом.

Насыщенность (богатство) программы обусловлена ее глубиной, уровнями смысла, возможностями, интерпретациями; сюда входит взвешенная композиция жизненного опыта как проблематика самой жизни, интегрирующей с культурой и порождающей неопределенность, аномалии, неравновесность. Насыщенность программы — это провокативно-генеративное качество в отношении познания.

Реляционность выражает сфокусированность программы на культурно-контекстное обучение, на интеракционизм в культурно-педагогическом измерении, на связи в отношениях ученика, наставника и учителя, выходящие за пределы учебного круга. Реляционность программы — это соединение ближних и дальних перспектив как системы локально-глобальных отношений.

Рекурсивность программы — это способность программы возвращаться к себе и обращаться на себя. Она связывает личность рефлексивным отношением со средой, с людьми, с культурой; она дает возможность размышлять над собственным знанием и создавать механизмы определения смысла; она требует педагога-наставника для критического отношения к знанию и стимулирования рефлексии. Рекурсия, как полагает Долл, — это основа *трансформативного* качества учебного процесса.

Концепция рекурсивности

Традиция организации учебных программ в качестве основополагающего дидактического инструмента включает процедуры повторения.

В самой простейшей форме такое дидактическое повторение репрезентируется в виде “зубрежки”, которая показала себя необходимым атрибутом монастырских школ, общеобразовательных школ индустриальной эпохи, а также учебных заведений нашего времени, остающихся на позициях формального обучения.

Следующий шаг дидактическое повторение делает в обучении, предполагающем рефлексирование в замкнутой системе знаний. Здесь мы находим средневековую схоластику и “научное” образование современной эпохи, оперирующее фактуальными учебниками.

Идея повторения — открытого, развивающего и динамично обогащающегося содержанием — так же стара, как и идея организованного обучения. Античные школы софистов, учившие красноречию политических риториков рабовладельческих демократий Средиземноморья, — пример открытой дидактической системы, базирующейся на схемах повторения, или рекурсивных схемах. Сократические диалоги Платона и Ксенофонта — в этом дискурсивном ряду.

Прямой перевод слова “recurso” с латинского — “возвращаться”, в переносном смысле — “опять приходит, вновь пробуждаться, вспоминаться” [7]. Дидактический прием “случаться снова” концептуально закреплен в современной теории образования в рамках понятия “рекурсивная учебная программа”.

Структура рекурсивной схемы

Рассматривая проблематику рекурсии учебной программы в общем, формальном плане, можно заключить, что рекурсивная идея в построении учебной программы есть по сути неоднократное воспроизводство определенной познавательной структуры — *рекурсивной схемы*. Рекурсивная схема представляет собой дидактическую конфигурацию, в которой могут быть запечатлены, например, логика репрезентации учебного материала, формы его воплощения, познавательные инструменты.

Тогда участок учебной программы, опирающийся на заданную рекурсивную схему, конструируется исходя из логических, морфемных или инструментальных типов правил, определенных ее содержанием. Рекурсивная схема может включать как один из подобных типов правил, так и их комбинации. Сама рекурсивная схема в значительной степени свободна от конкретных содержа-

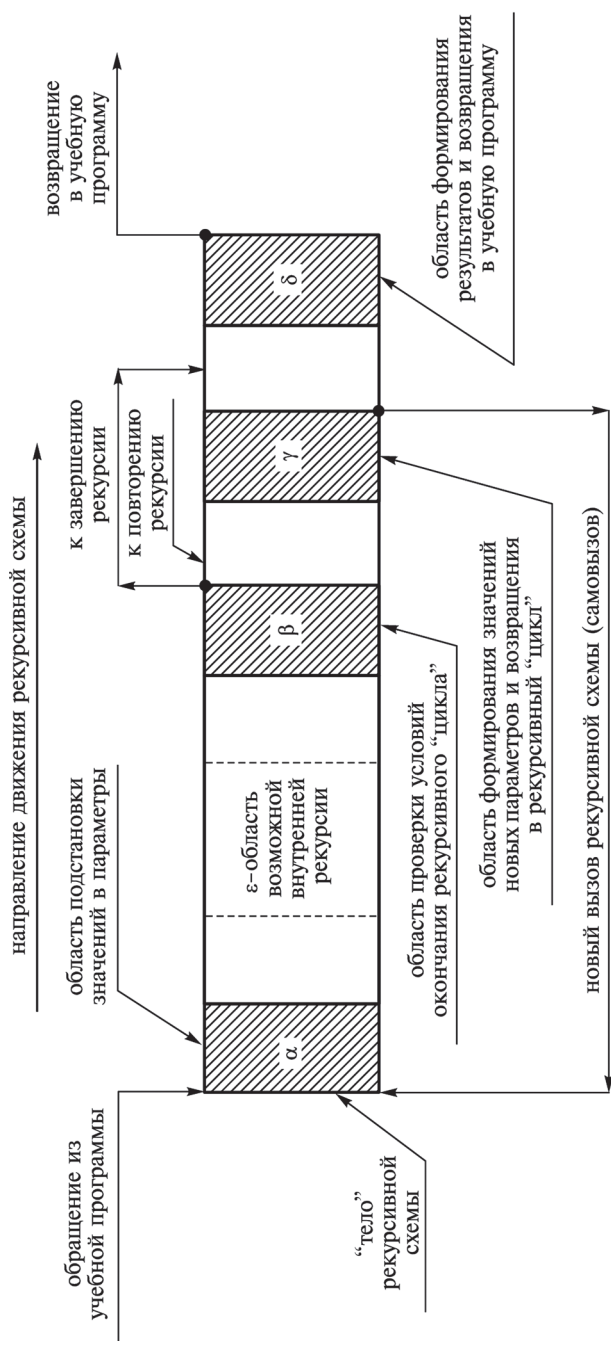


Рис. 1. Формальная структура "тела" рекурсивной схемы

ний учебного предмета (дисциплины, предметной области) и частных воплощений способа работы со знанием.

Формальная структура рекурсивной схемы предполагает наличие *входных* параметров, значения которых определяются в месте ее актуализации (вызова) в ходе учебного процесса. Такими значениями, “подставляемыми” во входные параметры, могут быть конкретные проблемные ситуации, технические конструкции, физические законы, литературные произведения и течения, исторические события и периоды, культурные артефакты и процессы. При отсутствии параметризованного (подставляемого) содержания рекурсивная схема вырождается в простое повторение учебного материала — традиционную “зубрежку” или рефлексирование над замкнутым набором фактов.

Иллюстрация формальной структуры рекурсивной схемы (ее “тела”) приведена на рис. 1.

“Обращение” к рекурсивной схеме из учебной программы поступает в α -область, где осуществляется подстановка в ее параметры значений, сформированных в ходе учебного процесса. Обработка конкретных данных осуществляется в учебном промежутке между α - и β -областями. Это может быть решение исследовательской задачи, конструирование технического приспособления, изучение физического явления, анализ литературного произведения и т.д.

В β -области происходит определение необходимости повторения произведенной учебной работы на новом материале или в углубленном, усложняющемся режиме. Первое требует от педагога предварительной заготовки набора проблемных заданий, включаемых в систему входных параметров; второе — наличие в теле рекурсивной схемы режимов разного уровня сложности.

Повтор продолжит выполнение рекурсивной схемы до γ -области, где будут сформированы значения новых параметров и произведен “самовывоз” — возвращение в рекурсивный цикл, т.е. в α -область.

При завершении рекурсии переход осуществится из β -области в зону рекурсивной схемы, располагаемую за γ -областью. Последующее формирование результатов и возвращение в русло учебного процесса происходит с участием δ -области.

Следует заметить, что рекурсивная схема, например, репрезентирующая логику учебного материала, может включать в свое тело области дополнительной, внутренней рекурсии (ϵ -область на рис. 1), обслуживающей, в частности, эффекты усложнения заданий.

Функционирование рекурсивной учебной программы

Учебный процесс, построенный на основе рекурсивной учебной программы (т.е. программы, опирающейся на рекурсивные схемы), предполагает на определенных этапах реализации обращение к “повторяющимся” познавательным образцам. Такие обращения будут формировать в теле учебной программы рекурсивные сегменты, воспроизводящие ту или иную рекурсивную схему. С точки зрения внешнего наблюдателя первый и последующий *повторы* могут выглядеть как расширяющаяся репрезентация некоего первичного учебного сегмента. Этот *начальный* рекурсивный сегмент *кажется* дидактическим базисом рекурсивной схемы, из которого обогащается ее познавательная конфигурация логического, морфемного или инструментального типов.

В действительности же способ функционирования рекурсивной программы иной. Рекурсивная схема конструируется как функциональный элемент учебной программы, дидактически независимый от ее основного тела. Она “абстрактна” и всегда вне программы, поскольку за счет параметризации из нее исключена значительная часть предметного содержания, которое формируется к моменту ее вызова и замещает собой неопределенные значения. Каждый вызов рождает свою *глубину рекурсии*, т.е. количество обращений рекурсивной схемы к себе самой.

На рис. 2 представлена функциональная структура рекурсивной учебной программы, опирающейся на две рекурсивные схемы (схемы R_1 и R_2) с разной глубиной рекурсивной реализации.

Рекурсивная учебная программа открыта как с точки зрения предметного содержания, так и по отношению к познавательным инструментам. В значительной степени вызов той или иной рекурсивной схемы определяется решением педагога, которое связано с реалиями конкретного учебного процесса. В то же время использование определенной рекурсивной схемы опирается на недетерминированные результаты предшествовавшего обучения и само, будучи в значительной степени свободно в выборе параметризованных значений и глубины рекурсии, создает *непредсказуемый* результат. Таким образом архитектура учебного процесса становится делом конкретного педагога и коллектива его учеников.

Однако утверждение У.Е. Долла, когда он говорит, что “в программе, которая читит, ценит и использует рекурсивность, нет ни фиксированного начала, ни конца”, — очень сильная метафора. Как всякий учебный процесс, реализация рекурсивной программы

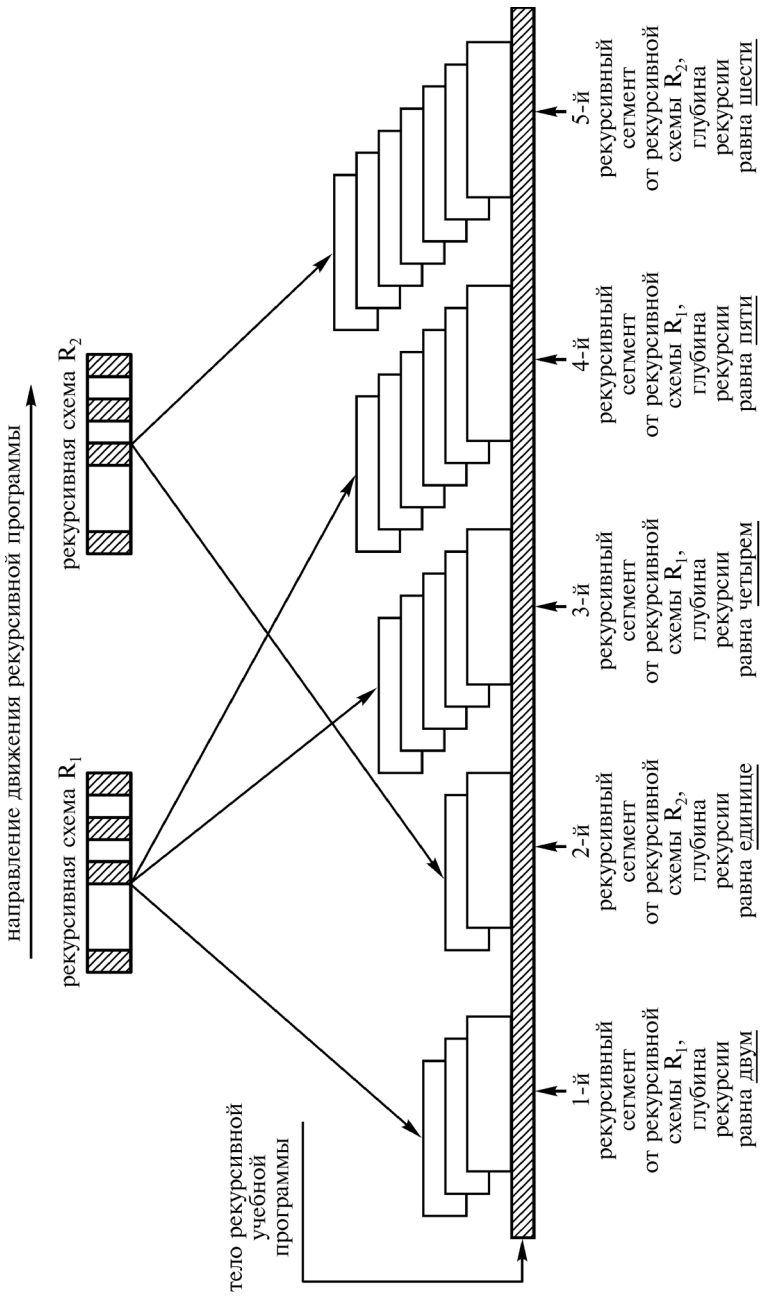


Рис. 2. Функциональная структура рекурсивной учебной программы

имеет свое начало и свой конец. При этом вопросы “чем начать?” и “чем закончить?” — действительно *новые* для учительствующего субъекта в силу допускаемой свободы выбора в содержаниях и инструментах, с которыми оперируют рекурсивные схемы, а также вариативности результатов их работы. Именно отсюда “рекурсия нацелена на развитие компетентности — способности организовывать, сочетать, исследовать, использовать что-то эвристически” [1: 178].

Дедукция, индукция и абдукция

Эвристическое познание, т.е. познание, открывающее новое, воспроизводит типичные познавательные процедуры, такие как, например, дедукция, индукция и абдукция. Реальная когнитивная практика причудливо сочетает познавательные акты, которые выделяются в виде тех или иных типичностей. Следовательно, говоря о дедукции, индукции и абдукции, мы имеем дело с определенным уровнем абстрагирования ментальных механизмов, иначе говоря, с идеальными, по Веберу, типами познавательной активности.

Теория силлогизмов, разработанная Аристотелем, в основе которой лежит логический вывод, дает представление о методе опосредованного (через рассуждения) получения знания. Трансцендентальная дедукция И. Канта представляет собой попытку объяснить механизм сопоставления категорий рассудка (понятий) с предметами познавательного опыта, т.е. преобразование допонятийного восприятия в понятийное познание. *Дедуктивный* метод лежит в основе построения теории таких наук, как математика и физика. Понятие “дедукция”¹ в познавательном плане подразумевает либо вывод в цепи умозаключений, либо переход в движении знания от общего к частному. Имея в виду учебное познание, термин “дедукция” будет употребляться нами, как правило, в последнем варианте.

Теория познания эмпиризма, т.е. познания из опыта с опорой на человеческие чувства, обязана своей глубокой разработкой

¹ Dēductio (лат.) — отдельные значения: “выведение, дедукция”; dēductio ratiōnis (лат.) — “доказывание, доказательство” [7]. Слово “дедукция” имеет ряд смысловых значений в применении, среди них: в широком смысле — “переход от знания общего к знанию частному”; в узком смысле — “выводное доказательство, процесс теоретического вывода, идущий в соответствии с правилами логики от общих утверждений к следствиям из них”; в специальном смысле — “название теории правильных выводов”.

Ф. Бэкону. Бэкон исходит из того, что подстановка в дедуктивные схемы сомнительных или ложных утверждений (аксиом) ставит под вопрос истинность заключения. Отсюда актуализируется проблема истинности исходных положений научной дедукции, т.е. знаний, находящихся в первичном эпистемическом отношении к действительности, исходящих *непосредственно* от мира физического или социального. Бэкон критикует обычную логику схоластов, апеллирующую к Аристотелю, которая принимает как бы по чужому поручительству непосредственные данные чувства, то первое, что собрал предоставленный самому себе разум, разум, для которого чувство есть мера вещей [8]. Из такого рода когнитивно диффузной эмпирической системы, документированной смутными *отголосками* природы, дедукция схоластов обречена на создание лишь *иллюзорной* обоснованности.

Преодолевать трудное и темное в природе Ф. Бэкон предписывает своему *индуктивному*² методу. Бэконовская индукция “непрерывно и постепенно устанавливает аксиомы, чтобы только в последнюю очередь прийти к наиболее общему”. И действует так вместо того, чтобы в духе аристотелевой схоластики воспарять к нему сразу от чувств и частного, словно к твердой оси, вокруг которой должны вращаться рассуждения [8]. Познавательный порыв бэконовской индукции находит себя в стремлении превозмочь ветер ходячих мнений [9], привести к лучшему виду общение между умом и вещами [10]. Таким образом, индукция, по Бэкону, которая не является просто “перечислением” в смысле наивного сенсуализма, способна создать первичную эпистемическую систему, т.е. систему достоверных знаний, подлежащих дальнейшей дедукции [8]. Речь в большей степени идет о выработке “аксиом” естествознания как достоверной в смысле *теории экспериментальной проверки* системы базисных утверждений.

Отсюда индуктивный метод Бэкона опирается на *теоретически* организованный эксперимент. Эта познавательная позиция отчасти предвосхищает положение попперовской эволюционной эпистемологии о том, что теория всегда предшествует эксперименту [11]. Можно сказать, что теоретические принципы способ-

² Inductio (лат.) — отдельные значения: “приведение аналогичных примеров, индукция”; *indūco animum* (лат.) — “приходить к убеждению”; *indūco pontem* (лат.) — “наводить мост” [7]. Индукция — умозаключение от фактов к утверждению, гипотезе, суждению; познание при помощи обобщения наблюдений, от отдельному к общему; Ф. Бэкон противопоставлял индукцию умозрительным рассуждениям.

ны быть навеяны опытом, но не являются прямым индуктивным обобщением опытных фактов [12]. “Теория всегда строится на априорных основаниях и оправдывается *независимо и помимо* эмпирических подтверждений”, — полагает К. Хьюбнер. Однако в познании “связь с опытом не ставится под сомнение, но теоретическая конструкция, которая предшествует этой связи, обладает своим собственным *дополнительным* контекстом обоснования и оправдания, независимо от опыта”. Кроме того, “именно новые теории, материалом для которых часто служат обломки старых теорий, открывают новые горизонты опыту, создают новые условия для возможных экспериментов” [13].

Ф. Бэкон близко подошел к пониманию того, что опыты всегда включены в некоторую теорию, поскольку “сами по себе эти опыты не приносят никакой пользы, ... их ищут не ради них самих, но они имеют такое же значение для вещей и практики, какое имеют для речи и слов буквы алфавита” [8: 76]. Здесь — в этой бэконовской аналогии — эмпирическая теория, т.е. система знаний, предшествующая опыту, задающая ему цели, направляющая его и интерпретирующая опытные данные, а следовательно, оформляющая опыт как познавательный акт, сопоставляется с грамматикой, которая также незримо оформляет речь и создает ее смыслы, конструируя последнюю из алфавитной фонетики букв. По Бэкону, теоретическая основа эмпирического мышления, так сказать, принцип научной индукции [14], производит в опыте *разделение* и *отбор* для формирования необходимых выводов; в опыте “только ошибки близки, а указания на них приходится искать долго” [8: 72]. Эмпирическая *теория* предвосхищает опыт, делает его разумно и в соответствии с правилами, придуманными и приспособленными для достижения предмета исследования, делает его орудием для восприятия *подлинных* лучей вещей. Индуктивный опыт становится обоснованным, а не малоопытным истолкователем вещаний чувств [8]. Мысль Бэкона рассматривает индукцию как систематическую процедуру исследования [14] и, несомненно, скажем мы, как *методологически* оформленную познавательную процедуру.

По поводу теоретической нагруженности физического эксперимента в современной науке К. Хьюбнер, в частности, замечает: “Чтобы процедура измерения имела смысл, ей должна предшествовать не только теория применяемых приборов, но и теория измеряемых величин, поскольку понятие об этих величинах не является результатом какого-то неопределенного жизненного опы-

та, а получает дефиницию и определяется только в рамках теории” [13: 57]. Грубо говоря, чтобы измерять длины световых волн, нужна теория световых волн.

Ч.С. Пирс увидел в основе дедуктивно-индуктивных методов работы со знанием проблему отбора подходящих гипотез, за решение которой ответственен “абдукционный инстинкт”. В познавательных процедурах, согласно Пирсу, действует механизм абдукции³, который репрезентируется в рассуждениях, приводящих к принятию гипотез, объясняющих факты или исходные данные. После абдукционной селекции наступает очередь ретродукции — индуктивной процедуры, обеспечивающей эмпирическое тестирование выдвинутых гипотез, а за ней — дедуктивной, реализующей вывод следствий из принятой системы гипотез. “Фактически, — отмечает В.К. Финн, — согласно Ч.С. Пирсу, познавательная деятельность есть синтез абдукции, индукции и дедукции” [15: 9].

Дедуктивно-индуктивная учебная рекурсия

Рекурсивная модель способна к описанию дедуктивной и индуктивной последовательности развития учебного материала. Многократное использование того или иного образца педагогической работы по сути дела воспроизводит механизм учебной рекурсии, неявно заложенный в программу обучения. Рекурсивные схемы задают повторяющиеся *матрицы* познавательных форм и действий. Такие матрицы “копируют” дидактические образцы *разной степени предметной общности*. Можно изучать закон Ома для разных участков цепи (матрица 1), либо проводить аналогию между схемами распределения потоков (токов) в гидравлических и электрических контурах (матрица 2). Можно исследовать устойчивость, способность к самовосстановлению, культурную ценность конкретных экосистем, например тихой речушки, бегущей за воротами школы, но также использовать экологическую концепцию в исследованиях среды человеческого обитания (социальная экология) и ценностной системы общества (экологическая этика). Можно применять методiku структурного анализа к текстам литературных произведений, но в то же время археологический анализ М. Фуко позволяет изучать разные дискурсивные формации целых культурных эпох.

³ Abductio (лат.) — “пленение, похищение, уединение”; abdūco (лат.) — часть значений: “склонять к отпадению, разграничивать, отличать”; abdūco conjētūris dīvīnātiōmen (лат.) — “разграничивать предположения наития” [7].

Дедуктивно-индуктивная динамика учебной программы наглядно репрезентируется через взаимодействие теоретических и практических форм знания. В одной из простейших рекурсивных реализаций формальная структура дедуктивно-индуктивной учебной программы содержит пару рекурсивных схем: “теоретическую” — R_1 и “практическую” — R_2 , которые связаны *перекрестными* ссылками. Последнее означает, что в “алгоритмическом” теле рекурсивных схем заложен как собственный вызов, так и вызов своего “vis-à-vis”, т.е. *альтернативный* вызов. На рис. 3 представлена одна из моделей, описывающих взаимосвязь в паре рекурсивных схем с перекрестными ссылками ω_1 и ω_2 . Модель рекурсивной пары использует формальную структуру тела рекурсивной схемы, изображенную на рис. 1.

Далее в нашем изложении будем полагать, что отдельные фрагменты рассматриваемого учебного курса могут быть построены через движение знания общего (теоретического) к знанию частному (практическому) либо наоборот — через поиск и сравнение фактов к обобщающей их теории. В первом случае реализуется дедуктивный механизм познания, во втором случае — индуктивный. Кроме того, будем считать, что и теоретическая, и практическая части обучения в обоих случаях допускают рекурсивное построение, т.е. основаны на однотипном воспроизведении дидактических образцов (каждая — своих).

Рекурсивная схема R , обращаясь к себе n раз, воспроизводит серию одинаковых дидактических образцов — моносерию $U = R \rightarrow R \rightarrow \dots \rightarrow R$. Число элементов в серии U (в нашем случае — число образцов схемы R) есть длина серии. Для моносерии U ее длина рассчитывается по формуле

$$\text{длина моносерии} = n + 1, \quad (1)$$

где n — глубина рекурсии схемы R . Две моносерии — U_1 , порожденная R_1 , и U_2 , порожденная R_2 , могут быть соединены в рекурсивные серии $U_1 \rightarrow U_2$ и $U_2 \rightarrow U_1$. В первой сначала выполняется моносерия рекурсивных схем R_1 , а затем R_2 ; во второй реализуется обратная последовательность.

Обращаясь к интерпретации R_1 как рекурсивной схемы, задающей воспроизводство “теоретического” образца знания, а R_2 — “практического”, получим, что рекурсивная серия $U_1 \rightarrow U_2$ описывает дедуктивную познавательную последовательность в учебной программе, в то время как $U_2 \rightarrow U_1$ — индуктивную.

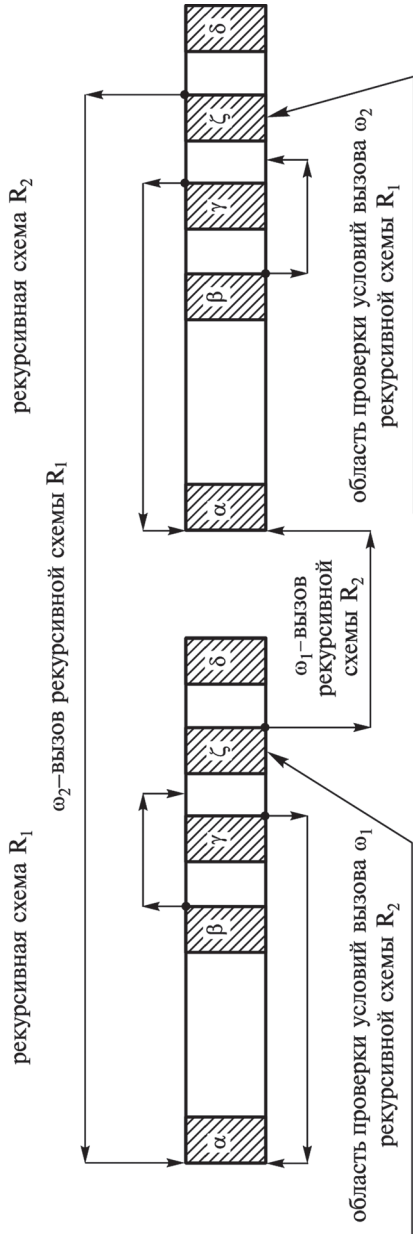


Рис. 3. Модель рекурсивной пары с перекрестными ссылками (частная реализация)

Например, при изучении закона Ома в *дедуктивном* ключе сначала теоретически (R_1) выводятся формулы для случаев электрической цепи с разной конфигурацией сопротивлений (последовательной, параллельной, etc.). Затем полученные формулы практически (R_2) проверяются в лабораторных условиях: осуществляются замеры значений тока и напряжения на соответствующих схемах электрических цепей и подстановка в теоретические формулы.

Пусть “теоретическая” U_1 и “практическая” U_2 рекурсивные моносерии имеют по три повторения (длина серий равна трем, глубина рекурсии — двум). Тогда серия $U^{(1)} = U_1 \rightarrow U_2$ *рекурсии дедуктивного типа*, которая описывает дедуктивную последовательность изучения закона Ома, примет следующий вид:

$$U^{(1)} = R_1 \rightarrow R_1 \rightarrow R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow R_2 \rightarrow R_2. \quad (2)$$

В случае *индуктивного* хода изучения закона Ома познавательная последовательность противоположна. В лабораторных экспериментах (R_2) исследуются вольт-амперные характеристики электрических цепей. Их значения позволяют *качественно* наметить индуктивные гипотезы зависимостей закона Ома для простой и сложной цепей. В последующем теоретическом изложении индуктивные гипотезы формализуются (обобщаются) в аналитических зависимостях (R_1). В условиях, аналогичных последовательности (2), серия $U^{(2)} = U_2 \rightarrow U_1$ *рекурсии индуктивного типа*, которая представляет индуктивную последовательность обучения, записывается следующим образом:

$$U^{(2)} = R_2 \rightarrow R_2 \rightarrow R_2 \rightarrow R_1 \rightarrow R_1 \rightarrow R_1. \quad (3)$$

С дидактической точки зрения при обучении в дедуктивной последовательности $U^{(1)}$ теория *проверяется* и *закрепляется* экспериментальной практикой, при обучении в индуктивной последовательности $U^{(2)}$ практика *обобщается* и *подкрепляется* теоретическим обоснованием. На рис. 4 приведена иллюстрация функционирования рекурсивной пары с перекрестными ссылками дедуктивного и индуктивного типов.

Рекурсивные серии $U^{(1)}$ и $U^{(2)}$ репрезентируют *жестко детерминированную* последовательность учебной рекурсии, т.е. на каждом шаге выполнения этих серий отсутствует возможность выбора иной траектории развития учебной программы. *Трансформативность* этих учебных фрагментов может быть достигнута введением вариативности в работу рекурсивных схем R_1 и R_2 .

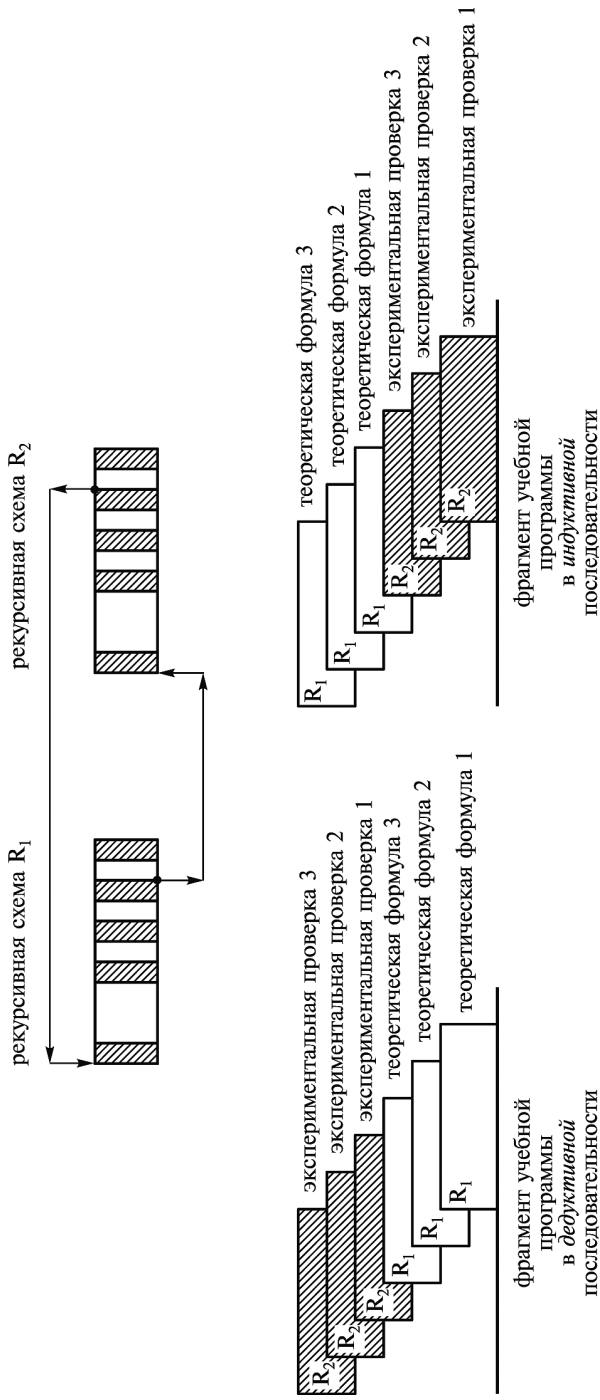


Рис. 4. Рекурсивная пара с перекрестными ссылками (частная дедуктивно-индуктивная реализация)

Так, в нашем примере первая экспериментальная проверка R_2 дедуктивной серии U_1 способна “фальсифицировать” (не подтвердить) одну из теоретических формул, полученных в результате ее учебной реализации. Условия вариативности должны задавать: (А) правила рекурсивного вызова и (В) критерий окончания учебной рекурсии. Тогда в качестве одного из возможных наборов условий вариативности дедуктивной рекурсии можно рассмотреть следующий.

(А) Правила рекурсивного вызова

1) Если эксперимент в R_2 не подтверждает теоретическую формулу из R_1 , то необходима дополнительная реализация (вызов) R_1 по перекрестной ссылке из R_2 с получением новой формулы для последующей экспериментальной проверки (верификации или фальсификации).

2) После подтверждения (верификации) экспериментом в R_2 теоретической формулы из R_1 ставится новый эксперимент из R_2 , проверяющий следующую теоретическую формулу из R_1 .

(В) Критерий окончания учебной рекурсии

3) Если число неподтверждений (фальсификаций) превышает предварительно установленный предел, то рекурсивная пара переходит к проверке следующей теоретической формулы.

4) Если экспериментально проанализированы (с учетом фальсификаций) все теоретические формулы, то рекурсивная пара заканчивает свою работу.

Приведенные выше правила (А) рекурсивного вызова могут быть интерпретированы в виде графа (рис. 5).

Иные условия вариативности могут допускать, например, отказ от получения новой формулы до определенного числа первых опытных фальсификаций вследствие возможных ошибок эксперимента. Дидактический смысл такого подхода очевиден: он

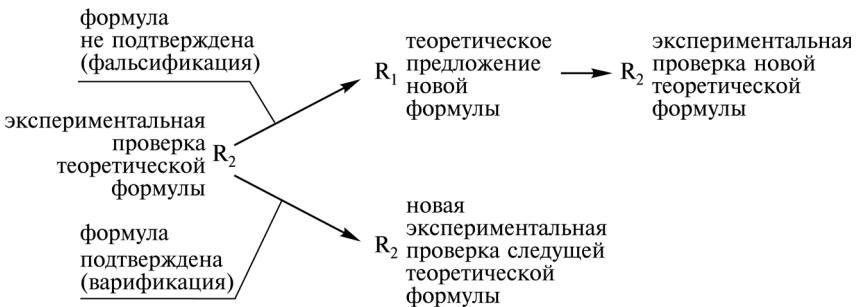


Рис. 5. Граф, иллюстрирующий правила (А) рекурсивного вызова

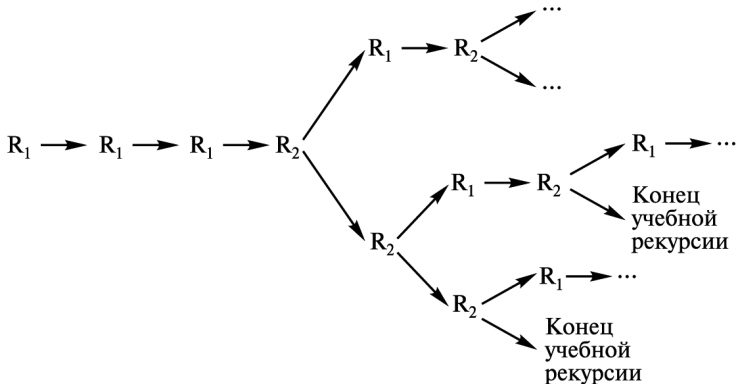


Рис. 6. Граф рекурсии, иллюстрирующий работу рекурсивной пары с перекрестным вызовом

предлагает ученику проверить “чистоту” собственной экспериментальной работы, прежде чем отрицать истинность устоявшейся теории.

При наложении на дедуктивную рекурсию условий вариативности 1) ... 4) реализуется трансформативная программа обучения. Применим к дедуктивной последовательности $U^{(1)}$, записанной выше в виде формулы (2) $U^{(1)} = R_1 \rightarrow R_1 \rightarrow R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow R_2 \rightarrow \dots$, правила рекурсивного вызова (А), интерпретированные схемой (рис. 5), и критерий окончания учебной рекурсии (В). Тогда серия $U^{(1)}$ “расщепляется” в виде графа рекурсии (рис. 6), который репрезентирует работу рекурсивной пары с перекрестным вызовом.

В нашем случае, например, изучение закона Ома происходит через дедуктивный подход, индивидуализируясь в маршрутах графа рекурсии в зависимости от способностей ученика. Маршруты графа рекурсии — это рекурсивные серии, как правило, смешанного (в смысле участия R_1 и R_2) типа. Они представляют варианты последовательности учебных действий, выполняемых в дедуктивном ключе. Дидактические значения, которые придаются ребрам и вершинам графа рекурсии, могут быть прочитаны на интерпретативной схеме графа (рис. 5), иллюстрирующего правила рекурсивного вызова.

Анализ вариативности индуктивной серии $U^{(2)}$ может быть проведен по аналогии. Содержательно он должен исходить из того, что одна из эмпирических гипотез, предложенная после экспериментальной серии $R_2 \rightarrow R_2 \rightarrow R_2$, которой начинается $U^{(2)}$, может оказаться не способной получить реализацию на теоретическом

уровне (R_1) в рамках существующих представлений о физической картине мира. С дидактической точки зрения налицо работа ученического воображения. Учитель имеет возможность распорядиться данной ситуацией по-разному. Например, проигнорировав ее, осуществить возврат к эксперименту (R_1), или все-таки отрефлексировать творческую находку⁴. В последнем случае потребуются дополнительные дидактические ресурсы, которые следует включить в “теоретическую” рекурсивную схему R_1 , например в ее ϵ -область внутренней рекурсии (рис. 1).

Познавательная роль работы с “аномальными” ученическими представлениями, однако, велика и “игра стоит свеч”, поскольку дает возможность продемонстрировать взаимосвязи в теоретических знаниях о мире. “Ведь стройность здания науки, когда отдельные ее части взаимно поддерживают друг друга, — замечал Ф. Бэкон, — является и должна являться истинным и эффективным *методом опровержения* всех частных возражений” [17: 107].

В рассмотренных дедуктивной и индуктивной последовательностях учебной программы глубина рекурсии при “вызове” схемы R_1 или R_2 определяет через формулу (1) размер *серии* повторений соответствующих дидактических матриц, т.е. в нашем случае число исследованных теоретических зависимостей закона Ома или схем электрических цепей. Таким образом задаются параметры *серийности* перекрестных рекурсивных схем.

Для того чтобы рекурсия “состоялась”, ее глубина в учебной реализации должна превышать единицу. В противном случае фрагмент учебной программы, который она описывает, осуществляется без обращения к самому себе. Подобные “одноактные” воспроизведения рекурсивной схемы могут быть разбросаны по телу учебной программы и репрезентировать нерекурсивное использование дидактической матрицы (рис. 7). Здесь “рекурсивная” функция, т.е. обязанность вызывать рекурсивную схему, целиком переходит в ведение самой учебной программы. Собственная же “самовызывающая” функция рекурсивной схемы оказывается вырожденной. В перекрестной рекурсивной паре каждая из компонент может оказаться вырожденной, т.е. “несамовызывающей”. В этом случае следует говорить о функциональной *вырожденности перекрестной рекурсивной пары* как полной редукции моносерийных соединений.

⁴ В современном научном образовании особая роль отводится внерациональному познанию, т.е. неосознаваемому и интуитивному (см., например: [16]).

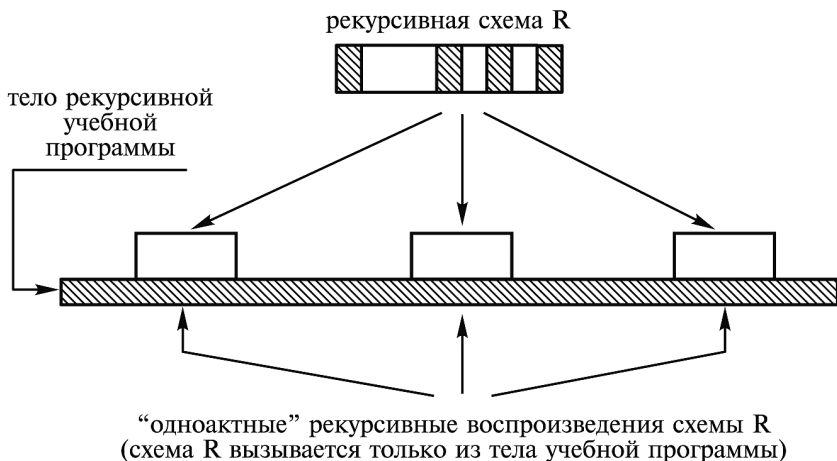


Рис. 7. Вырожденная реализация рекурсивной схемы

Однако, в вырожденной перекрестной рекурсивной паре при реализации одной из ее компонент, скажем R_1 , не теряется возможность вызова из R_1 ее “визави” — R_2 ; в свою очередь из R_2 может последовать вызов R_1 и т.д. Следовательно, вырожденная перекрестная рекурсивная пара может функционировать в особом — *сингулярном*⁵ рекурсивном режиме. Например, каждая из “ветвей” графа дедуктивной рекурсии (рис. 6) в конечном итоге начинает функционировать в сингулярном рекурсивном режиме. Такая же финальная сингулярная топография будет иметь место и в аналогичном графе индуктивной рекурсии.

Для генерации одной правдоподобной гипотезы достаточно реализовать *дедуктивную* познавательную последовательность через простейший эпистемический цикл: выдвижение гипотезы — проверка (верификация или фальсификация) — выдвижение новой гипотезы (в случае фальсификации предыдущей) — снова проверка и т.д. Сингулярная рекурсивная серия $V^{(1)}$ дедуктивного типа в этом случае будет иметь следующий вид:

$$V^{(1)} = R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow R_1 \rightarrow R_2 \dots \quad (4)$$

Однако дидактическая нагрузка на такого рода дедуктивную сингулярную рекурсию может быть усилена, если учебная про-

⁵ Singulāris (лат.) — отдельные значения: “особый, одиночный, отдельный, своеобразный” [7].

грамма “разрешает” поочередное выдвижение по одной и той же проблеме *разных* правдоподобных теоретических гипотез R_1 . Причем выдвижение очередной гипотезы осуществляется после предварительного критического обсуждения предыдущей. Результатом работы рекурсивной пары в сингулярном режиме тогда станет набор *правдоподобных теоретических гипотез учеников*, к которым будет обращена общая для них познавательная рефлексия; в свою очередь она также может иметь рекурсивное воплощение.

В *индуктивной* познавательной последовательности взаимные “вызовы” рекурсивной пары предворают работа “практической” схемы R_2 . На основе ее результатов “теоретическая” схема R_1 формулирует гипотезу, которая либо может быть еще раз проверена в новом эксперименте R_2 , либо принята. Опровержение гипотезы ведет к генерации новой, равно как и ее принятие. Такого рода сингулярная рекурсивная серия $V^{(2)}$ индуктивного типа записывается в виде следующей последовательности:

$$V^{(2)} = R_2 \rightarrow R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow R_1 \dots \quad (5)$$

Дидактические возможности индуктивной серии могут быть усилены, если допустить выдвижение на “практическом” шаге (R_2) эмпирических гипотез, которые затем сопоставляются (R_1) с установленной теоретической концепцией, подкрепляясь или опровергаясь ею. Степени “свободы” концепции создают познавательный люфт, дающий, в свою очередь, свободу творческому воображению. Одним из результатов такого индуктивного обучения являются собственные *правдоподобные эмпирические теории учеников*.

В заключение отметим, что рекурсивная пара с перекрестными ссылками использовалась нами как удобная модель для репрезентации особенностей рекурсивных схем, обслуживающих дедуктивно-индуктивные механизмы обучения. Сами по себе дедуктивно-индуктивные части учебной программы могут также иметь *иную* рекурсивную реализацию.

Результаты, опубликованные в статье, получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России № 27.1560.2014/К. Тема исследования: “Научная подготовка молодых исследователей в сетевой инновационной среде современного университета на основе эффективных форм интеграции образования и науки: разработка модели и апробация”.

Список литературы

1. *Doll W.E.* A Post-modern Perspective on Curriculum. N.Y.; L.: Teacher College Press, Columbia University, 1993. 215 p.
2. *Брунер Дж.* Психология познания. За пределами непосредственной информации / Пер. с англ. К.И. Бабицкого. М.: Прогресс, 1977. 412 с.
3. *English A.* Transformation and Education: the Voice of the Learner in Peters' Concept of Teaching // *Journal of Philosophy of Education*. 2009. Vol. 43. N 1. P. 75—95.
4. *Брунер Дж.* Культура образования / Пер. с англ. Л.В. Трубицной, А.В. Соловьёва. М.: Просвещение, 2006. 223 с.
5. *Карпов А.О.* Генеративное обучение // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20. Педагогическое образование*. 2010. № 3. С. 28—40.
6. *Карпов А.О.* Общество знаний: слабое звено // *Вестн. РАН*. 2010. Т. 80. № 7. С. 616—622.
7. *Дворецкий И.Х.* Латинско-русский словарь. М.: Русский язык, 1976. 1096 с.
8. *Бэкон Ф.* Великое Восстановление Наук. Роспись сочинения // *Соч.:* В 2 т. Т. 1. М.: Мысль, 1977. С. 68—80.
9. *Бэкон Ф.* Великое Восстановление Наук. Предисловие // *Соч.:* В 2 т. Т. 1. М.: Мысль, 1977. С. 60—68.
10. *Бэкон Ф.* Великое Восстановление Наук. Франциск Веруламский так мыслил... // *Соч.:* В 2 т. Т. 1. М.: Мысль, 1977. С. 57—59.
11. *Поппер К.Р.* Объективное знание. Эволюционный подход / Пер. с англ. Д.Г. Лахути. М.: Эдиториал УРСС, 2002. 384 с.
12. *Степин В.С.* Смена методологических парадигм // *Хьюбнер К. Критика научного разума*. М.: Институт философии РАН, 1994. С. 7—21.
13. *Хьюбнер К.* Критика научного разума / Пер. с нем. И.Т. Касавина. М.: Институт философии РАН, 1994. 326 с.
14. *Субботин А.Л.* Фрэнсис Бэкон и принципы его философии // *Бэкон Ф. Соч.:* В 2 т. Т. 1. М.: Мысль, 1977. С. 5—53.
15. *Финн В.К.* Синтез познавательных процедур и проблема индукции // *Научно-техническая информация. Сер. 2. Информационные процессы и системы*. М.: ВИНТИ, 1999. № 1—2. С. 8—44.
16. *Карпов А.О.* Научное образование в контексте новой педагогической парадигмы // *Педагогика*. 2004. № 2. С. 20—27.
17. *Бэкон Ф.* О достоинстве и приумножении наук / Пер. с лат. Н.А. Федорова // *Соч.:* В 2 т. Т. 1. М.: Мысль, 1977. С. 81—523.

KNOWLEDGE TRANSFORMATION AND EDUCATIONAL RECURSION

A.O. Karpov

The idea of knowledge transformation in the process of open education leads to the concept of the “transformative curriculum”, which implies the

ability of the curriculum to rebuild its structure and informative activity patterns with due regard for the current generative assessment of a student. The transformative curriculum is regarded as an open self-reorganizing cognitive system. The concept of transformative limits (inflexibilities) of a curriculum has been brought in. For the recursive curriculum as a particular case of the transformative one, the recursive system structures and the curriculum body structures are revealed, the recursive model describing the deductive and inductive successions of education is elaborated, and the role of educational recursion in creation of the active dialogue between a teacher and a student is shown.

Key words: *knowledge transformation, educational recursion, deduction, induction, abduction, cognitive system.*

Сведения об авторе

Карпов Александр Олегович — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, начальник отдела “Молодежные программы и проекты” ФГБОУ ВПО “Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана”. Тел.: 8-495-765-22-83; e-mail: a.o.karpov@gmail.com