

Технология проектирования образовательных систем и процессов

Штейнберг В.Э.

Закономерности в образовании — это случайности, которые неожиданно повторяются

Системообразующие факторы технологии

Формирование технологии проектирования элементов образовательных систем и процессов включает три этапа. На первом “технологическая память” увязывается с ключевыми “вертикальными” принципами системы образования и с базовыми компонентами образовательных технологий. “Вертикальные” принципы, определяющие важнейшие свойства всей системы образования, реализуются на каждом из уровней системы путём проектирования базовых элементов с заранее заданными свойствами.

На втором этапе формирования технологии определяется совокупность факторов, от которых зависит её эффективность (рис. 1):

- *назначение технологии*: инструментально-технологическое обеспечение конструкторско-технологической деятельности (КТД) преподавателя и учебной деятельности учащихся;

- *назначение КТД*: рутинизация и снижение трудоёмкости подготовительной деятельности, уменьшение влияния субъективных факторов, косвенное повышение качества учебного процесса;

- *принципы организации технологии*: логико-эвристический, троично-триадный, каркасный, системный;

- *состав технологии*: константы технологии, инструменты технологии, модели проектируемых объектов, методики конструкторско-технологической деятельности и формирования технологической компетентности преподавателя;

- *константы технологии*: элементы педагогической системы (объект, процесс, субъект), объекты окружающего мира (природа, человек, общество), сферы освоения мира (наука, искусство, мораль), константы бытия (истина, красота, добро), базовые способности человека (познание, переживание, оценка) и т.п.;

- инструменты технологии, основанные на новых способах представления информации и знаний: “каркасы”, функциональные модули, модели;

- *метрология технологии*: критерии оценки качества проектирования;

- *практика КТД*: апробация в практическом образовании: различные учебные заведения, различные предметы.

На характеристику технологии влияют особенности её применения:

- *системный* характер технологии обусловлен требованиями науки и техники;

- *логико-эвристический* характер технологии связан с начальной неопределённостью задач проектирования, а также с необходимостью последующего развёртывания, расширения и корректировки результатов проектирования;

- *каркасный* принцип проектируемых объектов обусловлен противоречивыми требованиями к универсальности и вариативности проектируемых объектов; кроме того, каркасность служит аналогом бионического принципа построения биологических и растительных организмов, сочетающего указанные противоречивые свойства;

- *троично-триадная структура элементов* технологии определяется несколькими обстоятельствами: троичность является прототипом триадности — важнейшей особенности познания; троичность во многих случаях является минимально допустимой границей свёртывания информации; троичность создаёт психологическую устойчивость при по-

строении логических рядов, шкал и т.п. [Голицын Г.В., Петров В.М. Информация, поведение, творчество. М.: Наука, 1991.]

Стандартные процедуры технологии включают: прояснение проблемной (предпроектной) ситуации, формирование структуры проектируемого образовательного элемента, построение логико-смысловых моделей представления учебного материала и учебного процесса, развёртывание содержания и его метрологизацию.

Определение некоторых основных *констант* технологии выполнялось по инициативе и под руководством С.Н. Семёнова и поясняется следующим образом. Исторически сложилось так, что человек осваивает мир через три сферы: *наука* (поиск истины), *искусство* (формирование образов красоты) и *мораль* (различение добра и зла). Три сферы освоения мира, с одной стороны, восходят к трём соответствующим константам бытия: *истина, красота и добро*, а с другой стороны — в каждой сфере для успешной деятельности требуется соответствующая ведущая способность: *познание* (научное), *переживание* (художественно-эстетическое) или *оценка* (морально-этическая). Ясно, что в каждой сфере деятельности необходимы, помимо ведущей, и две оставшиеся, в качестве поддерживающих, способности (например: учёному, художнику и юристу). Иными словами, эти способности могут быть приняты как базовые для развития в процессе общего образования. Тогда базовые виды деятельности, которые необходимо развивать на основе базовых способностей, определяются как *познавательная, переживательная и оценочная* (рис. 2).

Развитие комплекса способностей и видов деятельности, на наш взгляд, может содействовать решению задачи гуманизации образования и гармоничного развития личности, построению системы действительно непрерывного образования. Отдельные же способности на этапе профессионального образования могут целенаправленно развиваться. По мнению специалистов-гуманитариев, духовность человека, по сути, есть способность к познанию, переживанию и оценке окружающего мира.

Лирическое отступление “Познание и переживание мира”. О различных способах освоения мира. У ряда славянских народов бытовало поверье, что в вихре обитает нечистая сила и стоит бросить в него серп, вихрь распадётся, и только капли росы останутся на серпе. Это и есть кровь дьявола. В балладе “Кубок” поэт В. Жуковский пишет о том, что юноша паж нырнул в море за кубком и попал водоворот:

*И вдруг мне навстречу поток;
Из трещины камня лилася вода;
И вихрь ужасный повлѣк
Меня в глубину с непонятною силой...
И страшно меня там кружило и било.*

С точки зрения гидроаэродинамики, обе ситуации вполне достоверны. Далее Жуковский пишет, как паж сначала зацепился за подводную скалу, а потом оттолкнулся и попал в центр вихря: “То было спасеньем: я схвачен приливом и выброшен вверх водомѣта порывом”. Действительно, в эпицентре вихрь имеет восходящий поток. [Жолондковский О.И. Внимание, воздух! М.: Моск. Рабочий, 1985. С. 76].

Информация о технологии и её инструментах может быть представлена в виде модели — “дерева технологизации” образования (рис. 3), идея которой заключается в следующем.

Проблемы образования разбиты на три группы — три “слоя почвы”: проблемы практической педагогики, проблемы технологизации образования и проблемы формирования технологической компетентности. “Слои почвы” пронизывают три “корня” дерева — три базовых элемента образовательных систем: учебный материал, учебный процесс и личность учащегося. На смысловом пересечении “слоёв” и “корней” образуются узловые задачи совершенствования базовых элементов и одновременно технологизации образования. На первом уровне “дерева технологизации” располагается “технологическая память” образования (ТП), на втором уровне — технология проектирования образовательных систем и процессов (ТПО), а на третьем — конструкторско-технологическая деятельность препода-

вателя (КТД). На левой стороне дерева располагаются общие для всех уровней дерева принципы технологизации, на правой стороне — инструменты технологии, более подробно о которых будет сказано ниже.

Вместо практикума, или “Три карты — три способности”. Читателю предлагается приблизительно оценить распределение времени, затрачиваемого на развитие каждой базовой способности учащихся, и оценить степень гармоничности их развития.

Хорошее содержание образования всегда должно быть в хорошей форме

Базовая информационная модель

В этой части статьи будет рассмотрена информационная макромодель, содержащая “технологическую память” образования, а также выдвинуты предположения о необходимости придать каркасный характер регулятивам и осуществить процесс проектирования в режиме квазидialogа и самоорганизации. Рассмотрим *модель представления информации*, которая имеет место в процессах проектирования и обучения (рис. 4). Эту модель можно интерпретировать следующим образом: в процессе поступления информации с последовательно чередующимися во времени различными компонентами (описательными, ключевыми и управляющими), представленными в вербальной форме, мышление при дословном конспектировании повторяет исходную информацию, для которой свойственна последовательная организация (эффективность усвоения вербальной информации не превышает 30%).

Иными словами, исходный процесс переработки учебного материала является преимущественно одноканальным, трудно программируемым для выполнения операций переработки учебного материала с помощью инструкций, представленных в вербальной форме.

Можно также отметить, что известные опорные сигналы, структурно-логические схемы и другие, используемые в учебном процессе комбинированные графико-текстовые конструкции, не обеспечивают поддержки процесса проектирования, поскольку применяются в виде завершённых результатов, подлежащих запоминанию и воспроизведению. При этом решаются большей частью мнемотехнические задачи, так как в опорных сигналах такого рода преобладают вариативность и личные предпочтения, отсутствуют свойства обобщённости и каркасности.

Чтобы спрогнозировать развитие информационной модели, обратимся к процессу интериоризации, который включается в процесс усвоения знаний и имеет место (с некоторыми различиями) при проектировании и обучении. Традиционная трактовка процесса интериоризации (перевода знаний из внешнего плана во внутренний, табл. 1) включает два различных этапа: ознакомление с учебным предметом, результат которого — сумма реальных не-систематизированных ощущений в терминах размера, формы, устройства, цвета, веса и других при-знаков объекта; составление связного, систематизированного вербального описания на основе данных предыдущего этапа. Логико-смысловая обработка информации (как правило — простейшие операции анализа и синтеза) завершает процесс усвоения знаний и включает запись или конспектирование составленного описания, его повторение, заучивание.

Первый и второй этапы интериоризации достаточно подробно разработаны отечественными учёными в фундаментальных исследованиях по теории учебной деятельности. Целесообразно лишь модернизировать ориентировочные основы действий и найти для них преобразованную вербальную форму представления информации. Третий этап процесса усвоения знаний до настоящего времени фактически остаётся мало разработанным и не отвечает требованиям технологизации, что создаёт значительные трудности в практическом образовании и постоянно привлекает внимание разработчиков различных опорных сигналов и схем.

При анализе традиционного процесса интериоризации возникают следующие несоот-

ветствия, или “зародыши” проблемы: последовательность действий представляет собой нарушенный логический ряд: материальные, материализованные, умственные. Если признаком принята материальность, то убывание материальности приводит к нематериальным, идеальным действиям. Кроме того, умственные действия в той или иной мере выполняются на всех этапах интериоризации, а противоположными им являются физические действия в соответствии с видами труда. Вербальные этапы разделяются на действия внешнеречевые и действия во внутренней речи “про себя”, они различаются качеством выполнения, являются однородными и в практическом образовании не всегда выполняются. Действия во внутренней речи, или умственные, автоматизированные, идеальные действия, должны завершать процесс интериоризации.

Представляется не вполне обоснованным выбор признака действий “умственные”: на предыдущих этапах этот признак в общепринятом смысле также присутствует. Кроме того, автоматическое течение мыслей без опоры на конечный образ предмета изучения в практическом образовании наблюдается крайне редко, и исследователи приходят к выводу о необходимости введения логико-смысловой обработки информации как специальных актов интериоризации [Ильясов И.И. Структура процесса учения. М.: Изд-во МГУ, 1986.].

Считается, что изменение действия по форме является ведущим, поэтому переход его из одной формы в другую и служит показателем перехода на следующий этап. Системный подход требует, чтобы каждой форме действий соответствовала адекватная форма представления материала, следовательно, форма представления материала также должна изменяться путём перекодирования исходной формы представления — материальной — в вербальную и далее — в идеальную.

Но как раз здесь и кроется проблема: что считать идеальной моделью представления знаний для завершающего этапа процесса усвоения знаний? Предложения использовать знаково-символическую форму представления информации не нашли распространения в практическом образовании из-за необходимости постоянного возврата к вербальной форме, что ограничило область их применения информационно-сигнальной функцией. То есть для речевой поддержки деятельности понятийная форма является нижней границей свёртывания учебного материала. Более того, идеальная искомая модель представления знаний должна обеспечивать и обратный процесс — экстериоризацию, чего существующая теория поэтапного формирования учебных действий не оговаривает. Таким образом, искомая модель должна представлять собой логико-смысловой “каркас” моделируемого объекта, содержащий наиболее существенные для учебного процесса свойства.

Задача осложняется ещё и такой особенностью мышления, как “одноканальность сознания”. Иначе говоря, чёткое осознание человеком одновременно как своих умственных действий, так и управляющего ими логико-психологического механизма затруднено. Наиболее ярко данная закономерность проявляется при вербальной форме представления как описательной информации, так и управляющей информации о выполняемых действиях.

В практическом образовании изучение нового материала на занятиях часто совпадает с завершением второго этапа интериоризации, когда материал представляется в одномерно-вербальной форме. Однако в таком виде учебный материал могут фиксировать в памяти лишь учащиеся с хорошими способностями, и именно этим обстоятельством объясняются настойчивые поиски различных опорных сигналов. Заметим, что в профессиональной деятельности “фотографическое” запоминание вербальной информации можно наблюдать только у представителей некоторых профессий, например: у артистов, юристов и чекистов.

Поиски и разработки различных опорных схем и сигналов свидетельствуют, что завершение процесса усвоения знаний вербальным описанием малоэффективно: “конвейерная” форма вербального монолога затрудняет видение и использование логической организации информации. Большинство же опорных схем и сигналов выполняются ассоциативно-изобразительными или знаково-символическими по форме, из-за чего плохо стыкуются с вербальной информацией, требуют перехода от одной формы кодирования к другой.

В разработках по теории учебной деятельности указывается, что интериоризация завершается автоматизацией умственных действий при переходе от внешнеречевой деятельности к внутриречевой (про себя). Сопоставим это положение с тем, что на практике имеют место два типа профессиональной деятельности: первый тип — автоматические, рецептурные, свёрнутые мыслительные действия, второй тип — действия типа конструирования с внешне представленными опорами. Логично предположить, что задача образования — это ещё и подготовка к профессиональной деятельности путём освоения первого и второго типов действий.

Второй тип деятельности более распространён, а его эффективность зависит от качества опор, для чего процесс усвоения знаний необходимо обеспечивать наглядными особыми и полными опорами — моделями представления во внешнем плане учебного материала и учебного процесса. Эти модели должны поддерживать и обратный процесс — экстериоризацию, что затруднительно при использовании изобразительных и знаково-символических опорных сигналов и схем.

Проблема иллюстрируется следующим образом: представим себе, что мы работаем с чертежом над какой-нибудь задачей и в какой-то момент отвернулись от него. Может ли продолжаться работа с прежним успехом? Но именно так и происходит по отношению к вербальной информации: мы загружаем память информацией, с которой необходимо работать, удерживаем в памяти программу её обработки и заставляем память принимать участие в выполнении необходимых операций. То есть мы вынуждены оперировать вербальной информацией, как бы отвернувшись от неё. Но если и поместить вербальную информацию перед глазами, то эффект будет небольшим, так как она не воспринимается в целом и одновременно во всех деталях. Эта проблема настолько стара, что на неё давно перестали обращать внимание.

Лирическое отступление “Лучше один раз увидеть...”. Существует такая заповедь образования: “Самое трудное при обучении — видеть своими глазами то, что лежит перед ними”. Её глубокий смысл заключается в том, что очень часто “глаза учащихся видят то же самое, что слышат уши” при дословном конспектировании, то есть мышление ориентировано на трансляцию информации в конспект без существенной переработки. Можно ли увидеть то, что мы слышим и говорим? Можно ли делать это одновременно?

На рис. 5 приведена схема уточнённого процесса усвоения знаний в представлении технолога по проектированию образовательных систем и процессов.

Человеческий мозг имеет функциональную асимметрию, и особенность сознания состоит в том, что изучаемый предмет как бы помещается между двумя внутренними зеркалами сознания: образным и вербальным, вследствие чего происходит многократное преобразование одного образа предмета в другой, при этом логическая составляющая мышления сосредоточена в левом полушарии, а образная составляющая — в правом [Костандов Э.А. Функциональная асимметрия полушарий мозга и неосознанное восприятие. М.: Наука, 1983.]. Таким образом, внутренний квазидialog уже существует в самом человеке, он заложен в функциональной асимметрии мозга. Два полушария воспринимают одну и ту же информацию двумя способами и постоянно сравнивают её между собой.

Примером может служить обычный способ решения задач: решив задачу аналитическим способом, мы ищем также графический способ и проверяем их совпадение. Одно полушарие моделирует внешнюю среду с помощью образных операторов (это динамика, управление движением), а второе полушарие моделирует действительность с помощью символических конструкций, знаков, логики, грамматики. Благодаря асимметрии в процессе работы мозга происходит постоянный обмен информации, и целесообразно создать такие образы-модели, с помощью которых оба полушария взаимодействовали бы между собой, вели внешний квазидialog. Обычно человеку даётся вербальное описание, которое внутри мозга транслируется в образное за счёт внутренней работы мозга. Но если в это же время дать опору мозгу сразу в готовом виде, то он будет опираться на неё, активизируется процесс расщепления, который будет идти не только за счёт внутренних ресурсов. То есть

когда мы что-то слушаем, то стараемся представить это в виде образа (“картинки”), а модель предоставляет такую возможность сразу, позволяет работать сразу двумя полушариями.

Эта особенность сознания совмещается с процессом усвоения знаний, “технологическим стержнем” которого является последовательное преобразование (перекодирование) информации об изучаемом предмете. Из схемы следует, что вербально-описательный образ изучаемого предмета приходится как раз на промежуточное положение знаний между внешним и внутренним планами.

Таким образом, возникает предположение о том, что существуют две линии усвоения знаний, связанные со свёртыванием: линия свёртывания мыслительных действий до автоматизма и линия свёртывания мыслительных действий на опорные схемы с частично эвристическими операциями конструирования. Более того, успешные действия человека в ситуациях невозможности полной ориентировки, высоко оцениваемые психологами, наиболее типичны для профессиональной деятельности и творчества и должны моделироваться в учебном процессе.

Исходя из вышеперечисленных требований к процессу усвоения знаний, выдвигается особая, ключевая задача синтеза специальных образов-моделей представления учебного материала и учебного процесса:

- содержание учебного материала (описательная и ключевая информация) должно быть представлено в трансформированной вербальной, но не знаково-символической форме;
- логика организации содержания (то есть управляющая информация) должна быть представлена в невербальной — образно-визуальной форме;
- образы-модели должны поддерживать и обратный процесс восстановления, развёртывания знаний (экстериоризацию), то есть обладать реверсивностью;
- образы-модели представления информации, учитывая требование непрерывности образования, должны быть универсально-инвариантными, то есть не зависеть от предмета или курса учебного заведения (любой учебный предмет имеет смысл и логику), а также пригодными для профессиональной деятельности;
- образы-модели должны обеспечивать организацию эффективного внешнего плана, адекватного будущему внутреннему плану и способного взаимодействовать с ним в процессе управляемого усвоения знаний.

Для разработки искомых образов-моделей необходимо учесть, что в процессе переработки учебного материала должны выполняться следующие операции: кодирование и перекодирование информации при формировании “слепок” изучаемого предмета; подведение под определения (движение от терминов к понятиям и определениям, от определений — к инвариантам знания); логико-смысловая обработка, обобщение, свёртывание и упаковка информации в форму, пригодную для фиксации и воспроизведения.

Приведённая на рис. 4 модель имеет следующие резервы развития, прогноз которых выполнен исходя из особенностей эволюции различных систем:

- расщепление одного смешанного, неспециализированного вербального канала на два специализированных канала представления описательной и управляющей информации соответственно;
- расщепление однонаправленного действия (от проектировщика на объект) на два: прямое и обратное действие, то есть создание условий для квазидialogового режима и самоорганизации проектирования;
- применение дидактических инструментов для программирования операций переработки информации и управления процессом усвоения знаний.

Такое изменение информационного процесса проектирования фактически направлено на преобразование исходной одноканальной модели (моносистемы) в более совершенную двухканальную модель (бисистему). Это изменение связано с дифференциацией и специализацией элементов модели и представляет собой закономерный этап развития различных систем: биологических, технических и других.

Например, вполне закономерным стало появление приёмных и воспроизводящих стереосистем, бинокулярного зрения и оптических биноклей, бинарных (эпоксидных) клеев и боевых веществ, биметаллических элементов автоматики и многих других систем. Главной особенностью процесса разделения, расщепления систем на подсистемы с различными характеристиками (или процесса “сдваивания” ранее отдельных систем) является общее требование: достоинства должны суммироваться, а недостатки — взаимно компенсироваться. Заметим также, что расщепление выступает ключевым признаком в объектах художественного творчества, например: в живописи имеет место расщепление между изобразительностью и выразительностью, в литературе — между текстом и подтекстом.

Необходимое изменение исходной информационной модели процесса проектирования реализуется следующим образом (рис. 6):

- описательная информация представлена в вербальной форме, следовательно, управляющая информация должна быть представлена в иной — визуальной форме;
- взаимодействие между проектировщиком и проектируемым объектом обеспечивается инструментом, отвечающим таким требованиям, как универсальность (возможность использования в различных предметах, учебных заведениях и т.п.), соответствие психологическим особенностям мышления и т.п.;

Ключевым элементом в схеме является инструмент, принимающий на себя перечисленные функции. Отличия данной модели от исходной заключаются в следующем: описательная и управляющая информация разделены-объединены, управляющая информация программируется с помощью инструмента, ключевая (оценочная) информация выделяется из описательной и организуется в понятийный образ-модель с помощью инструмента. Для синтеза инструментов необходимо определить тип каркасов и набор микрооператоров программирования операций логико-смысловой обработки информации. Процесс переработки информации должен сопровождаться её перекодированием и свёртыванием, уплотнением при переходе на более высокие уровни организации и хранения.

Вместо практикума, или “Частное расследование — 2”. Читателю предлагается сопоставить собственный опыт подготовительной и обучающей деятельности с моделями, приведёнными на рис. 5 и 6, а также сопоставить достоинства и недостатки используемых моделей представления информации.

*В образовании — как на войне:
нет инструмента — нет и аргумента*

Технологические регулятивы

Технологические регулятивы различаются по функции, выполняемой в технологии проектирования и в КТД:

- “*функциональные модули*” — представляют собой типовые структуры (“кубики”) элементов образовательных систем и процессов;
- “*каркасы*” — представляют собой типовые опорно-узловые структуры, используемые для построения логико-смысловых моделей;
- “*логико-смысловые модели*” — представляют собой комбинацию опорно-узловых каркасов с нанесённой на них свёрнутой закодированной информацией об учебном процессе и учебном материале.

Регулятивы других типов могут разрабатываться по мере развития технологии.

Функциональные модули играют большую роль в технике: известно, что конструирование объектов из взаимозаменяемых, хорошо проработанных модулей более эффективно, чем конструирование из отдельных деталей. Именно поэтому сложные изделия (вычислительная техника, электронная аппаратура, суда, самолёты) в настоящее время собираются из функциональных модулей — подсистем объектов. Сегодня общепризнано, что многофункциональность систем — магистральная дорога эволюционного прогресса, кото-

рая обеспечивается унификацией на нижних системных уровнях.

Образовательные системы и процессы — не исключение и также должны строиться на основе функциональных модулей различного иерархического уровня, например: учебный материал и учебный процесс, супертема, супердисциплина, специализация, специальность, тема и т.п. Структура функциональных модулей первого типа определяется на основе системного подхода, а также в результате изучения опыта экспертов и прогнозирования развития образования, например, *битроичная структура*, состоящая из базовых элементов педагогических систем.

Функциональный модуль “учебный материал” представлен на рис. 7.

Модуль включает следующие элементы:

- *научное знание*: сведения о происхождении, развитии, строении и функционировании объекта;

- *гуманитарный фон* научного знания: сведения о том, кто, где, когда и каким способом открыл знание; как изучаемое знание включается в современную систему знаний; какое прикладное значение имеет знание для человека, общества и природы [Гельман Е.З. Кроме бинума и яблока. М.: Просвещение, 1990.];

- *учебная упаковка* научных знаний: причинно-следственное, пространственно-временное и компромиссно-конфликтное представление знаний; логико-смысловые модели представления знаний; учебные задачи на применение знаний; контрольные тесты и т.п.

Перечисленные компоненты как бы “проектируются” на следующие элементы педагогической системы: проекция на “объект” — выделяются сведения, относящиеся непосредственно к изучаемому предмету или явлению, например: строение, функционирование, развитие; проекция на “процесс” — выделяются сведения, относящиеся к операциям с изучаемым знанием, например: изучение, расчёт, применение; проекция на “субъект” — выделяются сведения, относящиеся к информационным, психологическим и методологическим предпосылкам, необходимым субъекту для изучения и применения знания.

Функциональный модуль “учебный процесс” (рис. 8) состоит из элементов — этапов освоения изучаемого явления (или “*макроинтериоризации*”): “*познание*” — фаза научного познания нового явления; “*переживание*” — фаза эмоционального и художественно-эстетического освоения изучаемого явления; “*оценивание*” — фаза освоения изучаемого явления путём оценивания (прикладной или иной ценности). Перечисленные фазы учебного процесса и процесс в целом должны подчиняться тем же универсальным требованиям, которым подчиняются самые различные процессы в природе, в технике и в социальной сфере:

- “*согласование*” или гармонизация свойств взаимодействующих элементов, необходимое для осуществления эффективного процесса; всегда, например, стремятся согласовать свойства измерительного инструмента и контролируемого объекта;

- “*компенсация*”, нейтрализация или подавление нежелательных свойств элементов и явлений, мешающих осуществлению процесса; всегда стремятся, например, компенсировать побочное действие лекарств;

- “*управляемость*” — возможность влиять на основные параметры процесса; сегодня, например, созданы авиационное крыло с изменяемой геометрией, автомобильные шины с изменяемым давлением, самофокусирующиеся видеокамеры и многие другие “самонастраивающиеся”, “самоуправляющиеся” и “самодействующие” объекты.

Очевидно, что приведённые структуры функциональных модулей “учебный материал” и “учебный процесс” являются *универсально-инвариантными* как для профессионального образования (техникум, профучилище, вуз, система повышения квалификации), так и для общего среднего образования. Степень развёртывания, наполнения, детализации модулей определяется конкретными условиями использования.

Попробуем дополнить набор третьим модулем, относящимся к элементу “субъект”, который мог бы выполнять функции условной модели личности учащегося. Обобщённые виды учебной деятельности в технологии определены, как упоминалось ранее, исходя из

следующих соображений. Среди различных констант бытия особое значение имеет троичная группа “истина — красота — добро”. Данной троичной группе констант соответствует другая троичная группа — “наука — искусство — мораль”, которая охватывает сферы освоения мира человеком. Для успешной деятельности в любой из перечисленных сфер необходимы соответствующие способности и виды деятельности, которые также образуют троичную группу: “познание — переживание — оценивание”. В каждой сфере деятельности человека выделяются одна ведущая, профессионально развитая и две поддерживающие способности, а их набор остаётся постоянным, и он пригоден как базовый для всех ступеней непрерывного образования.

Исходя из изложенного, можно представить третий (условный) функциональный модуль, или модуль личности учащегося, который приведён на рис. 9. “Каркасом” модуля являются формируемые в обучении базовые способности и виды деятельности, а “слоями” — базовые виды развития: психофизиологическое, духовно-интеллектуальное и социальное.

Переходить к новой макроструктуре занятий можно постепенно, по мере освоения отдельных элементов. Операции переживания и оценивания можно включить в гуманитарный фон изучаемого знания предметов общеобразовательного и профессионального цикла для усиления фиксации учебного материала. При изучении таких предметов, как профессиональная эстетика и этика, фазы переживания и оценивания должны занимать по объёму ведущее место, но при этом этап познания также входит в структуру учебного процесса.

Для активации переживания и оценивания изучаемого знания можно использовать произведения искусства — образное представление художниками, композиторами или поэтами тех или иных знаний. По мере освоения технологии целесообразно самим учащимся формировать художественные образы с помощью типовых приёмов.

Опорно-узловые каркасы являются важными инструментами КТД и используются для построения логико-смысловых моделей.

Опорно-узловые координаты — эффективный инструмент, идея которого возникает из “сгущения” различных факторов (рис. 10): радиально-концентрический характер структур головного мозга [Иванов В.В. Асимметрия мозга и знаковых систем. М.: Сов. Радио, 1978.]; исторические факты из опыта человечества: радиально-концентрические планы в строительстве, однородные географические и математические координаты; данные об организации процесса мышления человека с помощью логико-психологических координат [Шапиро С.И. Мышление человека и переработка информации на ЭВМ. М.: Сов. Радио, 1980]; продуктивные фразеологизмы и метафоры, порождающие полезные смысловые ассоциации, например, когда говорят “пространство решений”, то подразумеваются определённые смысловые связи и допустимые границы решений.

Архетипы будущих координат можно наблюдать также в исследованиях семантических пространств — при определении смыслового содержания предложений и внутренней структуры событий. Аналогичные идеи выдвигаются в области искусственного интеллекта, например, теория “грануляции” данных человеком на уровне подсознания — “...гранулы подвергаются оценке по системе многих факторов, которые зависят от состояния среды и самого субъекта”.

Постепенно, в процессе конструирования моделей представления знаний, был отработан набор опорно-узловых каркасов для представления логико-смысловых компонентов информации: координаторы — инструменты для представления учебного материала (рис. 11), навигаторы — инструменты для представления учебного процесса (рис. 12), бинарные алгоритмы для представления умений (рис. 13) и матрицы связи как промежуточный инструмент (рис. 14).

По мнению специалистов, система опорно-узловых координат идеально подходит для наглядного представления различных объектов в многомерных смысловых пространствах. Она имеет все признаки физической системы координат или фазового пространства как совокупности значений независимых и взаимосвязанных характеристик объектов.

Прототипом опорно-узловой системы координат можно считать геометрическую декартову систему координат, а семантическим аналогом — фрейм (англ. “рамка”, “каркас”). Однако по выразительным возможностям система опорно-узловых координат наиболее близка к реляционному представлению данных, при котором система — это набор атрибутов — осей (смысловые “срезы” проблемы), а узлы — множество значений этих атрибутов (различное содержание смысловых “срезов”). Именно при таком, “безглагольном” содержании информации в опорно-узловой системе координат правое полушарие воспринимает её как целостный образ.

Вербальная информация, которую необходимо обработать, упаковать и нанести на данные инструменты, должна обобщаться и сворачиваться с помощью адекватных обобщающих понятий — ключевых слов или словосочетаний, которые заменяют вербальные блоки при наименовании узлов. Могут также использоваться метафоры и аббревиатуры, дополняющие изобразительно-ассоциативные знаки, символы и рисунки для выполнения важной задачи: “Узелок на память в системе координат — лучший подарок близнему”.

Бинарный алгоритм (рис. 12) достаточно известен и применяется, чтобы представить различные программы и сценарии деятельности. “Бинарный” — значит, что каждое действие может иметь только два исхода: правильный и ошибочный (существуют и более разветвлённые алгоритмы).

Для конструирования бинарных алгоритмов используется троичный набор условий в соответствии с современной информационной технологией: действие — “что сделать?”, правило — “как сделать?”, условие — “если получилось так, то перейти к следующему шагу, а если получилось иначе, то остановиться”. Исключение последнего элемента приводит к тому, что учащиеся часто “привязываются” либо к действиям, либо к правилам выполнения действий и попадают в затруднительное положение при вариации условий задачи.

Здесь же необходимо отметить, что алгоритмы в образовании не получили широкого распространения, несмотря на обстоятельные исследования в данной области [Ланда Л.Н. Алгоритмизация в обучении. М., 1966.]. Можно предположить, что причина тому — особенности мышления на этапе учебно-познавательной деятельности, для которого более предпочтительны нечёткие алгоритмы, стимулирующие поиск и конструирование.

Переход от учебного материала к учебному процессу сопровождается, образно говоря, уменьшением количества информации и увеличением количества деятельности, в таких случаях целесообразно использовать матрицу межкоординатной связи (рис. 13). Нанесение информации на опорно-узловые каркасы требует следующих операций: разделить темы на основные части; выделить существенные элементы (опорные узлы) в каждой части; определить порядок расстановки (ранжирование опорных узлов на координате); подобрать обобщающее ключевое слово или словосочетание (понятие, метафора, аббревиатура) для свёртывания и кодирования блока информации при опорном узле.

Логико-смысловые модели (далее — ЛСМ) — новый класс моделей представления информации в многомерных смысловых пространствах. ЛСМ — комбинация опорно-узловых каркасов и микрооператоров, программирующих операции переработки информации. Для конструирования ЛСМ можно рекомендовать следующие, проверенные на практике типовые координаты: **К** — ЦЕЛЬ: назначение, роль, смысл, сущность темы; **К** — РЕЗУЛЬТАТ: контролируемые знания и умения по теме; **К** — СОСТАВ ТЕМЫ: учебный материал, учебный процесс, авторский стиль преподавателя; **К** — “ПРОЦЕСС”: ориентировочные основы действий для получения вербального описания и идеального образа изучаемого предмета; **К** — КЛЮЧИ ПРЕДМЕТА — важнейшие категории предмета, используемые на занятиях.

Системные ключи представления информации необходимы в учебно-познавательной деятельности и составляют особую координату: *пространственно-временное* представление мира, то есть представление различных объектов в виде иерархических, изменяющих-

ся систем; *причинно-следственное* представление событий и процессов, то есть установление связи между внешними, видимыми признаками явлений и событий и скрытыми причинами, порождающими события и явления; *компромиссно-конфликтное* представление развития, то есть различение двух возможных путей развития (эволюции, изменения) объектов: компромиссного, по формуле “ИЛИ-ИЛИ”, и конфликтного, по формуле “И+И”. Этот набор ключей помогает учащимся сформировать основы системного мышления, необходимые и при получении профессионального образования, например: в технической, медицинской, архитектурной, педагогической и других областях.

ЛСМ на основе опорно-узловой системы координат конструируются следующим образом:

- в условный фокус внимания помещается объект конструирования: тема экспериментального занятия, проблемная ситуация, задача и т. п., например, тема — “Термомеханические преобразователи” (рис. 17);

- определяются основные части темы, например: происхождение изучаемого объекта, его строение и функционирование, которые отображаются на будущих координатах, например: “Вещество — преобразователь эффекта”, “Параметры преобразования: крутизна, диапазон и линейность”, “Сопутствующие эффекты и явления”, “Первичные технические функции на основе термомеханического эффекта”;

- определяются дополнительные части темы, например: цель и результаты изучения объекта, прикладное значение знаний об объекте, практикумы и тесты и т. п., например, обзор “Изобретения из различных отраслей техники, основанные на термомеханическом эффекте”;

- в соответствии с выбранным признаком из информации в каждой части темы выделяется существенная группа сведений, которая кодируется с помощью ключевого слова (словосочетания, аббревиатуры, метафоры) и помещается в очередной опорный узел на текущей координате, например, координата “Вещество — преобразователь эффекта”: твёрдое, эластичное, дисперсное, жидкое, газообразное, частицы, отсутствующее; при необходимости даются развёрнутые текстовые комментарии к названиям координат и узлов.

ЛСМ на основе системы опорно-узловых координат отличается универсальностью: микрооператоры заполнения координат и узлов могут изменяться в зависимости от решаемой задачи, но конфигурация и функциональные свойства получающейся модели остаются неизменными.

Пространство между двумя координатами, сформированными самостоятельно или выделенными из предварительно разработанной системы координат, образует *межкоординатную опорно-узловую матрицу*. Ячейки такой матрицы представляют собой новую полезную информацию в виде смысловой связи между опорными узлами, расположенными на координатах.

ЛСМ на основе опорно-узловой матрицы связи конструируются следующим образом:

- размещают на координатах наборы узлов, смысловая связь между которыми образует будущую тему;

- формируют новую информацию, выявляя связи узлов первой координаты с узлами второй координаты при помощи операторов смысловой связи или смыслового взаимодействия; каждый узел матрицы, как и при построении системы координат, кодируется ключевым словом или словосочетанием, после чего комментируется в разрабатываемой теме.

Для решения различных задач могут использоваться некоторые стандартные операторы смысловой связи между узлами матрицы:

- смысловая “проекция” узла первой координаты на узлы второй координаты (желательно в виде типовых триад), например: узел “электрический ток” (первая координата) в “твёрдых, жидких и газообразных средах” (вторая координата);

- установление причинно-следственной связи между узлами, расположенными на различных координатах, например: появление капиллярных свойств у трубопровода (первая координата) при уменьшении его внутреннего диаметра (вторая координата); повышение

температуры (первая координата) и связанное с ним изменение агрегатного состояния воды (вторая координата);

- перенос свойств с одного узла первой координаты на другой узел второй координаты, например, имитация окраски камня или дерева (первая координата) на декоративных плёнках (вторая координата);

- варианты реализации одного узла первой координаты с помощью других узлов второй координаты, например, функция рычага (первая координата) реализуется клиновой, кулисной и зубчатой передачами (вторая координата).

Логико-смысловые модели на основе опорно-узловых матриц связи, так же, как и на основе опорно-узловых координат, отличает универсальность: микрооператоры заполнения узлов могут изменяться в зависимости от решаемой задачи, но конфигурация и функциональные свойства получающейся модели остаются неизменными. Важно и то, что с помощью матриц связи выполняется моделирование и поисковое конструирование знаний, развивающее творческие способности учащихся и необходимое в будущей профессиональной деятельности при решении творческих задач.

Конструирование *бинарных алгоритмов* на основе матриц осуществляется следующим образом. На первой координате матрицы располагают действия, а на второй координате — правила и условия выполнения действий. Отрабатывают наборы действий, правил и условий для всех шагов сценария и переходят к его конструированию. Например, при построении сценария распознавания какого-либо предмета на одной координате расставляются действия последовательного сравнения признаков предмета с типовым набором признаков, а на другой координате против каждого действия расставляются соответствующие правила выполнения и условия. В простейшем случае получается диагональная матрица, в диагонали которой располагаются опорные узлы — шаги, из которых затем составляется бинарный алгоритм.

Бинарные алгоритмы можно использовать при построении типовых сценариев деятельности, например: решение и конструирование задач, выполнение лабораторных работ или практикумов, проведение самостоятельных экспериментов и т.п.; распознавание: измерение, выделение и классификация признаков предметов или явлений; описание: последовательное использование признаков рода и вида для сравнения с признаками изучаемого предмета; решение задач на определение качественных и количественных связей, на определение параметров типовых процессов.

Опорные узлы для ЛСМ моделей могут выявляться эмпирически (интуитивно, на основании опыта) в тех случаях, когда информация не содержит неопределённости, например, на координату наносятся рекомендованные, типовые элементы содержания образования. Однако могут возникать и ситуации, требующие детальной, поэтапной проработки информации в опорных узлах. В этом случае для конструирования узлов используется универсальная модель (рис. 14), основанная на системных ключах представления информации и трёхшаговый алгоритм микродиагностики проблемной ситуации, позволяющий проследить причинно-следственные связи на трёх уровнях: логическом, функциональном и информационном.

Системный “портрет” ситуации формируется в следующих координатах:

- **К1** — ПРОСТРАНСТВО: у1-подсистемы, у2-системы, у3-надсистемы;
- **К2** — ВРЕМЯ: у1-предшествующий период, у2-настоящее время, у3-будущее время;
- **К3** — КОМПРОМИСС (формула — “ИЛИ-ИЛИ”): у1 — “ИЛИ+” (или больше...), у2-“ИЛИ-” (или меньше...), у3-вид связи между тенденциями “ИЛИ+” и “ИЛИ-”;
- **К4** — КОНФЛИКТ (формула “И+И”): у1- “И+” (и больше...), у2-“И-” (и меньше...), у3-вид связи между тенденциями “И+” и “И-”;
- **К5** — ПРИЧИНА: у1-логическая необходимость следствий, у2-функциональная или физическая зависимость между причинами и следствиями, у3-информационная обусловленность следствий при различных возможных причинах;
- **К6** — СЛЕДСТВИЕ: у1-необходимое следствие, у2-вероятное следствие, у3-

потенциальная возможность;

- **К7** — РЕЗУЛЬТАТЫ: у1–изменение полезности, у2–изменение платы за полезность, у3–связь между полезностью и изменением платы за полезность.

Если по каким-либо причинам фактическое соотношение полезности и платы за полезность неприемлемо, например, при использовании полезной функции приходится мириться с сопутствующим серьёзным недостатком, то возникает необходимость пошаговой диагностики причинно-следственной связи в конфликте и поиске способов изменения объекта.

На первом шаге (К1) анализируется конфликт следствий: выявляются положительные и отрицательные следствия (результаты), относящиеся к проектируемой теме или экспериментальному уроку; данный уровень конфликта называют конфликтом требований.

На втором шаге (К2) анализируется конфликт механизма формирования следствий (механизма реализации причин); этот уровень конфликта называют конфликтом функций (реализации причин). На третьем шаге (К3) анализируется конфликт свойств или причин.

После диагностики конфликта свойств выполняется такой эвристический синтез конфликтующих свойств (причин), при котором конфликт разрешается: объединение конфликтующих свойств путём разделения их в пространстве, объединение конфликтующих свойств путём изменений в надсистеме, объединение конфликтующих свойств путём изменений в подсистеме; объединение конфликтующих свойств путём разделения их во времени.

На рис. 15 показана схема взаимосвязи системы координат, матрицы связи и бинарного алгоритма, на рис. 16 — пример ЛСМ координатно-матричного типа “Навигатор” для поддержки выполнения учебного процесса.

ЛСМ начинается с одной координаты как части будущей системы координат. К первой координате добавляется вторая и так далее — до образования полной системы координат. Затем из системы координат выделяется часть смыслового пространства между двумя координатами в виде матрицы смысловой связи. Использование многомерного смыслового пространства для последовательных операций с использованием знаний приводит к качественно новой координате вдоль оси времени — к координате бинарного алгоритма или сценария деятельности.

При конструировании ЛСМ применяются те же приёмы, что и при логико-смысловой переработке информации в процессе учебной деятельности:

- “*расщепление*” — разделение темы на части при определении набора координат (“Определить круг вопросов”);

- “*координирование*” — расстановка координат в многомерно-смысловом пространстве (“Привести знания в систему”);

- “*шкалирование*”, или формирование однородных и перечислительных шкал на координатах;

- “*гранулирование*”, или выделение узловых вопросов в каждой части темы (“Узелки на память”);

- *ранжирование* — расстановка опорных узлов по определённому основанию на каждой координате (“Разложить по полочкам”);

- “*матрицирование*” — выявление связей и отношений между опорными узлами с помощью матриц связи (“Всё связано со всем”);

- *перекодирование* для свёртывания информации при каждом опорном узле с помощью обобщающих понятий, метафор или аббревиатур (“Крючки на память”).

В ЛСМ координатного типа различаются два вида связей: между узлами, расположенными на одной и той же координате, и между узлами, расположенными на разных координатах. В ЛСМ координатно-матричного (см. рис. 16) могут быть три типа связей: соотношение (параметров), взаимосвязь и взаимодействие.

ЛСМ при их внешней простоте обладают следующими полезными свойствами:

- служат *эффективными дидактическими инструментами*: поддерживают моделирова-

ние и конструирование знаний благодаря стимулированию режимов — квазидialogового и самоорганизации;

- играют роль *мнемосхем* при запоминании и воспроизведении информации благодаря универсальности (любой учебный предмет обязательно имеет два универсальных компонента: содержание и логику);

- обеспечивают *особую теоретическую наглядность* в материализованной, зрительной форме при абстрактно-логическом мышлении; позволяют видеть в обобщённой форме весь предмет, тему или проблему сразу и в то же время каждую часть, каждый её существенный, узловой элемент отдельно;

- облегчают *синтез* знаний благодаря недоопределённой форме представления результатов предварительной их декомпозиции;

- обладают *многофункциональностью*, так как опорно-узловые инструменты могут заполняться по различным микропрограммам при решении как учебных, так и профессиональных задач;

- обладают *алгоритмизированностью*, так как последовательность нанесения или считывания информации не может быть произвольной, то есть представляет собой определённый алгоритм;

- позволяют *деперсонифицировать* инновационные педагогические разработки и транслировать передовой опыт благодаря тому, что пользователь сам наносит ткань и окраску на “каркас” темы.

Логико-смысловые модели позволяют в компактной форме представить проектируемое занятие, в процессе проведения которого используются в качестве инструмента для координации совместной деятельности, для трансляции учебного материала и управления деятельностью учащихся. При использовании ЛСМ существенно возрастает синхронность учебной деятельности в группах, выравнивается качество запоминания, освобождается осознаваемая часть мышления от необходимости удержания в памяти ориентировок по обработке информации, уменьшается напряжение, вызванное опасением упустить какие-либо фрагменты благодаря наглядности накапливаемой информации. Освоение ЛСМ превращает подготовительную и обучающую деятельность в естественный для человека творческий процесс моделирования и конструирования знаний. Благодаря новым публикациям стало известно о выдвинутом ранее предположении, что “...с помощью смысла специальных понятий и категорий можно задать особую модель объекта, выполнить схематизацию смысла”. Данное предположение, как и приведённые другие, также можно отнести к мыслям — “предчувствиям технологии”.

Приведём ещё один пример с использованием универсального “методического пособия” — мела. Предположим, что при конструировании модели занятия по теме “Мел” необходимо подготовить вопросы: “Вредное свойство мела” и “Совершенствование мела”.

Тогда информация о вредном свойстве мела развернётся с помощью ЛСМ (рис. 14) следующим образом:

- **К1** — ПРОСТРАНСТВО: у1–подсистемы — частицы мела, у2–системы — сам мел, у3–надсистемы — сферы производства, транспортировки, продажи и утилизации мела;

- **К2** — ВРЕМЯ: у1–предшествующий период — до взаимодействия мела с рукой, у2–настоящее время — взаимодействие мела с рукой, у3–прошедшее время — после взаимодействия мела с рукой;

- **К3** — КОМПРОМИСС (формула — “ИЛИ-ИЛИ”): у1–“ИЛИ +” — твёрдость мела понижается, чтобы лучше рисовал, у2– “ИЛИ–” — твёрдость мела повышается, чтобы меньше пачкал руки, у3–вид связи между тенденциями “ИЛИ +” и “ИЛИ–”, например, при изменении технологии производства мела по просьбе потребителей;

- **К4** — КОНФЛИКТ (формула “И+И”): у1–“И +” — необходима и низкая твёрдость мела; у2–“И–” — необходима и высокая твёрдость мела; у3–вид связи между тенденциями “И +” и “И–” — один из способов разрешения конфликта;

- **К5** — ПРИЧИНА: у1– логический уровень (если выполняется причинное условие —

“твёрдость мела высокая”, то...); у2– функциональный уровень (если увеличивается твёрдость мела, то...); у3– субъективный, или прогнозируемый уровень (если можно управлять твёрдостью мела, то...);

• **К6** — СЛЕДСТВИЕ: у1–логический уровень (так как было выполнено причинное условие, то выполняется и следствие — мел меньше пачкается); у2–функциональный уровень (так как была увеличена твёрдость мела, то мел стал меньше пачкаться); у3–субъективный, или прогнозируемый уровень (так как возможно увеличение твёрдости мела, то можно ожидать, что мел будет меньше пачкаться);

• **К7** — РЕЗУЛЬТАТЫ+: у1–изменение полезности — сохранение мягкости мела при уменьшении его нежелательных свойств; у2–изменение платы за полезность — изменение технологии изготовления мела; у3–изменение соотношения полезности и платы за полезность станет ясным после нахождения приемлемого способа разрешения конфликта.

Поиск технических способов разрешения конфликта, то есть формирование информации для узла “совершенствование мела”, требует применения диагностики причинно-следственной связи и изменения причин, следствий и результатов:

• на первом шаге анализируется конфликт следствий или требований, например, несовместимы требования к мелу, чтобы он хорошо рисовал и не пачкал руки;

• на втором шаге анализируется конфликт механизма формирования следствий, например, первое требование выполняется благодаря хорошему отделению частичек мела и переносу их на поверхность доски, а второе требование не выполняется из-за того, что одновременно частички мела должны плохо отделяться и не переноситься на руки;

• на третьем шаге анализируется конфликт причин (свойств), например, частички мела хорошо отделяются вследствие невысокой механической связанности между собой, а для выполнения второго требования необходимо, чтобы они были хорошо связаны между собой.

Конфликт заключается в том, что требования, предъявляемые к свойству мела, несовместимы. Необходим такой синтез (объединение) конфликтующих свойств, при котором конфликт бы разрешался. Например: вдоль координаты К1: объединение конфликтующих свойств путём разделения их в пространстве — там, где мел взаимодействует с доской, он должен обладать первым (основным) физическим свойством — быть мягким, а там, где мел взаимодействует с рукой, он должен обладать вторым (дополнительным) физическим свойством — быть твёрдым.

Конкретно конфликт может разрешаться тремя способами:

• механическим, например, введение нового конструктивного элемента — бумажного патрончика для разделения руки и мела;

• физическим, например: нанесение клеевого слоя на боковую поверхность, термическая обработка боковой поверхности для связывания частиц в пристенном слое;

• химическим способом, например, обработка боковой поверхности химическим реагентом для связывания частиц в пристенном слое.

Перечисленные изменения мела относятся к уровню “подсистемы” (К1 — у1). Примечательно, что по этой схеме в профессиональной деятельности выполняются изобретения, связанные с совершенствованием свойств технических объектов.

На рис. 17 приведена схема трансформации опорно-узловой каркаса в ЛСМ (опорно-узловой каркас с информацией, замещающей микрооператор).

Вместо практикума, или “Частное расследование — 3”. Читателю предлагается выявить в хорошо отработанной, известной теме имеющиеся и отсутствующие элементы функциональных модулей, приведённых на рис. 7 и рис. 8. Результаты исследования можно использовать для дальнейшего совершенствования темы.

Инварианты знаний занимают промежуточное положение между теоретическими и практическими (прикладными) знаниями и связывают их между собой [Бом Д. Роль инвариантов в восприятии// Хрестоматия по ощущению и восприятию/ Под ред. Гиппенрейтер Ю.Б., Михалевской М.Б. М.: МГУ, 1975; Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения.

М.: 1986; Ротенберг В.С., Бондаренко С.М. Мозг. Обучение. Здоровье: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1989.]. Скорость устаревания инвариантов знаний располагается между малой скоростью старения теоретических знаний и сравнительно высокой скоростью старения прикладных разработок. Идея инвариантов знаний достаточно нова и мало разработана, чем объясняется их редкое использование в учебном материале. На рис. 18 приведён инвариант знаний по теме “Термомеханический эффект”, иллюстрирующий образование первичных и вторичных технических функций на основе эффекта изменения параметров физических сред под воздействием тепловой энергии. На рис. 19 приведён экспериментальный инвариант знаний по теме “Пейзаж”, для которой в дальнейшем предстоит поиск матрицы (аналога преобразователя энергии) и уточнение состава координат.

Общая характеристика технологии формировалась с участием Научно-исследовательского института высшего образования НИИ ВО и представлена следующим образом: **“Технология логико-эвристического проектирования профессиональных образовательных систем и процессов на функционально-модульной основе”**

Включение признака “профессиональных” в название технологии определяется, по мнению специалистов, её пригодностью для проектирования не только общего среднего, но и профессионального образования. В основу технологии положены следующие ключевые положения: уточнённая парадигма образования: целостное развитие личности, овладение целостным видением мира и профессии, ориентация в мире и в профессии; использование базовых констант образования в элементах образовательных систем; использование функционально-модульного принципа построения образовательных систем и процессов; применение системообразующего принципа организации предметов, например: “Единая супердисциплина специальности”; использование ЛСМ представления учебного материала и учебного процесса в качестве “орудий” учебной деятельности, обеспечивающих функционально полный процесс усвоения знаний на микро- и макроуровне.

Вместо практикума, или “Почувствуйте разницу — I”. Читателю предлагается наилучший способ освоить опорно-узловые инструменты — попытаться перезаконспектировать свои наиболее сложные, насыщенные информацией лекции с помощью ЛСМ представления учебного материала и учебного процесса, а затем научить тому же коллег и учащихся.