

УДК 37.02  
ББК 446.1.2

## **ИНВАРИНТЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДИДАКТИЧЕСКИХ МНОГОМЕРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

**В. Э. Штейнберг,  
А. Ю. Шурупов**

В статье представлены новые научные результаты, полученные специалистами БНОЦ УрО РАО и Башгоспедуниверситета в области применения дидактических многомерных инструментов для совершенствования профессионального и общего образования [1]. Актуальность научного направления обусловлена повышением требований к выпускникам общеобразовательной и профессиональной школы, которые должны адаптироваться к непростым социально-экономическим условиям, быть самостоятельными, критически мыслить, уметь находить новые идеи. Общество объективно заинтересовано в способностях и качествах личности, которые закладываются в образовании и которые приходится формировать сегодня при сокращении часов, отводимых на дисциплины естественно-научного цикла, при понижении мотивации к обучению в массовой общеобразовательной школе из-за изменения социально-экономических условий.

В данных условиях перед педагогической наукой возникает задача поиска путей интенсификации учебного процесса на основе новых дидактических средств, активизирующих не только познавательные, но также эмоционально-образные и оценочные компоненты мышления, понижающих познавательные затруднения учащихся общеобразовательной и профессиональной школы [2], [3]. Необходимо заметить, что проектирование представляет эффективную основу инновационной работы, способствует не только творческому росту учителя, но и формирует творческие качества учащихся, их способность к самостоятельной учебной деятельности, помогает не только познавать, но также переживать и оценивать получаемые на занятиях знания, является эффективной формой обучения и самообучения.

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является разработка и освоение так называемых учебно-предметных (физических и т. п.) инвариантов знаний, в которых удалось реализовать на альтернативной основе ряд отечественных педагогических идей, в т. ч.: поэтапного формирования умственных действий с использованием ориентировочных основ (ООД) П. Я. Гальперина – Н. Ф. Талызиной [4], укрупнения дидактических единиц (УДЕ) П. М. Эрдниева [5], развивающего обучения (РО) В. В. Давыдова и Д. Б. Эльконина [6], инвариантов знаний Д. Бома [7], активизации педагогического потенциала учителя В. И. Загвязинского [8]. В разработке использованы дидактические многомерные инструменты и дидактическая многомерная технология на их основе [9].

Физические инварианты знаний, как перспективная форма содержания образования, выполняют функции ориентировочных основ действий и являются связующим звеном между теоретическими и прикладными знаниями, позволяют продемонстрировать то, насколько органично связаны между собой научная и производственная сферы деятельности, помогают выявить эти связи, дают возможность сформировать у учащегося представление о логике образования и логике усвоения знаний.

Ведущая педагогическая идея инвариантов знаний заключается в создании системообразующего дидактического образа изучаемой темы, включающего следующие уровни:

- первый уровень: физическая, химическая или иная теория, причинные факторы;
- второй уровень: многомерное пространство реализации теории в различных средах и при различных условиях, первичные (физические) функции;
- третий уровень – различные практические приложения теории, или вторичные (прикладные) функции.

В качестве примера далее приводится физический инвариант знаний по теме «Молекулярно-кинетическая теория (МКТ)», включающий следующие блоки: блок познавательной деятельности (рис. 1); блок практических упражнений, включающий дидактические матрицы познавательной деятельности (рис. 2 – 4) и дидактический генератор задач (рис. 5 – 6); блок переживательной (эмоционально-эстетическое переживание) и оценочной деятельности

(рис. 7). В зависимости от изучаемой дисциплины преподавателем могут проектироваться, как показала практика, учебные инварианты знаний и по другим дисциплинам: химии, литературе, теплотехническим устройствам, электронным приборам и т. п.

### **Блок познавательной деятельности**

Физический инвариант знаний «МКТ» (рис. 1) представляет собой многомерную модель координатно-матричного типа, которая включает девять смысловых групп (координат) и межкоординатные матрицы элементных связей.

Количество координат в каждом конкретном случае определяется перечнем узловых вопросов содержания, которые наглядно представляют тему в целом и ее отдельные элементы, с которыми оперируют учащиеся в процессе познавательной деятельности.

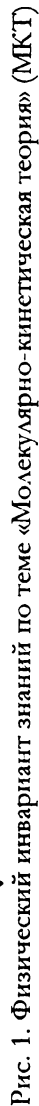
Координата K1 отображает возможные среды, в которых может реализовываться молекулярно-кинетическая теория – это твердые тела, жидкости и газы.

Координата K2 включает основные положения МКТ, а межкоординатная матрица M (K1 – K2) определяет особенности реализации в разных средах.

Координата K3 содержит основные анализируемые предпосылки формирования МКТ, межкоординатная матрица M (K2 – K3) связывает их с основными положениями МКТ.

Координата K4 представляет ученых, внесших наибольший вклад в формирование МКТ.

Координата K5, которая названа «Фундаментально-характеристический комплекс» (ФХК), представляет собой комплекс фундаментальных понятий и определений, а также основной набор характеристик, позволяющих сделать количественное описание процесса. В отличие от большинства методик нами не используется разделение на определения и величины, так как в реальном процессе анализа явления такой четкой градации не делается. Формируется некий сгусток информации, дающий исчерпывающее описание проблемы и фундаментально-характеристический комплекс представляет собой этот именно такой сгусток знаний. Межкоординатная матрица M (K4 – K5) показывает конкретный вклад ученого в формирование теории.



Координата К6 отражает физические эффекты и явления, иллюстрирующие и подтверждающие теорию, а межкоординатная матрица М (К5 – К6) показывает что именно данный эффект или явление иллюстрируют.

Координата К7 содержит основные методы исследования и моделирования. Здесь дополнительные связи не устанавливаются, так как эти методы являются общими.

Координата К8 показывает внешние факторы наиболее значимые с точки зрения МКТ.

Координата К9 представляет собой набор первичных функций, то есть оценку прикладного аспекта на основе общетеоретических выводов. Межкоординатная матрица М (К9 – К1) устанавливает связь первичных функций со средами реализации, а межкоординатная матрица М (К9 – К8) – с основными факторами влияния. Кроме того, координата отражает тот факт, что первичные функции могут реализовываться как вне зависимости друг от друга, так и во взаимосвязи. Смысловой вектор «Вторичные (прикладные) функции» демонстрирует конкретное технологическое применение первичных функций.

Многомерное пространство физического инварианта знаний по темам МКТ позволяет решить следующие дидактические задачи:

- а) сформировать целостный образ важного раздела физики – МКТ;
- б) организовать систематизированное выявление связей и отношений между основными группами знаний;
- в) проследить связь между верхним – теоретическим уровнем физического инварианта знаний и нижним – прикладным уровнем, охватывающим различные промышленно-технологические способы реализации МКТ.

### **Блок практических упражнений**

Освоение знаний, представленных физическим инвариантом, операции по анализу и синтезу поддерживаются дидактическими матрицами познавательной деятельности с вербально представленными элементами темы МКТ (рис. 2) или обозначенными с помощью пиктограмм (рис. 3). На координату «Элементы физического инварианта знаний МКТ» выносятся основные шестнадцать элементов знаний, которые должен усвоить учащийся и использовать при выполнении практических упражнений.



3. Факторы влияния: *знаю* – внешние факторы, которые согласно МКТ способны повлиять на свойства материалов; *умею* – распознавать их среди множества других.

4. Молекула: *знаю* – определение молекулы; *умею* – распознавать ее среди других физических тел.

Один из возможных вариантов активизации образного компонента мышления и подготовки учащегося к выполнению эмоционально-эстетической переживательной учебной деятельности заключается в том, что для вербально представленных элементов МКТ преподавателем и учащимися совместно подбираются или разрабатываются пиктограммы для обозначения необходимых элементов (рис. 3), позволяющих придать познавательной матрице образно-понятийный характер.

### Блок дидактического генератора задач

С целью более глубокого изучения темы МКТ на основе продуктивной деятельности, предложена и реализована идея дидактического генератора элементарно-ориентированных задач, связывающего решающие процедуры, дидактические умения и основные элементы МКТ (рис. 4).

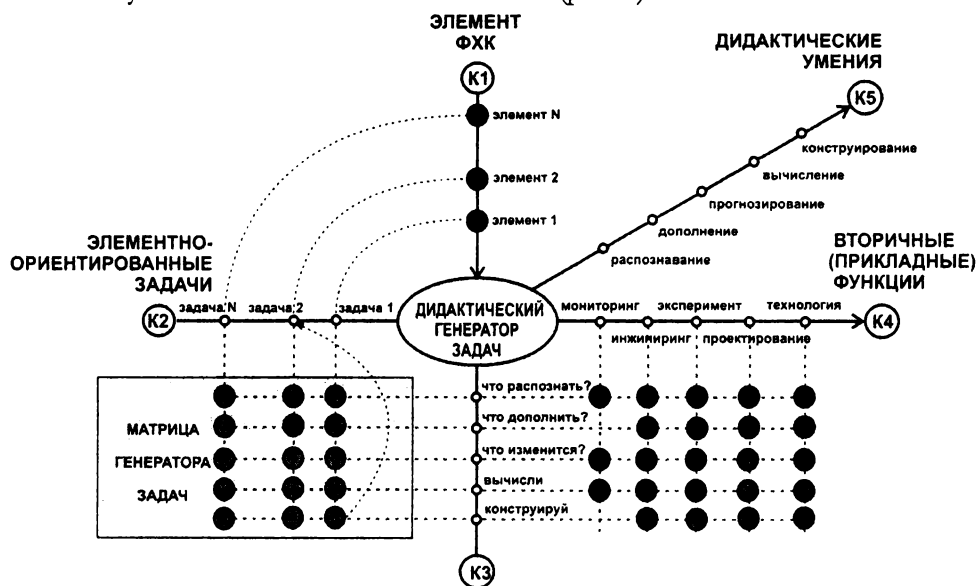


Рис. 4. Дидактический генератор задач по теме МКТ

Дидактический генератор задач представляет собой логико-смысловую модель координатно-матричного типа с нестандартным (обратным) расположением координат, которая включает пять координат – смысловых групп и две межкоординатные матрицы связей.

Координата K1 объединяет те элементы фундаментально-характеристического комплекса, которые требуют практической проработки, количество их оптимизируется в соответствии с условиями учебной деятельности (уровень подготовки учащихся, профиль класса и т. д.).

Координата K2 содержит элементарно-ориентированные задачи, причем, между конкретной решаемой задачей и элементом фундаментально-характеристического комплекса устанавливается непосредственная связь.

Координата K3, называемая «Процедура решения», представляет собой совокупность шагов по которым необходимо пройти при решении задачи. Межкоординатная матрица М (K2–K3) является непосредственным генерирующим элементов, реализующим определенный алгоритм, согласно которому можно провести задачу по всей процедуре решения, или перейти к конструированию задачи для следующего элемента фундаментально-характеристического комплекса с учетом предыдущего элемента.

Координата K4 содержит перечень основных областей деятельности (производственной, исследовательской и т. д.), в которых наиболее востребованы умения, приобретаемые в процессе решения физических задач.

Межкоординатная матрица М (K3–K4) показывает, какой вид деятельности, входящий в процедуру решения, характерен для данной области производственной деятельности.

Координата K5 содержит основные дидактические умения, которые вырабатываются на занятии при решении задачи.

Работа генератора задач представлена алгоритмом (рис. 5), который предусматривает определение набора элементов фундаментально-характеристического комплекса, требующих практической проработки. После выбора первого элемента формулируется условие задачи таким образом, чтобы искомая величина не выступала явно. Далее сформулированная задача решается следующими процедурами. На этапе распознавания выявляются процессы, описываемые в условии, искомые величины, явно и неявно заданные параметры. Намечается путь решения и анализируется достаточность данных.



При недостатке данных переходят к этапу дополнения. Здесь выявляются необходимые константы, промежуточные величины, требующие расчета. На следующем этапе проводится анализ изменений системы или среды, описываемой в задаче, а также прогнозирование ситуации. На этапе вычисления проводится количественный расчет необходимых параметров и делается анализ результатов.

Далее работа может идти по двум путям. Если другие элементы фундаментально-характеристического комплекса практической отработке не подлежат, то работу генератора можно прекратить. При втором варианте требуется перейти к этапу конструирования, на котором происходит создание задачи для следующего элемента фундаментально-характеристического комплекса с учетом предыдущего. После этого цикл повторяется.

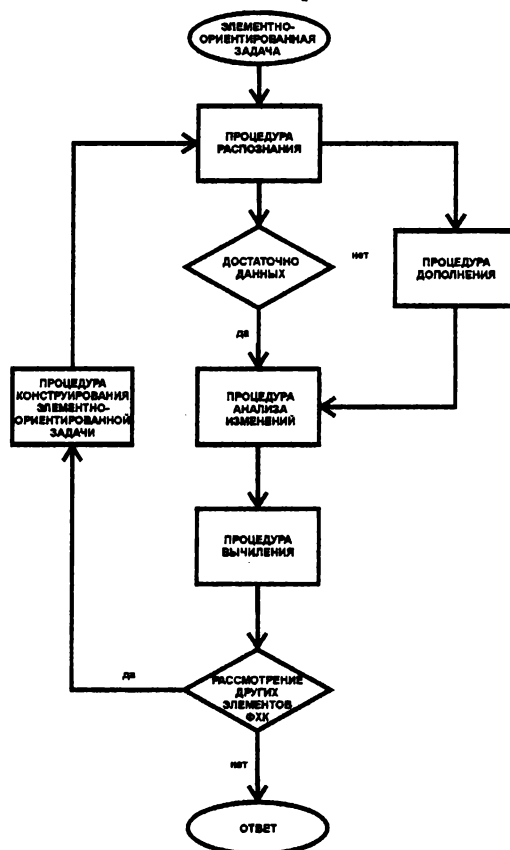


Рис. 5. Алгоритм работы дидактического генератора задач по теме МКТ

### Блок переживательной (эмоционально-эстетической) и оценочной деятельности

Данные блоки предназначены для усиления развивающего потенциала физики как учебного предмета, с их помощью изучаемое знание переживается эмоционально-эстетическим способом (художественное слово, рисунок и т. п.), а затем оценивается путем его «проекции» на определенные объекты или сферы действительности. Ассоциативный эстетический отклик на элементы изучаемого знания генерируется в малых формах: фразы, микросказки или микро-рисунки с помощью дидактической матрицы эмоционально-эстетической переживательной и оценочной учебной деятельности (рис. 6).

Организация этапов переживательной (эмоционально-эстетической) и оценочной деятельности может выполняться и иными способами, не затрудняющими выполнение учебной программы.

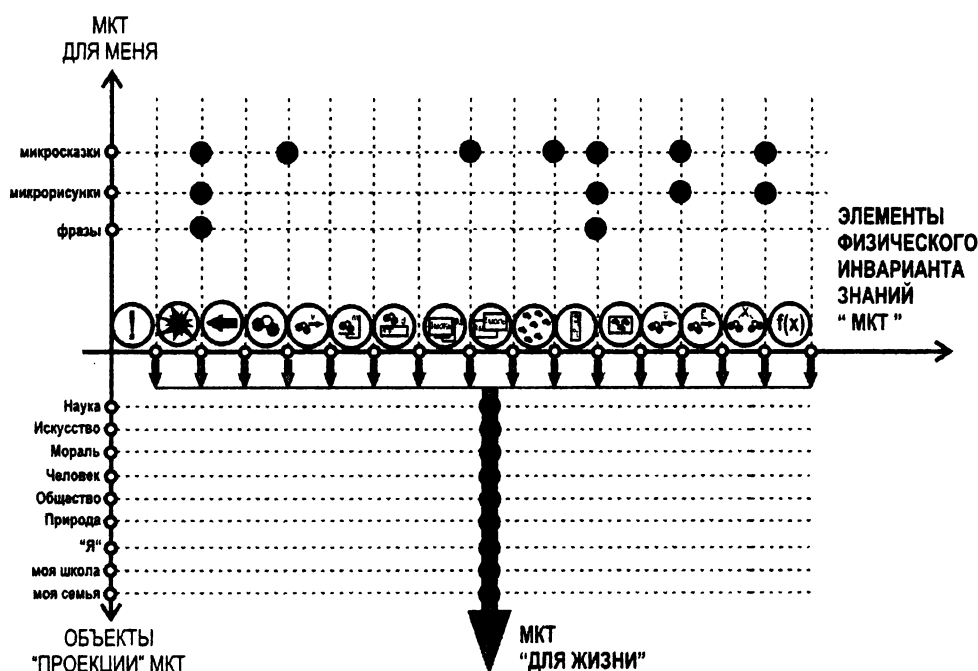
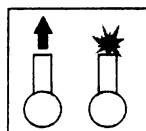
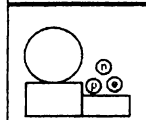


Рис. 6. Дидактическая матрица эмоционально-эстетической переживательной и оценочной учебной деятельности по теме МКТ

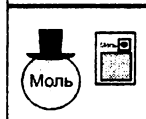
### Микросказки и микрорисунки



1. Жил-был серьезный Опыт, который очень гордился своей целенаправленностью в отличие от занимательного Опыта, приводившего детей в восторг.



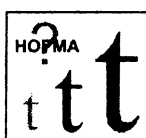
2. Жила-была Молекула, когда-то называвшаяся мельчайшей частицей, а теперь свысока поглядывающая на атомную и элементарно-частичную мелюзгу.



3. Жил-был благородный химический Моль, который сильно огорчился, когда его путали с одноименным насекомым.



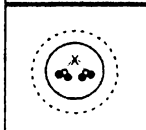
4. Жила-была Концентрация, отличавшаяся постоянством, и которая очень не любила, когда ее меняют.



5. Жили-были три знатные сестры Высокая Температура, Средняя Температура и Низкая Температура. И была у них бедная родственница – Нормальная Температура, которую почему-то больше предпочитали люди.



6. Жила-была Скорость – ни большая, ни маленькая, а очень даже средняя, и более того – средняя квадратичная.



7. Жил-был Идеальный газ, молекулы которого ни как не взаимодействовали, и от этого его распирали внутренние противоречия.

### Фразы и микрорисунки

Перевести на «МКТецкий» язык следующие фразы:



1. Нерастворимое вещество –

«Вещество, в котором молекулы настолько дружны, что их не разлить водой или другим физическим раствором».



2. Перегретое вещество –

«Вещество, в котором молекулы носятся как угорелые с превышением скорости, напрочь забыв о «правилах теплового движения».

Оценочная учебная деятельность также поддерживается упомянутой дидактической матрицей (рис. 6) и выполняется путем выявления смысловых связей между элементами изучаемой темы и триадами типа «наука – искусство – мораль», «человек – природа – общество» и т. п.

1. Наука – физическое окно в природу.
2. Искусство: живопись, архитектура, музыка, ювелирные изделия.
3. Морально-этические аспекты применения знаний МКТ: «все начинается с малого», добро-зло, лекарство-яд, оборона-нападение.
4. Человек: инструменты, технологии, условия жизни.
5. Общество: среда и способы ее преобразования и исследования.
6. Природа: метеорология, объяснение и предсказание.
7. «Я»: смеси, растворы, струйный принтер, вещи вокруг нас.
8. Моя школа: вентиляция и отопление, столовая.
9. Моя семья: кулинария, автомобиль.

Данный инвариант знаний, как системообразующий компонент учебного материала и учебного процесса, может дополняться необходимыми дидактическими средствами и иллюстрациями по усмотрению педагога, исходя из конкретных задач и условий обучения.

Опытно-экспериментальная работа по освоению дидактической многомерной технологии [10] в преподавании физики, по проектированию и опробыванию физических инвариантов знаний началась в 1998 году в СШ № 1 города Агидель, в эксперименте участвовали старшие классы, использовались аналогии – экспериментальные разработки инвариантов знаний по теме «Пейзаж в живописи» и т. п.

На первом этапе возникали определенные трудности, как у учителя, так и учащихся: учителю требовалось изменить технологию подготовки занятий, оптимизировать работу с бифункциональной наглядностью, обеспечивающей как представление знаний, так и представление управляющей информации. Трудности учащихся были связаны с тем, что требовалось время на адаптацию в новых учебных условиях, необходимо было также изменить характер работы в классе и дома.

Промежуточные результаты работы можно рассмотреть также с двух позиций: с точки зрения учителя появилась технология, позволяющая серьезно

повысить эффективность подготовительной деятельности, занятия стали более продуктивными по сравнению с традиционными, наполненными вербальным одномерным изложением учебного материала («вербализм»). Кроме того, дидактическая многомерная технология предоставляет возможность управлять процессом усвоения знаний благодаря созданным в рамках технологии ориентировочным основам действий. Для учащегося же появилась возможность уйти от привычной рутины «слушания и запоминания», от тирании «вербализма». Данная технология позволяет достаточно эффективно работать и в классах с разноуровневой подготовкой учащихся.

Результаты, полученные в области инструментально-технологического подхода, показывают, что применение дидактических многомерных инструментов позволяет повысить эффективность отечественных педагогических идей. Основными направлениями совершенствования образовательных процессов при этом являются:

- освоение универсально-инвариантной структуры учебного процесса с этапами познавательной, эмоционально-эстетической переживательной и оценочной форм учебной деятельности;
- проектирование и использование в учебном процессе бифункциональных дидактических средств в качестве ориентировочной основы учебных действий;
- проектирование и включение в содержание образования инвариантов знаний – системных и концентрированных дидактических образов учебной темы, наглядно представляющих логическую структуру знаний;
- освоение инструментально-технологического подхода и повышение на его основе культуры основных видов педагогической деятельности: подготовительной, обучающей и творческой.

При использовании приведенных результатов для совершенствования преподавания предметов не только естественнонаучного, но гуманитарного циклов, эффект образовательного новшества увеличивается благодаря массовости применения в образовательном учреждении. В качестве примера можно привести Уфимскую лингво-математическую гимназию № 93 [11] и Профессиональное училище художников прикладного изобразительного искусства № 155, в которых педагогическими коллективами освоено массовое использование дидактической многомерной технологии.

*Литература*

1. Теоретико-методологические основы дидактических многомерных инструментов для технологий обучения: Официальные документы УрО РАО // Образование и наука, 2001, № 6.
2. Шмелькова Л. В. Цель – проективно-технологическая компетентность педагога // Школьные технологии, 2002, № 4.
3. Кирикова З. З. Педагогическая технология: Теоретические аспекты. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000.
4. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Московский университет, 1975.
5. Эрдниев П. М. Укрупнение дидактических единиц как технология обучения. – Ч. 1. – М.: Просвещение, 1992.
6. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении (Логико-психологические проблемы построения учебных предметов). – М.: Педагогика, 1972.
7. Бом Д. Роль инвариантов в восприятии. В кн.: Хрестоматия по ощущению и восприятию / Под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, М. Б. Михалевской. М., МГУ, 1975.
8. Загвязинский В. И. Анализ, оценка и способы стимулирования педагогических нововведений. – М.: Педагогика, 1995.
9. Штейнберг В. Э. Дидактическая многомерная технология – Уфа: БИРО, 1999.
10. Шурупов А. Ю. Двигатель внутреннего сторания // Образование в современной школе, 2001, № 7.
11. Гимназия № 93. Сборник научно-экспериментальных разработок учителей / Библиотека инноватики и технологизации образования (Серия «Инновационные школы – технология становления». Вып. 2). – Уфа: БИРО, 1999.