

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 5 (069) (07)
ББК 74.262

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. В. Усова

Ключевые слова: естественно-научное образование, опережающее изучение, обобщенные учебно-познавательные умения, преемственность в формировании понятий и умений.

Резюме: представлено научное обоснование, методика проведения и результаты многолетнего исследования. Признана логика перехода от исследования одной проблемы к другой.

Научное обоснование исследования

Необходимость проведения исследования по заявленной теме диктуется следующими факторами:

1. Достижение конкурентоспособности нашей страны на мировом рынке невозможно без дальнейшего совершенствования науки, создания наукоемких технологий. Для этого нужны высококвалифицированные инженерно-технические кадры, способные решать эти задачи. Подготовка инженерно-технических кадров зависит, в свою очередь, от уровня подготовленности абитуриентов, поступающих в технические вузы и технические факультеты университетов.

2. Дальнейшее развитие общества невозможно без решения экологических проблем, которые требуют коренного изменения всего естественно-научного образования, ориентации всех предметов естественного цикла на усиление внимания к вопросам экологического воспитания, ознакомление учащихся с научными основами современных чистых технологий.

3. Современные технологии опираются на комплексное использование естественных наук, что требует ознакомления с данной проблемой учащихся – будущих специалистов различных отраслей народного хозяйства.

4. Наличие существенного разрыва между содержанием предметов естественного цикла в основной и средней школе, с одной стороны, и уровнем раз-

вития соответствующих наук, основы которых изучаются в школе, с другой стороны, вызывает необходимость сократить этот разрыв. Особенно значителен этот разрыв между содержанием школьного курса биологии и уровнем развития современной биологической науки. В курсе биологии рассматриваются процессы, протекающие внутри живых организмов, без учета влияния на их жизнедеятельность и развитие внешних факторов (физических и химических процессов, протекающих в окружающей среде), что в современных условиях недопустимо.

5. Перестройка курса биологии неизбежно приводит к необходимости перестройки содержания и структуры курсов физики и химии, а также изменения их места в учебном плане. Биология должна опираться на знания по физике и химии. Физика является лидером в естествознании, ее фундаментальные понятия, законы и теории работают и в биологии, и в химии.

В историческом развитии естественных наук физика всегда служила базисом развития других естественных наук. И в современном естествознании открытие новых научных фактов опирается на тесную взаимосвязь всех естественных наук и широкое использование физических методов исследования (рентгеноструктурный и люминесцентный анализы, молекулярная спектроскопия и т. д.).

Академик М. В. Келдыш, говоря о развитии естественных наук, подчеркивал, что биология и химия не могут успешно развиваться без использования физических методов исследования и достижений науки физики. Прогрессивные ученые еще в XIX в. отмечали, что такого рода взаимосвязь должна быть отражена в изучении естественных наук в школе, подчеркивая, что их изучение должно начинаться с физики. Русский публицист XIX в. Д. И. Писарев писал: «...без физики нельзя взяться за химию, без физики и химии нет возможности приступить к физиологии животных и растений. Разумное, плодотворное изучение природы возможно только при соблюдении самой строгой последовательности». Такую же мысль высказывал французский философ Огюст Конт. Отсюда возникает необходимость в опережающем изучении физики и химии – так, чтобы физика готовила понятийную базу для изучения химии, а вместе с химией они должны готовить понятийно-теоретическую базу для изучения современного курса биологии.

В настоящее время изучение биологии в школе начинается до изучения физики, а изучение химии начинается в 8-м классе.

Современное содержание предметов естественного цикла не раскрывает перед учащимися *взаимосвязь физических, химических и биологических форм движения материи*, общность фундаментальных естественно-научных понятий, законов, теорий, методов исследований, не формирует единую естественно-научную картину мира. Это серьезный недостаток в содержании и структуре естественно-научного образования.

Повышение уровня естественно-научного образования современных школьников, приведение его в соответствие с требованиями современного об-

щества к естественно-научному образованию возможно при условии соответствующей перестройки содержания предметов естественного цикла в школе и пересмотра последовательности их изучения, опережающего изучения курсов физики и химии, обеспечивающего своевременное создание у учащихся понятийной базы, необходимой для успешного изучения современного курса биологии.

При этом должна раскрываться общность фундаментальных понятий, законов и теорий, методов исследования, диалектической взаимосвязи физических, химических и биологических явлений.

Все изложенное привело к необходимости разработки новой концепции естественно-научного образования в основной и общеобразовательной средней школе, принципиально отличающейся от концепции школьного естественно-научного образования, разработанной ВНИК «Школа» в 1989 г. под руководством М. Н. Балашова, Г. Я. Мякишева и З. Б. Финкельштейна, а также от концепции, разработанной под руководством академика А. Г. Хрипковой, в основу которых положена идея интегративного курса «Естествознание» в 5-м классе и опережающего изучения биологии (начиная с 6-го класса). Наша концепция опирается на идею предметного, дифференцированного преподавания физики, химии, биологии и географии и опережающего обучения физике (начиная с 5-го класса).

Комплекс теоретико-методологических задач, решение которых необходимо в связи с реализацией концепции

Реализация разработанной нами концепции естественно-научного образования требует решения следующих задач:

1. Уточнения целей преподавания блока естественных наук и каждого предмета в отдельности, включая формирование единой естественно-научной картины мира и воспитание у учащихся экологической культуры и понимания социальной роли естественных наук.

2. Разработки стратегии естественно-научного образования в соответствии с Концепцией.

3. Приведения содержания предметов естественного цикла в соответствие с целями их преподавания.

4. Выявления общих понятий, законов и теорий для всего блока естественных дисциплин, определение этапов раскрытия их содержания, обеспечивающих непрерывность их развития и обогащения в сознании учащихся.

5. Обеспечения *единства интерпретации* общих понятий, законов и теорий, своеобразия оперирования ими в каждом из учебных предметов в соответствии со спецификой изучаемых структурных форм организации материи и форм движения.

6. Обеспечения *преемственности* в формировании и развитии фундаментальных естественно-научных понятий и общих учебно-познавательных умений.

7. Разработки методики формирования общих учебно-познавательных умений, обеспечивающей повышение уровня подготовки учащихся к самостоятельному приобретению знаний и уровня сформированности умения применять знания на практике.

8. Выявления возможностей и способов раскрытия взаимосвязи физических, химических и биологических явлений, влияния физико-химических процессов на развитие живых организмов.

9. Разработки критериев эффективности применяемых методов и форм обучения.

10. Разработки эффективных форм повышения квалификации учителей, участвующих в эксперименте.

Методологическая основа и методы исследования

Методологической основой исследования является идея единства строения материи, универсальности фундаментальных законов природы (закона сохранения массы, электрического заряда, энергии, законов термодинамики, симметрии и т. д.), взаимосвязи физических, химических и биологических явлений, идея все повышающейся роли естественных наук в современном мире, в научно-техническом прогрессе, в создании экологически чистых технологий.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования:

1. Анализ качества усвоения учащимися фундаментальных естественно-научных понятий, законов и теорий на основе анкетирования и тестирования учащихся.

2. Анализ действующих ныне образовательных стандартов, программ, учебников и учебных пособий по физике, химии и биологии.

3. Моделирование опережающего курса физики для 5–9-х классов.

4. Моделирование опережающего курса химии для 6–9-х классов.

5. Моделирование курса биологии в соответствии с предлагаемой Концепцией.

6. Педагогический эксперимент во всех его формах (констатирующий, зондирующий и обучающе-формирующий) по проверке эффективности предлагаемых содержания, структуры и методов изучения предметов естественного цикла в 5–9-х классах и интегративного курса «Естествознание» для 10–11-х классов общеобразовательной школы.

Научная новизна исследования

Научная новизна исследования заключается в разработке принципиально новой концепции школьного естественно-научного образования и в выявлении педагогических условий, необходимых для успешной ее реализации.

Практическая значимость, ожидаемые результаты исследования

1. Более полное раскрытие взаимосвязи и взаимообусловленности физических, химических и биологических явлений в природе.
2. Раскрытие общности фундаментальных естественно-научных понятий, законов и теорий, достижение более высокого уровня сформированности естественно-научной картины мира.
3. Повышение научного уровня и прочности знаний учащихся по предметам естественного цикла.
4. Более полное решение проблемы воспитания экологической культуры учащихся, формирования у них понимания значимости экологических проблем в современном обществе.
5. Повышение интереса учащихся к изучению предметов естественного цикла вследствие того, что полнее будут раскрываться значение полученных знаний в повседневной жизни и производственной практике, роль естественных наук в современном обществе.
6. Устранение дублирования в изучении одних и тех же вопросов в содержании различных дисциплин.

Условия эффективности реализации педагогических задач, связанных с реализацией концепции

Эффективное решение перечисленных задач возможно при создании соответствующих условий. В качестве первостепенных мы выделяем следующие условия:

1. Повышение научно-теоретического уровня подготовки всего коллектива преподавателей, участвующих в эксперименте. Мы имеем, прежде всего, в виду:
 - а) углубление знаний, связанных с содержанием фундаментальных естественно-научных понятий, формирование и развитие которых происходит в процессе изучения всех предметов естественного цикла на протяжении 5 лет обучения в основной и средней школе. Это такие понятия, как материя, вещество, поле, структурные формы организации материи и соответствующие им формы движения, изучаемые физикой, химией, биологией;
 - б) углубление знаний о фундаментальных естественно-научных законах (законе сохранения массы, энергии, электрического заряда, законов термодинамики как частного случая законов сохранения и превращения энергии) и теориях (молекулярно-кинетическая теория, электронная теория строения вещества, теория строения атома и атомного ядра, электромагнитная теория, квантовая теория света, клеточная теория строения «живого вещества»);
 - в) углубление знаний о принципе симметрии в строении вещества;
 - г) углубление знаний о теории систем и реализации системного подхода к изучению всех естественных наук.

2. Повышение уровня профессионально-методической подготовки учителей – участников эксперимента в следующих направлениях:

- а) психолого-дидактические основы формирования научных понятий;
- б) методика формирования общих естественно-научных понятий в условиях осуществления межпредметных связей (МПС);
- в) методика формирования общих учебно-познавательных умений (умение работать с книгой, с печатным текстом, умение наблюдать и самостоятельно ставить опыты, измерительные, графические, вычислительные умения, умение самостоятельно анализировать и систематизировать факты, делать обобщения);
- г) умение организовать самостоятельную учебно-познавательную деятельность учащихся с учетом их индивидуальных особенностей;
- д) умение организовать творческую работу учащихся, обеспечить воспитание у них потребности в самостоятельном углублении знаний и интереса к исследовательскому труду.

Формы работы по повышению научно-теоретического и профессионально-методического уровня подготовки учителей

Для повышения научно-теоретического уровня учителей и их профессионально-методической подготовки использовались следующие формы работы:

- а) лекции ученых-физиков, химиков, биологов по актуальным для реализации концепции вопросам;
- б) лекции ученых-методистов, докторов педагогических наук;
- в) семинары учителей, стимулирующие деятельность по повышению уровня научно-теоретической и методической подготовки, с одной стороны, и обмен опытом работы по реализации новых педагогических технологий и идей, с другой стороны;
- г) индивидуальные консультации учителей по вопросам, связанным с реализацией разрабатываемой Концепции;
- д) проведение консультаций-совещаний с ведущими методистами – участниками эксперимента.

Критерии эффективности реализации разработанной концепции

Для оценки эффективности применения рекомендуемых методов и форм обучения и реализации всей предлагаемой методической системы осуществлялось проведение контрольных срезов (согласно ежегодно составляемому графику мероприятий) по проверке:

- а) качества усвоения фундаментальных естественно-научных понятий;
- б) качества усвоения фундаментальных естественно-научных законов и теорий;
- в) уровня сформированности общих учебно-познавательных умений: самостоятельной работы с книгой, измерительных, графических, проведения наблюдений, самостоятельного выполнения опытов, решения задач, требую-

щих комплексного применения знаний по физике, химии и биологии, самостоятельно анализировать и систематизировать факты, самостоятельно делать обобщения;

г) уровня сформированности интеллектуальных умений (с помощью теста ШТУР, разработанного учеными Института педагогической психологии РАО под руководством профессора Гуревича (с применением разработанной нами методики анализа тестов).

Этапы исследования

Исследование осуществлялось в течение более 10 лет, начиная с 1992/93 уч. г. В нем можно выделить несколько этапов, на каждом из которых решались свои задачи.

1-й этап (1992/93 уч. г.) осуществлялся в школе № 102 Челябинска до разработки нашей концепции естественно-научного образования. В его задачи входила разработка методики осуществления межпредметных связей физики с химией и биологией. Был выделен состав общих естественно-научных понятий и общих учебно-познавательных умений. Начата разработка методики формирования общих и учебно-познавательных умений.

2 этап (1994/95 уч. г.) начался с разработки нашей концепции естественно-научного образования, в соответствии с которой было введено опережающее изучение физики в 5-х классах на основе разработанной нами программы. Тогда же была разработана методика формирования обобщенных умений на основе теории деятельности и начат эксперимент по формированию *обобщенных* умений в школах № 80 и 102 Челябинска. Профессором М. Д. Даммер был разработан и опубликован пробный вариант учебного пособия по физике для 5-го класса. Начата разработка программ по физике, химии и биологии для 6-го класса с учетом требований концепции. Доцентом кафедры биологии ЧГПУ С. М. Похлебаевым проведено экспериментальное преподавание биологии, построенное на новой методологической основе.

3 этап (1996–2000) связан с обсуждением разработанной нами концепции на заседании Бюро отделения общего среднего образования РАО, состоявшегося 22 февраля 1996 г. Бюро отметило важность проводимых нами исследований и в рамках концепции естественно-научного образования, основанной на опережающем обучении физике, рекомендовало поддержать проводимые нашим коллективом исследования и просить главное управление образования Челябинской области оказать материальную поддержку коллективу исследователей.

Это позволило нам начать эксперимент по опережающему изучению физики, подключив к нему школу № 4 Аша Челябинской области. В процессе этого эксперимента большое внимание было уделено формированию общих учебно-познавательных умений (работы с учебником, самостоятельного выполнения наблюдений и опытов, графических умений) на основе применения *обобщенных планов* изучения явлений, законов, выполнения опытов. Большая работа

была проведена по формированию у учащихся основных мыслительных операций (сравнения, анализа, синтеза, абстрагирования и обобщения).

Осуществлялась также проверка влияния разработанной методической системы на качество усвоения естественно-научных понятий и уровень сформированности познавательных умений, на развитие интеллектуальных способностей учащихся.

В 1998 г. к эксперименту активно подключилась еще одна школа (школа № 10 г. Сатка Челябинской области). К этому времени был разработан и опубликован пробный учебник физики для 6-го класса (М. Д. Даммер). В процессе исследования проводилась большая работа с учителями школ не только по вопросам методики осуществления межпредметных связей предметов естественно-научного цикла, но и по другим вопросам: по теории формирования научных понятий, по темам: «Пути повышения прочности знаний учащихся», «Психолого-дидактические основы развития мышления учащихся» и др.

Изучение интеллектуального развития учащихся осуществлялось на основе «Школьного теста умственного развития» (ШТУР). Результаты тестирования отчетливо показали более быстрое развитие умственных способностей учащихся экспериментальных классов по сравнению с учащимися контрольных классов. Всем экспериментальным школам по итогам 1998/99 уч. г. был присвоен статус «Школы года» с вручением соответствующих дипломов.

Однако в 1999–2000 гг. пришлось прекратить эксперимент в названных школах в связи с переводом на другую работу директоров школ. Директор школы № 80 защитила кандидатскую диссертацию и перешла на работу в педуниверситет, директор школы № 102 тоже защитила кандидатскую диссертацию и была переведена на должность первого заместителя начальника Главного управления образования и науки Челябинской области. Директор школы № 4 г. Аша была приглашена на работу в Башкирский пединститут, а директор школы № 10 г. Сатка после тяжелой операции ушла на пенсию. К руководству школами пришли не знакомые с нашей концепцией педагоги из других учебных заведений и не проявившие желания принимать участие в эксперименте. В этом же году решила принять участие в эксперименте школа № 124 Челябинска. После годичной работы в школе, после того как мы убедились в том, что коллектив школы проявляет к нему интерес и полностью разделяет нашу концепцию, мы обратились в президиум РАО с просьбой о присвоении школе статуса экспериментальной площадки РАО.

21 декабря 2001 г. на заседании Президиума РАО школа № 124 была утверждена в качестве экспериментальной площадки РАО сроком с 2001 по 2007 г.

4 этап (1999–2004) нашего исследования связан с продолжением экспериментальной работы в школах № 124, № 99 Челябинска. 21 марта 2002 г. решением Главного управления образования и науки Челябинской области школе № 99 Челябинска был присвоен статус областной экспериментальной площадки. Мы приступили к экспериментальной работе в этих школах уже с сложив-

шейся методикой исследования, с разработанными программами и методическими рекомендациями для учителей по всем предметам естественного цикла. Но поскольку это был новый коллектив, возникла необходимость ознакомления учителей с задачами эксперимента, с методикой осуществления межпредметных связей. Одновременно велась большая работа с педагогическими коллективами этих школ по повышению их профессионально-педагогической квалификации, ознакомлению с «Концепцией модернизации Российского образования до 2010 г.», с проектом базисного учебного плана, с документами по проблеме профильного обучения и др.

Новым элементом на этом этапе исследования явилось усиление внимания вопросам методики формирования фундаментальных естественно-научных понятий, осуществлению преемственности в их формировании и развитии, обеспечению единства их интерпретации.

Мы приступили к разработке новых форм учебных занятий, целью которых является раскрытие взаимосвязей химических, физических и биологических явлений, общности фундаментальных законов природы и научных теорий, общности применяемых методов исследования. Нами было разработано и апробировано четыре интегративных семинара: *Вода – самое необыкновенное вещество на Земле; Электрические явления в природе и технике; Формы организации материи и виды движения; Диффузия в природе и технике.*

Задача первого семинара заключалась в том, чтобы обобщить знания о физических и химических свойствах воды, раскрыть ее роль в природе и убедить учеников в том, насколько важно беречь чистоту воды (эта проблема экологического воспитания учащихся).

Задача второго семинара – показать, что электрические явления присущи всем живым организмам, а не только физическим телам. В современном курсе биологии ни слова не говорится о том, что все живые организмы насыщены ионами, вследствие этого они легко подвергаются воздействию внешнего электромагнитного поля (магнитные бури, например), что от состояния органов человека зависит электропроводимость тканей. Это положено в основу электрических методов диагностики (например, электрокардиограммы, энцефалограммы). На этом основаны электрические методы лечения. В проекте стандарта химического образования ни слова о роли электрических явлений в химии, из программы по химии исчез закон сохранения электрического заряда, без чего невозможно написание формул химических реакций.

Задача третьего семинара – расширить знания учащихся о веществе, его структурных формах и видах движения, присущих каждой структурной форме вещества, показать, что простейшие формы движения входят в состав более сложных.

Четвертый семинар посвящен диффузии. Необходимость его обусловлена тем, что знания нынешних школьников о диффузии ограничиваются наблюдением этого явления на уроках физики. Между тем, диффузия играет чрезвычайно важную роль в природе и широко используется в технике

(например, цементация стальных деталей для повышения их твердости и жаростойкости), в пищевой промышленности (получение сахара из сахарной свеклы), в консервировании овощей, в изготовлении компотов и варений. Диффузия – это универсальное явление. На нем основан омос (питание растений). Процессы диффузии происходят во всех тканях человека, в каждой клетке живого организма. Проведенный семинар показал, что детям все это интересно. Целью этого семинара является также повышение экологической культуры учащихся.

Проведение интегративных семинаров дополняется проведением лабораторных работ и решением задач, требующих от учащихся комплексного применения знаний по физике, химии и биологии.

В настоящее время работа по созданию новых форм учебных занятий продолжается. Необходимость ее обусловлена тем, что современные технологические процессы базируются на комплексном применении достижений различных наук, прежде всего, математики, физики, химии и биологии. Знание взаимосвязи физических, химических и биологических явлений играет важную роль в создании экологически чистых технологий. Учащиеся должны это знать и учиться на практике решать задачи, требующие комплексного применения знаний.

Результаты исследования за период с 1992/93 по 2003/04 уч. гг.

1. За годы проведенных исследований разработана новая концепция естественно-научного образования, основанная на опережающем изучении физики (начиная с 5-го класса) и химии (начиная с 6-го класса), одобренная Отделением общего среднего образования РАО (1996 г.) и президиумом РАО (2001 г.).

2. Разработана стратегия развития естественно-научного образования в соответствии с нашей концепцией.

3. Разработана методика осуществления межпредметных связей физики, химии и биологии в основной школе, их содержательная и деятельностная основа. Определены общие для физики, химии и биологии естественно-научные понятия, законы и теории, а также общие учебно-познавательные умения.

4. Разработаны программы по химии, физике и биологии, удовлетворяющие требованиям предложенной нами концепции, предусматривающие *непрерывность и преемственность* в формировании общих естественно-научных понятий и учебно-познавательных умений.

5. Разработаны рекомендации для учителей по вопросам методики реализации этих программ и обеспечения единства интерпретации содержания общих понятий, законов и теорий.

6. Выявлены возможности и способы раскрытия взаимосвязи физических, химических и биологических явлений, влияния физико-химических процессов на развитие живых организмов.

7. Разработан единый подход к формированию общих для предметов естественно-научного цикла учебно-познавательных умений на основе теории деятельности и принципа преемственности.

8. Разработаны, апробированы и опубликованы новые формы организации учебных занятий по физике, химии и биологии – интегративные конференции и семинары, целью которых является систематизация и обобщение знаний.

9. Разработаны лабораторные занятия, задачи и экспериментальные задания, требующие от учащихся *комплексного* применения знаний по физике, химии и биологии.

10. Разработаны критерии эффективности реализации предложенной нами системы, выявлено ее положительное влияние на качество знаний по предметам естественного цикла, на уровень сформированности общих учебно-познавательных умений, на развитие интеллектуальных способностей учащихся.

11. Разработаны учебные пособия и дидактические материалы нового типа по физике для 5-го, 6-го и 7-го классов, включающие большое количество заданий, ориентированных на развитие творческих способностей.

У учащихся экспериментальных классов эксперимент продолжается.

УДК 378.146
ББК 74.580.28

КВАЛИТАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

Ю. А. Шихов

Ключевые слова: тестирование, педагогические тестовые материалы, уровень обученности, таксономия, матрицы обученности, классификация знаний.

Резюме: В статье предлагается квалитативная технология конструирования дидактических тестов согласно целям педагогического контроля, учета требований ГОСов и профессиональной подготовке.

Для диагностики качества образования обучающихся в последнее время все чаще используется дидактическое тестирование. Это обусловлено тем, что дидактические тесты позволяют с наименьшей затратой времени и, главное, объективно оценить качество подготовки учащихся по тому или иному предмету, а также оценить соответствие уровня этой подготовки требованиям государственного образовательного стандарта (ГОС). Однако многие существующие на сегодняшний день тесты недостаточно научно обоснованы и апробированы, а отсутствие единых требований к их качеству не позволяет учителям и преподавателям, использующим тесты в педагогической практике, оценивать и сравнивать предъявляемые им тестовые материалы с единой точки зрения.