

ТЕХНОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО усвоения знаний

Оксана Сергеевна Гибельгауз,

*доцент кафедры физики и методики обучения физике
Алтайской государственной педагогической академии,
кандидат педагогических наук*

Александр Николаевич Крутский,

*профессор кафедры физики и методики обучения физике
Алтайской государственной педагогической академии,
доктор педагогических наук*

- психодидактика ● дискретный подход ● системно-функциональный подход
- системно-структурный подход

Технология системного обучения знаниям преследует две основных цели, касающиеся деятельности учителя и ученика. Во-первых, создание максимально выгодных условий для работы учителя путём привлечения всех достижений психологической и дидактической науки, выраженных в системе методологических подходов психодидактики¹. Во-вторых, назначение разрабатываемой технологии состоит в поисках средств реализации основной идеи педагогики — превращение объекта обучения в субъект, для чего необходимо обозначить условия достижения этой цели и систему способов овладения учебными действиями по усвоению знаний:

- объединение восприятия с осмыслением;
- отработка мнемических действий и навыков;
- обеспечение прочности усвоения за счёт системности знаний;

¹ Крутский А.Н. Психодидактика и перспективы её дальнейшего развития // Школьные технологии. 2011. № 2. С. 73–77.

- овладение рациональной технологией воспроизведения усвоенного материала;
- создание психологических предпосылок и выработка положительного отношения к процессу усвоения знаний за счёт эмоциональной составляющей (чувство радости, удовлетворения);
- ассоциирование усваиваемых элементов знания с ранее изученными;
- включение учащихся в деятельность по усвоению знаний и способов его усвоения;
- управление познавательной деятельностью.

Технология системного усвоения знаний, основанная на системно-структурном подходе к обучению и усвоению знаний, сформирована на основе ранее выполненных работ Г.Г. Гранатова, Л.П. Добраева, Л.Я. Зориной, Т.А. Ильиной, В.Г. Разумовского, А.В. Усовой и других авторов. Их идеи позволили выйти на построение дидактических структур системного усвоения знаний, которые впоследствии реализовывались в исследованиях

в форме дискретного и системно-функционального подходов².

Перенос идей системно-функционального подхода на более крупную дидактическую единицу содержания учебного материала — изучаемую научную теорию — порождает подход системно-структурный. Выделение научной теории в самостоятельный элемент знания, выявление его функций, систематизация различных научных теорий внутри учебного предмета и на межпредметном уровне позволили спроектировать технологию системно-структурного подхода. Системно-структурный подход включает способ представления научной теории в форме структурной схемы и различные нормативные предписания, регулирующие процесс её изучения³.

В результате выстраивается ряд взаимно обуславливающих психодидактических подходов к обучению и усвоению знаний — фазами системного усвоения: дискретный, системно-функциональный, системно-структурный.

Содержание дискретного подхода. Сущность дискретного подхода заключается в том, что на каждом уроке учителем совместно с учащимися проводится анализ структуры учебного материала. В учебном материале выделяются главные и второстепенные

² Косихина О.С. Системно-структурный подход к усвоению знаний в средней школе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01: защищена 31.10.06; утв. 20.04.07 / Косихина Оксана Сергеевна. Барнаул, 2006. Крутский А.Н. Технология системного усвоения знаний по физике и управление учебной деятельностью учащихся / А.Н. Крутский, О.С. Косихина // Физика в школе. 2010. № 3. С. 34–45. Крутский А.Н. Психодидактика среднего образования: монография / А.Н. Крутский. Барнаул: БГПУ, 2008. Крутский А.Н. Психодидактика в содержании профессиональной подготовки будущего учителя: дис. ... доктора пед. наук : 13.00.08 : защищена 17.11.00; утв. 13.07.01 / Крутский Александр Николаевич. Барнаул, 2000.

³ Косихина О.С. Системно-структурный подход к усвоению знаний. Ч. 5.1 : учеб. пособие / О.С. Косихина, А.Н. Крутский. Барнаул: Изд-во БГПУ, 2003.

элементы знаний. Главные элементы образуют содержание функционирующей системы знания, а второстепенные связывают их в логически целое образование. Понятия «главный» и «второстепенный» в применении к элементам учебного материала относительны.

Главными элементами знания на уроке будем считать те, которые вводятся впервые, и без которых невозможно усвоение последующих элементов. Каждый новый элемент вводится с помощью целого ряда вспомогательных, связующих элементов. Но многие из них были, в свою очередь, главными на предыдущих уроках, когда вводились впервые. С другой стороны, каждый функционально доминирующий на уроке элемент на следующих уроках превращается во второстепенный.

Таким образом, каждый элемент знания может быть главным лишь на одном уроке (на котором он вводится впервые). На всех же последующих уроках он участвует в связи для образования новых элементов знания и превращается в связующий. Выделив главные «доминирующие элементы» знания на каждом из последовательно протекающих уроков, можно организовать относительно автономную систему обучения, в максимальной степени способствующую осмысленному и прочному запоминанию учебного материала. Модель этого процесса отражена на рис. 1.

Главные (доминирующие) элементы знания обозначены прямоугольниками, а связующие — эллипсом. Доминирующие элементы знания (ДЭЗ) занесены в тетрадь в виде вопросов, на которые учащиеся дают ответы. Различная заливка прямоугольников ДЭЗ говорит о том, что в структуре научной теории они могут иметь различные функции. В учебном процессе учащиеся заносят выявленные элементы знания в тетрадь в заранее заготовленную таблицу. Такая таблица названа «Доминирующие элементы знания» или «Таблица ДЭЗ» (рис. 2).

Учащиеся ищут ответы на вопросы и про-
ставляют номера страниц, на которых найден
ответ. Если номер страницы в таблице отсут-
ствует, это говорит о том, что ответа на во-
прос в учебнике нет и его надо найти в ином
источнике: объяснении учителя, другой лите-
ратуре, сконструировать самому.

Приведём пример реализации технологии дис-
кретного подхода к усвоению знаний на при-
мере физики 7-го класса «Плотность веществ-
ва»⁴. Доминирующие элементы знания выде-
лены в соответствии хотя бы с одним из трёх
критериев:

- элемент знания встречается впервые в курсе
учебного предмета;
- элемент знания входит в число основных
понятий, которые необходимо усвоить на дан-
ном уроке, и без него невозможно дальнейшее
понимание материала;
- элемент знания имеет большое мировоззрен-
ческое значение.

Нами выделены следующие основные функции
дискретного подхода к усвоению материала
школьного учебного предмета:

- 1) выработки умения самостоятельного анализа
учебного материала, выделения элементов знания;

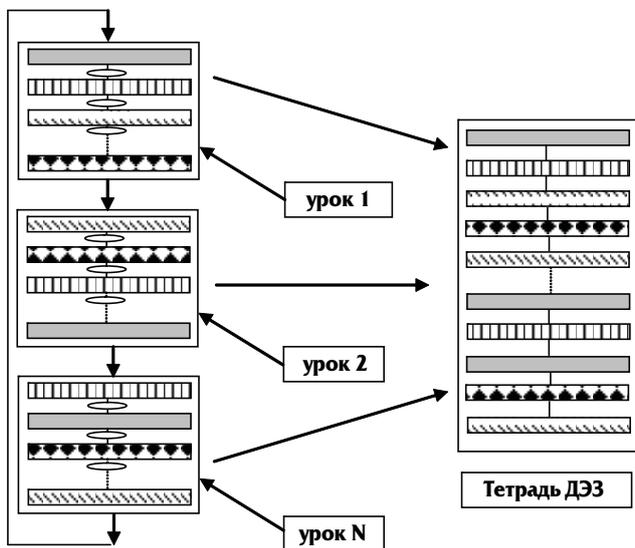


Рис. 1. Модель дискретного подхода

⁴ Пёрышкин А.В. Физика. 7 класс: учеб. для общеобразоват.
учреждений. М.: Дрофа, 2009.

- 2) развития мышления в процессе ана-
лиза и составления вопросов и ответов;
- 3) приобретения навыков учебного тру-
да, самостоятельного поиска знаний;
- 4) закрепления и прочного запоминания
учебного материала.

Для реализации указанных функций
разработаны различные методические
приёмы составления и заполнения доми-
нирующих элементов знания в учебном
процессе (вопросы даются учителем для
поиска ответов, учащиеся самостоятель-
но изучают материал и составляют во-
просы) и последующего их использова-
ния (устная проверка ДЭЗ, выборочная
проверка ДЭЗ, включение вопросов
ДЭЗ в лабораторные и контрольные ра-
боты, проведение зачётов по ДЭЗ, вза-
имоконтроль, индивидуальная работа
с учащимися по ДЭЗ, повторение мате-
риала и др.).

**Содержание системно-функциональ-
ного подхода.** Этот подход основан
на объединении элементов знаний
в систему на основе общности их
функций в структуре научной теории,
сравнении, поиске аналогий и построе-
нии технологии усвоения систематизи-
рованных элементов, организуемой
в виде правил, названных правилами
системного усвоения.

Поскольку объединение знаний в систе-
му в пределах содержания разделов
учебного предмета происходит на базе
аналогичности их функций в структуре
изучаемых научных теорий, то подход
назван системно-функциональным. Если
в процессе дискретного подхода выде-
лить элементы знания, выявить их функ-
ции и систематизировать по общности
функций, то мы увидим, что элементов
знания не так уж и много: научные фак-
ты, гипотезы, идеальные объекты (моде-
ли), величины, законы, практическое
применение. Они составляют понятие
более крупного элемента знания — **тео-
рии**. В учебном же процессе добавляет-
ся ещё один элемент — **задачи**.

Доминирующие элементы знания по теме «Плотность вещества»

№	Вопрос	Стр.	Ответ
1.	Что можно сказать о массах тел, изготовленных из разных веществ при равном объёме?	48	Тела, имеющие равные объёмы, изготовленные из разных веществ, могут иметь разные массы.
2.	Чем объясняется, что тела, изготовленные из разных веществ при равном объёме имеют разные массы?	48	Объясняется тем, что разные вещества имеют разную плотность.
3.	Формула плотности вещества.	49	$\rho = \frac{m}{V}$
4.	Что называется плотностью вещества?	49	Плотностью называется физическая величина, равная отношению массы тела к его объёму.
5.	Каков физический смысл плотности вещества?		Плотность показывает, какая масса содержится в единице объёма.
6.	Что принято за единицу плотности (вообще, в любой системе единиц)?		За единицу плотности принята такая плотность, при которой в единице объёма содержится единица массы.
7.	Что принято за единицу плотности в СИ?	49	За единицу плотности в СИ принята такая плотность, при которой в одном кубическом метре вещества содержится один килограмм вещества.
8.	Получить наименование единицы плотности в СИ.		$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{\text{килограмм}}{\text{метр}_\text{в}_\text{кубе}}$
9.	Получить обозначение единицы плотности в СИ.		$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
10.	Вывести из формулы плотности вещества формулу для вычисления массы тела.	52	$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$
11.	Вывести из формулы плотности вещества формулу для вычисления объёма тела.	53	$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$
12.	Для чего нужно знать плотность вещества?	52	Плотность нужно знать для различных практических целей. Инженер, создавая машину, заранее по плотности и объёму материала может рассчитать массу деталей будущей машины. Строитель может определить, какова будет масса строящегося здания и т.д.

Рис. 2

Описание модели системно-функционального подхода в применении к предметам естественно-научного цикла может выглядеть следующим образом. Каждый учебный предмет состоит из разделов. Обозначим номера разделов римскими цифрами I, II, III и т.д. В каждом из них имеются элементы знания, которые можно представить в упорядоченном виде, обозначив элементы с одинаковыми функциями, арабскими цифрами, например,

1 — научные факты, 2 — гипотезы, 3 — идеальные объекты, 4 — величины, 5 — законы, 6 — практическое применение (Рис. 3).

При последовательном способе изучения материала, показанном на рисунке стрелками (горизонтальная систематизация), элементы знания, имеющие одинаковое функциональное назначение и расположенные в различных разделах учебного предмета, встречаются многократно.

Но их изучение разделено большими промежутками времени. Учащиеся не могут самостоятельно увидеть, что общность функций влечёт за собой аналогичность структуры и стандартную технологию получения производного знания. Поэтому имеет большой дидактический смысл систематизировать знания по общности функций (выполнить вертикальную систематизацию). После изучения достаточно большого объёма материала учебного предмета, в нём можно выделять элементы знания с одинаковыми функциями и рассматривать их совместно, например, все величины, все законы и т.д. (Рис 4).

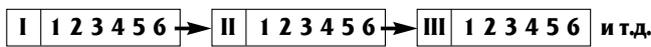


Рис. 3. Горизонтальная систематизация элементов знания

I	1	2	3	4	5	6
II	1	2	3	4	5	6
III	1	2	3	4	5	6
и т.д.						

Рис. 4. Вертикальная систематизация элементов знания

При этом обнаруживается, что общность функций величин вызывает общность структуры знания о них и влечёт за собой аналогичность процедур получения производного знания о каждом из таких элементов. Аналогичность процедур даёт возможность создать синтетическое знание в виде правил системного усвоения

Общая схема системно-функционального подхода изображена на рис 5.

В результате реализации модели рождаются правила системного усвоения. Правила системного усвоения дают возможность резко сократить объём информации для механического запоминания. Освоив всего несколько правил системного усвоения, можно легко применять их ко всем элементам конкретного вида, которых в курсе учебного предмета значительное число.

Обучение учащихся правилам системного усвоения — дело нужное и полезное, но оно не конечная цель обучения. Для реализации положений педагогики о превращении объекта обучения в субъект более важным считается обучение не только правилам, но и (что более важно) методам системного усвоения, что отражено на модели системно-функционального подхода в виде стрелки обратной связи. Надо учить всем пяти шагам модели: анализу структуры, выявлению функций, систематизации, формализации и конструированию правил системного усвоения.

В качестве примера можно привести изложение системы знаний в курсе физики о физической величине. В школьной физике имеется свыше сорока формул физических величин, минимальный состав

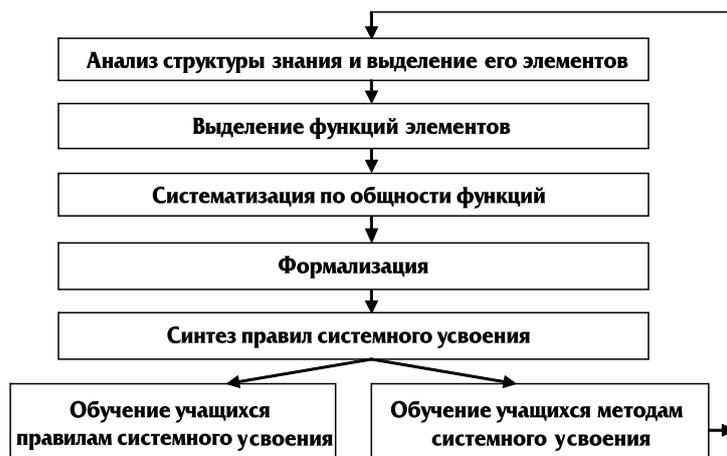


Рис. 5. Общая структура системно-функционального подхода

знания о которых может быть совершенно аналогичным: формула, формулировка, физический смысл, единица измерения, получение наименования этой единицы. Система стандартного знания о физической величине «Плотности», полученная в результате применения правил системного усвоения, даётся в таблице ДЭЗ в пунктах 3–9 (Рис. 2). Сами правила в статье не приводятся ввиду их специфичности и ограниченности объёма. Для данного случая они являются предметом рассмотрения в работах по методике физики⁵. Аналогичный состав и структура знания могут быть применены к любой формуле физической величины, получившей в результате формализации вид $C = \frac{A}{B}$.

Технология системно-функционального подхода может быть применена к элементам знания любого учебного предмета.

Содержание системно-структурного подхода. Название этого подхода к усвоению знаний включает два объединённых термина — система и структура. Рабочим определением системы для технологии выберем следующее. Система — это совокупность связанных между собой элементов, совместно выполняющих общую функцию. Для достижения общей цели системы каждый элемент выполня-

ет роль, функцию, но для этого он должен быть во взаимосвязи с остальными элементами и в определённых отношениях с ними.

Набор элементов и связи между ними образуют структуру системы. Каждый из элементов, в свою очередь, может быть сложным, иметь свои элементы, которые также взаимосвязаны как с внешними для него элементами, так и с внутренними. В итоге все элементы системы определённым образом взаимосвязаны. Эти связи имеют свою направленность и логику и взаимно соподчинены. Они образуют сложную иерархическую структуру. Основная цель любых научных дидактических работ — поиск путей реализации принципов обучения, один из которых — принцип системности.

Системно-структурный подход — это подход, связанный с анализом общей структуры состава знания учебного предмета, выделением его элементов и их функций, систематизацией по общности функций и классификацией в соответствии со структурой изучаемых теорий. Эта идея в своё время была выдвинута Л.Я. Зориной⁶. Работая над проблемой

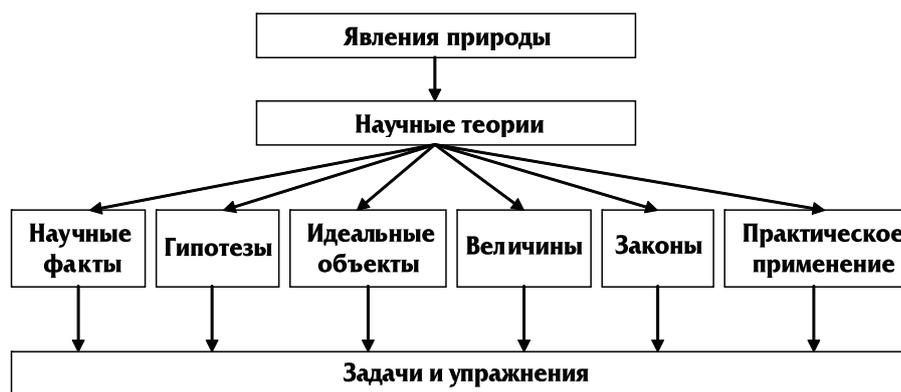


Рис. 6. Элементы структуры знания

⁵ Крутский А.Н. Психодидактика: новые технологии в преподавании физики. Лекции 1–4. / А.Н. Крутский, О.С. Косихина. М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2006. Крутский А.Н. Психодидактическая технология системного усвоения знаний. Барнаул: Изд-во БГПУ, 2002.

⁶ Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. М.: Педагогика, 1978.

системности знаний учащихся, она дала определение, что **системными называются знания, адекватные структуре изучаемой научной теории.**

Нам удалось построить технологию системного усвоения знаний, включающую следующие методологические подходы: дискретный, системно-функциональный, системно-структурный. После реализации первых двух подходов (дискретного и системно-функционального) появляется возможность расположить все элементы изучаемого материала в логике структуры рассматриваемой научной теории. Любая научная теория может зародиться только в том случае, если исследователь столкнётся с новыми неизвестными ранее научными фактами, которые не могут быть объяснены с позиций уже существующих теорий. Появляется необходимость выдвижения принципиально новой гипотезы, которая бы объяснила факты.

После экспериментального подтверждения гипотезы начинается переход к количественному этапу изучения явления. Для этого необходимо выбрать идеальный объект, наделённый минимумом только лишь существенных свойств. Затем вводятся величины, позволяющие делать измерения. Между измеряемыми параметрами устанавливаются количественные соотношения, зависимости, называемые законами.

Кроме того, в содержании научной теории имеется ряд других элементов знания, выполняющих такие же нормативные функции, как и законы. Сюда можно отнести различные уравнения, выражающие зависимость между величинами, принципы, постулаты, правила, графики. Все эти элементы знания устанавливают определённые зависимости и связи между элементами содержания учебного материала, представленными внутри изучаемой научной теории, а потому в структурной схеме могут быть объединены под рубрикой, которую можно назвать «нормативное знание». Выявление этих взаимосвязей позволяет управлять изучаемыми явлениями и ставить их на службу человеку, найдя им практическое применение.

Таким образом, в структуре знания предметов школьного цикла обучения целесообразно выделить девять элементов.

1. Явления природы и общества.

Согласно определению, в философии, явления — это всякое изменение, происходящее в окружающем мире.

Функцией явлений, включённых в содержание образования и изложенных в школьном учебнике, является то, что они служат объектом учебного познания и усвоения для учащихся. На их базе осуществляется воспитание и развитие учащихся.

2. Научная теория. Функция научной теории заключается в объяснении явлений природы и общества, предсказании их протекания, поиске количественных характеристик, выявлении закономерностей и возможных путей использования.

3. Научный факт. Построение научной теории начинается со сбора научных фактов. Их функция в системе научного знания заключается в том, что они служат экспериментальным основанием для развития теории.

4. Гипотеза. Гипотеза — это научное предположение. Функция гипотезы состоит в том, что она даёт объяснение конкретно установленным фактам.

5. Идеальный объект (модель).

Функция идеальных объектов — абстрагирование от несущественных свойств изучаемых явлений и концентрация внимания на существенных свойствах.

6. Величина. Функция величины заключается в том, что она является количественной характеристикой явлений и служит для измерения.

7. Закон. Закон — это вербальное, графическое или аналитическое представление элементов знания, выражающее устойчивые повторяющиеся связи между явлениями или величинами. Следовательно, функция закона — установление связей, взаимозависимостей. Выявление законов и другого

нормативного знания в виде правил, уравнений, принципов, постулатов позволяет управлять процессами протекания явлений природы и общества.

8. Практическое применение. Функция этого элемента знания — нахождение способов практического применения положительных сторон изучаемого явления и способов борьбы с его негативными проявлениями. Практическое применение — это конечная цель научного познания.

9. Задачи и упражнения. В структуру изучаемой научной теории в учебных целях также включаются задачи. Функция задач — моделирование явлений и ситуаций, протекающих в природе и обществе или в искусственно создаваемых условиях.

Выявление функций элементов знания и систематизация по их общности даёт возможность разработать технологию усвоения знаний, решающую многие психологические и дидактические задачи обучения.

В той же логике, в которой разрабатывается научная теория, целесообразно построение и процесса её изучения. Изучаемый материал анализируется в процессе реализации дискретного подхода, выявляются элементы знания, устанавливаются их функции. Осуществляется систематизация по общности функций в процессе системно-функционального подхода, после чего элементы знания заносятся в соответствующую колонку специальной таблицы (структурной схемы), в результате чего они выстраиваются в логике, соответствующей логике изучаемой научной теории: научные факты, гипотезы, идеальные объекты, величины, законы, практическое применение. Это материализуется в структурной схеме.

Аналогичным образом может быть рассмотрено любое изучаемое явление, что позволяет решить глобальную дидактическую проблему обучения учащихся структуре научной теории. Теория и технология системно-струк-

турного подхода изложена в работах А.Н. Крутского, О.В. Аржанниковой, О.С. Косихиной⁷.

Разбиение знаний на элементы даёт возможность разворачивать учебную работу по трём направлениям.

1. Изучение каждого конкретного элемента знания в логике, представленной учебником путём записи его в виде вопроса и ответа — дискретный подход.

2. Выявление состава знания о системе элементов, имеющих одинаковые функции, и разработка технологии их усвоения — системно-функциональный подход.

3. Представление изучаемого материала в логике, соответствующей логике изучаемой научной теории — системно-структурный подход.

Подобные структурные схемы разработаны нами по всем темам физики средней школы. Их совместный анализ позволяет видеть главное: содержание изучаемых вопросов меняется, а структура знания остаётся неизменной. Причём, она отражена в наименовании колонок, что позволяет ученикам прочно усвоить не только содержание учебного материала, но и, что самое главное, структуру изучаемой научной теории. Такая технология помогает добиться главной цели — сделать знания учащихся системными.

Под влиянием идей психодидактики аналогичные разработки появились и по другим учебным предметам.

Учитель биологии школы № 103 г. Барнаула М.В. Пархоменко поделилась опытом применения системно-структурного

⁷ Косихина О.С. Системно-структурный подход к усвоению знаний. Ч. 5.1 : учеб. пособие / О.С. Косихина, А.Н. Крутский. Барнаул: Изд-во БГПУ, 2003.

Крутский А.Н. Системно-структурный подход к усвоению знаний. Ч. 5.3: учеб. пособие / Новосибирск-Барнаул: Изд-во БГПУ, 1998.

подхода к обучающей и учебной деятельности. Сущность предлагаемого подхода отражена в структурной схеме при изучении темы «Папоротники». По такой же структуре М.В. Пархоменко рекомендует изучать и другие растения.

Н.И. Гилева — учитель математики школы № 127 города Барнаула — поделилась опытом применения системно-структурного подхода при обучении математике. «Мы полностью перешли на системно-структурный подход по всем темам. Считаем это всё очень целесообразным. При этом наблюдается целый ряд положительных явлений. Во-первых, это привлекательно с эстетической точки зрения, включает в работу правополушарное мышление, активизирует логическое мышление за счёт расположения материала в логике изучения научной теории, развивает творческие способности при попытках найти оригинальные способы практического применения явления. Красочное оформление структурных схем способствует более продуктивному запоминанию. Усваивается аналогичная, стандартная структура зна-

ния о различных математических явлениях».

По той же структуре рассматривается и знания по химии учениками школы № 103 Барнаула учителя О.Г. Мурзинцевой.

Таким образом, разработанная технология системного усвоения знаний находит применение у учителей различных учебных предметов: физики, химии, биологии, математики и других. Конечно, структура знания учебных предметов может иметь специфику. Тем не менее, большое значение для системного усвоения знаний имеет сам факт существования и выявления этой структуры. Учащиеся, обученные методам системного усвоения знаний, переносят умения анализировать структуру изучаемого материала и синтезировать полученные элементы в структуры, адекватные структуре изучаемой научной теории, на другие учебные предметы. А это уже развитие креативности учащихся. **НО**