

Государственное учреждение образования
”Заболотская средняя школа имени Е.Н.Карпенкова”

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Цыбулько Г.Ч.,
учитель математики
и информатики

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Основные понятия в области визуализации учебного материала

Термин «технология визуализации учебной информации» был предложен Г. В. Лаврентьевым и Н. Е. Лаврентьевой. Расширяя границы данной технологии, они понимают под визуализацией не только знаковые, но и некоторые другие образы «визуализации», выступающие на первый план в зависимости от специфики изучаемого объекта. Это могут быть следующие базовые элементы зрительного образа: точка, линия, форма, тон, цвет, размер, масштаб.

Процесс графической визуализации позволяет сжать объем информации и представить его в виде динамического или статического графического изображения. Зарубежные исследователи G. Caviglia, P. Ciuccarelli, L. Masud, D. Ricci, Fr. Valsecchi выделяют в процессе графической визуализации 3 уровня:

1. *Визуализация данных.* Предназначена в первую очередь для переработки и систематизации цифровых данных. Основным способом представления в данном случае являются диаграммы, которые позволяют выявить и показать закономерности процессов или явлений.

2. *Визуализация информации.* Позволяет отразить различные явления, события и процессы в хронологии и пространстве, продемонстрировать тенденции, выстроить концепции и идеи. Дает возможность быстро осваивать различные сложные и большие информационные объемы, в том числе фактографические данные. Одним из способов такой интерпретации является инфографика, презентации.

3. *Визуализация знаний.* Основной упор в данном случае делается на идеи и трансформацию накопленных знаний, преобразование которых позволяет переосмыслить существующие знания и возможно стимулировать развитие и генерацию новых знаний.

Визуализацию и наглядность признают синонимичными понятиями, имеющими непосредственное отношение к принципу наглядности. В то же время в некоторых исследованиях подчеркивается разница между этими понятиями в связи с развитием информационных технологий. Так, если наглядность подразумевает значительную произвольность в установлении связи между учебным материалом и образом, который вполне может быть избыточным или трудно понимаемым, то, в противовес этому, основой визуализации содержания учебного материала авторы считают «сознательное и целенаправленное использование учебных «гештальтов», специально разработанных и особым образом организованных для стимулирования восприятия учебного материала и работы мышления с ним» [25].

Наглядность в методике преподавания математики предполагает демонстрацию уже готового образа предметов, процессов или явлений, а визуализация представляет активную деятельность учащегося в процессе создания и отчуждения «мыслеобраза», затрагивающую психологические процессы отражения и отображения. Под визуализацией в образовании понимаются более сложные по виду деятельности и психологически насыщенные процессы и результаты работы с учебным материалом, нежели наглядность. Визуализацию определяют как «свертывание мыслительных содержаний в наглядный образ», который может служить опорой для дальнейшей мыслительной и практической деятельности. Ей придается значение особого психологического механизма «перевода невидимого мыслеобраза в видимый, зримый образ». Встречаются разные толкования самого этого термина. Например, предлагается различать визуализацию информации и визуализацию знаний. Первая определяется как «использование компьютерных приложений для графического представления абстрактных данных», для второй дается определение — опять же в контексте информационных дисциплин — как набора графических элементов и связей между ними, используемого для передачи знаний от эксперта к человеку или группе людей, раскрывающего причины и цели этих связей в контексте передаваемого знания.

Происхождение и развитие идеи визуализации учебного материала

Информационная насыщенность современного мира требует специальной подготовки учебного материала перед ее предъявлением обучаемым. Назрела потребность в обосновании и активном внедрении специальной технологии, позволяющей решать проблемы компоновки знаний и их оперативного использования. В наибольшей степени данную проблему способна решить технология визуализации учебной информации, в основе которой лежат различные эффективные способы обработки и компоновки информации, позволяющие ее «сжимать», т. е. представлять в компактном, удобном для использования виде.

В целом суть технологии визуализации сводится к целостности трех ее частей.

1. Систематическое использование в учебном процессе визуальных моделей одного определенного вида или их сочетаний.

2. Научение школьников рациональным приемам «сжатия» информации и ее когнитивно-графического представления.

3. Методические приемы включения в учебный процесс визуальных моделей. Работа с ними имеет четкие этапы и сопровождается еще целым рядом приемов и принципиальных методических решений.

В. С. Аванесов, доктор педагогических наук, профессор, трактует абстрактные знания как особый вид знаний, при котором оперируют идеализированными понятиями и объектами, несуществующими в реальности. Много таких объектов в геометрии.

Опорный конспект

Народный учитель СССР (1990), донецкий учитель-новатор Виктор Федорович Шаталов на занятиях предметами физико-математического цикла решал вопросы современного образования: сокращение перегрузок, воспитание, формирование интереса школьников к учению, их активного творческого подхода к учебным задачам.

Виктор Федорович обращал внимание на блочное планирование и блочный контроль знаний:

1) облегчение ученикам прочного запоминания и воспроизведения опорных сигналов;

2) определение четких параметров ответа каждого ученика во время устного опроса.

Использование при объяснении нового материала опорных сигналов и конспектов.

Опорный конспект он сравнивал с краткими записями учителя на доске во время объяснения материала (рисунок 1).



Опорный конспект — это любая наглядная информация, которая состоит из обозначений, расположенных определенным образом, и несущих определенную информацию. Содержание опорного конспекта — информация, считываемая с опорного конспекта. Ключевыми словами являются понятия, составляющие смысловую основу содержания опорного конспекта.

Рисунок 1 — Пример опорного конспекта

Важно:

- 1) составление формулы усвоения содержания;
- 2) выделение 3–10 ведущих понятий;
- 3) соотнесение выделенных понятий с обозначениями;
- 4) определение главного понятия, определяющего основную идею темы;
- 5) размещение обозначений или слов вокруг главного понятия.

Карта памяти, предложенная американцами Бобби ДеПортер и Майклом Хенаки, позволяет объединять зрительные и чувственные ассоциации в виде взаимосвязанных идей, как на дорожной карте.

Обычно в центре страницы пишут главную тему, которую заключают в круг, ромб, прямоугольник, а затем для каждой главной идеи рисуют расходящиеся от центра ответвления, имеющие каждое свой цвет. На ветвях выписывают ключевое слово или фразу, и оставляют место для добавления деталей в процессе дальнейшей работы. В карту памяти вводят символы и рисунки, что облегчает ее запоминание (рисунок 2). Дальнейшее развитие и обоснование карта памяти получила в виде **интеллект-карт**.



Рисунок 2 — Примерный вид карты памяти

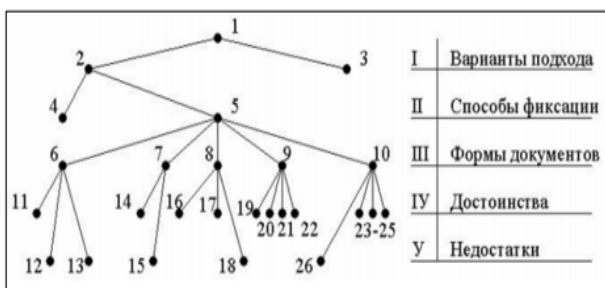
Спецификация учебного материала, пример оформления которой представлен на рисунке 3, составляется в виде таблицы с научными или техническими понятиями, входящими в состав учебного материала темы. Каждому учебному элементу (УЭ)

Опорные понятия	Новые понятия	№ п/п	УЭ	Условные обозначения	Уровень усвоения
+		1	Механические нагрузки		2
+		2	Деформации		2
	+	3	Прочность		3
	+	4	Твердость		2
	+	5	Упругость		2
	+	6	Пластичность		2
	+	7	Хрупкость		2

присваивается порядковый номер. Как правило, УЭ-1 — это ведущее понятие данной темы. В таблицу заносят, является ли понятие новым или опорным, требуемый уровень его усвоения (знакомство, воспроизведение, применение, творчество), а также условное обозначение данного понятия. Введение графы «Условное обозначение» способствует развитию творческого мышления школьников и готовит их к работе с опорными конспектами.

Рисунок 3 — Внешний вид спецификации учебного материала

Граф учебной информации (рисунок 4), в основу которого положены труды Леонарда Эйлера — швейцарского, немецкого и российского математика и механика, внесшего фундаментальный вклад в развитие этих наук,— это схема, показывающая, каким образом множество точек (вершин) соединяются множеством линий (ребер). Вершина в графе структуры учебной информации отображает учебный элемент, а ребро— ту связь между двумя учебными элементами, которая является существенной с точки зрения преподавателя, разрабатывающего структуру.



Граф может отображать индуктивный (от частного к общему) или дедуктивный (от целого к составляющим его элементам) путь изложения учебного материала.

Рисунок 4 — Внешний вид графа учебной информации

Логико-смысловые модели (ЛСМ) как понятие введены Валерием Эмануиловичем Штейнбергом, кандидатом технических наук, кандидатом и доктором педагогических наук, профессором, Заслуженным изобретателем РБ, академиком общественных Академий профессионального образования (АПО) и психологических и социальных наук (АПСН),



среди научных интересов которого: инструментальная дидактика и дидактический дизайн, технология профессионального творчества, технология сравнительного музыкослушания, дидактическая микроумористика; автором работ в области инструментальной дидактики, в том числе книг: «Крылья профессии — введение в технологию проектирования образовательных систем и процессов», «Дидактические многомерные инструменты: теория, методика, практика», «Теория и практика дидактической многомерной технологии» (рисунок 5).

Рисунок 5 — Тема «Природные зоны» оформлена в виде логико-смысловой модели

Логическая модель или логико-смысловая модель (В. Э. Штейнберг) — ее примером может служить запись математических аксиом через предикаты логики, что позволяет сократить количество записываемых «знаков» в несколько раз. Логическая модель используется для представления знаний на основе опорно-узловых каркасов. Конструирование моделей включает в себя следующие процедуры:

- в центр будущей системы координат помещается объект конструирования: тема, проблемная ситуация и т.п.;
- определяется набор координат — «круг вопросов» по проектируемой теме, в число которых могут включаться такие смысловые группы, как цели и задачи изучения темы, объект и предмет изучения, содержание, способы изучения, результат и гуманитарный фон изучаемой темы, творческие задания по отдельным вопросам;
- определяется набор опорных узлов — «смысловых гранул» для каждой координаты, путем логического или интуитивного определения узловых, главных элементов содержания или ключевых факторов для решаемой проблемы;
- выполняются ранжирование гранул, расстановка на координатах путем выбора оснований и формирование однорядовых шкал;
- осуществляется перекодирование информационных фрагментов для каждой гранулы путем замены информационных блоков ключевыми словами или словосочетаниями.

Логико-графическая модель (схема)

Е. Егидес и А. П. Егидес (доктор психологических наук, кафедра связей с общественностью Государственного Университета Управления), специалист в области конфликтологии и социальной психологии. Разработан и успешно внедрен в учебный процесс уникальный метод перевода даже самого сложного текста в четкую и ясную логикографическую схему. В основе логико-смысловой схемы лежит основополагающее понятие психологии — «гештальт». В переводе с немецкого гештальт — это образ. Гештальтпсихология установила, что зрение объединяет отдельные элементы в целостные фигуры благодаря умственному гештальту, существующему в голове. Человек, используя такой умственный гештальт, выделяет из фона фигуру. Непосредственный чувствительный зрительный образ фигуры строится из разрозненных ощущений благодаря этому

умственному гештальту. Все остальное: другие фигуры, связывающие линии, выноски, дополнительные элементы, пустоты — только фон. Если гештальты в схеме недостаточно сильные, то схема как бы рассыпана, и ее нужно собрать мыслительными усилиями во что-то мыслимое, но не видимое единство. В таком случае схема теряет свое предназначение и становится только дополнительным затруднением в усвоении материала. А если гештальты в схеме сильные, если они видятся, то они организуют и понимание, т. е. само мышление, и запоминание и способствуют речевому воспроизведению мысли (рисунок 6).

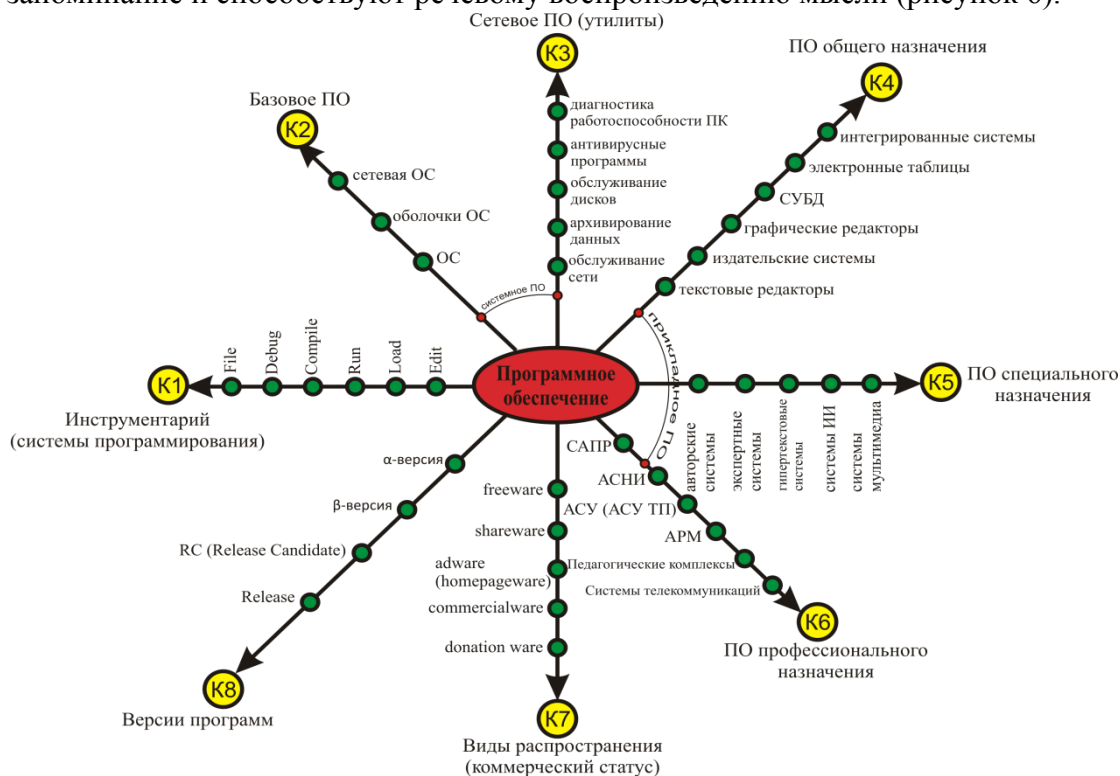


Рисунок 6 — Логико-смысловая модель «Программное обеспечение»

Психологический смысл логико-графического структурирования заключается в улучшении запоминания и способности к воспроизведению изучаемого материала. Помимо гештальтирования при логикографическом структурировании осуществляется деятельность по преобразованию материала: во-первых, текст преобразуется в структуру схемы; во-вторых, переформулируются текстовые фрагменты; в-третьих, ранее нарисованная схема перестраивается для получения лучших гештальтов. В итоге весь материал проходит через органы чувств, артикуляционный аппарат, мозговые структуры, через мышцы рук, что обеспечивает участие всех видов памяти.

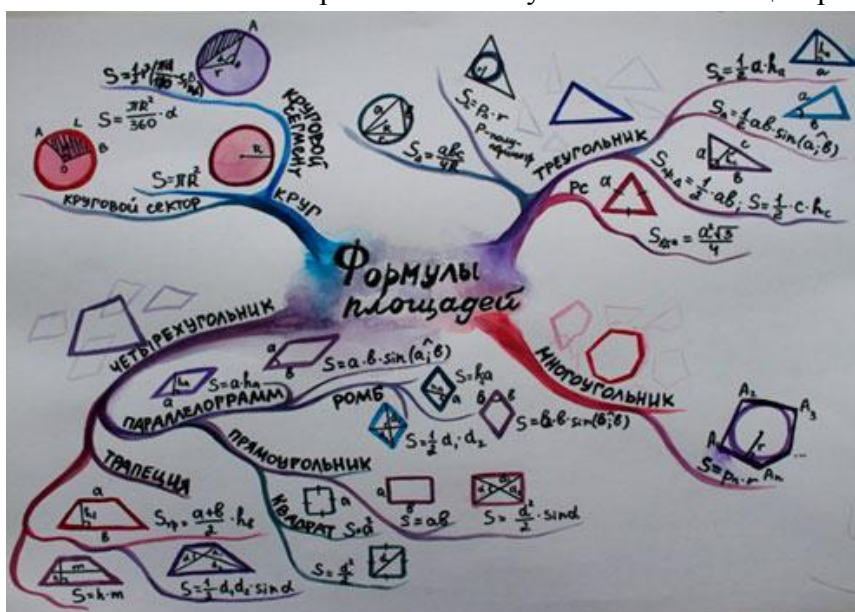
Преобразование материала в рамках логико-графического структурирования помогает пониманию материала, его осмыслению. Логико-графические схемы строятся на основе гештальтирования материала схемы.

Ментальная карта

Ментальная карта — это методика структурирования и усвоения информации при помощи «ментальных карт» разработанная британским ученым, ведущим специалистом по проблемам развития интеллекта Тони Бьюзеном, британским психологом, автором методики запоминания, творчества и организации мышления «карты ума (памяти)». При разработке своей методики, получившей мировой резонанс, автор опирался на постулат, в котором содержится утверждение, что логическое мышление у человека формируется на основе образного, и само усвоение логических форм мышления было бы неполноценным без фундамента в виде развитых образных форм. И в самом деле, даже в самых отвлеченных видах деятельности человека, связанных с необходимостью последовательного, строго логического мышления (например, в работе ученого) огромную роль играет использование образов. В учебной деятельности наглядные пространственные модели, в которых

отображается связь и отношения вещей, выступают в виде различного рода схем, чертежей, карт, графиков, объемных моделей, передающих взаимосвязь тех или иных объектов.

Ментальные карты также могут оказать помощь при решении разнообразных задач и



проблем через визуализацию информации. Одним словом, эта методика представляет собой шаг вперед на пути от одномерного линейного логического мышления к многомерному мышлению. Цели создания карт могут быть самыми различными: прояснения для себя какого-либо вопроса, сбор информации, принятие решения, запоминание сложного материала, передача знаний ученикам или коллегам и т.д. (рисунок 7).

Рисунок 7 — Ментальная карта «Формулы площадей»

В своих работах Тони Быузен утверждает, что мозг не способен усвоить последовательно, логически изложенные знания. Новая информация будет усвоена в том случае, если будет с чем-либо олицетворяться, т.е. через мыслеобразы, своего рода смысловые картинки. Эти мыслеобразы и будут храниться в памяти, причем каждый из них становится базой для создания последующих, позволяет создать новую цепочку ассоциаций.

Ассоциация — это связь между отдельными представлениями, при которой одно из представлений вызывает другое:

1. По смежности, то есть по близости, по соседству в пространстве или во времени, когда одно представление вызывает в сознании другое, благодаря их временному или пространственному совпадению. Чаще всего эта близость закономерна, например, улей — пчелы, медведь — зима — берлога, зима — мороз — снег. Но иногда никакой закономерной связи между представлениями нет, и ассоциация возникает потому, что когда-то произошло случайное совпадение восприятия объектов. Например, когда вы слышите определенную музыку, вы вспоминаете человека, при встрече с которым играла та же музыка. Весь привычный ход мыслей, усвоенных памятью, обусловлен не чем иным, как ассоциацией по смежности. Слова какого-нибудь стихотворения, тригонометрические формулы, исторические события, свойства материальных предметов — все это для нас определенные системы или группы объектов, которые связаны между собой благодаря бесчисленным повторениям в определенной последовательности, из которых каждый вызывает в памяти представление об остальных.

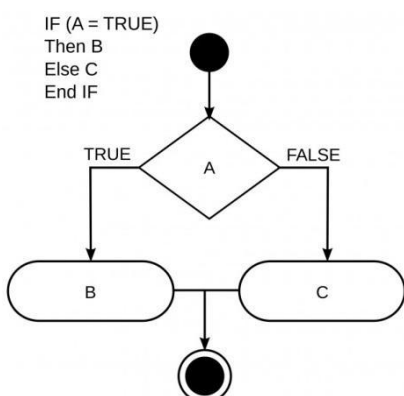
2. По сходству, по подобию, то есть похоже по какому-то признаку: по форме, по цвету, по восприятию, по функции, например, мяч — арбуз, лимон — лимонад, снег — вата. Не всегда этот признак является существенным, что приводит к довольно оригинальным ассоциациям. Примером может служить ситуация, описанная А.П. Чеховым в рассказе о человеке, у которого фамилия «Овсов» ассоциировалась как «лошадиная» («Лошадиная фамилия»).

3. По контрасту, то есть противоположное по каким-то свойствам. Этот тип ассоциаций самый сложный, встречается относительно редко и в большей степени характерен для людей с нестандартным мышлением. Например: добро — зло, гора — равнина, гора — ущелье, искры — снежинки.

Особенностью ассоциативного мышления является способность выделять общие признаки вещей — обобщать, не проводя логического анализа.

Ассоциации можно рассматривать как источник дополнительной информации, которую можно использовать в творческом процессе.

Продукционная модель



Б. Ц. Бадмаев — доктор психологических наук, академик Международной академии информатизации, профессор факультета психологии Московского городского педагогического университета, полковник запаса. Вся его жизнь была посвящена экспериментальным и теоретическим исследованиям психологических закономерностей обучения) представляет собой набор правил или алгоритмических предписаний для представления какой-либо процедуры решения. Если обычная инструкция состоит из нескольких, а иногда и большого количества правил (продукций), то продукционная модель сводит их в одну визуальную композицию со всеми связями и разветвлениями.

Продукционные модели можно считать наиболее распространенными моделями представления знаний. Продукционная модель — это модель, основанная на правилах, позволяющая представить знание в виде предложений типа: «ЕСЛИ условие, ТО действие»

Фреймовая модель представлена на рисунке 8. Фрейм — рамка, осто



минимальное описание явления. Фрейм в технологии обучения (Марвин Мински) — это единица представления знаний, заполненная в прошлом, детали которой при необходимости могут быть изменены согласно ситуации. Обычно фрейм состоит из нескольких ячеек (слотов), каждый из которых имеет свое назначение. При помощи фреймовой модели можно «сжимать», структурировать и систематизировать информацию в таблицы, матрицы.

Рисунок 8 — Фреймовая модель знаний

Схемоконспект — это учебная информация, представленная в виде схемы. Учащиеся получают схемоконспекты в готовом виде и после развернутого объяснения работают с ними. Схемоконспект, или конспект-схема, может рассматриваться как частный случай фреймовой модели. Ее автор М. С. Каган обосновывает применение конспект-схем тем, что мы воспринимаем образы и явления в зависимости от глубины проникновения в них, и запоминаются лучше те образы, которые раскрыты со всех сторон и на всех уровнях. М. С. Каган (советский и российский философ и культуролог, специалист в области философии и истории культуры, теории ценности, истории и теории эстетики, Доктор философских наук, профессор) выделяет пять уровней глубины проникновения и связывает их определенным образом в конспект-схему. По периметру схемы располагаются блоки, отражающие внешнее описание объекта изучения, взаимодействие его с окружающим миром, внутренние механизмы, процессы, гипотезы, применение теории в практике. В центре схемы расположен блок с указанием на не решенные в данной области проблемы (рисунок 9). Рисунок 9 — Вешний вид схемоконспекта



Семантическая сеть (модель семантической сети), как правило, используется для установления межпонятийных связей с выше-, ниже-, рядом стоящими понятиями. Примером семантической сети могут служить формально-логические приемы отражения блоков информации большого масштаба. Через семантические сети возможно построение «терминологического гнезда», расширяющего объем понятия.



Когнитивно-графические элементы — когнитивно-графические элементы



«Древо» и «Здание» строятся по принципу блок-схем. Здесь важна последовательность основных компонентов в изучаемой теории: основание — ядро — приложение. В основании, как правило, представлены опорные понятия, факты, способы действий, актуализация которых необходима для изучения ее ядра. Приложение содержит учебный материал, обеспечивающий реализацию внутриспредметных, междисциплинарных связей и выход на практику.

Таким образом, техника построения «Древа» и «Здания» основывается на методе восхождения от абстрактного к конкретному (рисунок 10).

Рисунок 10 — Когнитивно-графический элемент «Древо» и «Здание»

Метаплан-техника (Н. Е. Эрганова — доктор педагогических наук, профессор Теоретические основы учебной дисциплины «Методика профессионального обучения») — представляет собой инвариантное множество знаковых форм (элементов), имеющих определенное назначение. К элементам метаплана относятся: полоса, облако, овал, прямоугольник, круг. Каждый элемент несет определенные сущностные характеристики, например, полосы используются для обозначения коротких формулировок или выводов, прямоугольником выделяются названия, заголовки или категориальные понятия.

Метаплан как знаковое визуальное средство обладает чувственно воспринимаемыми свойствами — формой и цветом. Существуют специальные правила составления метаплана, в частности, недопустимы изменения формы элемента и его цвета без изменения значения (рисунок 11).

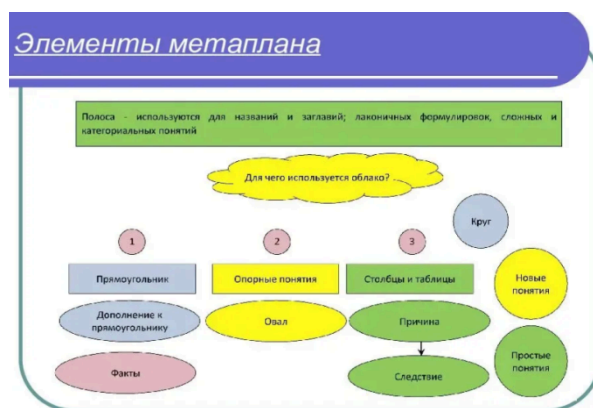


Рисунок 11 — Элементы метаплана

Внедрение любой новой технологии в практику обучения требует личностной подготовленности к нововведениям как учителя, так и школьников, поскольку они являются равноправными субъектами процесса обучения.

Преподаватель должен проявлять творческую активность при освоении новой для него технологии и уметь разрабатывать основные дидактические средства и методическое оснащение учебной деятельности. Освоение приемов структурирования и визуализации учебного материала проходит ряд этапов:

- отбор учебного материала, структурно-логический анализ и построение структурно-логической схемы учебной информации;
- выделение главного (ядра), методологических и прикладных аспектов;
- расположение учебного материала с учетом логики формирования учебных понятий;
- подбор опорных сигналов (ключевых слов, символов, фрагментов схем) и их кодировка;
- поиск внутренних логических взаимосвязей и межпредметных связей;
- составление первичного варианта, компоновка материала в блоки;
- критическое осмысление первичного варианта, перекомпоновка, перестройка, упрощение;
- введение цвета;
- озвучивание и окончательная корректировка визуального средства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аванесов В. С. Знания как предмет [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://testolog.narod.ru/Theory48.html>
2. Авдулова И. В. Технология визуализации учебной информации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://multiurok.ru/files/tiekhnologhiia-vizualizatsii-uchiebnoi-informatsii.html>
3. Аранова С. В. Интеллектуально-графическая культура визуализации учебной информации в контексте модернизации общего образования [Текст] // Вестник ЧГПУ. — 2017. — №5. С. 9–16.
4. Аранова С. В. К методологии визуализации учебной информации. Интеграция художественного и логического [Текст] // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. — 2011. — №2. — С.18–24.
5. Берестенева О. Г. Когнитивная графика социальнопсихологических исследованиях [Электронный ресурс] / О. Г. Берестенева, А. Е. Дзюра. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-grafika-v-sotsialno-psihologicheskikh-issledovaniyah>
6. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход [Текст] / А. А. Вербицкий. — Москва: Высш. шк. — 1991. — 207 с.
7. Волченков Э. И. О взаимосвязи внимания, восприятия и памяти в структуре основных психических процессов [Текст] // Сервис +. — 2009. — №2. — С. 22–25.
8. Глазунов С. А. Опорные конспекты как средство повышения качества образования [Текст] // Научные исследования в образовании. — 2007. — №3. — С. 58–59.
9. Гуль Е. Н. Деятельностный и компетентностный подходы на уроках математики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/materialy-metodicheskikh-obedinenii/library/2016/02/02/deyatelnostnyy-i-kompetentnostny>
10. Гусейнов А. З. Развитие принципа наглядности в истории педагогики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-printsipa-naglyadnosti-v-istorii-pedagogiki>
11. Журкин А. А. Использование технологий визуализации и полисенсорного представления обучающего материала в интеллектуальных обучающих системах [Текст] // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. — 2013. — №3 (27). — С. 6–28.
12. Ижденева И. В. Некоторые особенности визуализации учебной информации [Текст] // Science Time. — 2015. — №1 (13). — С. 167–169.
13. Ижденева И. В. Развитие ассоциативного мышления студентов при изучении математических и информатических дисциплин [Текст] // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. — 2015. — №1 (31). — С. 53–157.
14. Колесник В. Что такое паттерн (в русле идей де оно [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kolesnik.ru/2006/pattern>

15. Кондракова С. О. Опорные сигналы В. Ф. Шаталова средство активизации творческого подхода к учебному процессу [Текст] // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. — 2008. — № 65. — С. 404–408.
16. Крюкова П. С. Визуализация учебной информации в области информационных технологий [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/25364/1/RSVPU_2018_349.pdf
17. Курилкина В. Н. Философский и общенаучный анализ понятия информации [Текст] // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. — 2014. — №1. — С. 73–77.
18. Мак-Дермотт Ян Ментальные модели [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://librolife.ru/g5992511>
19. Макарова Е. А. Визуализация как способ структурирования знаний и формирования ментального пространства [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://opr.ru/data/partner/6/message/RR9f14_3049.pdf
20. Манько Н. Н. Когнитивная визуализация дидактических объектов в активизации учебной деятельности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-vizualizatsiya-didakticheskikh-obektov-v-aktivizatsii-uchebnoy-deyatelnosti>
21. Манько Н. Н. Проективная визуализация дидактических объектов – детерминант развития обучающегося [Текст] / Н. Н. Манько // Образование и наука. — 2013. — № 6. — С. 91–106.
22. Неудахина Н. А. О возможностях практического внедрения технологии визуализации учебной информации в вузе [Текст] / Н. А. Неудахина // Известия АлтГУ. — 2013. — №2 (78). — С. 35–38.
23. Рапуто А. Г. Визуализация как неотъемлемая составляющая процесса обучения преподавателей [Текст] / А.Г. Рапуто // Международный журнал экспериментального образования. — 2010. — № 5. — С. 138–141.
24. Рафальчук О. Г. О визуализации в образовании [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://rafalchuk.ipk.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=78
25. Резник Н. А. Визуализация учебного контента в современном информационном пространстве [Текст] / Н. А. Резник // Информационно-образовательная среда современного вуза как фактор повышения качества образования: материалы международной научно-практической конференции, 01–03 ноября 2007 года, МГПУ. — отв. ред. Трипольский Р. И. — Мурманск: МГПУ. — 2007. — С. 24–26.
26. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии [Текст] / Г. К. Селевко. — Москва: Народное образование. — 1998. — 556 с.
27. Симонова М. В. Использование ментальных карт в деле обеспечения качества знаний на разных этапах обучения [Текст] / М. В. Симонова // Научные исследования в образовании. — 2008. — №6. — С. 44–47
28. Сквирский В. Я. Методические указания по разработке структуры учебной информации [Текст] / В. Я Сквиринский. — Москва: МАДИ, 1980. — 80 с.
29. Сырина Т. А. Когнитивная визуализация: сущность понятия и его роль в обучении языку [Текст] / Т. А. Сырина // Вестник Томского государственного педагогического университета. — 2016. — № 7 (172). — С. 81–84.
30. Трухан И. А. Визуализация учебной информации в обучении математике, её значение и роль [Текст] / И. А. Трухан, Д. А. Трухан // Успехи современного естествознания. — 2013. — № 10. — С. 113–115.
31. Чернякова Т. В. Когнитивная графика в преподавании дисциплины «Защита сетевых информационных систем» / Т. В. Чернякова, П. С. Крюкова // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты: материалы 5-й Международной научно-практической конференции, Воронеж, 1–2 дек. 2016 г.: в 2 томах. — Т. 2. — под ред. Иголкина С. Л. — Воронеж: ВЭПИ. — 2016. — С. 188–192.

