

**БЕРШАДСКАЯ
ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА,**

*доцент кафедры развития образования
АПКиППРО, к.п.н*

**БЕРШАДСКИЙ
МИХАИЛ ЕВГЕНЬЕВИЧ,**

*профессор кафедры развития образования
АПКиППРО, к.п.н.*

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФРЕЙМА ПОНЯТИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА» НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТ

Исследования в области когнитивной психологии показали, что индивидуальные знания каждого человека можно представить в виде множества мысленных репрезентаций обобщённых понятий, представлений, образов объектов, ситуаций и действий, сохранённых в долговременной памяти в результате опыта прошлой познавательной деятельности благодаря биохимическим изменениям, произошедшим в нейронах мозга. Эти репрезентации принято назвать когнитивными схемами. По-видимому, следует говорить о существовании как общих, так и специализированных когнитивных схем, отвечающих за переработку различных видов информации. «Когнитивные схемы представляют собой когнитивные, умственные планы, которые являются абстрактными и которые служат руководством к действию, как структура для интерпретации информации, как алгоритм для решения проблем и т.д. Таким образом, можно встретить упоминания лингвистической схемы понимания предложения, культурной схемы интерпретации мифа, хватательной схемы для ребёнка, обучающегося хватать объект, схемы средств достижения цели для решения логических задач и т.д.» [1, с. 336].

Когнитивные схемы одновременно являются и продуктом взаимодействия человека с миром и когнитивным инструментом, используемым для обнаружения, восприятия, переработки и применения поступающей

информации. Этот факт имеет исключительное значение для понимания причин возникновения проблем в процессе обучения. Искажённая, неполная или ошибочная когнитивная схема, имеющаяся в сознании обучающегося, приводит к искажённому, частичному или ошибочному восприятию информации из окружающей среды, что затрудняет или делает невозможным адаптивное поведение. Обучение следует рассматривать как процесс формирования когнитивных схем, соответствующих тем видам информации, которые необходимо научиться воспринимать и перерабатывать для адекватного реагирования на требования окружения. Чем шире репертуар когнитивных схем, которыми обладает обучающийся, тем большее количество информации он может извлечь из содержания обучения. Отсутствие же некоторых схем блокирует процесс получения отдельных видов информации, существенно искажая картину мира в сознании ученика. Отсюда следует, что выявление тех когнитивных схем, которыми обладает обучающийся, является одной из основных задач учителя.

С аналогичной проблемой столкнулись исследователи в области искусственного интеллекта, решая задачу распознавания компьютером материальных тел и их образов. В процессе её решения М. Минский выдвинул гипотезу фреймов, как способа представления данных об объектах. Фрейм имеет трёхуровневую структуру. Она состоит из уникального имени фрейма, набора признаков объекта и возможных значений, которые они могут принимать. Опознание объекта компьютером происходит путём обнаружения всех его необходимых и достаточных признаков, которые должны быть заложены (вместе с множеством их возможных значений) в память ЭВМ. Позднее гипотеза фреймов была обобщена не только на описание объектов, но и на представление понятий, ситуаций, сценариев.

Нетрудно видеть, что между понятиями когнитивной схемы и фрейма существует глубокая аналогия. И то, и другое можно рассматривать как базу данных, позволяющих пользователю (компьютеру или человеку) адекватно воспринимать окружающий мир. Поэтому понятие фрейма стало применяться и в когнитивной психологии как некоторый эквивалент понятия когнитивной схемы. Это позволяет представить знания человека о мире как множество фреймов, что является более продуктивной идеей с точки зрения решения практических задач психологии и педагогики. Структура когнитивной схемы в большой степени является чёрным ящиком, так как её образование происходит в основном ассоциативным путём, и, по-видимому, в долговременной памяти сохраняется вся воспринятая человеком информации, включая случайные ассоциативные связи с элементами среды. Фрейм же должен содержать только необходимую и достаточную информацию для точного восприятия информации. Таким образом, фрейм можно рассматривать как идеальную когнитивную схему,



с которой нужно научиться сравнивать реальные когнитивные схемы, имеющиеся у обучающегося.

Адекватным дидактическим инструментом для решения этой задачи является метод интеллект-карт, так как он позволяет обнаруживать случайные ассоциации, возникающие у обучающегося как на сознательном, так и на подсознательном уровнях при восприятии учебной информации, и использовать для активации ассоциаций дополнительные признаки в виде цвета, формы, объёма, звуков и знаков, кодирующих эмоциональные состояния.

Проиллюстрируем возможности данного метода на примере представления фрейма понятия «физическая величина» в форме интеллект-карты. Это понятие является одним из наиболее часто встречающихся в школьном курсе физики, с помощью физических величин формулируется большинство законов и принципов, осуществляется количественное моделирование явлений, в ходе экспериментов измеряются их численные значения, что позволяет проверить предсказания теории, физические величины позволяют количественно описать свойства тел, веществ, явлений и процессов, построить классификации объектов. Несмотря на значимость данного понятия, во многих школьных учебниках отсутствует его определение, признаки понятия описываются частично и фрагментарно, поэтому следует ожидать, что когнитивные схемы данного понятия, формируемые в сознании обучающихся, будут обладать существенной неполнотой. По мнению М. А. Холодной, это приведёт к возникновению постоянных проблем при опознании и применении данного понятия: «... если необходимая когнитивная схема вообще отсутствует, либо она неадекватна, то и полноценное усвоение соответствующего понятия невозможно в силу ошибки отнесения конкретного объекта к категории» [4, с. 181].

Что должна включать идеальная когнитивная схема физической величины, т. е. её фрейм? Другими словами, какие ассоциации должны возникнуть у обучающегося при восприятии слов «физическая величина»? В первом приближении для ответа на эти вопросы можно воспользоваться обобщённым планом изучения физической величины, предложенным А. В. Усовой [3]. Однако он нуждается в уточнении и детализации.

Каждая физическая величина имеет своё уникальное имя (название), и обозначается каким-либо буквенным символом. Эти сведения о величине дают первые две ассоциативные связи:

- физическая величина — название;
- физическая величина — символическое обозначение.

Очевидно, что наиболее важные ассоциации должны быть связаны с признаками, содержащимися в определении понятия. Существует

множество различных определений физической величины, но во всех из них подчёркивается, что она является количественной характеристикой свойств объектов, явлений и процессов. Обучающийся может выучить одно из определений наизусть, но это не гарантирует ни его понимания, ни правильного применения в учебной деятельности. Из определения следуют только два признака физической величины:

- характеризует свойства объектов, явлений и процессов;
- является их количественной характеристикой.

Им соответствуют две ассоциативные связи, входящие в состав фрейма физической величины:

- физическая величина — объекты, явления, процессы;
- физическая величина — количественные различия, степень выраженности свойств.

Количественные различия обнаруживаются либо в ходе экспериментов, либо в процессе теоретического моделирования явлений. Это даёт основания говорить о вторичной ассоциативной связи между физической величиной и тем процессом, который привёл к осознанию необходимости её введения.

На следующем этапе необходимо выбрать способ, с помощью которого конструируется физическая величина. Назовём этот способ конструктом. В школьной физике применяются несколько типовых конструктов. Некоторые величины (масса, энергия, заряд, время) являются первичными. Значительная часть величин определяется через отношение двух или большего числа других величин (давление, плотность тока, поверхностная плотность заряда, механическое напряжение и др.). Через отношение определяются и различные константы, характеризующие свойства вещества или тел (плотность, теплоёмкость, удельное сопротивление, жёсткость и т. д.). Их отличает независимость определяемой величины от переменных, входящих в правую часть формулы. В свою очередь, от них следует отличать величины дифференциального типа, определяемых как производные от некоторых переменных процессов по времени или координатам (скорость, ускорение, мощность, напряжённость и др.). Большая группа величин конструируется как произведение нескольких величин (импульс, механическая работа, момент силы, поток вектора напряжённости и т. д.). Их можно назвать величинами интегрального типа. В отдельную группу можно выделить коэффициенты пропорциональности в физических законах. Конструкты определяют пятую ассоциативную связь: физическая величина — способ её конструирования. С ней теснейшим образом связаны:

- конкретная формула, являющаяся определением в математической форме (шестая ассоциация);



- вербальное определение, конструируемое по определённым правилам, зависящим от вида формулы (седьмая ассоциация);
- размерность физической величины, задаваемая математическим соотношением, выражающим связь данной величины с основными величинами системы (восьмая ассоциация), по этому признаку величины делятся на размерные и безразмерные;
- единица измерения физической величины (девятая ассоциация), по данному признаку выделяются основные и производные единицы. Кроме этого, для единицы нужно знать название, символическое обозначение, связи с единицами других величин, кратные и дольные единицы, уметь давать её определение.

С определением физической величины, конструируемой через отношение между другими величинами, тесно связано выяснение её физического смысла (ассоциация 10).

Определение численного значения физической величины связано с процедурой измерения (ассоциация 11). Измерения делятся на прямые и косвенные. Для прямого измерения обучающийся должен устанавливать связь между величиной и прибором для её измерения (сама схема описания прибора образует отдельный фрейм), для косвенного измерения — между количественной моделью и экспериментальной процедурой.

Важной характеристикой физической величины является направление (ассоциация 12). По этому признаку величины делятся на скалярные и векторные.

В качестве существенной характеристики физической величины нужно также упомянуть и аддитивность (ассоциация 13). Физические величины делятся на аддитивные (масса, энергия, напряжённость) и неаддитивные (температура).

Таким образом, идеальный фрейм понятия физической величины включает тринадцать характеристических признаков, необходимых и достаточных для его полного описания. С точки зрения психологии эти признаки должны образовывать ассоциативную сеть, формирующую когнитивную схему данного понятия, которая должна активироваться при восприятии значения любого из признаков.

Представим фрейм физической величины в виде интеллект-карты. Тогда имя фрейма отображается в центре карты как её тема, именам признаков понятия соответствуют первичные ассоциации, а их значениям — вторичные ассоциации. Согласно законам построения интеллект-карт [1] первичные ассоциации записываются вокруг центральной темы карты и соединяются с ней цветными линиями произвольной формы. Аналогичным образом более тонкими линиями вторичные ассоциации соединяются

с первичными. Слова, обозначающие тему, первичные и вторичные ассоциации пишутся печатными буквами, желательно рисовать их объёмными и цветными. Каждая надпись дополняется рисунками, которые должны в графической форме передавать смысл ассоциации. Если какие-либо ассоциации связаны между собой, то их следует соединить дополнительными линиями. Получившийся в результате образ отражает ассоциативную сеть понятий, связанных с темой карты, обогащённую графическими средствами передачи информации.

На рисунке 1 изображена интеллект-карта, центральной темой которой является понятие «физическая величина». Расположение элементов карты, форма и цвет линий, дополнительные рисунки отражают индивидуальные особенности мышления, поэтому интеллект-карты всегда уникальны. Скорее всего, попробовав самостоятельно построить карту по данной теме, читатель подберёт другие рисунки, иначе расположит признаки-ассоциации, использует иные цвета и формы. Карта рисуется для автора, чтобы структурировать информацию и связать её множеством полимодальных ассоциаций для более полного и длительного сохранения в долговременной памяти.

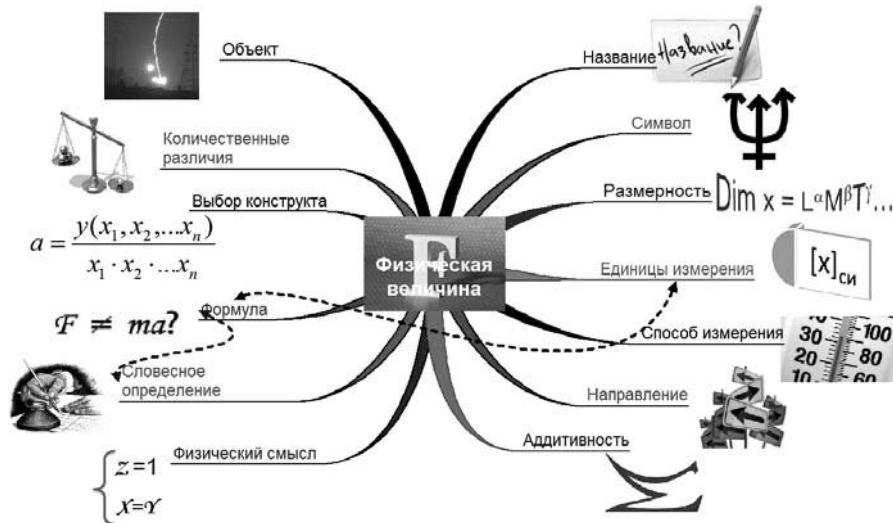


Рис. 1. Интеллект-карта «физическая величина»

На данном рисунке изображены только ассоциации первого порядка. Это сделано только для того, чтобы можно было прочесть надписи и рассмотреть рисунки. По этой же причине на рисунке 1 указаны только несколько связей между признаками. На полной интеллект-карте обязательно отображаются и ассоциации второго порядка. Для демонстрации



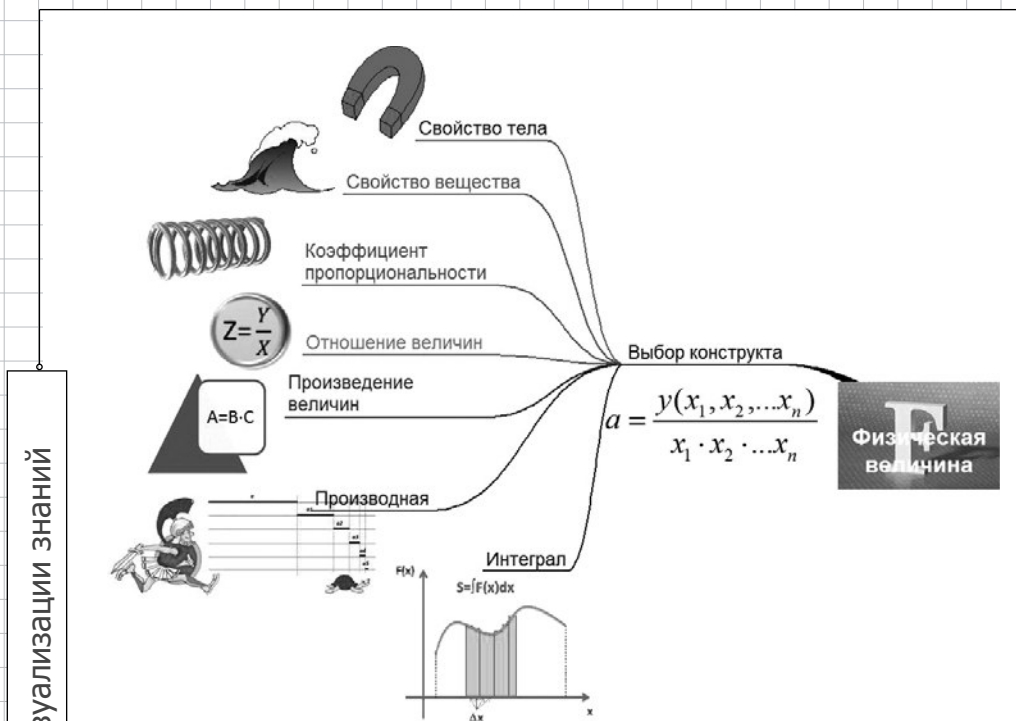


Рис. 2. Вторичные ветви интеллект-карты к понятию «конструкт»

способа их отображения покажем фрагмент карты, на котором изображены вторичные ассоциации к признаку «конструкт» (рис. 2)¹.

Аналогичным образом добавляются вторичные ветви к каждой из первичных ассоциаций, изображённых на рисунке 1.

Практика применения метода интеллект-карт на уроках физики показывает, что карту «физическая величина» целесообразно создавать постепенно, начиная с первых уроков, на которых изучается какая-либо физическая величина (предполагается, что обучающиеся уже умеют использовать метод интеллект-карт для представления понятий). Затем постепенно карта развивается, к ней добавляются новые ветви первого и второго порядков. Обучающиеся могут изображать свои собственные интеллект-карты по теме «физическая величина», индивидуальное графическое оформление которых в наибольшей степени соответствует особенностям их мышления.

При изучении каждой новой физической величины интеллект-карта служит графической опорой, организующей познавательную деятель-

¹ Рисунок, иллюстрирующий понятие производной с помощью известной апории Зенона, опубликован в статье: Решетников С.Н. Апория «Ахилл и черепаха». Опыт расшифровки/ Интернет журнал «Новая литература». URL: <http://newlit.ru/~reshetnikov/4770-2.html>.

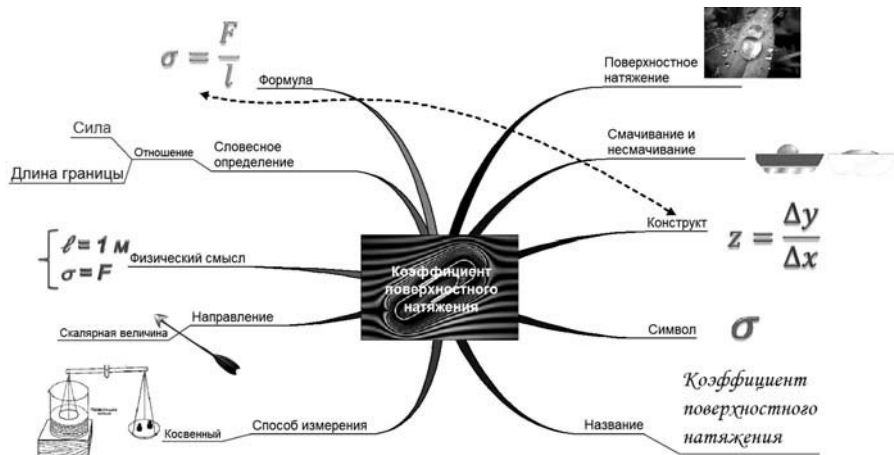


Рис. 3. Интеллект-карта учащихся по поверхностному натяжению

ность обучающихся. В качестве примера приведём интеллект-карту, построенную группой учащихся десятого класса при самостоятельном изучении темы «Поверхностное натяжение».

В результате многократного применения происходит постепенное формирование когнитивной схемы, обеспечивающей полноценное восприятие и переработку информации, связанной с физическими величинами.

Интеллект-карты являются не только дидактическим инструментом для формирования когнитивной схемы, но и эффективным средством диагностики, позволяющим исследовать ассоциации, возникающие у обучающихся при восприятии понятия «физическая величина». В качестве примера приведём несколько интеллект-карт, нарисованных учащимися одиннадцатых классов по данной теме.

Первая интеллект карта (рис. 4) нарисована учащимся физико-математического лица. Сравнение с полной интеллект-картой, представленной на рисунке 1 (идеальным фреймом), показывает, что когнитивная схема у учащегося существенно не полна. Видно, что он способен отличать физические величины от других физических понятий. Рисунки, добавленные к ассоциациям первого порядка, показывают, что в неявном виде с физическими величинами связаны явления (разряд молнии) и процедура измерения с помощью приборов (часы, весы и рулетка). Все остальные признаки понятия на карте не представлены. Об ограниченности ассоциативной сети говорит и полное отсутствие ветвей второго порядка. Интересно, что первые ассоциации у учащегося в основном связаны с первичными механическими физическими величинами, однако какая-либо классификация физических величин в карте не представлена.



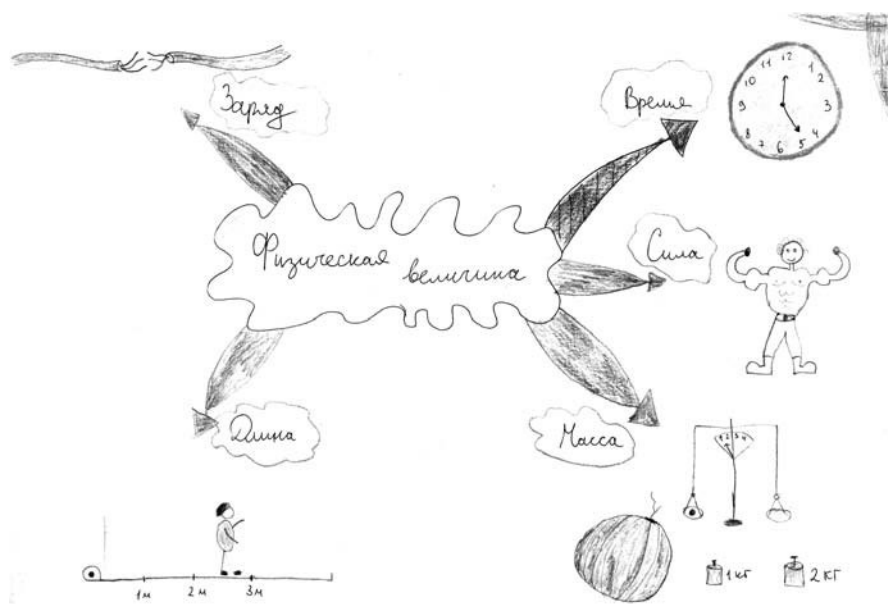


Рис. 4.

Учащийся обладает развитым мышлением, неплохой физической интуицией, успешно решает трудные физические задачи, что лишний раз подчёркивает ориентацию отечественного физического образования на формирование умений применять частные алгоритмы. Усвоение же физических понятий, структуры физических понятий и их взаимосвязей не являются целями специализированного физико-математического образования.

Вторая интеллект-карта нарисована ученицей массовой средней школы. В качестве ассоциаций первого порядка на карте отображены не примеры физических величин, а два их существенных признака — направление и способ измерения. Однако значения этих признаков представлены не ветвями второго порядка, а самостоятельными дихотомическими ассоциациями. В карте присутствуют ассоциации второго порядка в виде названий некоторых физических величин, обладающих представленными признаками. Изображение амперметра говорит о том, что ученица связывает процедуру прямого измерения с приборами, но в явном виде как отдельная ветвь эта информация на карте не отображена. Остальные существенные признаки отсутствуют. Ученица не ассоциирует физические величины с количественным описанием тел, явлений и процессов, что очень важно с точки зрения понимания методов физической науки. Не представлены на карте и характеристики физической величины, традиционно изучающиеся в средней школе (формула, определение, физический смысл, единицы измерения).

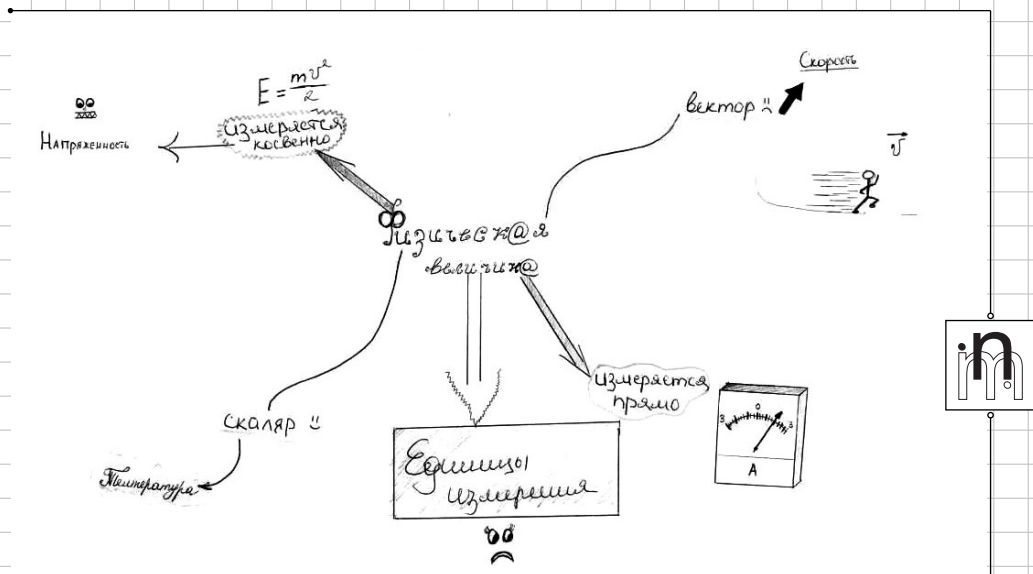


Рис. 5. Интеллект-карта ученицы массовой школы

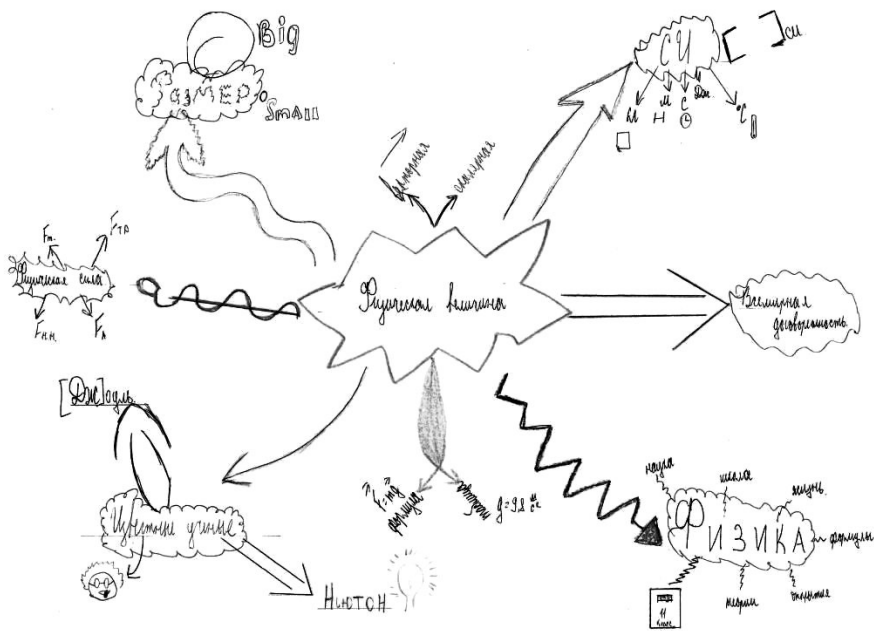


Рис. 6. Пример оригинальной и относительно полной интеллект-карты



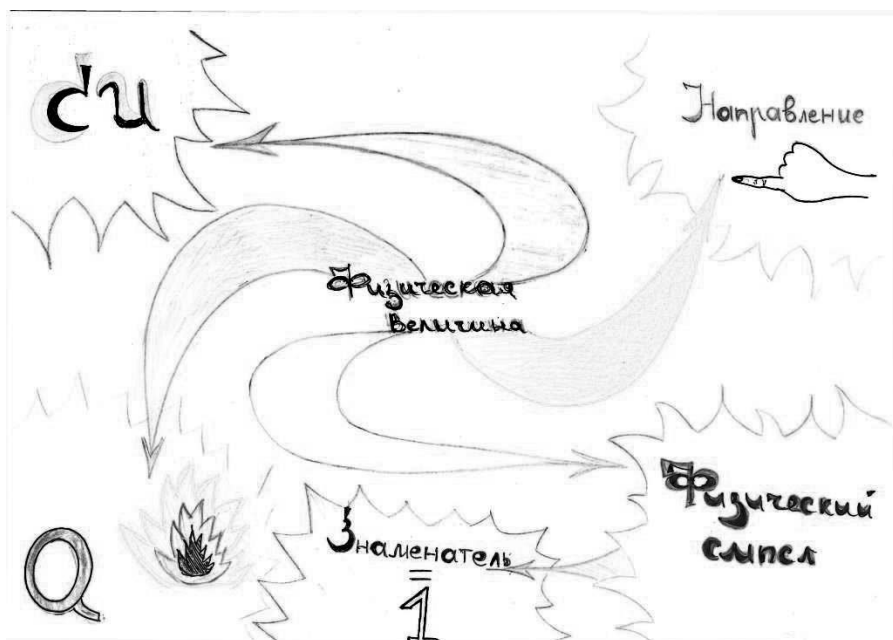


Рис. 7. Красочная, но «пустая» интеллект-карта физической величины

Пример весьма разнообразных и иногда неожиданных ассоциаций представлен на рисунке 6. В виде ветвей первого порядка учащийся отобразил на карте связи физических величин с физикой как наукой и с учёными, отметил согласительный характер значений физических величин. В качестве вторичных ассоциаций с физикой выделены теории, формулы и открытия. Отмечена связь физики с жизнью, школой и учебниками.

Среди основных признаков выделены направление, единицы измерения, количество, характеризуемое величинами. Физические величины разделены на табличные и вычисляемые по формулам. Отдельную ветвь образует понятие силы, видимо, учащийся считает его основным в физике. Это несколько нарушает достаточно явно представленное на карте деление признаков на первичные и вторичные. На карте присутствуют ассоциации второго порядка, конкретизирующие содержание основных ветвей, однако по какой-то причине не приведены примеры векторных и скалярных величин. Весьма оригинально отображена связь названий некоторых физических единиц с фамилиями учёных. Не показаны на карте такие важные признаки физической величины как определение, физический смысл, способ измерения, не отмечена связь физических величин с объектами исследования. К сожалению, присутствует и фактическая ошибка — в качестве единицы температуры в СИ указан градус Цельсия.

Достаточно узкий спектр ассоциаций представлен и на следующей интеллект-карте (рис. 7). Ученица связывает физические величины с явлениями, причём эта связь в очередной раз представлена неявной ассоциацией, выраженной рисунком; Международной системой единиц СИ; направлением и физическим смыслом. На карте представлена только одна вторичная ассоциация, которая конкретизирует традиционный способ выяснения физического смысла величины путём подстановки в формулу единичного знаменателя.

Символическое обозначение физической величины (количество теплоты Q) отображено на карте не как самостоятельный признак, а в виде вторичной ассоциации с рисунком костра. Большая часть необходимых признаков понятия «физическая величина» на карте не представлена. От предыдущих работ данную карту отличает только красочность.

Таким образом, анализ ученических интеллект-карт, посвященных понятию физической величины, показал, что независимо от декларируемых целей образования и новых форм аттестации в традиционном учебном процессе у обучающихся не формируются полные когнитивные схемы данного понятия, содержащие достаточное количество признаков для его адекватного контекстного восприятия и правильного применения. Большая часть необходимых признаков понятия, о которых постоянно говорят учителя физики (объект описания, определение, физический смысл и др.), не связывается в сознании учащихся с физическими величинами. Не осознаётся в явном виде, что они применяются для количественного описания объектов, отсутствуют и ассоциации со способами конструирования физических величин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большой толковый психологический словарь. Т. 1 (А-О); Пер. с англ. / Ребер Артур. — ООО «Издательство АСТ»; «Издательство «Вече», 2001. — 592 с.
2. Бьюзен Т. и Б. Супермышление/Т. и Б. Бьюзен; пер. с англ. Е. А. Самсонов. 4-е изд. — Мн.: «Попурри», 2007. — С. 224.
3. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения / А.В. Усова. — М.: Педагогика, 1986. — 176 с.
4. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. — Томск: Изд-во Том. ун-та. Москва: Изд-во «Барс», 1997. — 392 с.

