

<https://doi.org/10.30853/pedagogy.2018-1.24>

Посягина Татьяна Александровна

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ АКАДЕМИЧЕСКИХ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА СРЕДСТВАМИ ДИДАКТИЧЕСКОЙ МНОГОМЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Статья представляет собой углубление теории развивающего обучения. Педагогическим условием деятельности студентов предлагается применение дидактической многомерной технологии профессора В. Э. Штейнберга. Практическая значимость исследования состоит в разработке когнитивной карты с мультикодовым представлением информации по общей энергетике. Многомерная организация рассматриваемого учебного материала позволяет полнее и глубже раскрыть преемственность научной информации, поскольку при анализе предметной области появляется возможность доходчивее и проще показать процесс составления суждений. Статья адресована преподавателям технических дисциплин в вузе.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/4/2018/1/24.html

Источник

Педагогика. Вопросы теории и практики

Тамбов: Грамота, 2018. № 1(09) С. 116-122. ISSN 2500-0039.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/4.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/4/2018/1/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net
Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: pednauki@gramota.net

УДК 378.147.227

Дата поступления рукописи: 11.03.2018

<https://doi.org/10.30853/pedagogy.2018-1.24>

Статья представляет собой углубление теории развивающего обучения. Педагогическим условием деятельности студентов предлагается применение дидактической многомерной технологии профессора В. Э. Штейнберга. Практическая значимость исследования состоит в разработке когнитивной карты с мультикодовым представлением информации по общей энергетике. Многомерная организация рассматриваемого учебного материала позволяет полнее и глубже раскрыть преемственность научной информации, поскольку при анализе предметной области появляется возможность доходчивее и проще показать процесс составления суждений. Статья адресована преподавателям технических дисциплин в вузе.

Ключевые слова и фразы: дидактическая многомерная технология; когнитивная карта с мультикодовым представлением информации; общепрофессиональные компетенции; тепловой насос; фреон R134a.

Посягина Татьяна Александровна, к. пед. н.

Кумертауский филиал Оренбургского государственного университета
posyagina@list.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ АКАДЕМИЧЕСКИХ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА СРЕДСТВАМИ ДИДАКТИЧЕСКОЙ МНОГОМЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В настоящее время выпускник программы академического бакалавриата направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, согласно действующим федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС), должен обладать общепрофессиональными компетенциями, а именно способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы системного анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. С другой стороны, по мнению В. И. Блинова, Ф. Ф. Дудырева, Е. Ю. Есенина [2], ряд отраслей и видов технической деятельности настолько усложнились, что назрела необходимость обучения студентов более высоким и нетрадиционным технологиям. Однако, по данным исследователей [5; 12; 15-17], современная практика преподавания технических учебных курсов характеризуется низкой дидактической технологичностью, результаты обучения слабо связаны со способом организации деятельности по усвоению знаний и формируемым ею мышлением студента. Анализ качества подготовки академических бакалавров технического профиля, выполненный с целью выявления уровня сформированных учебных умений и навыков, свидетельствует о недостаточном их развитии.

Таким образом, актуальность данного исследования обусловлена существующим противоречием между социальным заказом современного высшего образования на подготовку академических бакалавров в рамках действующих ФГОС и дефицитом теоретических и экспериментальных исследований их подготовки.

Это противоречие определило цель исследования, заключающуюся в выявлении педагогических условий формирования компетенций академического бакалавриата направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Для достижения поставленной цели мы предлагаем углубление теории развивающего обучения для современной действительности. Тем более, по мнению Д. И. Фельдштейна: «Можно гордиться тем, что в отечественной психолого-педагогической науке был взят курс на развивающее обучение, полагающее понимание; восхождение от абстрактного к конкретному, базирующееся на принципах теоретического мышления» [19, с. 6]. Это утверждение с методологической точки зрения предполагает углубление теории развивающего обучения путем совместного применения многомерно-деятельностного подхода и учения об ориентировочных основах действий П. Я. Гальперина.

Новизна исследования заключается в том, что мы изменили предмет проведенного ранее исследования формирования системных познавательных умений студентов-механиков технического вуза на примере преподавания *конструкционного* материаловедения [14] – на пример преподавания *основам электроэнергетики* для формирования системных познавательных умений академических бакалавров направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Педагогическим условием выполнения вышеназванной деятельности студентов мы предлагаем применение дидактической многомерной технологии профессора В. Э. Штейнберга [18; 20], а именно расширение содержательной её части за счёт многомерного представления информации по основам электроэнергетики и организации дедуктивно-синтетической логики учебного процесса с опорой на визуальный графический каркас когнитивных карт с мультикодовым представлением информации.

Практическая значимость исследования состоит в разработке когнитивной карты с мультикодовым представлением информации по основам электроэнергетики «Физическая модель теплового насоса», далее остановимся на ее описании более подробно. Подготовительным этапом проектирования этой карты является изложенный ниже анализ межпредметных связей раздела теплопередачи, изученного ранее в физике, и основ электроэнергетики. Необходимость этого этапа вызвана объективными причинами сокращения учебной нагрузки базовой части дисциплин ФГОС академических бакалавров и, как следствие этого, поверхностным и фрагментарным усвоением предшествующего учебного материала. К сожалению, на практике всегда находятся

студенты, которые воспринимают этот материал впервые. Принимая во внимание сложность технической дисциплины, мы опираемся ниже при анализе межпредметных связей на методологические критерии научности познания: внутренней согласованности и непротиворечивости, системности, объективности и наглядности.

Прежде всего, небольшое отступление в историческом аспекте о предмете исследования. Так, концепция тепловых насосов не является инновационной [4], она была разработана ещё в 1852 году выдающимся британским физиком и инженером Уильямом Томсоном (Лордом Кельвином). Среди российских ученых видное место занимал профессор В. А. Михельсон, разработавший в 1920 году проект парокомпрессионной установки теплового насоса с аккумулярованием солнечного тепла в грунте. Позднее тепловой насос получил широкое распространение во время Второй мировой войны в связи с топливными затруднениями, особенно в Швейцарии, Швеции, Норвегии, где имеется в избытке дешёвая электрическая энергия гидростанций. Несомненно, отмечая определенный вклад вышеназванных ученых, мы подчеркиваем актуальность в настоящий момент применения теплового насоса для России, переживающей топливный кризис, поскольку, по сравнению с другими странами, мы лидируем не только по длительности отопительного сезона, но и по доле населения, проживающего в областях с отрицательной среднегодовой температурой. Один из выходов из этой кризисной сырьевой ситуации многие исследователи видят в применении альтернативной энергетики, когда требуемые для отопления зданий энергоресурсы можно получить не за счет увеличения добычи сырья в труднодоступных районах и строительства новых объектов, а с меньшими затратами, за счет геотермального тепла Земли при помощи теплового насоса. Из этого вытекает положение, что выпускник программы академического бакалавриата направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника в будущей профессиональной деятельности должен быть готов к эксплуатации объектов альтернативной энергетики, в частности теплового насоса.

Остановимся более подробно на современном определении теплового насоса [7] как устройства для переноса тепловой энергии от теплоотдатчика с низкой температурой, чаще всего – окружающей среды, к теплоприёмнику с высокой температурой. Принцип действия геотермального теплового насоса представлен на Рисунке 1, он подобен устройству повышающего трансформатора, где обозначены три замкнутых контура теплового насоса – первый внешний, циркуляция соляного раствора в почве и теплообменник-испарителе, второй внутренний, циркуляция хладагента, и третий отопительный, циркуляция воды от теплообменника-конденсатора до отопительной системы дома. В этой принципиальной схеме работы теплового насоса есть большая доля неопределенности для студентов. Обратим внимание на то, что все три контура имеют различные числовые значения температур и давления. Их анализ требует дополнительного согласования, поскольку числовые значения этих параметров зависят от множества объективных факторов: географического места нахождения, коэффициента теплопроводности теплоносителя, его теплоемкости, плотности, вязкости. Поэтому во многих исследованиях по тепловому насосу указываются различные интервалы числовых значений температур и давлений контуров, что создает препятствие к ясному пониманию сути вопроса студентами.

В связи с этим, преднамеренно, в нашем исследовании ограничиваем первоначальные условия эксплуатации теплового насоса. В дальнейшем изложении принципа работы теплового насоса мы будем строго следовать условиям данного примера, а именно указанным на Рисунке 1 числовым значениям и единицам измерения параметров всех трех контуров, при этом условно принимаем наше место нахождения в городе Оренбурге, а хладагентом будет фреон R134a.

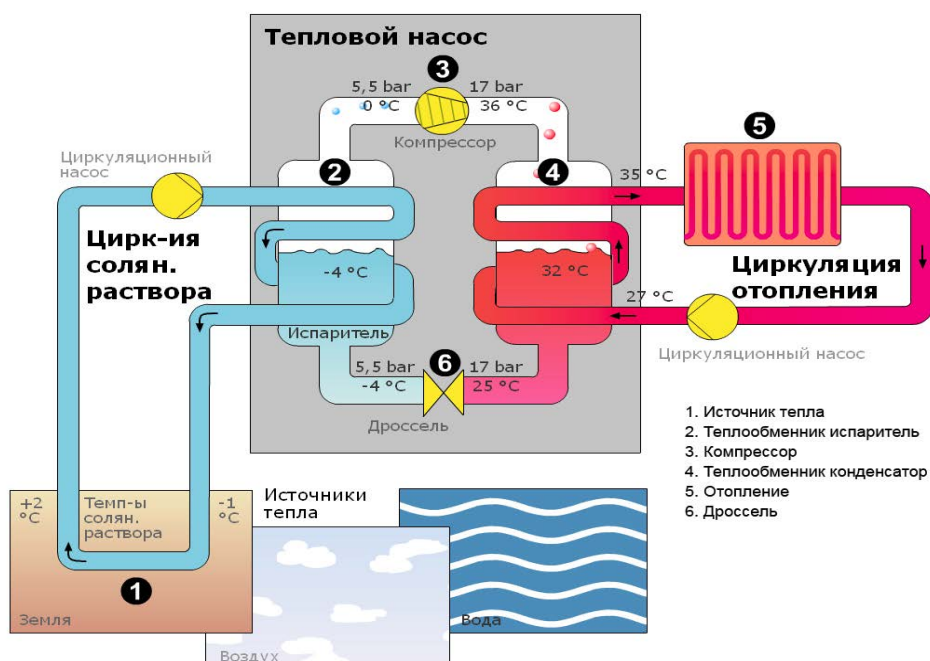


Рисунок 1. Принципиальная схема работы теплового насоса

Одновременно в принципе работы теплового насоса мы находим техническое противоречие, так, согласно второму закону термодинамики, тепло поступает от тела с высокой температурой к телу с низкой температурой. Однако в конструкции теплового насоса поток тепла «развернут» в обратную сторону. Это техническое противоречие требует дополнительного осмысления при решении студентами данной профессиональной задачи. В качестве стратегии ее решения, уместно привести один из принципов разрешения технических противоречий ТРИЗ [1] – использование промежуточного объекта, или посредника, переносящего или передающего действие в технической системе. Здесь им является второй, или внутренний, контур циркуляции хладагента.

Для ясного понимания принципа посредника в конструкции теплового насоса, а также с целью дисциплинарной системности знаний в этой области, более подробно представим на Рисунке 2 «Физическую модель теплового насоса» графически при помощи когнитивной карты с мультикодовым представлением информации. Прежде всего, первую координатную ось (K1) мы посвящаем основному компоненту цикла – хладагенту, в частности, принятому выше фреону R134a, здесь в узловые точки размещаем его физические характеристики, а именно справочную зависимость температуры фазовых переходов от давления [8], причем первая точка (1 бар и -26°C) соответствует условию кипения фреона R134a при нормальном атмосферном давлении.

Далее зависимость пропорциональная: чем выше давление хладагента, тем выше его температура кипения и парообразования. Заметим, данная физическая закономерность использования фазового перехода в тепловом насосе дает объективную возможность значительно увеличить его эффективность, поскольку при таких условиях фреон R134a во время изменения фазы поглощает или выделяет значительно больше тепла, чем при изменении только температуры.

В качестве убедительного примера уместно привести процесс приготовления чая в быту, так, для выпаривания чайника с водой необходимо в пять с половиной раз больше тепла, чем для того, чтобы только вскипятить его. Ясно, что нормальное атмосферное давление и температура во время испарения воды в нем будет постоянной и равной 100°C . Эффективность использования фазового перехода мы наблюдаем в работе обычного бытового холодильника, отбирающего тепло у продуктов, а затем отдающего полученное тепло в помещение через радиаторную решетку.

В связи с этим тепловой насос создается на базе холодильной техники, в то же время представленный ниже термодинамический цикл теплового насоса является термодинамическим циклом обращенной холодильной машины.

Далее переходим в первую четверть межосевого пространства когнитивной карты Рисунка 2, где размещаем технологическую схему теплового насоса, связывающую в единую систему четыре элемента: испаритель, компрессор, конденсатор и дроссель [3]. Для того чтобы более глубоко студентам проникнуть в физическую модель теплового насоса, параллельно, во вторую четверть межосевого пространства когнитивной карты мы помещаем термодинамический цикл теплового насоса в $T-S$ диаграмме (где T – температура, S – энтропия).

С дидактической точки зрения, именно в поддержке и направлении процесса восприятия студентами информации, анализа и применения предшествующих знаний заключается потенциал когнитивной карты с мультикодовым представлением информации. В данном случае совместное визуальное сопоставление технологической схемы теплового насоса и термодинамического цикла фреона R134a в нем позволяет полнее и глубже раскрыть преемственность, взаимосвязь и дополненность научной информации, доходчивее и проще изложить ее студентам.

Так, началом технологического цикла работы теплового насоса, на диаграмме во второй четверти межосевого пространства когнитивной карты, может быть практически любая точка, мы принимаем точку 1 (-4°C и 5,5 бар), соответствующую состоянию сухого насыщенного пара. Затем происходит адиабатное сжатие фреона R134a в компрессоре (процесс 1-2), при этом давление и температура фреона R134a резко повышаются (от -4°C и 5,5 бар до $+36^{\circ}\text{C}$ и 17 бар). Далее перегретый пар в состоянии 2 с достаточно высокой температурой подается в конденсатор, где сначала охлаждается по изобаре до сухого насыщенного состояния ($+32^{\circ}\text{C}$), а затем конденсируется (фазовый переход из П в Ж) до жидкого состояния (точка 3) ($+32^{\circ}\text{C}$ и 17 бар). Потом жидкий фреон R134a проходит через дросселирующий клапан, где снижается давление и, соответственно, температура фреона R134a (процесс 3-4) (от $+25^{\circ}\text{C}$ и 17 бар до -4°C и 5,5 бар). Наконец, фреон R134a поступает в испаритель, где кипит (фазовый переход из Ж в П), отбирая теплоту от низкопотенциального источника (процесс 4-1) (-4°C и 5,5 бар). Таким образом замыкается термодинамический цикл работы теплового насоса. Главное значение этого термодинамического цикла заключается в наглядной оценке КПД теплового насоса в $T-S$ диаграмме по разности площадей, ограниченных графиками процессов. Так, конечная суммарная тепловая энергия, переданная потребителю, может быть представлена площадью фигуры на диаграмме 2 – 3 – 5 – 7 – 2 ($Q_{\text{конд}}$), равной сумме энергии, полученной при кипении фреона R134a в испарителе от геотермального тепла Земли, площадь 4 – 1 – 7 – 6 – 4 ($Q_{\text{исп}}$), и энергии, эквивалентной работе сжатия фреона R134a в компрессоре, площадь 1 – 2 – 3 – 4 – 1 ($L_{\text{комп}}$). Из наглядного сравнения площадей обозначенных фигур следует очевидная эффективность теплового насоса: затраченная работа ($L_{\text{комп}}$) всегда меньше полезной работы ($Q_{\text{конд}}$), суммарной тепловой энергии цикла, а разность между ними ($Q_{\text{исп}}$) составляет долю бесплатного тепла Земли. К сожалению, мало кому из студентов известно, что огромные запасы совершенно бесплатного тепла буквально находятся под ногами, ясно при этом, чем глубже от поверхности, тем теплее почва.

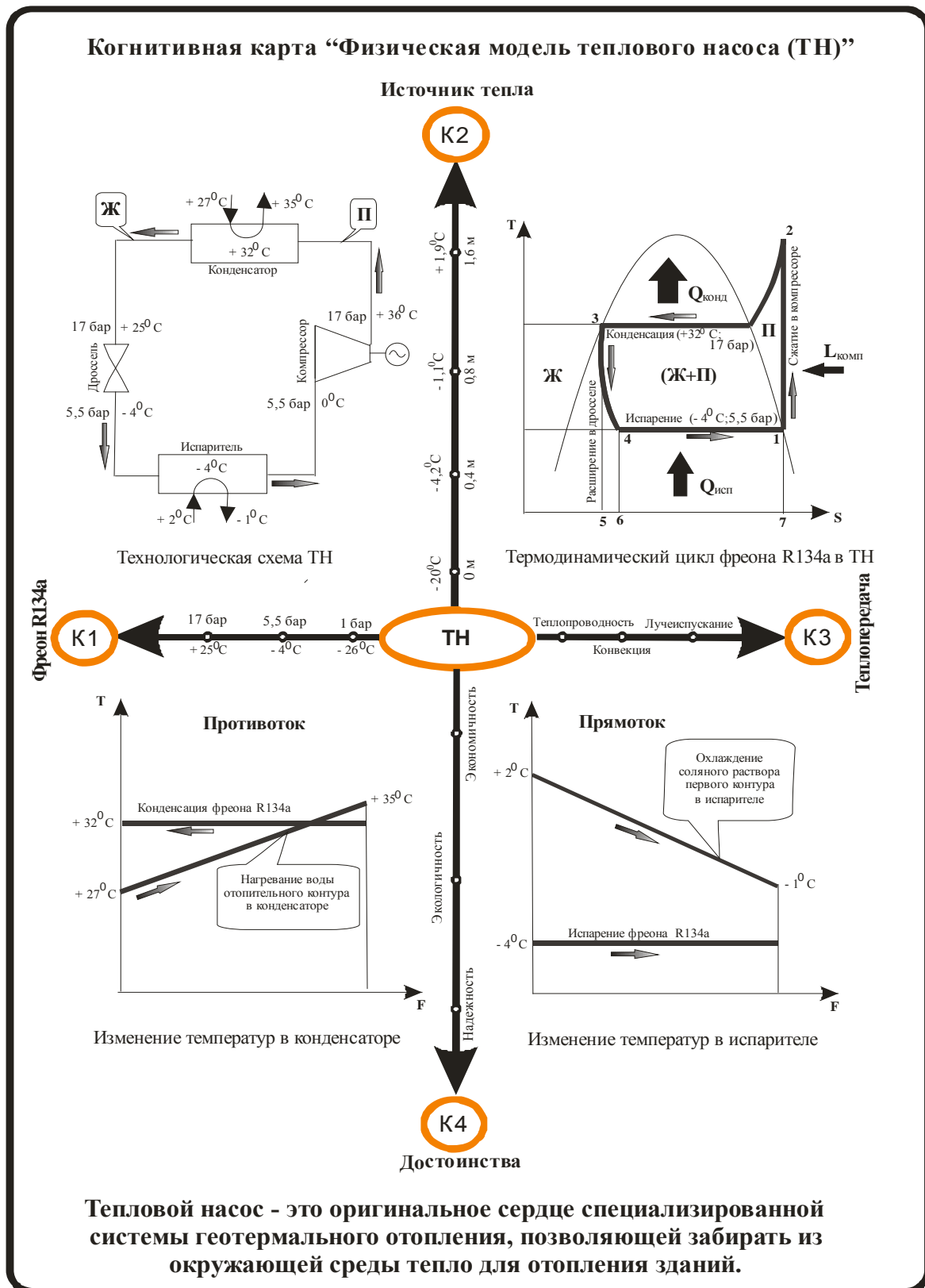


Рисунок 2. Когнитивная карта «Физическая модель теплового насоса»

Между тем, как показывает практика, одним из препятствий на пути к пониманию принципов работы теплового насоса является заблуждение студентов, что тепло нельзя извлекать при отрицательных температурах воздуха или грунта. Напоминаем из курса физики, что тепло – это форма энергии, связанная с движением частиц (молекул, атомов, ионов). Движение частиц полностью останавливается только при температуре -273°C , что соответствует нулю по шкале Кельвина. Так, в городе Оренбурге, теоретически, достаточно будет углубиться на один метр от поверхности земли при наблюдении указанных выше на Рисунке 1 числовых значений температурного интервала почвы для первого контура (от -1°C до $+2^{\circ}\text{C}$) теплового насоса.

Поэтому принятая выше стратегия решения профессиональной задачи верна, посредником в данной технической системе разрешения технического противоречия ТРИЗ является внутренний контур циркуляции фреона R134a, осуществляющий перенос тепла грунта от первого контура к контуру отопления здания. В этих случаях тепло поступает от источника с высокой температурой к среде с низкой температурой, здесь нет нарушения второго закона термодинамики. Более того, опыт работы преподавателя технических дисциплин показывает, что на практике хотя и имеет место значительный разброс уровней предшествующей подготовки, влияние производственного и социального опыта обучающихся, однако для всех студентов очевидно, что вопросы передачи теплоты являются основными вопросами отопительной техники. Поэтому далее обратим внимание на теплопередачу, третью координатную ось (К3) когнитивной карты, а именно, с дидактической точки зрения, на полноту раскрытия взаимосвязей элементов когнитивной карты. В узловые точки размещаем три вида передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, лучеиспускание, или радиация. В большинстве случаев в различных тепловых процессах отопительной техники имеют место одновременно все три вида теплопередачи с преобладанием какого-либо из них. Нас интересует теплопередача во время фазовых переходов фреона R134a, именно в теплообменниках – испарителе и конденсаторе, где охлаждение одной жидкости и нагрев другой связаны между собой уравнением теплового баланса.

Аналогично примененному выше приему, параллельно, в третью и четвертую четверть межосевого пространства когнитивной карты мы помещаем схематичное изменение температур жидкости двух основных случаев в теплообменных аппаратах. В случае противотока (конденсатор) обе жидкости (фреон R134a и вода отопительного контура) движутся вдоль поверхности нагрева навстречу друг другу. При прямотоке наоборот – обе жидкости (соляной раствор первого контура и фреон R134a) движутся в одном направлении. Сравнение этих схем показывает превосходство противотока над прямотоком, поскольку по мере движения жидкостей температурный напор между ними все время уменьшается, следовательно, падает и количество тепла, передаваемого через единицу поверхности. Более того, при прямотоке невозможно довести температуру нагреваемой жидкости до конечной температуры греющей среды, при противотоке такого ограничения не существует, поскольку конечная температура нагреваемой жидкости получается на другом конце теплообменного аппарата. В конечном счете, при разработке конструкции теплообменных аппаратов разработчики стремятся к тому, чтобы передать заданное количество тепла от одного тела к другому при минимальных размерах аппарата, обеспечивая при этом максимальную скорость передачи тепла.

Наконец, достоинства теплового насоса мы помещаем в узловые точки четвертой координатной оси (К4) когнитивной карты. При его работе происходит только потребление электроэнергии, которая необходима для работы компрессора. Основным показателем эффективности оборудования, как показано выше, является трансформация (преобразование тепла), вычисляющаяся в виде разницы между затраченной электроэнергией и полученной тепловой энергией. В связи с этим, экономия энергетических ресурсов может достигать 70%. В среднем, по данным исследования В. В. Масленникова, В. С. Павлова, А. С. Траченко [9], для передачи 1 кВт/час тепловой энергии в систему отопления должно быть затрачено не больше 0,35 кВт/час электрической энергии. Тот же тепловой насос, по мнению А. Л. Осипова [11], может работать зимой на отопление, а летом на охлаждение здания. Очевидно, что тепловой насос может греть воду для горячего бытового водоснабжения, кондиционировать, греть бассейн, охлаждать ледовый каток, подогревать крыши и дорожки ото льда. С экологической точки зрения применение теплонасосных установок – это сбережение невозобновляемых энергоресурсов, защита окружающей среды, в том числе и путем сокращения выбросов CO₂. К тому же тепловые насосы имеют высокую степень надежности, так как управление процессами работы выполняется автоматически, они бесшумны и пожаробезопасны.

С другой стороны, при наличии перечисленных выше достоинств теплового насоса, конечно, существуют и недостатки, главным из них является, по мнению Ю. Е. Николаева, А. Ю. Бакшеева [10], его высокая стоимость, а также сложность при выполнении монтажных и глубинных земельных работ. Так, согласно исследованию А. В. Попова [13], геотермальное теплоснабжение наиболее выгодно при применении тепловых насосов, использующих тепло Земли с температурой от +10 до +20°C, что соответствует глубине от поверхности земли более двух метров. К тому же, по справочным данным [8], на глубине уже восьми метров и ниже температура грунта при сезонных колебаниях температур не меняется. По данным измерений в буровых скважинах выяснено, что с глубиной температура растет, поднимаясь приблизительно на три градуса через каждые сто метров. Теоретически возможны колебания температуры в этом пределе из-за разной плотности пород, наличия в недрах подземных вод, близости вулканической активности и различных химических процессов, происходящих в земной коре. Следовательно, для того чтобы полностью окупилась экономическая затрата на оборудование и установку теплового насоса, потребуется несколько лет.

Наряду с этим необходимо отметить, что внимательные студенты без труда замечают явно недостаточную в зимнее время в городе Оренбурге температуру отопительного контура (+35°C) Рисунка 1. Для обеспечения комфортных условий проживания необходимо иметь ее значение как минимум в два раза больше. В этом случае необходимы экономические затраты на эксплуатацию теплового насоса, работающего в паре с дополнительным генератором тепла в сильные морозы. Тем не менее, в настоящее время тепловые насосы нашли широкое применение во многих странах мира. Наиболее мощная теплонасосная установка мощностью 320 МВт работает в Швеции и использует тепло воды Балтийского моря. По мнению исследователей С. Л. Елистратова, В. Е. Накорякова [6], один из способов достижения наибольшего экономического эффекта в отечественной теплоэнергетике в перспективе – замена централизованной системы традиционного теплоснабжения на локальные геотермальные источники тепла. Таким образом, в основе физической модели

теплого насоса, отвечающей методологическим критериям научности познания, лежит разрешение технического противоречия ТРИЗ – использование промежуточного объекта, или посредника, переносящего или передающего действие в технической системе. Здесь им является внутренний контур циркуляции фреона R134a. Опираясь на роль фреона R134a как посредника, мы можем образно назвать тепловой насос «тепловым повышающим трансформатором» тепла Земли для отопления здания.

Поскольку выпускник программы академического бакалавриата направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника должен обладать не только компетенциями теоретического, но и экспериментального исследования при решении профессиональных задач, с этой целью в Кумертауском филиале Оренбургского государственного университета был приобретен комплект типового лабораторного оборудования «Тепловой насос» НВИЭ1-ТН-С-Р [7].

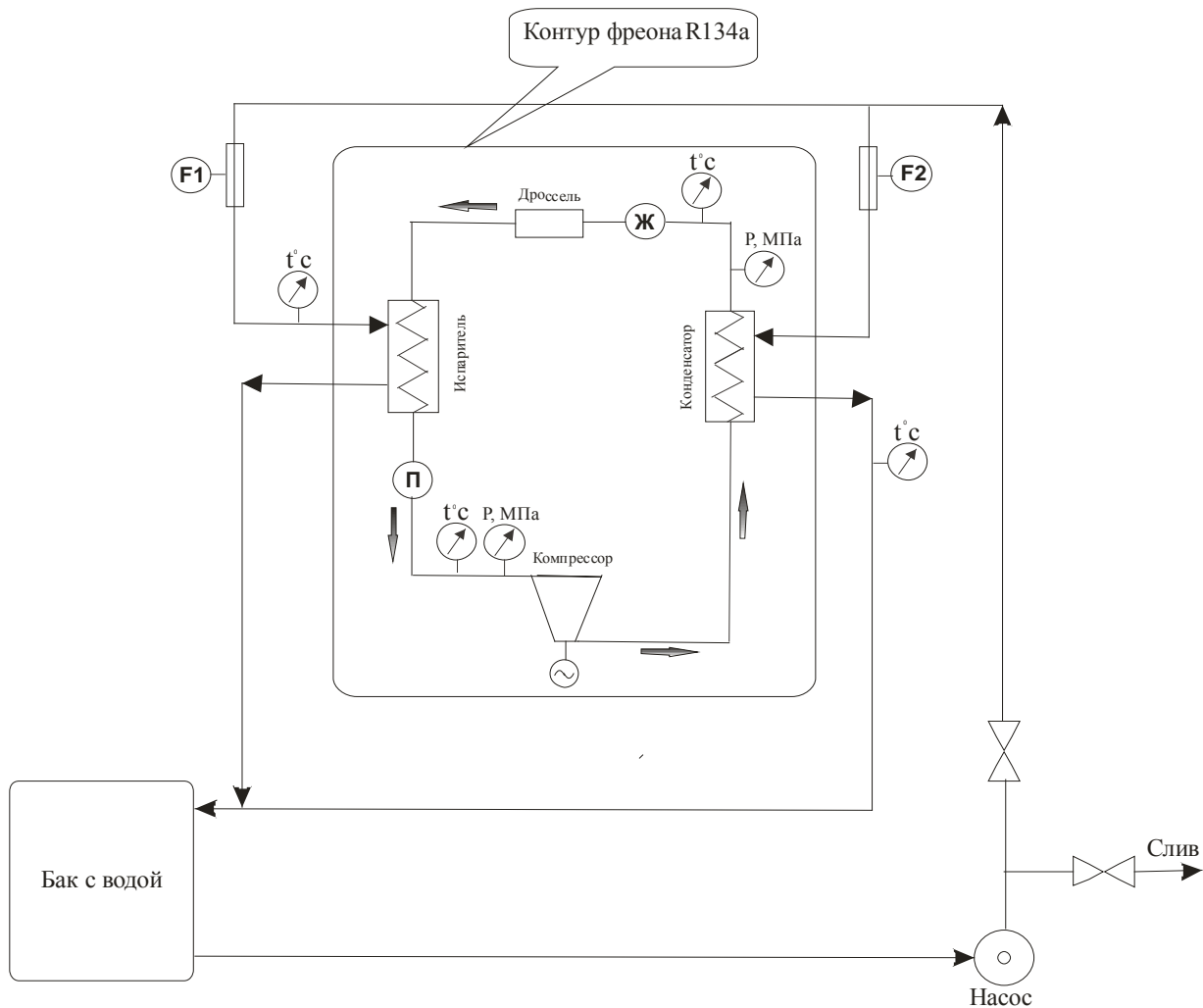


Рисунок 3. Структурная схема работы лабораторной установки теплового насоса

Основу его структурной схемы (контур фреона R134a), представленной на Рисунке 3, составляет развернутая на девяносто градусов по часовой стрелке описанная выше на когнитивной карте Рисунка 2 технологическая схема теплового насоса. Здесь в качестве источника тепловой энергии с низкой температурой используется вода в теплообменнике-испарителе, а в качестве приемника тепла – вода в теплообменнике-конденсаторе. Регулируя поток и, как следствие, температуру воды в теплообменниках, можно устанавливать различные режимы работы теплового насоса. Если полностью перекрыть поток воды в теплообменнике-испарителе, то, фиксируя изменение ее температуры за выбранный интервал времени, можно определить количество тепловой энергии на выходе теплового насоса.

Потребленную при этом тепловым насосом электрическую энергию определяют, интегрируя активную мощность, потребляемую компрессором из сети. Таким образом, наличие контрольно-измерительной аппаратуры в данном оборудовании позволяет направить лабораторные работы студентов на экспериментальное подтверждение вышеизложенных теоретических положений, наблюдение и развитие процессов теплопередачи в тепловом насосе.

В заключение можно сказать, что рассматриваемая форма когнитивной карты с мультикодовым представлением столь сложной технической информации содержит существенную степень неопределённости операции «смысловой гранулированности» информации опорного узла. Поэтому для любознательных студентов

создается возможность осмыслить узловые вопросы развития альтернативной энергетики, индивидуализируя этот процесс. В свою очередь, многомерная организация рассматриваемого учебного материала, поддерживаемая благодаря визуальному (графическому) каркасу когнитивной карты, позволяет полнее и глубже раскрыть преемственность, взаимосвязь и дополненность научной информации, доходчивее и проще изложить ее студентам, поскольку при анализе предметной области неизбежно появляется возможность показать процесс составления суждений, точно отображающих связи между понятиями.

В конечном счете, применение дидактической многомерной технологии с опорой на визуальный графический каркас когнитивных карт с мультикодовым представлением информации в техническом вузе для формирования компетенций академического бакалавриата представляется весьма продуктивным.

Список источников

1. **Альтшуллер Г. С.** Типовые приемы устранения технических противоречий [Электронный ресурс]. URL: <http://www.altshuller.ru> (дата обращения: 15.07.2017).
2. **Блинов В. И., Дудырев Ф. Ф., Есенина Е. Ю., Лейбович А. Н., Факторович А. А.** Концепция создания программ прикладного бакалавриата в системе профессионального образования Российской Федерации. М.: Федеральный институт развития образования, 2010. 17 с.
3. **Быстрицкий Г. Ф.** Основы энергетики. М.: ИНФРА, 2007. 278 с.
4. **Веселовский О. Н., Шнейберг Я. А.** Очерки по истории электротехники. М.: Изд-во МЭИ, 1993. 252 с.
5. **Григораш О. В.** О повышении престижа высшего технического образования в России // Высшее образование в России. 2016. № 4. С. 42-48.
6. **Елистратов С. Л., Накоряков В. Е.** Тепловые насосы – одна из основных технологий энергосбережения в Новосибирской области // Программа энергоэффективности и энергобезопасности Новосибирской области до 2020 года: сборник материалов. Новосибирск, 2005. Вып. 1. С. 244-248.
7. **Карпеш М. А., Сенигов П. Н.** Тепловой насос: руководство по базовым экспериментам ТН.001 РБЭ (2901). Челябинск: Инженерно-производственный центр «Учебная техника», 2013. 14 с.
8. **Кондрашов А. П., Стрелюк Ю. В.** Справочник необходимых знаний от альфы до омеги. М.: Рипол Классик, 2002. 768 с.
9. **Масленников В. В., Павлов В. С., Траченко А. С.** Применение теплонасосных установок в тепловых схемах ТЭС // Энергетическое строительство. 1994. № 2. С. 37-40.
10. **Николаев Ю. Е., Бакшеев А. Ю.** Определение эффективности тепловых насосов, использующих теплоту обратной сетевой воды ТЭЦ // Промышленная энергетика. 2007. № 9. С. 14-17.
11. **Осипов А. Л.** Исследование и разработка схем теплоснабжения для использования низкопотенциального тепла на основе применения теплонасосных установок: автореф. дисс. ... к.т.н. Казань, 2005. 16 с.
12. **Павлова В. В., Сытина Н. С., Манько Н. Н.** Технология когнитивной навигации в реализации принципов деятельностного подхода в обучении // Педагогический журнал Башкортостана. 2014. № 5 (54). С. 68-78.
13. **Попов А. В.** Анализ эффективности различных типов тепловых насосов // Проблемы энергосбережения. 2005. № 1-2. С. 17-22.
14. **Посягина Т. А.** Формирование системных познавательных умений студентов технического вуза: дисс. ... к. пед. н. Уфа, 2009. 165 с.
15. **Приходько В. М., Соловьев Н. А.** Каким быть современному инженерному образованию? // Высшее образование в России. 2015. № 3. С. 45-56.
16. **Ревин И. А., Червоная И. В.** Развитие инженерного системного мышления у студентов технического вуза // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 7-9. С. 104-107.
17. **Сычев И. А.** Системное мышление в обучении студентов заочного отделения – будущих специалистов в области информатики и информационных технологий [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: <http://science-education.ru/> (дата обращения: 29.03.2018).
18. **Ткаченко Е. В., Штейнберг В. Э., Манько Н. Н.** Дидактический дизайн – инструментальный подход // Педагогический журнал Башкортостана. 2016. № 1 (62). С. 50-66.
19. **Фельдштейн Д. И.** Взаимосвязь теории и практики в формировании психолого-педагогических оснований организации современного образования // Педагогический журнал Башкортостана. 2011. № 1 (32). С. 5-8.
20. **Штейнберг В. Э.** Теория и практика дидактической многомерной технологии. М.: Народное образование, 2015. 350 с.

FORMATION OF GENERAL PROFESSIONAL COMPETENCES OF ACADEMIC BACHELOR'S DEGREE STUDENTS OF TRAINING DIRECTION 13.03.02 'ELECTRIC POWER AND ELECTRICAL EQUIPMENT' BY MEANS OF DIDACTIC MULTIDIMENSIONAL TECHNOLOGY

Posyagina Tat'yana Aleksandrovna, Ph. D. in Pedagogy
Kumertau Branch of Orenburg State University
posyagina@list.ru

The article is elaboration of the developmental learning theory. The pedagogical condition of students' activity suggests the use of the didactic multidimensional technology of professor V. E. Steinberg. The practical significance of the study is the development of a cognitive map with multi-code representation of information on general energetics. The multidimensional organization of the study material allows revealing the continuity of scientific information more fully and deeper, since in the analysis of the subject area it becomes possible to show the process of making judgments in a more intelligible and easier way. The paper is addressed to university teachers of technical disciplines.

Key words and phrases: didactic multidimensional technology; cognitive map with multi-code representation of information; general professional competences; heat pump; freon R134a.