

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Пак Николай Инсебович,

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,
профессор базовой кафедры информатики и информационных технологий
в образовании, доктор педагогических наук, профессор, nik@kspu.ru*

Pak Nikolaj Insebovich,

The Krasnoyarsk State Pedagogical University Named After V.P. Astafyev,
the Professor of the Basic department of Informatics and information technologies
in education, Doctor of Pedagogics, Professor, nik@kspu.ru*

Степанова Татьяна Анатольевна*,

*доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании,
кандидат педагогических наук, доцент, step1350@mail.ru*

Stepanova Tat'yana Anatol'evna*,

*the Associate professor of the Basic department of Informatics and information
technologies in education, Candidate of Pedagogics, Assistant professor,
step1350@mail.ru*

Гаврилова Ирина Викторовна*,

*аспирант кафедры информатики и информационных технологий в образовании,
gavrilowa@yandex.ru*

Gavrilova Irina Viktorovna*,

*the Postgraduate student of the Basic department of Informatics and information
technologies in education, gavrilowa@yandex.ru*

МЕНТАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА РАЗВИТИЯ МНОГОМЕРНОГО АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

MENTAL PLATFORM OF DEVELOPMENT OF MULTIDIMENSIONAL ALGORITHM THINKING

Аннотация. Проведено обоснование ментальной учебной платформы, позволяющей активно использовать когнитивные методы и средства обучения. Выявлена сущность многомерного алгоритмического мышления и представлены ментальные и телесные (кинестетические) средства обучения студентов программированию. Материалы статьи могут быть использованы учителями информатики и преподавателями программирования в высших учебных заведениях.

Ключевые слова: ментальная учебная платформа; многомерное алгоритмическое мышление; алгоритмическая ментальная карта; телесный подход.

Annotation. The substantiation of the mental training platform, which allows the active use of cognitive methods and learning tools. The essence of multidimensional algorithmic thinking is revealed and mental and physical (kinesthetic) means of teaching students programming are presented. The materials of the article can be used by teachers of computer science and programming in higher educational institutions.

Keywords: mental training platform; multidimensional algorithmic thinking; algorithmic mental map; physical approach.

В настоящее время гуманистическая парадигма реально приобретает приоритетную роль в модернизации образования. В ней главная ценность – личность человека со своим уникальным внутренним миром чувств и мыслей. Для реализации идей этой парадигмы целесообразно сформировать новую когнитивную учебную платформу, которая нацелена на эффективное развитие когнитивных способностей, обучающихся [11]. Под учебной платформой будем понимать структурно-концептуальную методологическую основу для создания методических систем обучения предмету.

Используя результаты моделирования познавательных способностей человеческого мозга, когнитивные технологии обучения (комплекс методов, приемов, средств, учитывающих индивидуальные ментальные характеристики обучающихся) можно обеспечить эффективное понимание учебного материала и интеллектуальное развитие обучающихся.

Мышление является функцией мозга и представляет собой естественный непрерывный информационный процесс. В основе механизма мышления лежат ментальные схемы в виде зафиксированных в памяти ощущений и мета-ощущений окружающего мира в пространстве и во времени обогащенные модельными и понятийными категориями [10; 13].

Значительную роль в мышлении играют алгоритмические ментальные схемы. Осуществление человеком профессиональной, бытовой или любой повседневной деятельности предполагает предварительное моделирование, накопление и анализ информации, необходимой для ее осуществления, и в конечном итоге – составление алгоритма действий. Способность человека к составлению и выполнению алгоритмов действий составляет основу алгоритмического мышления.

Цель работы заключалась в обосновании когнитивной учебной платформы для реализации инновационных моделей обучения путем уточнения сущности многомерного алгоритмического мышления и определения путей его развития.

Развитие вычислительной техники и профессии программиста актуализирует необходимость формирования особого алгоритмического

стиля мышления для определенного круга специалистов. Для составления компьютерных программ развитое алгоритмическое мышление является определяющим. Сложность подобной деятельности для программиста связана с необходимостью углубленного и детализированного знания предметной области, определения и выбора адекватных математических моделей и способов преобразования информации.

Формирование алгоритмического мышления начинается в возрасте 5-6 лет и продолжается в школьном возрасте, в большей степени при изучении школьного курса информатики и других естественнонаучных и точных дисциплин. В значительной степени формирование и развитие алгоритмического мышления происходит на уроках информатики.

Затем, в вузе, при изучении курса «Языки и методы программирования» у студентов формируется особый алгоритмический стиль мышления, который способствует восприятию языков программирования, относящихся к различным парадигмам программирования: императивной, декларативной (объектно-ориентированной, функциональной, логической), а также сценарной, возникшей с появлением Веб-программирования. К тому же возникла новая ветвь в подготовке программистов – освоение параллельных вычислений, параллельной обработки информации и параллельного программирования. Изучение языков программирования, относящихся к разным парадигмам, вызывает определенный ряд сложностей. Это связано в первую очередь с перестройкой стиля мыслительной деятельности и сменой структуры и вида составляемых алгоритмов решаемых задач. Изучение разных парадигм программирования предполагает формирование у обучаемого разнообразных стилей мышления – объектного, функционального, логического, сценарного, параллельного [8].

Каждой парадигме и технологии программирования соответствует свое *измерение* алгоритмического мышления – императивное объектное, логическое функциональное, параллельное (рис. 1).

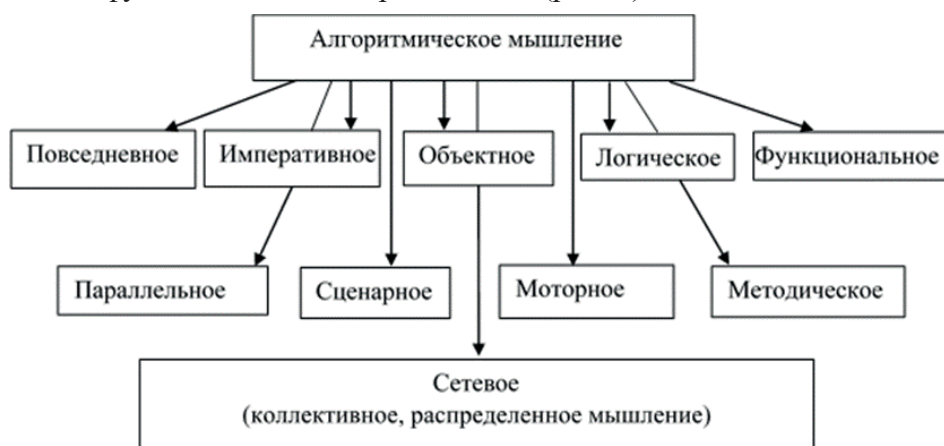


Рис. 1. Многомерная структура алгоритмического мышления

Стиль алгоритмического мышления, присущий определенной парадигме программирования является одним из его измерений.

Формирование и развитие разных стилей мышления возлагается в первую очередь на учителей и преподавателей информатики и информационных технологий. В этой связи на них ложится большая ответственность за правильный выбор и применение методических приемов обучения. Для бакалавров – будущих учителей информатики крайне важно развитие их алгоритмического мышления в методическом измерении. Современный учитель информатики должен сам обладать достаточным уровнем многомерного алгоритмического мышления, а также быть подготовлен к формированию и развитию алгоритмического мышления обучающихся [16].

Рассмотрим важнейший, незаслуженно редко упоминаемый аспект – моторное алгоритмическое мышление, которое отвечает за управление двигательной деятельностью человека. Нет сомнений в том, что оно формируется на основе моторных ментальных схем. Тело выполняет целесообразные движения согласно алгоритмам, хранящимся в моторной памяти. Значит за создание, накапливание, хранение и активизацию этих алгоритмов отвечает моторное алгоритмическое мышление, которое формируется и развивается с самого рождения человека. Богатство моторных ментальных схем индивидуума определяется его занятиями спортом, танцами, пением, физической, технологической деятельностью и пр.

Возникшее с появлением глобальной сети Internet веб-программирование и реализующие его языки, определяют формирование современной сценарной технологии программирования.

Скриптовые языки используются для создания динамических, интерактивных веб-страниц, содержание которых модифицируется в зависимости от действий пользователя и состояния отдельных страниц и данных. Отличительной особенностью скриптовых языков является формирование программы на некотором внешнем языке как результата выполнения сценария. Сценарный язык в малой степени опирается на создание конечного продукта с нуля и, в большей степени, на использование тех мощностей, которыми обладает операционная система, графическая среда, прикладная сервисная машина и прочие подобные компоненты, взаимодействие которых осуществляется с помощью сценариев [12].

Сценарная парадигма предполагает разбиение задачи на отдельные части, каждая из которых решается специализированными программными средствами. Здесь сценарий выступает в роли «диспетчера», ответственного за организацию их взаимодействия. Отличительные особенности сценарного программирования определяют особый стиль сценарного алгоритмического мышления. Пожалуй, наиболее значимая особенность заключается в том, что веб-программист, в отличие от программиста эпохи «до Интернета»,

который задавал поведение пользователей его программ, обязан предусматривать поведение в сети всех тех пользователей, которые будут обращаться к его сайтам.

Следующий фактор многомерности алгоритмического мышления определяется тем, что современный образовательный процесс становится сетевым, распределенным, как например, это происходит в случае Мега-уроков по информатике, технология проведения которых подробно описана в работах Н.И. Пака, М.А. Сокольской, Л.М. Ивкиной [9; 14].

В рамках проведения Мега-урока над созданием алгоритма решения задачи работает несколько территориально удаленных друг от друга рабочих групп в сети. Процесс решения задачи распределяется между участниками образовательного процесса, распараллеливается, становится многомерным. По сути, здесь моделируется работа коллектива программистов над решением крупной задачи или коллектива ученых над серьезной научной проблемой. В этой связи следует говорить о процессе многомерного коллективного мышления, о коллективном разуме. При этом происходит не просто суммирование знаний всех участников коллективного мыслительного процесса. Рождается новое, коллективное знание, которое формирует новый, коллективный сетевой стиль алгоритмического мышления, который может лишь при командной работе более успешно справляться с самыми сложными задачами и проблемами.

Особенности сетевого стиля мышления связаны с особенностями распределенного процесса решения проблемы (рис. 2).

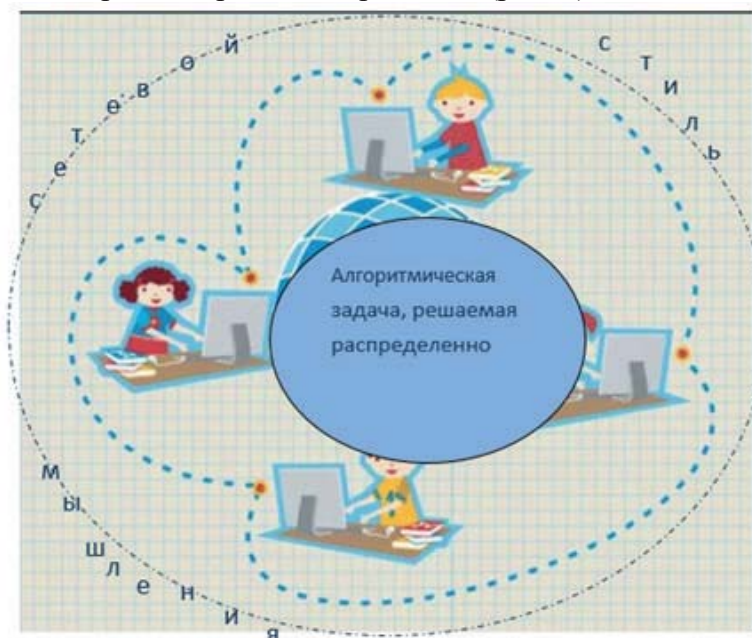


Рис. 2. Схема сетевого взаимодействия при решении общей задачи

В связи с этим разумно ввести еще одно измерение алгоритмического мышления – сетевое, формирование и развитие которого может происходить при реализации распределенных сетевых проектов, подобных Мега-классу.

Определение оптимальных условий для успешного формирования и развития алгоритмического мышления должно начинаться с исследования процессов восприятия, мыслительных процессов. В настоящее время, несмотря на определенное количество исследований в области когнитивной психологии, теория алгоритмического мышления не сформулирована в должной мере.

К изучению мыслительных процессов подходят с разных сторон. Существует психологические, физиологические и кибернетические теории алгоритмического мышления.

Наиболее приемлемым для моделирования механизмов мышления представляется теория ментальных схем У. Найсера [10]. Наши возможности ориентироваться в пространстве и во времени, осуществлять деятельность, говорят о том, что в памяти формируются и хранятся пространственные, временные и деятельностные ментальные схемы. Попытки формализовать процессы мышления с этих позиций привели к понятию «ментальной карты» как модели ментальной схемы.

Современные физиологические теории мышления определяют сознание как инструмент мозга, они определяют его биологические функции, предоставляют возможность изучать сознание объективными методами, выявляют нервные и клеточные его основы. Например, в теории когов выявляются биологические ментальные схемы на уровне клеток мозга. Согласно положениям этой теории, коги – это системы нейронов, хранящие определенный образ (пространственный, временной или деятельностный) [2].

Кибернетика, занимаясь вопросами создания искусственного интеллекта, пытаясь формализовать и автоматизировать процесс мышления, предлагает три основные модели представления знаний: семантические сети, фреймы, логика [7].

В исследованиях, связанных с искусственным интеллектом, отмечается, что более других соответствует современным представлениям об организации долговременной памяти человека семантические сети. Однако большинство систем искусственного интеллекта использует фреймы и логику предикатов, поскольку они более формализованы и вследствие этого более эффективно поддаются компьютерной реализации.

Как правило, в работах, посвященных использованию ментальных карт в учебном процессе, они представляются в виде простой семантической сети или семантического графа, в которых обозначены понятия как узлы

и установлены связи между ними [6; 15]. Чтобы семантический граф превратился в семантическую сеть, надо указать еще и тип связи. Если в вершинах сети обозначать некоторые объекты в виде исходных данных, а также объекты-цели, то связи между ними будут указывать возможные маршруты для достижения цели при наличии тех или иных изначальных объектов. Тогда вместо семантической сети получается ментальная карта как модель ментальной схемы [3].

В этой связи можно сделать предположение, что к ставшим классическими моделям представления знаний, современные психологические и биологические теории мышления позволяют добавить еще одну – ментальную модель, опирающуюся на построение ментальных схем и карт.

Следует отметить, что деятельностные ментальные схемы представляют ментальные алгоритмические конструкции.

В отличие от классического способа формализации алгоритма, записанного на естественном языке или в виде блок-схемы, алгоритмическая ментальная карта моделируется графовой структурой [4].

В качестве примера приведем ментальную алгоритмическую карту решения задачи с применением условного оператора (рис. 3). Постановка задачи заключается в том, чтобы по трем введенным сторонам определить, является ли треугольник прямоугольным.

Ментальная карта в наглядной форме демонстрирует возможный алгоритм решения поставленной задачи с момента анализа условий задачи до написания кода. Для усиления чувственного восприятия и ассоциативного мышления используются графические изображения треугольников, различное цветовое оформление: синим цветом выделены исходные данные и основные шаги решения задачи, красным цветом – возможные затруднения в процессе решения, зеленым цветом – принимаемые к исполнению решения. Так как представленная ментальная карта является алгоритмической, последовательность решения задается с помощью нумерации (цифры в кружках). Если рассматривать ментальную карту как дерево решения задачи, то собственно решение можно получить, сделав обход нумерованных листьев дерева по часовой стрелке.

Из опыта работы авторов со студентами сделаны выводы о том, что совместное построение ментальных алгоритмических карт весьма полезно для развития их алгоритмического мышления и эффективного изучения алгоритмических конструкций и языков программирования. Ментальная алгоритмическая карта активизирует чувственную зону памяти, визуализирует мыслительные процессы, приводящие к решению задачи, наглядно отражает процесс индивидуального мышления конкретного человека.

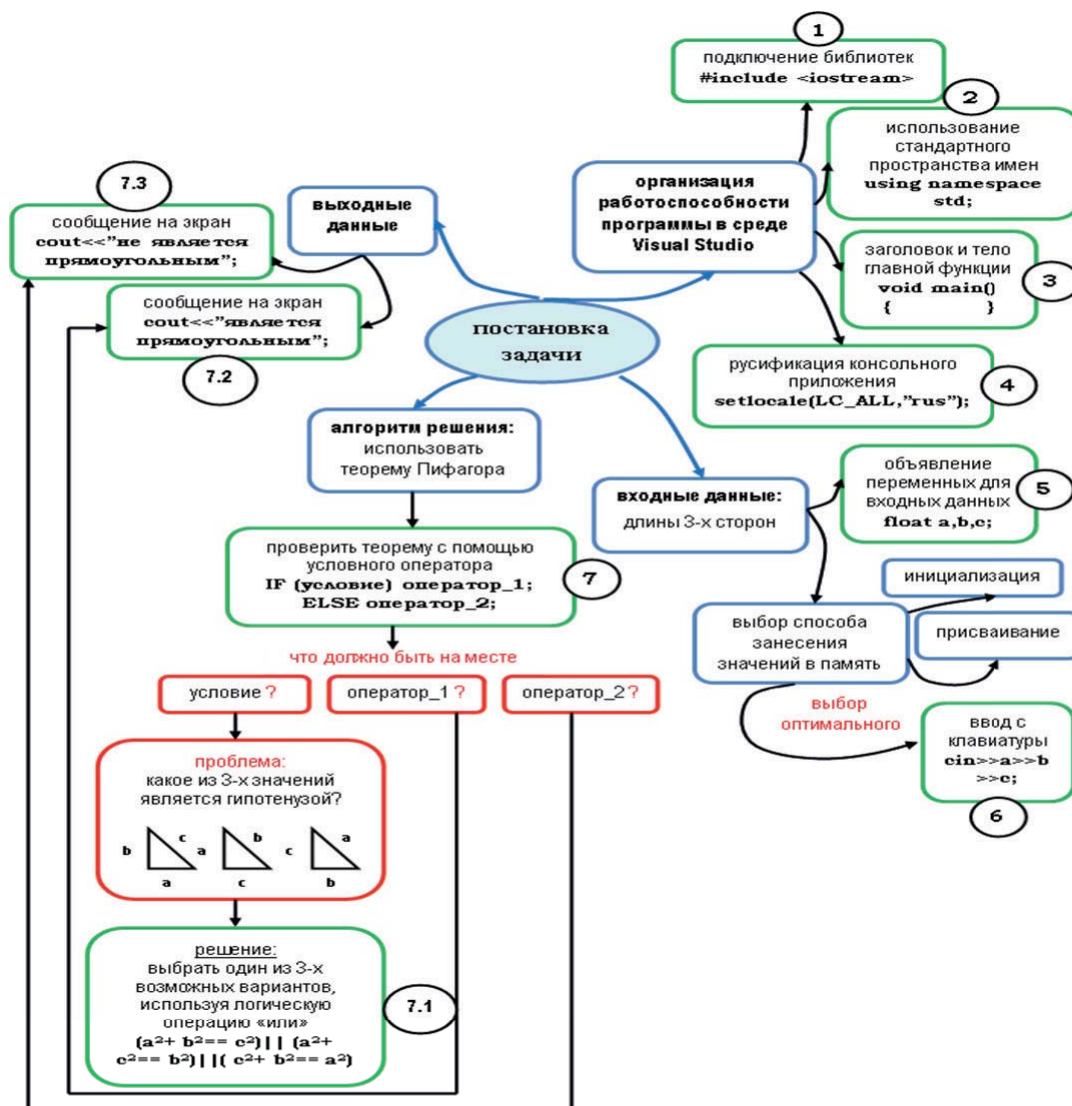


Рис. 3. Пример ментальной карты

Большой дидактический потенциал для развития алгоритмического мышления в школьном курсе информатики, при первоначальном изучении основных алгоритмических структур, имеют ментально-эмпирические задачи (рис. 4).

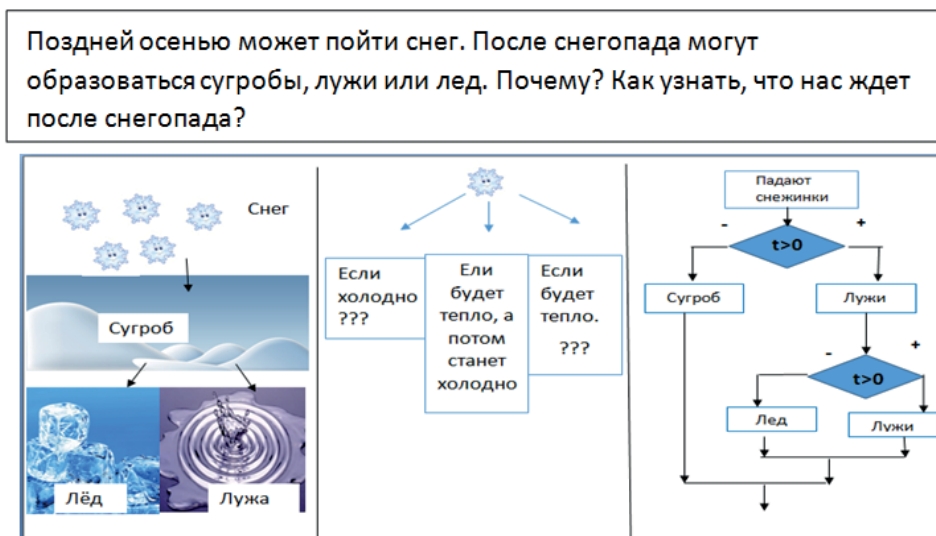


Рис. 4. Пример ментально-эмпирической задачи

Подобная задача состоит из трех составляющих: жизненная ситуация, ментальная карта, блок-схема. В подобной постановке обучаемые учатся решать задачи путем представления некоторой жизненной алгоритмической ситуации, представляя ее в виде ментальной карты, затем конструируя блок-схему алгоритма решения задачи.

Рассмотренный прием значительно повышает уровень понимания и усвоения учебного материала по алгоритмизации и программированию, способствует эффективному развитию алгоритмического мышления.

Существующие средства и методы развития алгоритмического мышления, включая рассмотренный ментальный подход, являются недостаточными для свободного перехода от житейского, повседневного алгоритмического мышления обучаемого к абстракциям блок-схем и программных кодов. Они, в основном, нацелены на учащихся с визуальным и аудиальным типами восприятия в силу сложившихся традиционных способов и методов обучения. При этом органы чувств, связанные с кинестетическими каналами восприятия, остаются не задействованы. Между тем, согласно известной статистике, примерно у 40% людей ведущими являются именно кинестетические способы восприятия окружающего мира. Кинестетики воспринимают большую часть информации чувственно, через осязание, обоняние, ассоциации, выполняемые действия. Воспринимая окружающую действительность, они стремятся все перевести на язык телесных ощущений, вкуса, осязания и обоняния, используя как основной инструмент для обработки информации телесные, чувственные ассоциации, память о выполнении некоторых действий, активизирующей моторную область памяти.

В этой связи представляется необходимым создание новых средств развития алгоритмического мышления, которые были бы нацелены на кинестетические каналы восприятия и активизацию моторной области памяти. Причем они будут актуальны не только для учащихся с преобладающим кинестетическим типом восприятия, но и для визуалов и аудиалов. Во-первых, деление людей по типам восприятия достаточно условно - редко встречаются чисто выраженные типы, чаще смешанные. Во-вторых, активизация всех каналов восприятия при изучении учебного материала позволяет существенно повысить уровень его понимания.

Рассмотрим телесный подход, незаслуженно умалчиваемый в отечественной литературе, который может оказать существенное влияние на развитие алгоритмического мышления.

Телесный подход в теории мышления начал интенсивно развиваться в западной когнитивной науке примерно с начала 1990-х годов. Английское словосочетание «*embodied cognition approach*» точнее было бы переводить как подход с точки зрения «отелесненности» процесса познания, телесной обремененности всякого познающего существа. Такое уточнение следует иметь в виду, когда говорят немного не точно, но кратко: «телесный подход».

Возникновение и быстрое развитие телесного подхода было подстегнуто неудовлетворенностью ряда ученых доминировавшим с 60-х гг. вычислительным подходом (*computational approach*) к объяснению познавательных способностей человека и животных.

В противовес вычислительному подходу была выдвинута теоретическая концепция, базирующаяся на следующих утверждениях [1]:

1. Познание телесно, или «отелесненно». Нельзя понять работу человеческого ума, если брать ум абстрагированным от организма, телесности, определенным образом обусловленного восприятием посредством конкретных органов чувств.

2. Познание ситуационно. Познающее тело погружено в более широкое внешнее природное и, в случае человека, социокультурное окружение, оказывающее свои влияния.

3. Познание инактивировано (*enacted cognition*). Познание осуществляется в действии и через действия. Через действия формируются когнитивные способности. Когнитивная активность индивида осуществляется в процессе отбора из окружающего мира только того, что соответствует его телесным потребностям, когнитивным способностям и установкам.

4. Познавательные системы есть динамические и самоорганизующиеся системы. В этом функционирование познавательных систем принципиально сходно функционированию познаваемых природных систем, т.е. объектов окружающего мира. Потому и мир остается един, а не разорван на динамическую «внеголовную» и семантическую «внутриголовную» половины.

Согласно положениям телесного подхода, ощущения в процессе учебной деятельности играют немаловажную роль в формировании мышления вообще, и алгоритмического мышления в частности, если речь идет о возможности «пощупать» и «осязать» процесс алгоритмической деятельности.

Идеи телесного подхода в теории мышления являются теоретическим обоснованием необходимости создания принципиально новых средств развития алгоритмического мышления и обучения алгоритмизации и программированию [16].

Например, кинестетический тренажер для изучения алгоритмов сортировки массива может выглядеть как набор бильярдных шаров, уложенных на свою подставку (рис. 5).



Рис. 5. Пример кинестетического тренажера

На каждом шаре, имитирующем элемент массива, подписан номер – индекс элемента массива, причем этот номер можно стереть и написать заново, поскольку в ходе выполнения алгоритма нам придется менять элементы местами. Возьмем N шаров разного веса. Цель – упорядочить шары в порядке убывания веса. Для усиления наглядных ассоциаций, можно окрасить шары массива таким образом, чтобы, в уже отсортированном массиве, цвета сложились в определенной последовательности, например, в виде радуги. Несложно представить имитацию выполнения сортировки массива шаров методом пузырька. Практика использования этой модели показывает, что после выполнения алгоритма вручную, код программы, реализующей этот алгоритм, становится понятен практически всем ученикам.

Подобный тренажер можно использовать и для наглядной иллюстрации более сложных алгоритмов сортировки, например, сортировки Хоара, битовой или разрядной сортировки, которые зачастую остаются непонятыми после традиционного объяснения, даже сильным ученикам.

Традиционные предметные учебные платформы имеют знаниевый характер, определяют механизмы развития когнитивных способностей обучаемого путем создания методической системы его предметной подготовки. Когнитивная учебная платформа обеспечивает развитие когнитивных способностей ученика с помощью содержательных возможностей дисциплины путем применения ментальных и телесных средств и методов обучения.

Опыт разработки и применения в учебном процессе алгоритмических ментальных карт, ментально-эмпирических задач и кинестетических тренажеров показывает, что они в значительной степени активизируют познавательную деятельность обучаемых, развивают их алгоритмическое мышление и способствуют более успешному обучению программированию.

Литература

1. Алюшин А.Л., Князева Е.Н. Телесный подход в когнитивной науке // *Философские науки*, 2009. №2. С.106-126.
2. Анохин К.В. Внутри Вавилонской библиотеки мозга [Электронный ресурс]. URL: <https://scisne.net/a-1589> (дата обращения: 08.10.2018).
3. Баженова И.В., Бабич Н., Пак Н.И. От проективно-рекурсивной технологии обучения к ментальной дидактике: монография // Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2016. 160 с.
4. Баженова И.В., Степанова Т.А. Использование методики ментальных карт при обучении программированию в высшей школе // *Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Перспективы и вызовы информационного общества»*, 2013. с. 173-176.
5. Бархатова Д.А., Нигматулина Э.А., Степанова Т.А. Натурные средства обучения информатике в условиях реализации телесно-ментального подхода // *Открытое образование*. 2017. Т.21. №4. С. 73-83.
6. Богданова Г.Н. Интеллект-карты как средство развития интеллектуальных способностей учащихся [Электронный ресурс]. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-206938.html> (дата обращения: 08.10.2018).
7. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. «Базы знаний интеллектуальных систем». С.-Петербург: Питер, 2000.
8. Газейкина А.И. Стили мышления и обучение программированию студентов педагогического вуза [Электронный ресурс]. URL: <http://ito.edu.ru/2006/Moscow/I.html> (дата обращения: 08.10.2018).
9. Модель международного Мегаурока по изучению программирования в школах России и Казахстана / Н.И. Пак, Д.В. Романов, Л.Б. Хегай, Л.М. Ивкина, Ж.К. Аккасынова // *Нижегородское образование*. 2017. №1. С. 37-44.

10. Найсер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. Пер. с англ. В.В. Лучкова. М.: Прогресс 1981г. 232 с.

11. Нигматулина Э.А., Пак Н.И. Студент-центрированное обучение программированию в педагогическом вузе. // Информатика и образование. 2017. №2 (281). С. 8-14.

12. Остераут, Джон. Сценарии: высокоуровневое программирование для XXI века [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/os/1998/03/179470> (дата обращения: 08.10.2018).

13. Пак Н.И. Пространственно-временная информационная модель памяти // В сб. трудов конференции «Фундаментальные науки и образование», Бийск, 2012.

14. Пак Н.И., Сокольская М.А. Единая методическая система предметного обучения школьников и студентов на базе технологической платформы «Мега-класс» // Преподаватель XXI век. 2017. №1-1. С. 123-134.

15. Сидоров С.В. Ментальные карты на лекции по педагогике [Электронный ресурс] // Сайт педагога-исследователя: [сайт]. URL: <http://sv-sidorov.ucoz.com> (дата обращения: 08.10.2018).

16. Степанова Т.А. Теория алгоритмического мышления: учебное пособие. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева., 2014, 72 с.