

Научная статья
УДК 37.022
doi: 10.17223/15617793/477/20

Влияние предметных связей на когнитивную эффективность изучения физики

Татьяна Николаевна Гнитецкая¹, Иван Иванович Анкудинов²

^{1,2} Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

¹gnitetskaya.tn@dvfu.ru

²ryback95@bk.ru

Аннотация. На основе анализа определений когнитивности показано, что не исследовались роль и место связей в процессе интериоризации. Включение связей между информацией, заложенной в поступающем в сознание сигнале, и существующими в сознании превосходящими схемами в процесс интериоризации позволило встроить связи и соответствующие мыслительные операции в механизм феномена понимания. Приведен разработанный прототип модели процесса интериоризации, происходящего на основе установленных связей и приводящего к пониманию. Предложена приводящая к целенаправленной самостоятельной деятельности обучающихся когнитивная технология обучения физике, включающая методы когнитивного проекта и смысловых структур.

Ключевые слова: когнитивность, моделирование, понимание, когнитивная психология, когнитивная технология, внутрипредметные связи, межпредметные связи, когнитивный проект по физике, методы обучения физике

Для цитирования: Гнитецкая Т.Н., Анкудинов И.И. Влияние предметных связей на когнитивную эффективность изучения физики // Вестник Томского государственного университета. 2022. № 477. С. 178–190. doi: 10.17223/15617793/477/20

Original article
doi: 10.17223/15617793/477/20

Subject connections' influence on the cognitive efficiency of studying physics

Tatyana N. Gnitetskaya¹, Ivan I. Ankudinov²

^{1,2} Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation

¹gnitetskaya.tn@dvfu.ru

²ryback95@bk.ru

Abstract. The authors discuss the problem of providing a scientific substantiation of the cognitive technology applied for teaching physics; this technology can be applied both to the face-to-face and distant styles of teaching. The research is relevant as physics courses are filled with numerous abstract concepts. Failure in understanding an abstract concept results in the emerging obstacle in perceiving signs, symbols and terms. The authors suggest reducing this obstacle by applying the teaching technology based on (intra-) inter-subject connections and focused on stimulating targeted independent work. However, in-depth preliminary research is required. The authors have reviewed the definitions of cognition, cognitive psychology and science, cognitive technology and cognitive educational technology. Based on their analysis, they have established that interiorization, according to Lev Vygotsky, calls for established connections between information that enters consciousness and anticipative schemes – intellectual structures that emerged from the previous learning. However, the problem of establishing connections has not been raised or discussed before. The authors supplemented the interiorization process with establishment of connections and described the phenomenon of understanding based on this idea. This brought to light the specific features of didactic solutions in the cognitive theory of teaching. Inclusion of the establishing of connections that depends on the level of mental operations development (especially of analysis, synthesis and generalization) calls for a more specific and detailed definition of cognition. The concept of a semantic transfer was introduced; the specific features of defining cognitive technologies were brought to light; a definition of cognitive educational technology was suggested. The authors propose to include in didactic solutions hierarchic semantic structures of (intra-) inter-subject connections built with the method of semantic structures (Tatyana Gnitetskaya). The authors suggest applying cognitive educational technology in accordance with Howard Gardner's specific features of cognitive research: representation, computer, interdisciplinarity, exclusion of vague concepts, and philosophical problems as fundamentals of the universe. The results described in the article show that a project possesses specific features of cognitive research if the participants of the project are involved in targeted independent activities and the project is aimed at revealing inter-subject connections with the help of semantic structures, at interdisciplinarity, at generalizations that allow connecting the research subject to the world view. An enhanced cognitive efficiency of studying physics is achieved without using new neu-

rotechnologies (neurodevices). A cognitive project can be realized in the context of any teaching mode – online or face-to-face; it can be applied at schools and universities. Organizing team contests within projects in physics can engage even low-level students and encourage them to strive for high performance.

Keywords: cognition, cognitive psychology, cognitive technology, intra-subject connections, inter-subject connections, cognitive project in physics, methods of teaching physics

For citation: Gnitetskaya, T.N. & Steshich, I.I. (2022) Subject connections' influence on the cognitive efficiency of studying physics. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 477. pp. 178–190. (In Russian). doi: 10.17223/15617793/477/20

Введение

В настоящее время и в школе, и в вузах как никогда ранее возникла потребность в новых, универсальных методах обучения физике, подходящих к оф- и онлайн-условиям. Эта универсальность не должна идти в разрез с эффективностью учебного процесса. Известны результаты психологических исследований факторов эффективности учебного процесса [1. С. 217–222]. Эффективность обусловлена организацией условий, в которых у обучающихся формируются навыки целенаправленных самостоятельных действий. Результативность этой деятельности в большой степени зависит от уровня ее специальной организации. Не менее важной предпосылкой эффективного обучения физике является мотивированность обучающихся к ее изучению. Описание физики, в отличие от многих дисциплин, например математики, обходится без алгоритмов, но, так же как и математика, содержит большое количество абстракций, усвоение которых требует определенных интеллектуальных усилий. Неусвоенная абстракция приводит к созданию барьера узнавания символов, терминов, смыслов. Известно, что барьер снижается при создании соревновательной среды, обуславливающей возникновение у обучающихся мотива достижения успеха [2. С. 1712–1715]. Другими словами, требуется искать новые методы обучения, обращенные к неисчерпаемым резервам памяти человека, его безграничным мыслительным возможностям.

Вызовы времени требуют передать ведущую роль от объяснительно-трансляционных методик коллективного «живого» сетевого обучения физике новым когнитивным методикам, базирующимся на самостоятельных целенаправленных действиях обучающегося. Для ответа на вопрос о степени разработанности проблемы когнитивных образовательных технологий авторы статьи обратились к сервису Google Weier и проанализировали частоту встречаемости термина «когнитивный» в сочетании с другими словами в научной литературе за несколько десятков лет.

Результаты проведенного исследования показали, что в последние годы уровень интереса исследователей к феномену когнитивности стабильно растёт. Скорость его роста приняла наибольшее значение в период с 1995 по 2008 г. В настоящее время уровень медленнее, но все-таки возрастает. Впервые термин «когнитивный» появился в научных исследованиях в 1940 г. Интересно, что максимально часто он встречается в сочетании с терминами «подход» и «анализ» в контексте деятельности. Меньше «когнитивный» сочетают с «аспект» и «компонент». В 2018 г. макси-

мальное количество обращений к термину «когнитивный» выполнено в Центральной России, что вполне объяснимо с точки зрения максимальной для данной территории плотности населения [3. С. 44–46]. Незначительность событий по использованию в научных трудах сочетаний «когнитивное обучение» и «когнитивное образование» не позволило выделить их из набора словосочетаний. Данный факт указывает на актуальность и своевременность исследования проблемы теоретического обоснования и разработки когнитивных технологий обучения, особенно физике.

Термины «когнитивный» и «когнитивность» применяются в различных областях знаний: физиологии, психологии, педагогике, социологии и пр. Анализ определений понятия «когнитивный» потребовал их предварительной классификации. Нами выделены три типа содержания определений: семантический, психологический и технологический.

Семантический тип определений понятия «Когнитивный»

Подход к толкованию понятия «когнитивный», сосредоточенный на семантике его содержания, встречается в словарях, в которых даётся различный перевод понятия (либо от лат. *Cognitio*, либо от англ. *cognition*). Перевод существенно зависит от области применения этого термина, которая и определяет его семантику.

В словаре иностранных слов Н.Г. Комлева даётся перевод понятия «*cognitio*» в лингвистическом контексте. ««*Cognitio*» (когнитивный) предлагается трактовать как относящийся к познанию, к функциям мозга, которые обеспечивают формирование понятий, оперирование ими и получение выводных знаний. Это толкование позволяет определить когнитивную лингвистику как отрасль языкознания, занимающуюся ролью языка в познании» [4. С. 125].

Наиболее общая трактовка термина «*cognitio*» приводится в толковом словаре русского языка С.А. Кузнецова. Это знание, познание, что связано с буквальным смыслом понятия «когнитивный». **Пояснение** осуществляется на контекстных примерах: когнитивный анализ (исследование процессов познания человеком окружающего мира, а также способности человека приобретать новые знания); когнитивная система человека (центральная нервная система и органы чувств, с помощью которых человек познает окружающий мир и самого себя) [5. С. 114].

В Webster's New World Dictionary приводится английское написание «*cognition*» (в переводе – познавательная деятельность) и указывается на связь с латинским термином «*cognoscere*», который

состоит из «со-» и «gnoscere» («чтобы узнать») и означает «узнавать, приобретать знания, знакомиться, исследовать». Прослеживается связь этого термина с известным афоризмом Рене Декарта «Cogito ergo sum» (мыслю, следовательно, существую). В словаре даётся обобщённая трактовка «cognition» как когнитивной психической деятельности [6. Р. 10]. Таким образом, смысл термина «когнитивный» охватывает всё, что связано с процессами мышления, понимания, восприятия.

К семантическому типу мы отнесли и определения термина «когнитивный» (cognitive) в форме прилагательного, которые приводятся в электронном словаре Wordnik online English dictionary [7]. Этот словарь объединил несколько источников: Совместный международный словарь английского языка, Американский словарь английского языка Heritage® (5-е изд.), Century Dictionary, Wiktionary, WordNet 3.0. Приведём трактовки понятия «когнитивный» из перечисленных источников [7]:

- знающий или постигающий познание (Совместный международный словарь английского языка);
- вовлечённый в процесс познания или связанный с ним (Американский словарь английского языка Heritage®, 5-е изд.);
- способный к познанию, формированию знания, часто используется как когнитивные способности (Century Dictionary);
- часть умственных функций, которая имеет дело с логикой, в отличие от аффективной, которая имеет дело с эмоциями (Wiktionary);
- связанное с познанием или включающее его (WordNet 3.0).

По-своему подходят к семантике термина «когнитивный» авторы когнитивных технологий. Они выделяют в семантике функции и особенности познания. Например, на официальном сайте МФТИ суть термина «когнитивный» трактуется как проявление мыслительных операций анализа (способности разлагать целое на части, декомпозировать и редуцировать реальность), синтеза и обобщения. Когнитивная сторона мышления человека связана со способностью устанавливать причинно-следственные связи (каузальностью), что свойственно рассудку [8].

Все вышеприведённые определения, описывающие семантику понятий «когнитивность» и «когнитивный», сведены в табл. 1.

Определения, относимые к семантическому типу, можно обобщить, трактуя когнитивность как феномен, в котором отражаются процессы познания и восприятия человеком окружающего мира. Когнитивность исходит из осознанного желания человека знать и неосознанного чувственного восприятия.

В процессе познания приоритет отдаётся логике и рассудку, а не эмоциям, нарушающим структурированность, количество и качество знаний. Эта точка зрения согласуется с трактовкой когнитивности как «разума... и означает способность думать, объяснять, обосновывать действия, идеи и гипотезы» [8]. Следует отличать чувственное восприятие от эмоций, которые, по [7], к когнитивности не относятся. В целом, разделяя определение, данное в [8], авторы статьи отмечают необходимость охвата анализом психологического типа определений.

Таблица 1

Семантический тип определений понятия «когнитивный»

№	Содержание определения	Автор/Источник
1	Восприятие, познание, относящийся к познанию, к функциям мозга, которые обеспечивают формирование понятий, оперирование ими и получение выводных знаний	Н.Г. Комлев [4]
2	Связанный с познанием, мышлением. Поясняется на примерах когнитивного анализа (исследование процессов познания человеком окружающего мира, а также способности человека приобретать новые знания) и когнитивной системы человека (центральная нервная система и органы чувств, с помощью которых человек познает окружающий мир и самого себя)	С.А. Кузнецова [5]
3	Процесс познания, осознания, мышления, обучения и суждения. «Познание» происходит от латинского корня «cognoscere», означающего «познакомиться». Cognoscere состоит из «со-» и «gnoscere», что означает «узнавать» («The process of knowing. More precisely, the process of being aware, knowing, thinking, learning and judging. Cognition comes from the Latin root “cognoscere” meaning to become acquainted with. Cognoscere is made up of “co-” + “gnoscere” = to come to know.»)	Webster's New World Dictionary [6]
4	Прилагательное, характеризующее вовлечением в процесс познания или относящееся к нему («adjective of, characterized by, involving, or relating to cognition»)	The American Heritage® Dictionary of the English Language
5	Особая форма корневого слова в грамматике, выражающего познание или знание. Способный к познанию, приобретению знания. Когнитивный, относящийся к познанию, например когнитивные способности («Capable of cognition; learning; knowing. Pertaining to cognition: as, the cognitive faculties. In grammar, a particular form of a root word, expressing recognition or knowledge»)	Century Dictionary [6]
6	Прилагательное, знающий или постигающий понимание («adjective Knowing, or apprehending by the understanding»)	Collaborative International Dictionary of English [6]
7	Часть умственных функций, которая имеет дело с логикой, в отличие от аффективных, которая имеет дело с эмоциями («The part of mental functions that deals with logic, as opposed to affective which deals with emotions»)	Wiktionary [6]
	Связанное с познанием или включающее его («of or being or relating to or involving cognition»)	Word Net 3.0 [6]
8	Как «разум» означает «способность думать, объяснять, обосновывать действия, идеи и гипотезы»	МФТИ [8]
9	Активность, связанная с приобретением, организацией и использованием знаний	У. Найсцер [9]

Выделившаяся в психологии в середине прошлого века отрасль когнитивной психологии исследует познавательные процессы, такие как память, внимание,

чувства, представления информации, логическое мышление, воображение, способности к принятию решений. По данной причине авторы статьи провели анализ

определений когнитивной психологии и когнитивной науки, который изоморфен анализу определений понятия когнитивности психологического типа.

Когнитивные психология и наука

Когнитивная психология уходит корнями к тем временам, когда Эдвард Чейс Толмен, являясь создателем когнитивного необихевиоризма, начал исследовать когнитивные основы поведения животных в критических условиях. Когнитивная психология расширяет взгляды бихевиористов, базирующихся на сопоставлении поведения животных и человека, которое они объясняют посредством стимула и последующей реакции. Данные обстоятельства явились одной из причин выделения исследований когнитивной психологии в отдельную область.

Э.Ч. Толмен экспериментально установил наличие закономерности возникновения пространственной ориентации животных за счёт научения. Им было выделено понятие когнитивных карт, которое получило широкое распространение в психологии. Под когнитивными картами он понимал «сенсорные психические конструкции, представляющие собой ассоциированные

визуальные образы, воспоминания и представления, репрезентирующие знакомые нам участки окружающего мира» [10. Р. 38]. Смысл не меняется даже при характерном для современности переносе акцента на глобальную индивидуальную модель – репрезентацию окружающего мира, фрагментами которой (преимущественно визуальными) являются чувственные психические конструкции, называемые когнитивными картами [11. С. 273]. Подразумевается, что в сознании возникает когнитивная карта, которая содержит связи ощущений с координатами места и его исследуемым свойством, например «есть еда – нет еды».

Э. Толмен и его последователи сопоставили этот результат с процессами сознания, возникающими у человека, например, ориентирующегося на городских улицах. Позднее эти идеи нашли своё отражение в работах У. Найссера [9. С. 84] и Дж. Брунера [12. С. 95], которые были направлены на исследование когнитивных структур. В данном параграфе уместно оценить степень единства взглядов на когнитивную психологию. С этой целью обсудим определения понятия когнитивной психологии, предложенные разными авторами. В табл. 2 приведён далеко не полный перечень определений понятия «когнитивная психология».

Таблица 2

Определения понятий «когнитивная наука» и «психология»

№	Содержание определения	Автор(ы)
<i>Когнитивная психология</i>		
1	Общий подход в психологии, в котором основное внимание уделяется внутренним мыслительным процессам	Ребер А. [13]
2	Раздел психологии, изучающий когнитивные, т.е. познавательные процессы человеческого сознания. Исследования в этой области обычно связаны с вопросами памяти, внимания, чувств, представления информации, логического мышления, воображения, способности к принятию решений	М. Фаликман, В. Спиридонова [14]
3	Раздел психологии, касающийся всей человеческой деятельности, связанной со знаниями. Она связана с тем, как знания приобретаются, хранятся, соотносятся и извлекаются путем изучения психических процессов, лежащих в основе внимания, формирования концепции, обработки информации, памяти и речи («The branch of psychology concerned with all human activities relating to knowledge. More specifically, cognitive psychology is concerned with how knowledge is acquired, stored, correlated, and retrieved, by studying the mental processes underlying attention, concept formation, information processing, memory, and speech»)	Е. Martin [15]
4	Наука, изучающая восприятие, память, внимание, распознавание конфигураций, решение задач, психологические аспекты речи, когнитивное развитие	У. Найссер [9]
<i>Когнитивная наука</i>		
5	Современная, эмпирически основанная попытка ответить на давние эпистемологические вопросы - особенно те, которые касаются природы знания, его компонентов, его источника, его развития и развертывания («modern, empirically based attempt to answer long-standing epistemological questions - especially those concerning the nature of knowledge, its components, its source, its development and deployment»)	H. Gardner [16]
6	Область междисциплинарных исследований, изучающая познание и высшие мыслительные процессы с помощью информационных моделей. Включает дисциплины: эпистемологию, когнитивную психологию, лингвистику, психолингвистику, нейробиологию и компьютерную науку	А.А. Ивин [17]
7	Когнитивная наука (от англ. cognitive science; лат. cognitio – знание, познание) - область междисциплинарных исследований, изучающая познание и высшие когнитивные функции с помощью моделей переработки когнитивной информации	И.Т. Касавин [18]

Таблица 2 состоит из двух частей – в первой собраны наиболее распространённые определения когнитивной психологии, во второй – определения когнитивной науки. Они взаимосвязаны между собой. Так, в Оксфордском толковом словаре по психологии под редакцией А. Ребера приводится общий контекст когнитивной психологии, где «поведение определяется не просто с помощью понятий внешних свойств, но требует объяснения на уровне психических явлений, мысленных представлений, убеждений, стремлений» [13. С. 329].

Содержание остальных определений похоже, несмотря на принадлежность их авторов как к россий-

ской научной школе (М.В. Фаликман, В.Ф. Спиридонова) [14. С. 159], так и к зарубежной (Е. Martin, У. Найссер). Они определяют содержание когнитивной психологии, включая в него процессы представления информации, внимания, воображения, памяти, чувств, способности к принятию решений, логическое мышление. Общим признаком определений является отсутствие в них требований, которым должны отвечать когнитивные исследования. Но эти требования можно найти в описаниях когнитивной науки.

Взаимосвязанность когнитивной психологии и науки следует из рассуждений, выполненных науч-

ным дуэтом М.В. Фаликман и В.Ф. Спиридоновой. По их мнению, когнитивная психология во многом основывается на проведении аналогии между преобразованием информации в вычислительном устройстве и познавательными процессами у человека [14. С. 173], которые являются предметом исследований когнитивной науки.

Переходя к определениям когнитивной науки, которые составляют вторую часть табл. 2, выделим одного из её основателей Н. Gardner, на работы которого ссылаются многие современные исследователи когнитивной психологии. В своей книге [16. Р. 235] он отмечает, что к когнитивным можно отнести науки, исследующие и живые и неживые объекты, где живые разделяются на человеческие (сознательные) и нечеловеческие (несознательные). Это значит, что в рамках всех наук можно провести когнитивные исследования. Вместе с тем Н. Gardner понятие когнитивности связывает только с человеческим знанием. Когнитивной он определяет современную науку, исследующую вопросы природы знаний, их компонентов, источника, развития и развёртывания («*I define cognitive science as a contemporary, empirically based effort to answer long-standing epistemological question - particularly those concerned with the nature of knowledge, its components, its source, its development, and its deployment*») [16. Р. 362]. Важным его достижением стало описание особенностей когнитивной науки, будь то когнитивная психология, когнитивная методика обучения физике, когнитивная философия и пр. Как он отмечает, все когнитивные научные исследования отличаются пятью особенностями: 1 – репрезентация; 2 – компьютер; 3 – снятие акцентов на аффекте, контексте, культуре и истории; 4 – междисциплинарность; 5 – связь с классическими философскими проблемами [16. Р. 367].

В отличие от него А.А. Ивин перечисляет дисциплины, которые, по его мнению, относятся к когнитивной науке – это эпистемология, когнитивная психология, лингвистика, психолингвистика, нейробиология и когнитивная наука [17. С. 74]. Определение И.Т. Касавина более общее – он относит к когнитивной науке междисциплинарные исследования познания и его функций с помощью моделей переработки когнитивной информации [18]. Следует заметить, что А.А. Ивин также апеллирует к изучению познания с помощью информационных моделей. Н. Gardner же относит это к одной из особенностей когнитивного исследования – просто компьютер.

Как компьютер рассматривают когнитивную систему человека М.В. Фаликман и В.Ф. Спиридонова [14. С. 223]. Эти авторы представляют её как систему, имеющую устройства ввода, хранения, вывода информации с учетом её пропускной способности [14. С. 259]. На этот вывод их натолкнули разработки Р. Аткинсона [19], который выделил многочисленные структурные составляющие (блоки) познавательных и исполнительных процессов сознания, прежде всего, памяти.

Идея представлять психику человека в виде устройства с фиксированной способностью к преоб-

разованию сигналов прослеживается в трудах именитых представителей когнитивной психологии (Дж. Брунера, У. Найссера, G. Miller) и лежит в основе ведущей концепции в когнитивной психологии. Главенствующая роль в этой концепции отведена внутренним когнитивным схемам и познавательной активности в контексте естественной целенаправленной деятельности.

Знаменитая теория восприятия У. Найссера и сегодня остаётся актуальной. Познание как процесс, при котором «входящие сенсорные данные подвергаются трансформации, редукции, обработке, накоплению, воспроизведению и в дальнейшем используются». Вводятся так называемые предвосхищающие схемы или когнитивные структуры, которые подготавливают индивида к принятию информации строго определенного вида и таким образом управляют его текущей когнитивной активностью. Нельзя обойтись без сопутствующей трактовки термина восприятия – конструктивного процесса предвосхищения некоторой информации, делающего возможным для человека принятие этой информации, когда она оказывается доступной [11. С. 48]. Предвосхищение, по мнению авторов данной статьи, обуславливает процесс установления связей между информацией уже осознанной и поступающей в настоящий момент в сознание.

Теория У. Найссера во многом опирается на предложенную ранее теорию Дж. Брунера, изложенную в работе «Психология познания. За пределами непосредственной информации», в которой описываются когнитивные структуры человеческого сознания. По Дж. Брунеру в основе успешного учебного процесса лежит иерархически организованная система знаний учащихся, так называемая когнитивная структура. Эффективное обучение возможно только тогда, когда новый материал, связанный с уже имеющимися знаниями и умениями, включается в существующую когнитивную структуру. Ведущую роль в учебной деятельности Дж. Брунер присваивал мотиву: «...важным условием обучения является внутренняя мотивация, связанная с познавательным интересом учащихся к изучаемому предмету» [12. С. 235].

И Дж. Брунер, и У. Найссер фактически обсуждают один и тот же механизм познания – обучаясь, индивид постепенно в процессе накопления информации автоматически соединяет простые, созданные на новой информации мыслительные конструкции с уже имеющимися и трансформирует их в сложные. Таким образом, новое знание оказывается связанным с предыдущим.

Отечественная психология в советский период была направлена на исследование единства природ сознания и деятельности [20]. Так, А.Н. Леонтьев и С.Л. Рубинштейн [21. С. 53; 22. С. 532] обосновывают деятельностный подход к научению. Он был дополнен П.Я. Гальпериным [23. С. 361] и раскрыт Н.Ф. Талызиной в теории поэтапного формирования умственных действий [24. С. 83]. Основу подхода составляет учение Л.С. Выготского об интериоризации – процессе поэтапного преобразования внешней предметной деятельности во внутреннюю психическую деятель-

ность, формировании внутренних интеллектуальных структур психики посредством усвоения внешней социальной действительности [25]. Следует отметить, что впервые этот термин ввел Пьер Жане. В переводе с французского Interiorisation означает переход извне внутрь (от лат. Interior – внутренний). Существуют разные подходы к решению задачи – каким образом этот переход осуществляется. Их обсуждение не является целью данной статьи. Процесс интериоризации используется нами для моделирования механизма понимания.

Возьмем за основу то, что любой сигнал, поступающий в канал сознания, проходит процесс интериоризации или последующее возникновение в сознании интеллектуальной структуры. Разделение во времени интериоризации и понимания обусловлено протяженностью во времени психических процессов. Так, например, Б.Ф. Ломов [26] утверждает: то, что психические процессы протекают во времени, является общепризнанным и подтверждается экспериментально. Требование изучать их во временном контексте уже давно стало методическим правилом. Приняв за связь категорию, которая обеспечивает выявление общих признаков у двух и более элементов системы и оценку ее целостности, авторы статьи предлагают процесс интериоризации и последующее понимание представить с помощью сопутствующего ему процесса уста-

новления связей. Коннекционисты (connectionism) устанавливают аналогии между мыслительными процессами и множеством соединений (связей. – Авт.) между узлами в сети [16]. Изучению дисциплин также сопутствует процесс установления внутри- и междисциплинарных связей, которые создают основу организованной системы знаний обучающихся.

Процесс перехода от сигнала к предвосхищающей схеме, а затем к интеллектуальной структуре и пониманию можно представить в виде модели (рис. 1). Новая информация связывается с предвосхищающей схемой, обогащая или трансформируя её смысл. В зависимости от того, с какой из предвосхищающих схем (когнитивной структурой) этот сигнал имеет максимальное число совпадающих признаков, с такой и установится максимальное число связей. Связь устанавливается произвольно, но в контексте обучения к основному связеобразующему толчку можно отнести целенаправленные самостоятельные действия обучающихся. Установление большого количества связей и их интеграция обеспечивают когнитивный трансфер информации, сопровождающий процесс интериоризации, и возникновение интеллектуальной структуры. Описанный процесс можно сопоставить с процессом понимания содержания сигнала.

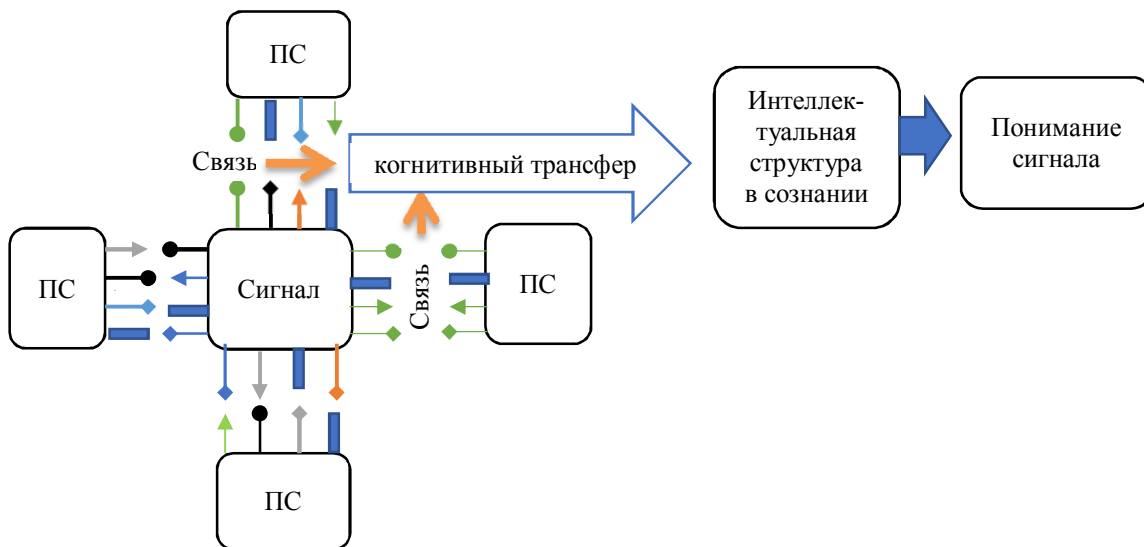


Рис. 1. Прототип модели процесса интериоризации и последующего понимания на основе связей

Обозначения: ПС – предвосхищающая схема, ● – признак 1, ■ – признак 2, ▲ – признак 3, ✕ – признак 4, разные цвета означают отличие признаков

На рис. 1 прямоугольниками, треугольниками, кружками и крестиками схематично обозначены признаки сигнала. Если один из них или несколько присутствуют у предвосхищающей схемы, то между ними возникает связь, которая тем прочнее, чем больше признаков совпало. Процесс установления связей обуславливает когнитивный трансфер и возникновение интеллектуальной структуры, приводящей к пониманию сигнала.

Авторы предположили, что для обеспечения когнитивной активности обучающихся во время про-

ектной деятельности необходимо в основу проекта положить предметные связи, которые должны быть представлены в виде смысловых структур, имеющих иерархическое строение. Данный подход позволит активизировать умственную деятельность и приблизить к пониманию содержания исследуемой темы проекта. В пользу включения в проект заданий по внутри- и междисциплинарным связям в виде смысловых структур свидетельствует следующий факт. В особенности когнитивного исследования, кроме прочих,

Х. Гарднер [16] включил междисциплинарность и репрезентацию, материалом которой установил связи. Разработка когнитивного проекта на основе внутри- и межпредметных связей является крайне важной для процесса обучения физике. Одной из его отличительных причин является то, что содержание физики наполнено абстракциями, оперирование которыми требует навыков самостоятельно выполнять интеллектуальные усилия. Такие навыки вырабатываются у большинства обучающихся, если присутствует специальная организация целенаправленных самостоятельных действий.

После установления связей схема переходит в новое семантическое состояние с обогащённым смыслом. Такое толкование позволяет представить механизм процесса понимания. Например, при прочтении иероглифа сознание свяжет его с соответствующей языковой схемой. Если же человек не изучал язык иероглифов, в его сознании отсутствуют необходимые для интериоризации схемы. В этом случае человек обращается к технологии (материальной или теоретической), которая позволит ему прочесть иероглиф. Любая технология обучения имеет целью достижение обучающимися понимания.

Если предложенный механизм понимания положить в основу технологии обучения, то она должна быть наполнена соответствующими дидактическими разработками, обуславливающими процесс интериоризации, сопровождающийся установлением предметных связей. В дидактические разработки следует включать адепт превосходящих схем – иерархические когнитивные структуры, передающие смысл завершенной порции информации (содержания), с точ-

ным описанием их признаков для того, чтобы сознание с помощью ответственных за связи мыслительных операций анализа, синтеза и обобщения установило связи с имеющимися в нем интеллектуальными структурами – интериоризацию, что обусловило бы последующее понимание. Такие технологии обучения мы относим к когнитивным. Анализ существующих определений когнитивных технологий, изоморфных определению когнитивности технологического типа, выполним в следующем параграфе.

Когнитивные образовательные технологии

На основе анализа определений когнитивных технологий, приведённых в первой части табл. 3, была установлена их особенность. Особенностью является включение в технологию некоего разработанного продукта, взаимодействие которого с сознанием приводит к изменению (усиление или ослабление) интеллектуальных способностей человека. Примеров ослабления нами не найдено. Разные авторы по-разному трактуют этот продукт: 1) информационные технологии (см. № 1 табл. 3) [27]; 2) способы и алгоритмы достижения целей субъектами (см. № 2 табл. 3) [28]; 3) систему методов, алгоритмов и программ (см. № 2 табл. 3) [29].

Конечно, такие технологии могут быть разработаны в образовательных целях. Определения когнитивных образовательных технологий приведены во второй части табл. 3. Однако авторам статьи не удалось найти определение когнитивной образовательной технологии, в которое был бы включён упомянутый выше продукт. Исключением, с некоторыми оговорками, можно считать определение М. Нестеровой.

Таблица 3

Определения понятий «когнитивные технологии» и «когнитивные образовательные технологии»

№	Содержание определения	Авторы/Источник
<i>Когнитивные технологии</i>		
1	Информационные технологии, специально ориентированные на развитие интеллектуальных способностей человека. Когнитивные технологии развивают воображение и ассоциативное мышление человека	Финансовый словарь Финан. [27]
2	Способы и алгоритмы достижения целей субъектами, опирающиеся на данные о процессах познания, обучения, коммуникации, обработки информации человеком и животными, на представление нейронауки, на теорию самоорганизации, компьютерные информационные технологии, математическое моделирование элементов сознания, ряд других научных направлений, ещё недавно относившихся к сфере фундаментальной науки	Г.Г. Малинецкий [28]
3	Система методов, алгоритмов и программ, моделирующих и усиливающих познавательные способности людей для решения практических задач – распознавания образов и речи, выявления и идентификации закономерностей в массивах данных, проектирования сложных систем, принятия решений в условиях недостаточности информации и т.д.	В.И. Кудашов [29]
<i>Когнитивные образовательные технологии</i>		
4	Технологии, где используются различные методы обучения, такие как объяснительно-иллюстративный, эвристический, программированный и проблемный. Когнитивная образовательная технология подразумевает определение уровня когнитивных способностей обучающихся в процессе усвоения теоретического и практического материала и многократное его повторение до полного усвоения. Эта технология ориентирована на личностный подход, развитие когнитивных способностей студентов	Аналитический обзор «Профессиональная подготовка и непрерывное образование в контексте развития науки и технологий» [30]
5	Направлены на развитие навыков творческой деятельности. Вовлекают студентов в интерактивные процессы преподавания и обучения, для достижения лучших результатов в обучении, лучшей сплоченности, формирования команды и социального интеллекта	М. Nesterova [31]
6	Характеризуются наличием содержательной и процессуальной составляющих, модульностью представления содержания обучения, измерением состояний субъектов обучения до и после применения технологий, наличием когнитивных схем, регламентирующих деятельность учащихся	А.А. Машиньян, Н.В. Кочергина [32]
7	Является общепедагогической предметно независимой индивидуально ориентированной образовательной технологией, обеспечивающей понимание ребенком окружающего мира путем формирования системы когнитивных схем, необходимых для успешной адаптации к жизни в современном информационном обществе	М.Е. Бершадский [33]

В аналитическом обзоре «Профессиональная подготовка и непрерывное образование в контексте развития науки и технологий» когнитивная образовательная технология определяется как набор всего, что есть в технологиях обучения. По какой-то причине авторы обзора считают, что только в когнитивных технологиях используются различные методы обучения, такие как объяснительно-иллюстративный, программированный, эвристический и проблемный. Только эти методы обеспечивают многократное повторение материала до его полного усвоения и только они направлены на личностный подход и развитие когнитивных способностей студентов [30]. Вместе с тем очевидно, что эти методы используются в большинстве технологий обучения, в том числе и в тех, которые опираются на традиционное субъект-объектное взаимодействие преподавателей и обучающихся.

Неоднозначно определяет когнитивные образовательные технологии М. Nesterova. По её мнению, когнитивные технологии направлены на развитие навыков творческой деятельности и помогают студентам социализироваться в постоянно меняющихся образовательных условиях [31. Р. 106]. По нашему мнению, любая образовательная технология включает самостоятельную деятельность обучающихся, которая априори выполняется с элементами творчества, если она специально организована. В этой же работе М. Nesterova устанавливает, что при обучении с помощью когнитивных технологий получение и преобразование информации сознанием происходит преимущественно визуально. По этому поводу следует заметить, что максимальная пропускная способность оптического канала сознания по сравнению с тактильным, обонятельным и осязательным каналами является физиологической особенностью сознания, а не результатом воздействия технологии обучения. Вместе с тем авторы настоящей статьи отмечают оригинальность продукта, предлагаемого М. Nesterova для когнитивных технологий обучения. Продукт нацелен на повышение когнитивной эффективности обучения без использования новых нейротехнологий (нейроустройств), а также на тренировку различных умственных способностей (нейробика, эйдетики и мнемоники) с обязательным использованием методов активного обучения [31. Р. 105].

А.А. Машиньян и Н.В. Кочергина видят целью когнитивных технологий развитие когнитивной сферы учащихся, а именно различных видов интеллекта, памяти и мышления (вербального и невербального, индуктивного и дедуктивного, творческого и репродуктивного и т.п.). Особое внимание они уделяют модульному представлению содержания учебных курсов, что, по их мнению, лежит в основе организации когнитивной технологии обучения, включающей когнитивные схемы. Когнитивная схема понимается А.А. Машиньяном и Н.В. Кочергиной как образ знакомого пространственного окружения, который создается и видоизменяется в результате активного взаимодействия субъекта с окружающим миром. К одной из особенностей когнитивной технологии А.А. Машиньян и Н.В. Кочергина относят «историческое раз-

витие теории» и иллюстрируют это на примере квантовой теории [32. С. 72–80]. Вместе с тем, как уже упоминалось выше, Н. Gardner указывает, что в когнитивном исследовании следует избегать акцентов на истории.

Из приведённых в табл. 3 выделяется определение М.Е. Бершадского, который рассматривает обеспечивающий понимание процесс обучения как процесс формирования когнитивных схем. Когнитивные схемы являются условным каркасом, который в последующем обростает новой информацией. Однако нет механизма построения этих схем.

Авторы статьи отмечают, что такой модельный процесс познания справедлив и для когнитивного исследования, которое, как было отмечено выше, характеризуется пятью особенностями. Опираясь на Н. Gardner и считая основой когнитивной образовательной технологии представленные иерархическими конструкциями предметные связи, которые обеспечивают понимание, возникающее в результате интериоризации, можно уточнить определение когнитивности.

Под когнитивностью мы понимаем способность сознания человека осуществлять мыслительные операции, в том числе анализа, синтеза и обобщения, приводящие к семантическому трансферу когнитивных схем, возникающих в процессе познания окружающего мира. Под семантическим трансфером мы подразумеваем процесс интегрального переноса поступившего в сознание сигнала по каналам связей к интеллектуальной структуре. Вышеприведённое позволило нам ввести следующее определение когнитивной образовательной технологии: это алгоритмы, способы и методы тренировки сознания по выполнению операций анализа, синтеза и обобщения, которые сопровождаются процессом установления предметных связей, обуславливающим понимание. В дидактические разработки когнитивной технологии следует включать иерархические смысловые структуры предметных связей. Одним из методов, направленных на вскрытие предметных связей в виде иерархических структур, является метод смысловых структур [34]. Предлагаемая когнитивная образовательная технология по физике включает два метода – упомянутый выше метод смысловых структур и метод когнитивного проекта по физике.

Метод когнитивного проекта по физике

С помощью метода смысловых структур, в котором используется информационная модель предметной связи, она представляется в виде иерархической структуры, уровни иерархии которой соответствуют уровням абстрагирования. Нижний уровень абстракции смысловой структуры заполнен понятиями, входящими в содержание понятий, расположенных на следующем, более высоком уровне, и так далее до ее вершины, где находится изучаемое понятие, закон или теория. По сути, смысловая структура является логически завершённым смысловым образом рассматриваемого в содержании параграфа (темы, модуля) элемента знания (понятия, закона, теории и т.д.),

наименование которого, как правило, совпадает с названием параграфа. Посредством усвоения этого смыслового образа предметной связи в процессе интериоризации возникает связь с предвосхищающими схемами, построенными на предыдущих знаниях,

Сегодня на всех образовательных уровнях – от школы до университета – получила развитие организация проектной деятельности обучающихся по темам, относящимся к разным предметам, в том числе и физике. В рамках проекта обучающиеся знакомятся с элементами и этапами научного исследования. Авторами статьи предположено, что для успешной реализации проектной деятельности в обучении необходимо, чтобы она была организована в соответствии с особенностями когнитивного исследования. Рассмотрим подробно пять особенностей исследования, описанные Н. Gardner, в рамках когнитивного проекта по физике.

1. Репрезентация. По Н. Gardner деятельность человека (не только научная) может быть когнитивной и описываться в символах, образах, схемах, понятиях и других формах ментальной репрезентации [16. Р. 39]. Подразумевается, что в сознании устанавливается отдельный уровень анализа, на котором человек оперирует символами, принципами, образами – материалами репрезентации. Процессы установления связей между ними, их трансформации и противопоставления друг другу также относятся к материалу репрезентации [16. Р. 38]. Чтобы проект обладал данной особенностью, в нем должны быть использованы материалы репрезентации. К ним авторы статьи относят элементы знаний по группам понятий, законов, теорий, моделей и принципов и внутрипредметные, и межпредметные связи. Моделирование предметных связей осуществляется методом смысловых структур в рамках графовой и информационной моделей (см.: [35, 36]). Направление иерархической предметной связи противоположно направлению аналитических операций сознания, представляет собой путь – от простого к сложному и требует привлечения мыслительных операций анализа, синтеза и обобщения. Одно из заданий проекта посвящено работе со смысловой структурой.

2. Компьютеры. В рамках отмеченной выше концепции когнитивной психологии психика человека сопоставляется устройству, способному преобразовывать поступающие в него внешние сигналы. В проекте обучающиеся строят предметную связь методом смысловых структур в виде иерархической конструкции. Описание ее элементов может быть выполнено с

использованием метода гипертекста, который широко применяется в глобальной сети Интернет. Смысловая структура демонстрирует предметную связь между понятиями в логически завершённом блоке материала, сохраняется в оперативной памяти сознания и ориентирует его в процессе установлении связей с предвосхищающими схемами (интеориоризация). Контекст этой и предыдущей особенностей непосредственно связаны.

3. Исследование учебных проблем без обращения к «туманным» понятиям (к ним относят, например, «аффект», «контекст», «окружающий любое действие или мысль, исторический или культурный анализ») является очередной особенностью когнитивного исследования. Следует отметить, что в содержании дисциплины «Физика» «туманные» понятия встречаются крайне редко. Однако следует указать на учет этой особенности при подготовке проекта.

4. Междисциплинарность. Физика является фундаментальной наукой, ее законы и теории используются в разных областях науки и техники. Поэтому содержание исследуемой в проекте темы обладает высоким уровнем междисциплинарности. Одно из заданий проекта посвящено установлению междисциплинарных задач в рамках темы.

5. Мировоззрение. Н. Gardner отмечает, что классические философские проблемы являются ключевым компонентом современной когнитивной науки и трудно представить когнитивную науку отдельно от них [16. Р. 43]. Физика занимает центральное место в формировании естественно-научного мировоззрения. Поэтому обязательным заданием проекта является определение степени вклада темы проекта в физическую и естественнонаучную картины мира.

Проект выполняется не индивидуально, а командой из 5–6 человек, где каждому участнику отведена своя роль. Мотивирование обучающихся к самостоятельной целенаправленной деятельности во время проекта обеспечивается организацией соревнования команд. Пример организации когнитивного проекта и результаты его внедрения описаны в работе [26. С. 294–296]. Ниже приводится пример дидактической разработки к проекту на тему «Исследование движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях на примере осциллографа». Каждой команде в рамках проекта выдается своя подтема с заданиями, соответствующими особенностям когнитивного исследования. Пример дидактической разработки для одной команды приводится ниже.

Проект Исследование движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях на примере осциллографа.

Подтема 2. «Управление пучком электронов в электронно-лучевой трубке осциллографа с помощью ускоряющего электрода».

Пояснение: ускоряющий электрод является вторым анодом (A2) электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) осциллографа. Его функцией является ускорение электронов, летящих по оси ЭЛТ к ее экрану.

Задание 1. Проведите теоретическое исследование темы. Напишите конспект по вопросам темы, используя источники, указанные в плане-вопроснике, а также дополнительные.

План-вопросник по подтеме 2

Список литературы

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учеб. пособие: в 3 т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 3-е изд. испр. / И.В. Савельев. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.- 496 с.
2. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Берклевский курс физики. Т. 2. Учебное руководство / Э. Парселл. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1983. 416 с.
3. Портис А. Физическая лаборатория. Берклевский курс физики. Т. 6. М.: Наука, 1972. 322 с.
4. Гнитецкая Т.Н. Изучение электронного осциллографа: учеб.-метод. пособие к лабораторной работе по электричеству для студентов физических специальностей университетов. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2008. 23 с.
5. Кушнир Ф.В. Электрорадиоизмерения: учеб. пособие для вузов. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-е, 1983. 320 с. http://know.sernam.ru/book_el.php?id=26
6. Авдеев Б.Я. Основы метрологии и электрические измерения: учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. / Б.Я. Авдеев, Е.М. Антоноук, Е.М. Душин. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-е, 1987. 480 с. http://stu.scask.ru/book_metr.php?id=44

№	Теоретические вопросы проекта	Ссылки
1	Модель электрона как отрицательно заряженной частицы	[1] – § 1; [2] – § 1.1
2	Электростатическое поле, его источники и свойства	[1] – § 5; [2] – § 1.7; 5.5
3	Сила, действующая на электрон в электростатическом поле	[1] – § 2-4; [2] – § 5,8
4	Напряжённость электростатического поля, единицы измерения	[1] – § 5; [2] – § 1.4; 1.7
5	Потенциал электростатического поля, единицы измерения	[1] – § 6; [2] – § 2.2
6	Эквипотенциальные линии и поверхности равного потенциала проводящих материалов	[1] – § 5.8; [2] – § 1.7; 3.2
7	Электрод. Катод. Анод. Устройство и применение	[3] – Р. 1; [4]; [5] – § 5; [6] – § 6.6
8	Движение электрона в однородном электростатическом поле	[3] – Р. 1; [4]; [5] – § 5; [6] – § 6.6
9	Поле плоско-параллельного конденсатора	[3] – Р. 1; [4]; [5] – § 5; [6] – § 6.6
10	Движение электрона в поле положительно заряженного кольца	[3] – Р. 1; [4]; [5] – § 5; [6] – § 6.6

Задание 2. Исследуйте устройство ускоряющего электрода – анода А2, для чего изобразите ускоряющий электрод – анод (А2): общий вид сбоку в разрезе.

Задание 3. Исследуйте движение электрона в поле кольца, для чего:

3.1. Получите соотношение для напряженности кольца вдоль его оси, если радиус кольца R, его заряд (+) q и найдите точки на оси, соответствующие экстремумам напряженности.

3.2. Установите направления сил, действующих на электрон в поле кольца в точках экстремумов напряженности.

3.3. Определите условие, при котором электроны, прошедшие положительно заряженное кольцо, продолжат ускоренное движение по оси кольца к экрану ЭЛТ.

Задание 4. Завершите построение смысловой структуры понятия ускоряющего электрода, для чего вопросы в ячейках структуры замените нужным содержанием (рис. 2).

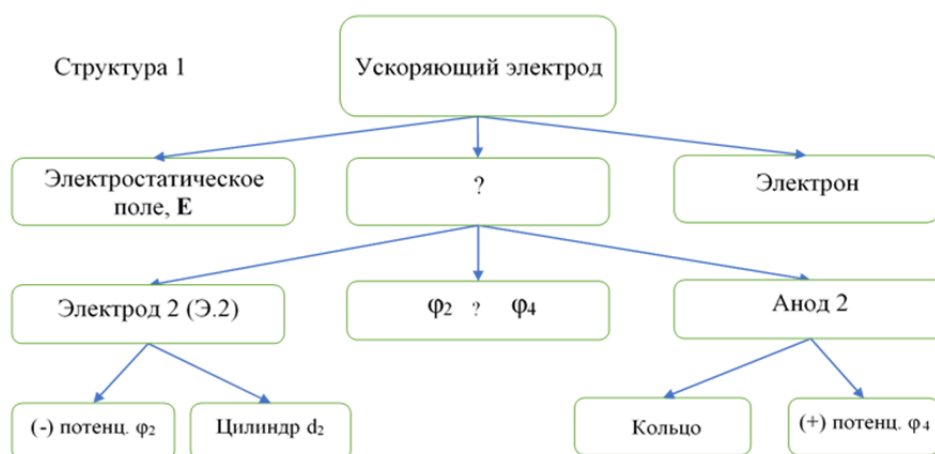


Рис. 2. Смысловая структура понятия ускоряющего электрода

Задание 5. Разработайте междисциплинарную практикоприменимую задачу, в которой используется принцип действия ускоряющего электрода.

Задание 6. Укажите место и роль знаний о поведении микрочастиц в электростатических полях в физической картине мира. Приведите примеры.

Разработанная нами когнитивная образовательная технология в виде когнитивного проекта была внедрена в учебный процесс по физике с учащимися 7-х классов хореографического училища при Дальневосточном федеральном университете (ДФУ) и со студентами направлений подготовки

«Физика» и «Ядерная физика и технологии» Школы естественных наук ДВФУ. В обеих возрастных группах обучающихся наблюдалось повышение интереса к изучаемому материалу (100% участников проявили заинтересованность); развитие навыков самостоятельной и групповой работы (отметили 64%); а также повышение

(на 72%) успеваемости по физике. Участники проекта (78%) отметили достижение понимания проектной темы, которое выражалось в значительном облегчении процесса самостоятельного решения физических задач по данной теме. Как школьники, так и студенты признали такую форму проведения учебных занятий увлекательной, развивающей и стимулирующей к изучению сложного содержания курса физики. Подробно методика когнитивного проекта будет описана в следующей статье.

Заключение

Таким образом, организовав в рамках проекта по физике целенаправленную самостоятельную деятельность участников и направив проект на вскрытие ВПС и МПС с помощью смысловых структур и ориенти-

ров, заданных маршрутизированной учебной информацией в планах-вопросниках к теме проекта (репрезентация, компьютеры); на междисциплинарность с помощью специальных опытов; на обобщения, позволяющие связать исследуемую в рамках проекта тему с мировоззренческой картиной; можно считать проект обладающим особенностями когнитивного исследования. Повышенная когнитивная эффективность обучения достигается в результате проектной деятельности обучающихся без использования новых нейротехнологий (нейроустройств). Когнитивный проект реализуем в любых режимах обучения – онлайн и контактно, применим в школьном и университетском процессе обучения физике. Организация соревнования команд в рамках проекта приводит к возникновению мотива достижения успеха даже у слабо подготовленной по физике категории участников.

Список источников

1. Репкин В.В., Серода Г.К. О некоторых условиях рационального использования памяти в процессе обучения // Проблемы инженерной психологии. Вып. 3 «Психология памяти» / под ред. П.И. Зинченко. Л., 1965. С. 217–222.
2. Gnitetskaya T.N., Almaev N.A., Ivanova E.B. The Role and Place of Achievement Motive in Modular Technology of Teaching Physics to Future Engineers // *Advanced Materials Research*. 2014. Vol. 889–890. P. 1712–1715. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.889-890.
3. Гнитецкая Т.Н., Анкудинов И.И. Частота и тренды использования понятия когнитивности // Материалы 62-й Всероссийской научной конференции. Т. 3. Фундаментальные и прикладные вопросы естествознания. Владивосток : ТОВВМУ им. С.О. Макарова, 2019. С. 44–46.
4. Комлев Н.Г. Словарь иностранных слов. М. : Эксмо, 2006.
5. Кузнецов С.А. Большой толковый словарь русского языка : [БТС: А–Я] / Рос. акад. наук, Ин-т лингвист. исслед.; гл. ред. СПб. : Норинт, 2004. 1534 с.
6. Webster's New World Dictionary, Editors Of Webster's II Dictionaries // Houghton Mifflin Harcourt, 2005. P. 1518.
7. Wordnik online English dictionary. Cognitive – definition. URL: <https://www.wordnik.com/words/cognitive>
8. О когнитивных технологиях // МФТИ. URL: https://mipt.ru/education/chairs/KognTech/about_technology/
9. Найссер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. М. : Прогресс, 1981. 232 с.
10. Tolman E.C. Cognitive maps in rats and men // *Psychological Review*. 1948. Vol. 55. P. 192.
11. Поляков С.Э. Концепты и другие конструкции сознания. СПб. : Питер, 2017. 621 с.
12. Брунер Дж. Психология познания. За пределами непосредственной информации. М. : Прогресс, 1977. 413 с.
13. Ребер А. Оксфордский толковый словарь по психологии / пер. с англ. Е.Ю. Чеботарева. М. : Вече АСТ, 2003. Т. 1. 592 с.
14. Фаликман М.В., Спиридонова В.Ф. Когнитивная психология: история и современность. Ломоносов, 2011. 384 с.
15. Martin E. (ed.) *Concise Medical Dictionary*. 9nd. Oxford University Press, 2015. 832 p.
16. Gardner H. *The mind's new science a history of the cognitive revolution. With a New Epilogue by the Author: Cognitive Science After 1984*. BasicBooks, 1987. 401 p.
17. Ивин А.А. Энциклопедический словарь. М. : Гардарики, 2004. 1072 с.
18. Касавин И.Т. Энциклопедия эпистемологии и философии науки М. : «Канон+», РООИ «Реабилитация», 2009. 1248 с.
19. Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения. М. : Прогресс, 1980. 528 с.
20. Холодная М.А. Когнитивные стили: о природе индивидуального ума. М. : ПЕР СЭ, 2002. 304 с.
21. Леонтьев А.А., Леонтьев Д.А., Соколова Е.Е. Деятельность, сознание, личность. М., 2005. 130 с.
22. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб., 2006. 720 с.
23. Гальперин П.Я. Лекции по психологии / под ред. и с предисл. А.И. Подольского. М., 2002. 400 с.
24. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология : учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений. М. : Издательский центр «Академия», 1998. 288 с.
25. Выготский Л.С. Педагогическая психология / под ред. В.В. Давыдова. М. : Педагогика, 1991. 480 с.
26. Ломов Б.Ф. Человек и техника. Очерки инженерной психологии М. : Сов. радио, 1966. 464 с.
27. Финансовый словарь Финанс. Когнитивные технологии. URL: https://dic.academic.ru/contents.nsf/fin_enc/
28. Малинецкий Г.Г. Когнитивный вызов и информационные технологии // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2010. № 46. С. 5.
29. Кудашов В.И. Социальные технологии в обществе знания: когнитивные аспекты // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2012. № 4 (20). Вып. 1. С. 58–64.
30. Аналитический обзор «Профессиональная подготовка и непрерывное образование в контексте развития науки и технологий». Материалы экспертов Федерального реестра научно-технической сферы Минобрнауки России. М., 2015.
31. Nesterova M. Educational cognitive technologies as human adaptation strategies // *Future Human Image*. 2017. № 7. P. 102–112.
32. Машиньян А.А., Кочергина Н.В. Когнитивная технология формирования знаний о естественнонаучных теориях // Перспективы науки и образования. 2015. № 3 (15). С. 72–81.
33. Бершадский М.Е. Когнитивная технология обучения: теория и практика применения. М. : Сентябрь, 2011. 256 с.
34. Gnitetskaya T.N. The entropy estimation of the physics' course content on the basis of intradisciplinary connections' information model // *Journal of Physics: Conference Series*. 2016. Vol. 738 (1). Art. № 012079. doi: 10.1088/1742-6596/738/1/012079
35. Gnitetskaya T.N. Graph Model of Intradisciplinary Connections in Example of General Physics Course // *Journal of Physics: Conference Series*. 2015. Vol. 633. doi: 10.1088/1742-6596/633/1/012091
36. Гнитецкая Т.Н., Анкудинов И.И. Организация самостоятельной деятельности первокурсников по физике с помощью проекта // Региональная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. Владивосток : ДВФУ, 2019. С. 294–296.

References

1. Repkin, V.V. & Sereda, G.K. (1965) O nekotorykh usloviyakh ratsional'nogo ispol'zovaniya pamyati v protsesse obucheniya [About some conditions of rational use of memory in the learning process]. In: Zinchenko, P.I.L. (ed.). *Problemy inzhenernoy psikhologii* [Problems of Engineering Psychology]. Vol. 3. Leningrad: [s.n.]. pp. 217–222.
2. Gnitetskaya, T.N., Almaev, N.A. & Ivanova, E.B. (2014) The Role and Place of Achievement Motive in Modular Technology of Teaching Physics to Future Engineers. *Advanced Materials Research*. 889–890. pp. 1712–1715. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.889-890
3. Gnitetskaya, T.N. & Ankudinov, I.I. (2019) [Frequency and trends of using the concept of cognitiveness]. *Fundamental'nye i prikladnye voprosy estestvoznaniya* [Fundamental and Applied Issues of Natural Science]. Proceedings of the 62nd All-Russian Conference. Vol. 3. Vladivostok. 12 December 2019. Vladivostok: The Makarov Pacific Higher Naval School. pp. 44–46. (In Russian).
4. Komlev, N.G. (2006) *Slovar' inostrannykh slov* [Dictionary of Foreign Words]. Moscow: Eksmo.
5. Kuznetsov, S.A. (2004) *Bol'shoy tolkovyy slovar' russkogo yazyka: [BTS: A–Ya]* [Large Explanatory Dictionary of the Russian Language: [BTS: A–Ya]]. Saint Petersburg: Norint.
6. Webster's II Dictionaries. (2005) *Webster's II New College Dictionary*. Boston; New York: Houghton Mifflin Harcourt. P. 1518.
7. Wordnik online English dictionary. (n.d.) *Sognitive – definition*. [Online] Available from: <https://www.wordnik.com/words/cognitive>.
8. MIPT. (n.d.) *O kognitivnykh tekhnologiyakh* [About cognitive technologies]. [Online] Available from: https://mipt.ru/education/chairs/KognTech/about_technology/.
9. Neisser, U. (1981) *Poznanie i real'nost'*. *Smysl i printsipy kognitivnoy psikhologii* [Cognition and Reality. Principles and Implications of Cognitive Psychology]. Translated from English. Moscow: Progress.
10. Tolman, E.C. (1948) Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*. 55. P. 192.
11. Polyakov, S.E. (2017) *Kontsepty i drugie konstruksii soznaniya* [Concepts and Other Constructions of Consciousness]. Saint Petersburg: Piter.
12. Bruner, J. (1977) *Psikhologiya poznaniya. Za predelami neposredstvennoy informatsii* [Beyond the Information Given: Studies in the Psychology of Knowing]. Translated from English. Moscow: Progress.
13. Reber, A. (2003) *Oksfordskiy tolkovyy slovar' po psikhologii* [Oxford Explanatory Dictionary of Psychology]. Translated from English by E.Yu. Chebotarev. Vol. 1. Moscow: Veche AST.
14. Falikman, M.V. & Spiridonova, V.F. (2011) *Kognitivnaya psikhologiya: istoriya i sovremennost'* [Cognitive Psychology: History and modernity]. Moscow: Lomonosov.
15. Martin, E. (ed.) (2015) *Concise Medical Dictionary*. 9th ed. Oxford University Press.
16. Gardner, H. (1987) *The Mind's New Science: A history of the cognitive revolution. With a new epilogue by the author: cognitive science after 1984*. New York: BasicBooks.
17. Ivin, A.A. (2004) *Entsiklopedicheskiy slovar'* [Encyclopedic Dictionary]. Moscow: Gardariki.
18. Kasavin, I.T. (2009) *Entsiklopediya epistemologii i filosofii nauki* [Encyclopedia of Epistemology and Philosophy of Science]. Moscow: "Kanon+", ROOI "Reabilitatsiya".
19. Atkinson, R.Ch. (1980) *Chelovecheskaya pamyat' i protsess obucheniya* [Human Memory and the Learning Process]. Moscow: Progress.
20. Kholodnaya, M.A. (2002) *Kognitivnye stili: o prirode individual'nogo uma* [Cognitive Styles: On the nature of the individual mind]. Moscow: PER SE.
21. Leont'ev, A.A., Leont'ev, D.A. & Sokolova, E.E. (2005) *Deyatel'nost', soznanie, lichnost'* [Activity, Consciousness, Personality]. Moscow: Politizdat.
22. Rubinshteyn, S.L. (2006) *Osnovy obshchey psikhologii* [Fundamentals of General Psychology]. Saint Petersburg: Piter.
23. Gal'perin, P.Ya. (2002) *Lektsii po psikhologii* [Lectures on Psychology]. Moscow: Knizhnyy dom "Universitet".
24. Talyzina, N.F. (1998) *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical Psychology]. Moscow: Izdatel'skiy tsentr "Akademiya".
25. Vygotskiy, L.S. (1991) *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical Psychology]. Moscow: Pedagogika.
26. Lomov, B.F. (1966) *Chelovek i tekhnika. Ocherki inzhenernoy psikhologii* [Man and Technology. Essays of engineering psychology]. Moscow: Sov. radio.
27. Akademik [Academic]. (n.d.) *Finansovyy slovar' Finam. Kognitivnye tekhnologii* [Finam Financial Dictionary. Cognitive technologies]. [Online] Available from: https://dic.academic.ru/contents.nsf/fin_enc/.
28. Malinetskiy, G.G. (2010) The cognitive challenge and computer modeling. *Preprinty IPM im. M.V. Keldysha – Keldysh Institute Preprints*. 46. pp. 5. (In Russian).
29. Kudashov, V.I. (2012) Social technologies in the knowledge society: cognitive aspects. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya – Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science*. 4-1 (20). pp. 58–64. (In Russian).
30. Federal'nyy reestr nauchno-tekhnicheskoy sfery Minobrnauki Rossii [Federal Register of the Scientific and Technical Sphere of the Ministry of Education and Science of Russia] (2015) *Analiticheskiy obzor "Professional'naya podgotovka i nepreryvnoe obrazovanie v kontekste razvitiya nauki i tekhnologii"* [Vocational training and continuing education in the context of the development of science and technology. Analytical review]. Moscow: [s.n.]
31. Nesterova, M. (2017) Educational cognitive technologies as human adaptation strategies. *Future Human Image*. 7. pp. 102–112.
32. Mashin'yan, A.A. & Kochergina, N.V. (2015) Cognitive technology of knowledge formation about natural science theories. *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*. 3 (15). pp. 72–81. (In Russian).
33. Bershadskiy, M.E. (2011) *Kognitivnaya tekhnologiya obucheniya: teoriya i praktika primeneniya* [Cognitive Learning Technology: Theory and practice of application]. Moscow: Sentyabr'.
34. Gnitetskaya, T.N. (2016) The entropy estimation of the physics' course content on the basis of intradisciplinary connections' information model. *Journal of Physics: Conference Series*. 738 (1). Art. No. 012079. DOI: 10.1088/1742-6596/738/1/012079
35. Gnitetskaya, T.N. (2015) Graph Model of Intradisciplinary Connections in Example of General Physics Course. *Journal of Physics: Conference Series*. 633. DOI: 10.1088/1742-6596/633/1/012091
36. Gnitetskaya, T.N. & Ankudinov, I.I. (2019) [Organization of independent activity of first-year students in physics using project]. Proceedings of the Regional Natural Science Conference for Students and Young Scientists. Vladivostok. 15–30 April 2019. Vladivostok: Far Eastern Federal University. pp. 294–296. (In Russian).

Информация об авторах:

Гнищецкая Т.Н. – д-р пед. наук, профессор кафедры общей и экспериментальной физики Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток, Россия). E-mail: gnitetskaya.tn@dvfu.ru

Анкудинов И.И. – аспирант кафедры общей и экспериментальной физики Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток, Россия). E-mail: ryback95@bk.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

T.N. Gnitetskaya, Dr. Sci. (Pedagogics), professor, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation). E-mail: gnitetskaya.tn@dvfu.ru

I.I. Ankudinov, postgraduate student, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation). E-mail: ryback95@bk.ru

The authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию 30.01.2021;
одобрена после рецензирования 11.12.2021; принята к публикации 29.04.2022.*

*The article was submitted 30.01.2021;
approved after reviewing 11.12.2021; accepted for publication 29.04.2022.*