

УДК 372.853
ББК 4426.223-26

DOI 10.26170/2079-8717_2022_06_04
ГРНТИ 14.33.07

Код ВАК 5.8.7

Оспенникова Елена Васильевна,

доктор педагогических наук, профессор кафедры прикладной информатики, информационных систем и технологий, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 614990, Россия, г. Пермь, ул. Пушкина, 42; e-mail: evos@bk.ru

Финский Анатолий Евгеньевич,

аспирант кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: fin.anev@gmail.com

ПРОБЛЕМА РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ ВИЗУАЛЬНЫХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТИВОВ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физика; методика преподавания физики; методика преподавания физики в школе; методы обучения; образовательный процесс; научное познание; виды учебных исследований; учебные исследования; методология учебных исследований; визуальные средства обучения; школьники

АННОТАЦИЯ. В статье рассматривается проблема методологической подготовки учащихся средней школы. Выполнен анализ современных подходов к ее решению применительно к учебному процессу по физике. Значительный объем, сложность и высокий уровень обобщения учебного материала по методологии науки определяет необходимость поиска эффективных средств его освоения учащимися. Дано психолого-педагогическое обоснование целесообразности применения в учебном процессе средств когнитивной визуализации методологического знания. Обсуждаются вопросы разработки визуальных методологических регулятивов (ВМР) исследовательской деятельности. Определены основные виды учебных ВМР. В качестве примера приведены логико-графические модели цикла научного познания. В отличие от цикла познания В. Г. Разумовского в этих визуализациях отображены уровни и стадии научного поиска, его логика, связи между элементами. В заключении рассматриваются актуальные направления исследований в области проектирования ВМР и их применения в обучении.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Оспенникова, Е. В. Проблема разработки и применения в обучении визуальных методологических регулятивов исследовательской деятельности / Е. В. Оспенникова, А. Е. Финский. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2022. – № 6. – С. 33-43. DOI: 10.26170/2079-8717_2022_06_04.

Ospennikova Elena Vasilevna,

Doctor of Pedagogy, Professor of Department of Applied Informatics, Information Systems and Technologies, Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

Finsky Anatoly Evgenievich,

Postgraduate Student of Department of Physics, Technology and Methods of Teaching Physics and Technology, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

THE PROBLEM OF DEVELOPMENT AND APPLICATION IN LEARNING OF VISUAL METHODOLOGICAL REGULATORS FOR RESEARCH ACTIVITY

KEYWORDS: physics; methods of teaching physics; methods of teaching physics at school; teaching methods; educational process; scientific knowledge; types of educational research; educational research; methodology of educational researches; visual learning aids; pupils

ABSTRACT. The article considers the problem of methodological preparation of secondary school students. Analysis of modern approaches to its solution in relation to the educational process in physics is carried out. Significant volume, complexity and high level of generalization of the teaching material on the methodology of science determines the need to find effective means of its mastering by students. Psychopedagogical substantiation of expediency of cognitive visualization application means of methodological knowledge in the educational process is given. The questions of developing visual methodological regulators (VMR) of research activity are discussed. Basic types of teaching VMR are defined. As an example, logic-graphic models of scientific cognition cycle are given. In contrast to V. G. Razumovsky's cognition cycle these visualizations show the levels and stages of scientific search, its logic, the links between the elements. The conclusion discusses the current directions of research in the field of VMR design and their application in teaching.

FOR CITATION: Ospennikova, E. V., Finsky, A. E. (2022). The Problem of Development and Application in Learning of Visual Methodological Regulators for Research Activity. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 6, pp. 33-43. DOI: 10.26170/2079-8717_2022_06_04.

Постановка проблемы исследования. В последние десятилетия изучению основ методологии науки, в

том числе в процессе освоения обучающимися предметного знания, уделяется серьезное внимание в средней школе и в систе-

ме высшего образования. В этой связи содержание и методика методологической подготовки учащихся и студентов относятся к важным направлениям исследований, выполняемых в современной дидактике. Внедрение результатов этих исследований в учебный процесс – залог успешной подготовки будущей научной и инженерной элиты общества.

Научная деятельность в составе ее этапов и используемых методов исследования имеет весьма сложную, сформировавшуюся в процессе длительной эволюции структуру. Краткий экскурс в историю развития теории познания представлен в методическом пособии В. Г. Разумовского и В. В. Майера «Научный метод в познании и обучении» [7]. Ценность данного экскурса состоит в дидактических выводах, сформулированных авторами по его итогам.

Последовательно рассматривая особенности логики процесса познания в трактовках Платона, Г. Галилея и А. Эйнштейна, авторы акцентируют внимание читателя на том, что наши представления об объекте исследования есть всего лишь модель данного объекта, которая не является полностью ему адекватной. Такая модель, отражая объект с той или иной степенью приближения, является формой развития гипотезы о его сущности. Гипотеза-модель строится на основе анализа и обобщения опытных фактов и включает отдельные наиболее значимые характеристики исследуемого объекта. При этом изучение и сопоставление фактов, выстраивание их в логические цепочки, выделение ключевых в их составе и формирование на этой основе обобщающих умозаключений не реализуются в строгой логике. Индукция как метод построения обобщений тоже не приводит к достоверному знанию, поскольку всякое индуктивное умозаключение является лишь вероятностным (правдоподобным). Существенную роль в построении модели объекта играют процессы интуитивного отбора опытных данных и угадывания имеющихся между ними связей, а также попытки умозрительного воссоздания «механизма» этих связей. Успешность таких попыток определяется в значительной мере научной фантазией ученого. Именно поэтому разработанные таким способом модели исследуемых объектов имеют статус научной гипотезы.

На основе сформулированной модели-гипотезы, наиболее развитой формой которой являются математические уравнения, могут быть получены различные следствия. Выведенные в строгой дедуктивной логике эти следствия остаются тем не менее гипо-

тетичными из-за недостоверности исходной посылки (модельных представлений об объекте), что определяет обязательность их последующей экспериментальной проверки. Согласование с реальностью в ходе эксперимента указывает на степень адекватности построенной модели исследуемому объекту. Положительный результат экспериментальной проверки гипотезы – это фактически научная удача. И хотя «...в абсолютном смысле все научное знание носит гипотетический характер, но в практике функционирования в познавательной деятельности гипотеза на этом этапе приобретает статус особой категории познания – она переходит в достоверное знание» (общепризнанные эмпирический закон, теорию) [8]. В случае рассогласования модель-гипотеза уточняется или заменяется новой. Цикл познания повторяется, образуя следующий виток спирали.

Анализ истории развития теории познания позволил В. Г. Разумовскому еще в 80-е гг. XX в. сформулировать дидактический принцип цикличности познания: *факты → модель → следствия → эксперимент*. Данный принцип, по мнению автора, определяет, с одной стороны, логику формирования содержания обучения физике, с другой – применим к управлению учебным познанием. Элементы цикла соотношены со структурой научной теории («*основание – ядро – следствия*»), рассмотрение которой в рамках каждого конкретного раздела курса физики способствует построению в сознании обучающихся целостной системы знаний о явлениях некоторой области. Реализация данного принципа в организации познавательной деятельности позволяет сформировать у учащихся адекватные представления о процессе научного познания [7, с. 61]. Еще одним важным назначением принципа цикличности познания является демонстрация взаимосвязи теории и эксперимента в физической науке. Авторами отмечается, что физическая теория и физический эксперимент не находятся в иерархическом соотношении, указывается на их равноправие в научном исследовании [7, с. 440].

В. Г. Разумовским предложена визуализация структуры и логики процесса научного познания (рис. 1). Лаконичность и содержательная простота данной визуализации (столь важные для запоминания) являются ее очевидными достоинствами. При этом регулятивное начало данной визуализации, вполне понятное учителю, для обучающихся в силу ее максимальной обобщенности не является функциональным.

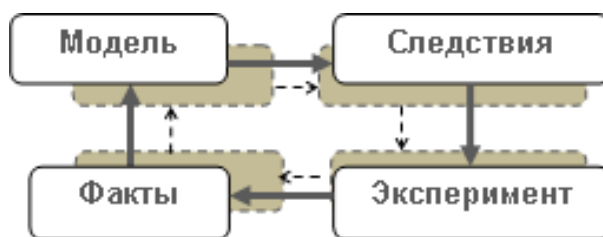


Рис. 1. Цикл научного познания по В. Г. Разумовскому

Представляет интерес проблема объективации и визуализации «тонкой» структуры предложенного В. Г. Разумовским цикла научного познания. Решение этой проблемы имеет своей целью реализацию регулятивного функционала визуальной формы цикла познания как средства методологической поддержки учебно-исследовательской деятельности обучающихся.

Цели исследования: дидактическая детализация и создание обобщенного визуального образа цикла научного познания как методологического регулятива исследовательской деятельности обучающихся; определение в рамках данного цикла видов учебного исследования, доступных для освоения учащимися средней школы; анализ подходов к созданию системы визуальных методологических регулятивов (ВМР) учебного исследования и их использованию в обучении.

Методологические основы, материалы и методы исследования. Основы методологии научного познания применительно к практике их освоения учащимися при изучении курса физики средней школы рассматриваются в работах А. А. Боброва, М. Д. Даммер, И. С. Карасовой, А. С. Кондратьева, О. В. Лебедевой, В. В. Майера, В. Н. Мощанского, В. В. Мултановского, Е. В. Оспенниковой, А. А. Пинского, С. Е. Попова, Н. С. Пурьшевой, И. Г. Пустильника, В. Г. Разумовского, Ю. А. Саурова, М. И. Старовикова, Л. В. Тарасова, А. В. Усовой, А. П. Усолцева, Т. Н. Шамало, Н. В. Шароновой и др. Спектр проблематики публикаций по данному направлению весьма широк. В последнее время повышенное внимание уделяется методике организации исследовательской деятельности обучающихся. Ведется разработка учебно-исследовательских заданий как средств дидактического обеспечения их проектной деятельности на занятиях и во внеурочной работе по физике (Н. Н. Варакина, В. В. Майер, А. В. Сорокин, Н. В. Торгашина, М. И. Старовиков, А. С. Чирцов и др.). При этом вопросы, касающиеся методики включения в учебный процесс методологических обобщений и формирования у учащихся на этой основе соответствующего понятийного аппарата по методологии науки, пока не рассматрива-

ются с достаточной основательностью. Вне поля зрения исследователей, в частности, находится оценка возможностей визуальных средств представления структуры методологического знания. В итоге дидактический инструментарий современного учителя, предназначенный для достижения обозначенного в ФГОС среднего общего образования уровня методологической подготовки обучающихся, является на сегодня не вполне эффективным.

Готовность к самостоятельной учебно-исследовательской деятельности не может быть обеспечена вне целенаправленного формирования у учащихся понятийного методологического аппарата и осмысления логики научного поиска. При этом нельзя не согласиться с В. Г. Разумовским, который, формулируя в своей работе основные положения концепции научного познания, предназначенные для усвоения школьниками, отмечает, что данные положения не подлежат заучиванию: «... все это должно стать естественным результатом обучения в самостоятельной познавательной деятельности» [7, с. 26]. Действительно, методологический понятийный контент, добавленный в содержание предметного курса, существенно повысит и без того его весьма значительную информационную емкость. При этом нет сомнения и в том, что приобретаемый учащимися опыт учебных исследований так или иначе должен сопровождаться обобщением и введением соответствующих методологических терминов, понятий и категорий.

Возникает вопрос, как сделать освоение содержания и логики научного поиска «естественным результатом обучения»? Какими могут быть подходы к решению этой задачи и их организационно-дидактическое обеспечение?

Первый из подходов разработан автором дидактического принципа цикличности познания В. Г. Разумовским. В рамках этого подхода освоение базовых вопросов методологии науки связывается с основным учебным процессом по предмету, в ходе которого у школьников должны быть сформированы представления о цикле научного познания (рис. 1). Суть подхода базируется на трех основных положениях: 1) построе-

ние учебного материала и методов его изучения в соответствии с концепцией научного познания, в том числе с использованием примеров из истории развития физики как науки; 2) обучение методам изучаемой науки (методам выявления эмпирических законов, выдвижения модельных гипотез, теоретического предвидения и постановки эксперимента); 3) включение в учебный процесс соответствующих учебно-исследовательских заданий [7, с. 27].

В дополнение к циклу научного познания предлагается использовать структурную формулу учебного физического эксперимента, содержащую три взаимосвязанных компонента: *условия* → *результат* → *анализ* [7, с. 161]. Приводится визуализация этой фор-

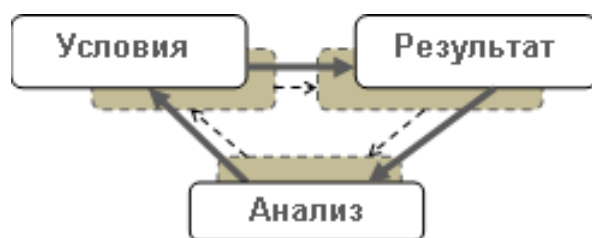


Рис. 2. Структура физического эксперимента по В. В. Майеру

Второй подход, который сформировался и совершенствовался в параллель с подходом В. Г. Разумовского, базируется на теоретической концепции систематизации предметного знания в соответствии с его структурой в науке и необходимости формирования у учащихся на этой основе системы обобщенных познавательных умений (А. А. Бобров, М. Д. Даммер, И. С. Карасова, Е. В. Оспенникова, М. И. Старовиков, А. В. Усова, Т. Н. Шамало и др.). В рамках данного подхода обосновывается целесообразность и возможность построения процесса обучения физике с ориентацией на уяснение учащимися метаструктуры научного знания и логики научного поиска. У учащихся как результат обобщения опыта их познавательной деятельности формируется не только понятийный аппарат предметной области, но и система методологических понятий (научный факт, эмпирическое понятие, эмпирический закон; теория; научная картина мира; научный метод познания и его виды), а также складываются представления о составе действий и операций основных методов исследования. Обучение строится с применением обобщенных планов изучения элементов системы научного знания и обобщенных моделей методов научного поиска [5, с. 642-655]. Эти планы и модели выполняют для обучающихся функцию метарегулятивов их познавательной, в том числе учебно-исследовательской, деятельности.

Третий подход, сложившийся истори-

мулы (рис. 2). Структура эксперимента имеет сложную циклично-иерархическую конфигурацию, но при этом всегда начинается и завершается анализом. В содержание анализа непременно входит теоретическое объяснение результата эксперимента, поскольку последний представляет собой неразрывное целое с учебной физической теорией. Анализ результатов эксперимента приводит к изменению условий его постановки или к созданию условий для нового экспериментального исследования. Каждая из трех составных частей эксперимента разбита на более мелкие структурные составляющие. Подобная детализация структуры выполнена авторами и для физической теории [7, с. 159].

чески позднее, связан с включением в школьные учебные планы предметных и межпредметных элективных курсов (ЭК) методологической тематики. Содержание одного из таких курсов приведено в пособии [10]. Данный подход вполне обоснован и целесообразен, но следует отметить, что курсы по выбору не относятся к массовой практике решения проблемы методологической подготовки обучающихся. Анализ учебных программ нескольких десятков таких курсов, разработанных для расширения и углубления подготовки учащихся по физике, показал, что содержание около трети из них связано с освоением эмпирических методов познания. Примерно шестая часть разработанных ЭК включает элементы теоретических методов исследования. Полнота и глубина решения задач методологической подготовки школьников на базе данных курсов различны. В значительной мере обучение строится в ознакомительном варианте, следствием которого является формирование у обучающихся недостаточно систематизированных представлений о процессе научного поиска. Мало внимания уделяется обобщающему структурированию методологического знания и опыта исследовательской деятельности.

Анализ подходов исследователей к содержанию и организации методологической подготовки учащихся в процессе освоения курса физики средней школы показал, что они не противоречат друг другу, а лишь расширяют наши представления о направ-

лениях этой подготовки. Если первый из подходов реализуется на максимально высоком уровне обобщения логики научного познания без его дифференциации на эмпирический и теоретический уровни, то в рамках второго подхода такая дифференциация имеет место, поскольку его разработчиками в полном объеме выполнено структурирование элементов системы научного знания и построены обобщенные модели видов учебного исследования. Третий подход ориентирован на существенное расширение состава дидактических материалов для организации учебного исследования. К ним относятся учебные тексты методологического содержания и системы учебно-исследовательских заданий разного уровня сложности, выполнение которых может быть положено в основу последующих содержательных методологических обобщений.

Объединяющей данные подходы особенностью является отсутствие или весьма ограниченное использование средств визуализации структуры методологического знания и логики научного поиска. Заданная единожды циклом научного познания В. Г. Разумовского (рис. 1) практика создания и применения подобных визуализаций практически затормозилась в своем развитии, а ее дидактический эффект остается недооцененным в решении такой важной задачи, как совершенствование методики освоения учащимися основ методологии науки в предметном обучении.

Результаты исследования и их об- суждение. Необходимость визуализация структуры и логики научного познания определяется объемом и сложностью этого учебного материала, высоким уровнем его обобщения, охватывающим широкое пространство научного поиска. Попытки представить данный материал в виде учебного текста приводят, как правило, к информационной перегрузке учебников и учебных пособий. Более того, прочтение подобных текстов редко вызывает у учащихся заинтересованность. Устное изложение учителем вопросов методологии познания, встроено- ное в логику объяснения учебного материала, конечно, предпочтительнее, но даже при многократном повторении методологическая информация не запоминается учащимися в нужном объеме и с необходимой точностью. Одним из способов преодоления указанных затруднений является включение в учебный процесс средств когнитивной визуализации методологических знаний.

Исследования в области теории и методики применения в обучении средств когнитивной визуализации (КВ) ведутся в педагогической науке не одно десятилетие (В. Л. Авербух, А. А. Журкин, Г. В. Лаврен-

тьев, Н. Б. Лаврентьева, Н. Н. Манько, Н. А. Неудахина, В. Э. Штейнберг и др.). Дидактическая эффективность средств КВ вытекает из способности мышления человека создавать образно-смысловые формы, в которых отображены характеристики исследуемых объектов, в том числе и тех из них, которые в действительности не имеют визуальных форм. К последним, в частности, относятся знания и умственные действия. Результативность применения в обучении визуализаций концептуального знания доказана экспериментально в отечественной и зарубежной педагогической практике [2; 11-13]. В этой связи есть все основания предполагать, что структурированные визуальные формы отображения методологического знания могут стать эффективной опорой познавательных процессов его освоения обучающимися.

Суть визуализации, механизмы и психолого-педагогическое обоснование ее применения в обучении рассматриваются в исследовании Н. Н. Манько. Феномен визуализации определяется автором как «... вынесение в процессе познавательной деятельности из внутреннего плана во внешний план мыслеобразов, форма которых стихийно определяется механизмом ассоциативной проекции» [4, с. 24]. Вследствие такого «вынесения» мысль обретает визуальную форму (обратим внимание на ее «стихийность»!). Этот процесс включает три фазы: 1) генерация мыслеобразов познаваемого объекта; 2) вынесение их во внешний план деятельности (экстериоризация), т. е. презентация мыслеобразов в визуальной (образно-понятийной) форме; 3) интериоризация понятийно-образного представления об изучаемом объекте во внутренний план деятельности. Таким образом, отмечает автор, если проекция является механизмом умственной деятельности, то визуализация относится к ее атрибуту. Именно это позволяет строить обучение в опоре на механизмы проекции посредством улучшения ее элементов и атрибутов. Соответственно может быть поставлена задача «... целенаправленного формирования мыслеобразов в процессе моделирующей деятельности, так как продуктом КВ является сформированный сознанием мыслеобраз, определяющий неизвестный, непознанный объект (явление), который в той или иной форме отображения репрезентуется во внешнем плане учебной деятельности» [4, с. 25]. Решение этой задачи позволит контролировать и направлять процесс формирования мыслеобразов, обеспечивая тем самым требуемую результативность познавательной деятельности учащихся.

Сложившийся в массовой педагогиче-

ской практике положительный опыт применения в обучении авторских образно-смысловых конструкций предметного знания и умственной деятельности является ярким свидетельством интереса преподавателей к построению учебных визуализаций различного типа. В последние два десятилетия благодаря развитию средств ИКТ эта заинтересованность существенного возросла. С целью визуализации знаний преподавателями используются разнообразные средства (знаки, символы, структурно-логические схемы, опорные сигналы, таблицы, фреймы, графы и др.). Среди них прежде всего должны отбираться те, которые стимулируют познавательную активность обучающихся и обеспечивают у них наибольшую результативность когнитивных процессов.

В сравнении с традиционной наглядностью (предъявление готового образа с опорой на репродуктивную деятельность) средства когнитивной визуализации инициируют и регулируют продуктивную познавательную деятельность (направляют учебные действия, поддерживают рефлексивные процессы, способствуют уточнению мыслеобразов в сравнении с предшествующим опытом их создания, а также конструированию новых). Основное назначение средства когнитивной визуализации, отмечает Н. Н. Манько, состоит прежде всего в дидактическом сопровождении логических действий (анализа, синтеза, сравнения, систематизации, обобщения, выявления связей и отношений, абстрагирования и конкретизации и др.) [4, с. 27].

Визуальный образ содержания учебного текста обладает свойством «уплотнять» информацию, обеспечивает «сворачивание» (синтез) длинных цепочек словесных рассуждений, сохраняя при этом их информационную емкость. Данный образ при его систематическом использовании успешно запоминается, «обрастая» конкретизированным опытом учебной деятельности. Когнитивный и регулятивный потенциалы таких визуализаций по мере их использования повышаются. Помимо функции познавательной регуляции следует отметить важность мотивирующего эстетического воздействия КВ при условии ее грамотного дизайнерского исполнения. В ходе работы со средствами КВ у учащихся совершенствуется *визуальное мышление* (способность решать задачи с помощью образного моделирования), формируется *визуальный язык*, складывается опыт *визуальной коммуникации*. Это важные составляющие их *визуальной грамотности*.

Технология обучения на основе схемных и знаковых моделей учебного материала

как технология интенсификации учебного процесса рассматривается в пособии Г. К. Селевко [9]. В более общей трактовке данная технология обсуждается в исследованиях Г. В. Лаврентьева, Н. Б. Лаврентьевой, Н. А. Неудахиной как *технология визуализации учебного материала*. Причиной тому является включение авторами в состав ее средств не только знаковых, но и некоторых других образов «визуализации», необходимых для отображения специфики изучаемых объектов. Интенсификация учебной деятельности при этом обеспечивается благодаря тому, что «... и педагог, и обучаемый ориентируются не только на усвоение знаний, но и на приемы этого усвоения, на способы мышления, позволяющие увидеть связи и отношения между изучаемыми объектами, а значит, связать отдельное в единое целое» [3].

Методологическую основу данной технологии составляет ряд принципов. Ведущими среди них являются *принцип системного квантования* (структурирование и кодировка информации в уме в виде моделей с использованием различных знаковых систем) и *принцип когнитивной визуализации* (применение в данных моделях когнитивных графических элементов). Компактное структурированное представление учебной информации в виде моделей должно поддерживать процессы ее последующего «разворачивания», а применение когнитивной графики, как отмечает З. И. Калмыкова, обеспечивать обучаемому при восприятии визуализаций возможность «... охватить единым взглядом все компоненты, входящие в целое, проследить связи между ними, произвести категоризацию по степени значимости, общности, что служит основой не только для более глубокого понимания сущности новой информации, но и для ее перевода в долговременную память» [2, с. 75].

Методы и техники визуализации разнообразны и многочисленны (опорный конспект, граф, диаграмма связей, карта мыслей, ментальная карта, ассоциативная карта, лента времени, скрайбинг, логико-смысловая модель, логико-графическая модель (схема), продукционная модель (набор правил, предписаний к действию), фреймовая модель, схемоконспект, семантическая сеть, когнитивно-графические элементы, метаплан, инфографика и др.). Для применения некоторых методов разработаны специальные онлайн-сервисы. Важно отметить, что при всем многообразии методов КВ существует проблема построения их классификаций по разным основаниям, в том числе выявления данных оснований. Это важно для целенаправленного выбора учителем наиболее продуктивных техник

визуализации учебного материала.

Концептуальное и процессуальное предметное знание, в том числе по методологии познания, может и должно быть представлено в визуальной форме. В настоящее время особенно актуальной является проблема разработки для учебного процесса по физике системы визуальных регулятивов методологического содержания разного уровня обобщения и детализации. В составе данной системы должны быть представлены, на наш взгляд, следующие группы ВМР: 1) уровни и стадии научного познания; 2) элементы структуры научного знания, их связь со стадиями научного поиска; 3) методы научного познания и их обобщенная структура; 4) структура отдельных процедур и операций в составе методов научного познания. Перечень указанных компонентов системы, возможно, не является исчерпывающим. Его формирование является самостоятельной научно-методической проблемой, требующей дальнейшего исследования. Важен не только отбор компонентов, но и их содержательная дидактическая адаптация, на основе которой будут построены соответствующие визуальные регулятивы.

В рамках настоящей статьи рассматривается опыт разработки визуализаций цикла научного познания с учетом его дифференциации по уровням: эмпирическому и теоретическому. Созданные ВМР демонстрируют стадии исследования на каждом из уровней, линии их взаимосвязи, место и роль научного опыта в двухуровневой структуре цикла. Обозначено место физического и мысленного экспериментов, а также компьютерного эксперимента как особого метода познания, широко используемого в современных научных исследованиях. Для построения когнитивных визуализаций цикла познания используются логико-графические модели. Адаптированный для учащихся текст, включающий характери-

стику элементов двухуровневого цикла научного поиска, представлен в нашей работе [6, с. 8-21].

Эмпирический уровень познания включает четыре стадии: 1) сбор научных фактов (постановка и проведение научных опытов – наблюдений и экспериментов); 2) систематизация научных фактов; 3) обобщение научных фактов (выявление эмпирических закономерностей); 4) эмпирическое объяснение и предсказание явлений природы. Стадии 2 и 3 не так широко представлены в учебном процессе, как 1 и 4. Чаще всего эмпирическая систематизация и обобщение фактов реализуются лишь на этапе демонстрации опытов учителем и в весьма редких случаях, к сожалению, в ходе лабораторных работ учащихся.

Важно отметить, что исследование на эмпирическом уровне обладает по отношению к теоретическому познанию известной автономией. В рамках какого-либо исторического периода оно может приобрести статус заверщенного (т. е. до поры не иметь продолжения в теоретическом плане). Как правило, это происходит на этапе формирования (накопления) эмпирического базиса будущей теории. Отсутствие теоретического осмысления найденных закономерностей не является препятствием к их применению в решении целого ряда прикладных задач. Однако некоторые технические проблемы, как известно, разрешаются только на теоретическом уровне их осмысления.

Визуализация эмпирического уровня цикла познания представлена на рисунке 3. Этот визуальный регулятив целесообразно использовать в учебном процессе до обращения к двухуровневой модели данного цикла. Освоение этого регулятива может быть рекомендовано учащимся основной школы, поскольку в курсе физики 7–9 классов изучаются в основном вопросы экспериментальной физики.



Рис. 3. Цикл научного познания: эмпирический уровень исследования

При анализе данной визуализации важно пояснить учащимся, что эмпирический закон как высшая форма знания на данном уровне вскрывает *сущность первого порядка*, т. е., отвечая на вопрос о характере взаимосвязи явлений, не дает понимания механизма этой связи – *сущности второго порядка*. Такое понимание есть следствие теоретического исследования.

Теоретический уровень познания представлен тремя стадиями исследования: 1) формирование нового или расширение существующего теоретического базиса, включающего модель явления, основные понятия (эмпирические, теоретические), а также принципы и постулаты, описывающие свойства и поведение идеализированного объекта; 2) построение научной теории на найденном основании в форме логической или логико-математической системы утверждений (уравнений теории); 3) получение выводного теоретического знания – следствий теории (применение теории для объяснения явлений некоторой области и предсказания явлений). Связь теоретического познания с эмпирическим научным поиском неразрывна. По этой причине визуализация теоретического цикла познания дополнена в «сжатом» виде информацией

об его эмпирическом цикле (рис. 4).

Предложенные визуализации (рис. 3, 4) демонстрируют учащимся общую логику научного исследования, связи его стадий и уровней, а также место и роль научного опыта в этом сложном процессе. Следует отметить, что для теоретического исследования опыт выступает не столько источником нового знания, сколько стимулом, толчком к пониманию сущности изучаемых явлений. В этом смысле связь теоретического познания с экспериментом не настолько прочна, как в случае эмпирического исследования, которое вне широкого спектра опытных данных просто не существует. Теоретическое осмысление сущности явлений некоторой области может быть «спровоцировано» даже единственным экспериментальным фактом, который по своим характеристикам не укладывается в общий ряд и не может быть объяснен с точки зрения известных законов и теорий.

На каждом этапе теоретического поиска (будь то качественная разработка модели явления или создание его математической модели) научный опыт (физический или мысленный) присутствует как критерий истинности модельных представлений о сущности исследуемых объектов и процессов.

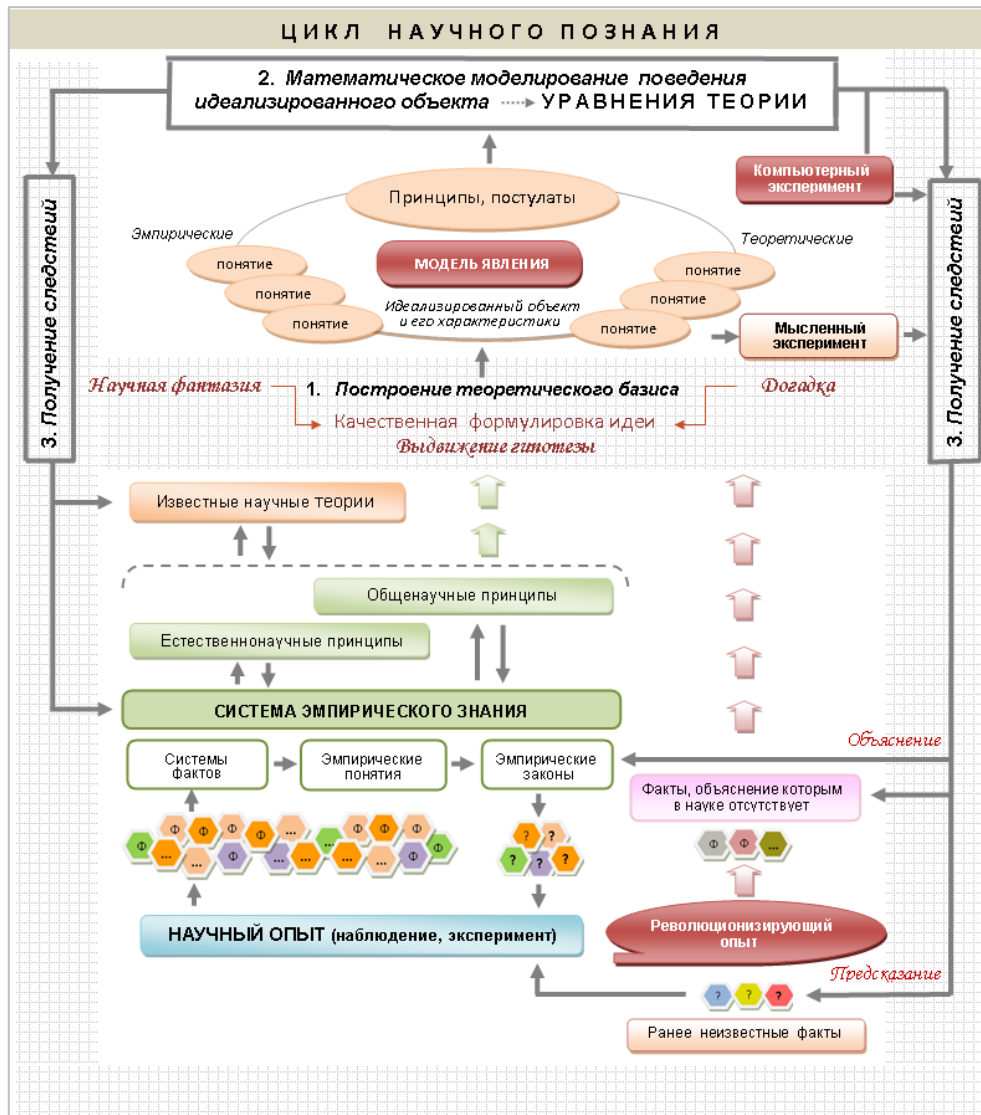


Рис. 4. Цикл научного познания: эмпирический и теоретический уровни исследования

В структуре ВМР представлен компьютерный эксперимент, который на теоретическом уровне познания является важнейшим инструментом прогнозирования (получения следствий теории). Результаты компьютерного эксперимента находят (или не находят) свое подтверждение в физическом эксперименте. Подробное методологический функционал компьютерного эксперимента в учебном познании рассматривается в нашей работе [1].

Если стадии эмпирического поиска в учебном варианте их освоения вполне доступны учащимся средней школы, то к стадиям теоретического познания это не относится в полной мере. Получить представление о логике познания на первой и второй стадиях теоретического исследования учащиеся могут лишь в ходе проблемного изложения, основанного на экскурсе в историю физической науки. Возможны в ходе такого изложения элементы проблемной

беседы, в отдельных случаях учитель может использовать адаптированные в дидактическом отношении творческие задания, связанные с построением модели изучаемого явления. Третья стадия теоретического исследования (вывод следствий, в том числе с применением компьютерного эксперимента) в ее упрощенной версии вполне доступна обучающимся.

Заключение. Визуальные методологические регулятивы должны быть разработаны не только для общего цикла познания, но и для его отдельных стадий, в том числе с учетом применения разных методов исследования. Целесообразной для использования является визуализация связи видов исследования и элементов системы научного знания (фактов, понятий, законов, теорий), «добываемых» в ходе научного поиска. Как известно, эти связи далеко не очевидны для учащихся.

Представляет интерес круг вопросов,

связанных с методикой применения методологических визуализаций в обучении. ВМР могут быть предъявлены учащимся в готовом виде с соответствующими пояснениями и иллюстрацией их применения в познавательной деятельности. В частности, рассмотрение структуры ряда ВМР возможно на основе примеров исследований, имевших место в истории физической науки. Введение некоторых из данных регулятивов целесообразно по итогам накопления и последующего обобщения опыта учебных исследований самих обучающихся.

Требуется разработка технологий применения в предметном обучении ВМР разных видов. Нельзя недооценивать в решении этой задачи возможности виртуальной среды и ее графического потенциала. Очевидна дидактическая ценность эффектов гипермедиа, с помощью которых могут быть обеспечены как визуальное динамиче-

ское «развертывание», детализация и конкретизация методологической информации, так и обратные процессы ее «сворачивания» и компоновки в абстрактные информационно емкие схемы. К разработке интерактивных компьютерных версий ВМР могут быть привлечены учащиеся.

Значимость указанных выше направлений научно-методического исследования трудно переоценить. Система методологических визуализаций, обладающая регулятивно-ориентировочным и когнитивным функционалом, обеспечивает систематизацию и обобщение знаний учащихся по методологии науки, их усвоение и запоминание. Следствием применения ВМР в обучении является их интериоризация – переход в статус эффективного внутреннего инструментария освоения учащимися методологического знания и управления их исследовательской деятельностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова, Д. А. Компьютерные симуляции учебного физического эксперимента: методологический и дидактический аспекты применения в обучении / Д. А. Антонова, Е. В. Оспенникова // Педагогическое образование в России. – 2021. – № 6. – С. 13-23. – DOI: 10.26170/2079-8717_2021_06_02.
2. Калмыкова, З. И. Развивает ли продуктивное мышление система обучения В. Ф. Шаталова? / З. И. Калмыкова // Вопросы психологии. – 1987. – № 2. – С. 71-80.
3. Лаврентьев, Г. В. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов / Г. В. Лаврентьев, Н. Б. Лаврентьева, Н. А. Неудахина. – Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 2004. – 232 с. – URL: <http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/index.html> (дата обращения: 08.10.2022). – Текст : электронный.
4. Манько, Н. Н. Когнитивная визуализация дидактических объектов в активизации учебной деятельности / Н. Н. Манько. – Текст : электронный // Известия Алтайского государственного университета. – 2009. – № 2 (62). – С. 22-28. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_12962229_11176583.pdf (дата обращения: 15.10.2022).
5. Оспенникова, Е. В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе : метод. пособие / Е. В. Оспенникова. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.
6. Оспенникова, Е. В. Теория и методика обучения физике. Избранные вопросы. Школьный физический эксперимент в условиях современной информационно-образовательной среды : учебно-методическое пособие / Е. В. Оспенникова, Н. А. Оспенников, Д. А. Антонова. – Пермь : ПГГПУ, 2012. – 357 с.
7. Разумовский, В. Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучение / В. Г. Разумовский, В. В. Майер. – М. : Гуманитар. изд. центр «ВЛАДОС», 2004. – 463 с.
8. Сауров, С. Ю. Феномен гипотезы в естественнонаучном познании : автореф. дис. ... канд. филос. наук / Сауров С. Ю. – Киров, 2007. – 26 с. – URL: <https://cheloveknauka.com/fenomen-gipotezy-v-estestvennonauchnom-roznanii> (дата обращения: 20.09.2022). – Текст : электронный.
9. Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии / Г. К. Селевко. – Москва : Народное образование, 1998. – 556 с.
10. Сорокин, А. В. Физика: наблюдение, эксперимент, моделирование. Элективный курс : учебное пособие / А. В. Сорокин, Н. Г. Торгашина, Е. А. Ходос, А. С. Чиганов. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 199 с.
11. Штейнберг, В. Э. Визуальные дидактические регулятивы как инструменты учебной деятельности: развитие и прикладные аспекты / В. Э. Штейнберг, Н. Н. Манько, Л. В. Вахилова, Д. Р. Фатхулова // Образование и наука. – 2021. – Т. 23, № 6. – С. 126-152. – DOI: 10.17853/1994-5639-2021-6-126-52.
12. Bauman, A. Concept Maps: Active Learning Assessment Tool in a Strategic Management Capstone Class / A. Bauman // College Teaching. – 2018. – No. 66. – P. 4. – DOI: 10.1080/87567555.2018.1501656.
13. Conceição, S. C. O. Using concept mapping as a tool for conducting research: An analysis of three approaches / S. C. O. Conceição, A. Samuel, S. M. Y. Biniecki // Cogent Social Sciences. – 2017. – No. 3 (1). – P. 1404753. – DOI: 10.1080/23311886.2017.1404753.

REFERENCES

1. Antonova, D. A., Ospennikova, E. V. (2021). Komp'yuternye simulyatsii uchebnogo fizicheskogo eksperimenta: metodologicheskii i didakticheskii aspekty primeneniya v obuchenii [Computer Simulation of Educational Physical Experiment: Methodological and Didactical Aspects of Application in Teaching]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 6, pp. 13-23. DOI: 10.26170/2079-8717_2021_06_02.
2. Kalmykova, Z. I. (1987). Razvivaet li produktivnoe myshlenie sistema obucheniya V. F. Shatalova? [Does Shatalov's System of Teaching Develops Productive Thinking?]. In *Voprosy psikhologii*. No. 2, pp. 71-80.

3. Lavrentyev, G. V., Lavrentyeva, N. B., Neudakhina, N. A. (2004). *Innovatsionnye obuchayushchie tekhnologii v professional'noi podgotovke spetsialistov* [Innovative Learning Technologies in the Professional Training of Specialists]. Barnaul, Izdatel'stvo Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta. 232 p. URL: <http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/index.html> (mode of access: 08.10.2022).
4. Manko, N. N. (2009). Kognitivnaya vizualizatsiya didakticheskikh ob'ektov v aktivizatsii uchebnoi deyatel'nosti [Cognitive Visualization of Didactic Objects in the Activation of Educational Activity]. In *Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*. No. 2 (62), pp. 22-28. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_12962229_11176583.pdf (mode of access: 15.10.2022).
5. Ospennikova, E. V. (2011). *Ispol'zovanie IKT v prepodavanii fiziki v srednei obshcheobrazovatel'noi shkole* [The Use of ICT in Teaching Physics in Secondary School]. Moscow, Binom. Laboratoriya znanii. 655 p.
6. Ospennikova, E. V., Ospennikov, N. A., Antonova, D. A. (2013). *Teoriya i metodika obucheniya fizike. Izbrannye voprosy. Shkol'nyi fizicheskii eksperiment v usloviyakh sovremennoi informatsionno-obrazovatel'noi sredy* [Theory and Methods of Teaching Physics. Selected Issues. School Physical Experiment in the Conditions of Modern Information and Educational Environment]. Perm, PGGPU. 357 p.
7. Razumovsky, V. G., Mayer, V. V. (2004). *Fizika v shkole. Nauchnyi metod poznaniya i obuchenie* [Physics at School. Scientific Method of Knowledge and Learning]. Moscow, Gumanitarnyi izdatel'skii tsentr «VLADOS». 463 p.
8. Saurov, S. Yu. (2007). *Fenomen gipotezy v estestvennonauchnom poznanii* [The Phenomenon of Hypothesis in Scientific Knowledge]. Avtoref. dis. ... kand. filos. nauk. Kirov. 26 p. URL: <https://cheloveknauka.com/fenomen-gipotezy-v-estestvennonauchnom-poznanii> (mode of access: 20.09.2022).
9. Selevko, G. K. (1998). *Sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii* [Modern Educational Technologies]. Moscow, Narodnoe obrazovanie. 556 p.
10. Sorokin, A. V., Torgashina, N. G., Hodos, E. A., Chiganov, A. S. (2006). *Fizika: nablyudenie, eksperiment, modelirovanie. Elektivnyi kurs* [Physics: Observation, Experiment, Modeling. Elective Course]. Moscow, Binom. Laboratoriya znanii. 199 p.
11. Steinberg, V. E., Manko, N. N., Vakhidova, L. V., Fathulova, D. R. (2021). Vizual'nye didakticheskie regulyativy kak instrumenty uchebnoi deyatel'nosti: razvitie i prikladnye aspekty [Visual Didactic Regulators as Instruments of Learning Activity: Development and Applied Aspects]. In *Obrazovanie i nauka*. Vol. 23. No. 6, pp. 126-152. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-6-126-52.
12. Bauman, A. (2018). Concept Maps: Active Learning Assessment Tool in a Strategic Management Capstone Class. In *College Teaching*. No. 66, p. 4. DOI: 10.1080/87567555.2018.1501656.
13. Conceição, S. C. O., Samuel, A., Biniecki, S. M. Y. (2017). Using Concept Mapping as a Tool for Conducting Research: An Analysis of Three Approaches. In *Cogent Social Sciences*. No. 3 (1), pp. 1404753. DOI: 10.1080/23311886.2017.1404753.