

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛОГИКИ НАУЧНОГО И УЧЕБНОГО ПОЗНАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ

И.С. Карасова, доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики обучения физике Челябинского государственного педагогического университета, (83512)263-57-81, В.Б. Полиновский, кандидат технических наук, зав. кафедрой физики и химии Челябинского военного автомобильного института, (83512)235-26-25

Осуществлен методологический анализ логики и методов научного познания физического знания, обоснована цикличность процесса познания физики как определенным образом структурированной системы. Доказано, что структурные компоненты физического знания – факты, понятия, законы, теории, физическая картина мира, методы научного познания – можно изучать в соответствии с логикой учебного познания по единой структурно-логической схеме. Представлены граф логической структуры фундаментальной физической теории, обобщающая схема физической картины мира.

Ключевые слова: методология научного и учебного познания, непрерывность, концентричность и цикличность физического познания, графы логической структуры фундаментальной физической теории, физической картины мира.

THE METHODOLOGICAL ANALYSIS OF THE LOGIC OF SCIENCE AND EDUCATIONAL COGNITION IN THE PROCESS OF PHYSICAL EDUCATION AT SCHOOL AND UNIVERSITY

Karasova I.S., Polinovsky V.B.

The methodological analysis of logic and methods of science cognition of physical knowledge, of theory and methodology of physical education was realized. The recurrence process of cognition was known as the structural system. It is proved that the structural components of physical knowledge: facts, notions, laws, theories, physical picture of the world, methods of science cognition may be studied in accordance with logic of educational cognition by common structural-logical scheme. The graph of logical structure of fundamental physical theory, generalized scheme of physical picture of the world are presented in article.

Keywords: the methodology of science and educational cognition, continuity, concentricity and recurrence of knowledge, graphs of logical structure of fundamental physical theory, physical picture of the world.

Понять структуру и содержание научного и учебного познания трудно без его методологического осмысления. Методология вырабатывает общие парадигматические единицы исследования и обучения, к которым можно отнести все виды познавательной деятельности (проекты, конструкции, предписания, предпосылки, установки, принципы, подходы, приемы и др.). Иными словами, методология научного и учебного познания раскрывает структуру, логическую организацию, а также методы и средства обучения, поэтому ее можно определить как учение о системе принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности [1, 2, 4].

В.В. Краевский, анализируя описательный и нормативный характер научного познания, выделяет дескриптивный и прескриптивный типы современной методологии. Он раскрывает ее уровневый характер [2]. На неоднородность методологии указывают В.А. Лекторский, В.С. Швырев, Э.Г. Юдин, И.В. Блауберг, в своих исследованиях они анализируют философский, общенаучный, конкретно-научный, методический, технологический уровни [10]. П.И. Пидкасистый, описывая структуру и содержание методологии педагогики, отмечает, что для ее анализа достаточно трех уровней: общенаучного (материалистическая диалектика, теория познания, логика); научно-научного (методология педагогики) и предметно-тематического (методология дидактики, методология содержания образования и др.) [5].

А.М. Новиков и Д.А. Новиков дают «простое» определение методологии: «Методология – это учение об организации деятельности» [4, с. 20–21]. Определив методологию через организацию деятельности, авторы раскрывают свое понимание содержания понятия «организация» (организация как свойство; организация как процесс; организация как система). Классифицируя все виды деятельности, исследователи выделяют: 1) методологию научной деятельности; 2) методологию практической деятельности; 3) методологию учебной деятельности; 4) методологию художественной деятельности; 5) методологию игровой деятельности. Вслед за Г.П. Щедровицким [9] авторы выделяют теоретические основы методологии: 1) философско-психологические теории деятельности;

2) учения о системе методов исследования и проектирования (системный анализ); 3) теории науки (гносеологии – науки познания; семиотики – науки о знаках). Однако, соглашаясь с Г.П. Щедровицким, они считают, что названные основания необходимо дополнить этикой и эстетикой деятельности, потому что первые три основания характеризуют ценностно-ориентировочную, познавательную и преобразующую деятельность. Вместе с тем важна еще деятельность общения (эстетическая и коммуникативная), которую необходимо выделить в отдельное основание [4].

Отсутствие единой точки зрения на классификацию уровней и оснований методологии обусловлено тем, что существуют различия в понятиях «методология науки», «методология педагогики», «методология знания», «методология научного познания», «методология учебного познания».

На наш взгляд, уровни методологии определяются уровнями методов познания окружающего мира. Первый уровень методологии (философский) подразумевает анализ общих принципов познания окружающего мира с использованием категориального аппарата философии (диалектический метод исследования). Второй уровень (общенаучный) предполагает использование методов, принципов и процедур исследования, общих для многих дисциплин (системный метод исследования, принципы дифференциации, индивидуализации). Третий уровень методологии (конкретно-научный) связан с использованием методов, принципов и процедур, применяемых в специальной научной дисциплине (эмпирические и теоретические методы познания). Четвертый уровень (дисциплинарный) отвечает за анализ структуры и содержания учебного материала, принципов и методов его структурирования (фундаментализация и генерализация, непрерывность и целостность). Пятый уровень методологии (междисциплинарный) позволяет анализировать процессы познания (научного, учебного) на основе законов и правил межнаучного направления (правила и законы адаптации, преемственности и интеграции, самоорганизации).

Основателем научного метода познания принято считать Г. Галилея. Именно он впервые выступил против существующих представлений о том, что все знания можно полу-

чить только из внешнего мира. Галилей пришел к заключению, что исключительно важное место в познании занимает «гипотеза», играющая в физике такую же роль, как и аксиома в математике. До начала XX века модельные гипотезы воспринимались как некие абстракции (воображаемое движение тел по бесконечной плоскости без трения, материальная точка и др.). Они были адекватны законам классической физики, в ее развитии и становлении сыграли определенную роль.

Открытия явлений релятивистской и квантовой физики изменили представления ученых о роли гипотез. Им стало ясно, что любые модели неадекватны объектам и явлениям окружающей действительности, для объяснения которых они и создавались (например, модель опыта Резерфорда). В современном методе научного познания понятие «истина» постепенно уступает место понятию «модель» (приоритет в создании такого метода принадлежит А. Эйнштейну). Мыслительный процесс от незнания к знанию описывается простой и понятной формулой: от исходных фактов (опытов) → к гипотезе → к логическим выводам (из гипотезы) → к результатам (экспериментальной проверки конечных выводов) [6]. Проблема разработки учебного метода познания на основе научного имеет прямое отношение к методике и технологии обучения: содержанию и структуре предмета; формам организации учебного исследования в процессе эксперимента; модельным и знаковым гипотезам в процессе обучения.

Овладеть методами учебного познания – это значит научиться понимать: 1) соотношение между знанием и истиной, модельным характером познания и его ограниченностью; 2) соотношение между имеющейся информацией о познаваемом объекте и собственным опытом; 3) содержание и взаимосвязь понятий (научно установленный факт, явление, закон, гипотеза, модель, теоретические выводы, эксперимент, границы применимости теории) [6].

Методы научного и учебного познания отличаются тем, какой путь они проходят от незнания к знанию, вместе с тем у них много общего. И ученый, и обучаемый должны понимать цикличность процесса познания, эволюцию взглядов не только на его природу, но и на методы познания, роль наблюдателя в эксперименте; одинаково хорошо оценивать полученную информацию, понимать, к какой категории знаний она относится (это гипотеза, модель, логические выводы, полученные на основе моделирования, или это просто факт, пусть даже теоретический или экспериментальный). И тот и другой должны уметь оценивать достоверность научной информации, понимать ее уровень (уровень фактов, модельных представлений, теоретических выводов), а также роль фактов (теоретических и экспериментальных), которые не только наиболее устойчивы в науке, но с появлением новой информации (фактов) могут изменить устоявшуюся концепцию и даже саму теорию. Поэтому не случайно методологический анализ фундаментальной физической теории, а именно ее структуры и содержания начинается с познания фактов. Классическая механика от квантовой, например, отличается, прежде всего, эмпирическим базисом (фактами) исследования. Именно он послужил основанием для смены концептуальных идей в описании закономерностей поведения (движения) объектов разной природы. Общность методов научного и учебного познания определяется тем, что и ученый, и обучающийся от незнания к знанию проходят похожий путь, только второй осваивает знания, известные в науке, однако он проходит почти тот же путь познания, что и ученый, потому что для него приобретаемые знания являются новыми, поэтому в их усвоении он действует как первооткрыватель.

Развивая мысль о связи методов научного и учебного познания в физике, можно на основе методологического анализа осуществить их классификацию. Все методы научного (соответственно и учебного) познания можно разделить на эмпирические и теоретические. К эмпирическим методам отно-

сят: наблюдение, эксперимент, измерение, эмпирическое обобщение. К теоретическим методам относят: мысленный эксперимент; моделирование; выдвижение гипотез, идей, концептуальных положений; использование аналогий, сравнений, сопоставлений; теоретические обобщения; дедуктивные выводы. Вышеупомянутые методы учебного познания оказывают влияние на выбор не только методов и приемов обучения, но и организационных форм учебных занятий, форм контроля и оценки знаний и умений обучаемых. Именно методология учебного познания позволяет проектировать методику обучения предмету на основе взаимосвязи содержательной и процессуальной сторон обучения [3].

Парадигма построения физического образования определяется непрерывным характером учебного познания: основная школа – старшая профильная школа – вуз. Непрерывность и целостность физического образования определяются не только линейно-ступенчатым его построением, но и концентрическим. Каждый концентр обучения физике (курс физики основной школы, курс физики старшей профильной школы, курс общей физики вуза) построен в соответствии с законами диалектики познания (от простого к сложному, от сущности первого порядка ко второму, третьему и т.д.), а также в соответствии с эволюцией физического знания (от механической картины мира к электродинамической, а от нее – к квантово-полевой). Любой концентр учебного познания в физике включает все структурные компоненты знания: явления (механические, тепловые, электрические, магнитные, оптические, квантово-механические); законы (фундаментальные, основополагающие, частные); теории (классическая механика, молекулярно-кинетическая теория строения вещества, электронная теория вещества, теория электромагнитного поля, теория относительности, нерелятивистская квантовая механика, релятивистская электродинамика, квантовая электродинамика).

Методологически осознать цикличность процесса учебного познания физики можно, если представить физическое знание как определенным образом структурированную систему (рис. 1). Например, в структуре фундаментальной физической теории можно выделить основание, ядро и следствие. Каждый структурный компонент является сложной подсистемой, состоящей из подструктурных компонентов. Основание любой теории включает совокупность фактов (теоретических, экспериментальных), составляющих эмпирический базис теории, а также понятия, в том числе модель материального объекта. Ядро любой теории состоит из принципов и математических уравнений, моделирующих определенные закономерные связи. Наконец, следствие теории выполняет функции объяснения и предсказания [3, 6]. Таким образом, методологический анализ структуры и содержания любой дисциплины по сути своей определяет методологию учебного познания, которая имеет дело, прежде всего, с метазнаниями (знанием о знании). Чтобы изучать их, необходимо овладеть методологией методики обучения физике (как учебного курса), имеющей прямое отношение к организации деятельности обучаемого и обучающего.

Базисом этой методологии служит ценностно-ориентировочная, познавательная и преобразующая деятельности. В этой дисциплине тоже можно выделить основание (факты); ядро (теоретические знания); выводы (прикладные знания). Основание методики обучения физике составляют факты других наук (философии, педагогики, психологии, социологии), поэтому она является не только разноплановой дисциплиной, но и открытой. В связи с этим возникает проблема согласования знаний, а она, несомненно, методологическая. Ядро методики обучения физике включает в себя систему теорий: 1) теория учебного познания; 2) теория проектирования содержания; 3) теория приемов и методов обучения; 4) теория измерений в методике физики; 5) теория ис-

пользования учебного физического эксперимента; 6) теория использования учебных физических задач, теория конструи-

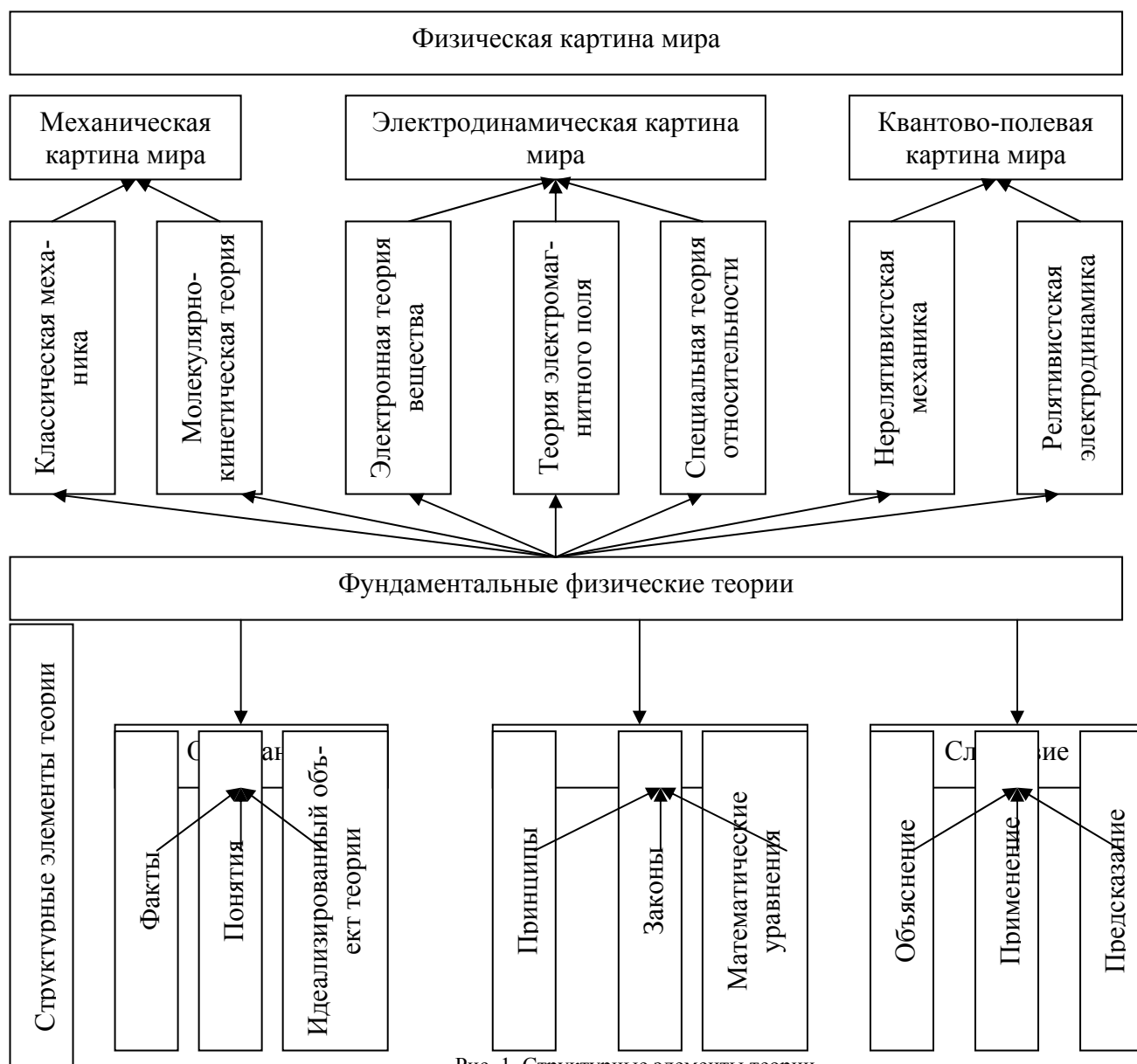


Рис. 1. Структурные элементы теории

Третий компонент метасистемы «методика обучения физике» включает технологии обучения, раскрывающие и решающие проблемы, как обучать (обоснованный выбор форм организации учебных занятий, форм, методов, приемов и средств обучения). Например, планы обобщенного ответа о разных структурных элементах знания (явления, физические величины, приборы, технологические процессы [8], графы логической структуры, обобщающие таблицы [6]). Приведенный граф логической структуры (рис. 1) и обобщающая таблица (табл. 1) позволяют осуществить методологический анализ физического знания; понять структуру и содержание учебного познания; теоретически осмыслить проектные работы по конструированию различных образовательных программ применительно к разным областям профессиональной подготовки молодых специалистов.

Литература

1. Загвязинский В.И. Теория обучения: современная интерпретация. – М.: Издат. центр «Академия», 2001.
2. Краевский В.В. Методика педагогики: новый этап: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Краевский, Е.В. Бережнова. – М.: Издательский центр «Академия»,

2006.

3. Карасова И.С. Фундаментальные физические теории в средней школе (содержательная и процессуальная сторона обучения). – Челябинск: Изд-во ЧГПУ «Факел», 1997.
4. Новиков А.Н. Методология / А.Н. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕГ, 2007.
5. Пидкасистый П.И. Психолого-дидактический справочник преподавателя высшей школы. – М.: Пед. общество России, 1999.
6. Разумовский В.Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучения. – Глазов: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2004.
7. Сауров Ю.А. Построение методики обучения физике: монография. – Киров: Изд-во Кировского ИУУ, 2002.
8. Усова А.В. Проблемы теории и практики обучения в современной школе: избранное. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000.
9. Щедровицкий Г.П. Избранные труды. – М.: Шк. культ. полит., 1995.
10. Юдин Э.Г. Методология науки. Системность. Деятельность. – М.: Эдиториал УРСС, 1997.

Обобщающая таблица «Структура основ классической электронной теории вещества»

ОСНОВАНИЕ			ЯДРО		СЛЕДСТВИЕ
Факты (теоретические и экспериментальные)	Идеализированный объект теории	Понятия	Принципы	Законы и уравнения теории	Объяснение законов, свойств веществ, явлений, процессов
Исследования: С. Грея, Б. Франклина, Т. Эпинуса, О. Кулона, Г. Дэви, М. Фарадея, С. Аррениуса, Д.К. Максвелла, Г.Д. Стоная, Э. Холла, Л. Больцмана, Д.Д. Томсона, Р. Милликена, А.Ф. Иоффе, Л.И. Мандельштам и Н.Д. Папалекси, Р. Толмена и Б. Стюарта, К.В. Рикке, Г.С. Ома, Д. Джоуля, Э. Ленца, Г.Г. Видемана, Р. Франца, А. Вольты.	Модель электрона (иона), модель твердого тела (атома, молекулы).	Металл, диэлектрик, полупроводник. Плазма. Сила тока, плотность тока, подвижность, сопротивление, электропроводимость, сверхпроводимость, сторонние силы.	1. Электрические и магнитные свойства вещества обусловлены состоянием и движением электронов. 2. К состоянию и движению электронов применимы законы классической физики (механики, электродинамики, статики)	$\vec{j}_m = n_0 q_e \vec{v}$ $\vec{j}_m = \sigma \vec{E}$ $\vec{j}_k = \frac{F}{N_A} Z_+ n_{0+} (u_+ + u_-) \vec{E}$ $\vec{j}_r = q_e n_0 (u_+ + u_-) \vec{E}$ $\vec{j}_{p/p} = q_e (n u_n + p u_p) \vec{E}$	1. Закон Джоуля–Ленца. 2. Закон Видемана–Франца. 3. Эффект Холла. 4. Термоэлектрические и эмиссионные явления. 5. Магнитные, электрические и оптические свойства вещества.