

УДК 372.853

**Хижнякова Л.С.***Московский государственный областной университет (г. Москва)*

## **МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОДЕРЖАНИИ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ**

*Аннотация.* Исходя из системного подхода, содержание курса физики можно выразить через его составляющие, среди которых можно назвать: научные знания и методы познания; вопросы для самоконтроля, упражнения, задания, примеры решения задач для формирования опыта применения знаний и методов познания в знакомых ситуациях; творческие задания для развития опыта теоретического и экспериментального исследования; способы мотивации содержанием и процессом учебной деятельности. Каждый вид содержания реализует взаимосвязь научных знаний и методов познания разного уровня объектов теоретических обобщений.

*Ключевые слова:* общее среднее образование, содержание, система, курс физики, виды содержания, научные знания, методы познания, виды учебных действий, опыт творческой деятельности, мотивация содержанием, мотивация процессом.

**L. Khizhnyakova***Moscow State Regional University, Moscow*

## **METHODS OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE AND RESEARCH IN THE CONTENT OF SECONDARY EDUCATION ON PHYSICS**

*Abstract.* Based on a systemic approach, the content of the course of Physics can be expressed through its components, among which there are the following ones: scientific knowledge and methods of learning; questions for self-testing; exercises; assignments; examples of problem solving aimed at forming knowledge and experience of cognitive methods application in familiar situations; creative tasks for the development of the experience of theoretical and experimental research; means of motivating by the content and by the process of learning. Each type of contents implements the relationship of scientific knowledge and methods of cognition of objects at different levels of theoretical generalizations.

*Key words:* general secondary education, content, system, course of Physics, kinds of contents, scientific knowledge, methods of learning, types of learning activities, experience of creative activity, motivation by content, motivation by process.

Содержание образования в дидактике определяется как передача молодому поколению социального опыта общества. В социальном опыте воплощается культура, широкий смысл которой – социально прогрессивная творческая деятельность человека во

всех ее сферах. Социальный опыт состоит из определенных элементов – видов содержания: знания о природе, обществе, технике, человеке, способы познавательной деятельности; опыт осуществления известных способов деятельности; опыт творческой деятельности, воплощенный в особых

© Хижнякова Л.С., 2014.

интеллектуальных процедурах; опыт эмоционально-ценностного отношения к действительности [1; 4].

В методике обучения физике указанные четыре вида содержания могут быть конкретизированы с учетом особенностей познавательной деятельности обучающихся при изучении курса физики средней школы. Содержание курса – системное понятие, имеющее следующие виды (составляющие):

1) научные знания и методы познания физики;

2) вопросы для самоконтроля, упражнения, задания, примеры решения задач как средства передачи обучающимся опыта применения знаний и методов познания в знакомых ситуациях;

3) творческие задания, выполнение которых требует использования учебных действий, характерных для теоретического и экспериментального исследования;

4) средства мотивации содержания и процессом учебной деятельности.

Виды содержания курса физики существенно влияют на развитие у обучающихся интеллектуальных и творческих способностей, которые характеризуются наличием особых стратегий учебной деятельности, ее индивидуальным стилем, высокой структурированностью знаний, критичностью к результатам собственного учебного труда.

Рассмотрим виды содержания курса физики на примере авторской линии учебников и соответствующего учебно-методического комплекта по физике средней школы [5; 6; 7].

*Первый вид содержания «Научные знания и методы познания»* курса физики представлены как две взаимосвя-

занные подсистемы: научные знания и методы познания. Подсистема «Научные знания» отражена в учебных программах, учебниках и методических пособиях в определенных формах выражения, основными из которых являются физические явления, тела, вещество, физические понятия (включая физические величины), законы, теории, физическая картина мира. Раздел физики – механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика – имеет определенный состав научных знаний, выраженный через указанные выше формы. Каждый из них обладает свойством системности. Например, изложение учебного материала о физической величине включает следующие элементы: результат наблюдения свойства объекта, характеризующего физической величиной; модель объекта; формула определения; единица измерения в СИ; физический смысл величины; способ измерения; примеры использования в технике. Данная схема поэлементного анализа физической величины является ориентировочной, так как физические величины не только обладают общими свойствами, но имеют свои особенности.

Так, при ознакомлении с физической картиной мира в курсе девятого класса среди понятий выделены категории. Они отражают в познании наиболее общие и существенные свойства объектов. К категориям относятся понятия о законе, взаимодействии, движении, энергии. В курсе они представлены в конкретных терминах предмета, например, законы Ньютона, сильное взаимодействие, тепловое движение молекул вещества, энергия электромагнитного поля. Эти формы выражения научного знания включа-

ются в качестве элементов выше приведенных категорий.

Новым дополнением вида содержания «Физические методы исследования природы» в учебниках физики является введение специальных глав, посвященных методам познания при-

роды. В таблице 1 приведен фрагмент из программы примерного тематического планирования главы «Физические методы исследования природы» курса физики седьмого класса [5]. Эта глава является вводной к курсу физики первой ступени.

Таблица 1

**Тематическое планирование главы  
«Физические методы исследования природы»**

<b>Основное содержание темы «Физические методы исследования природы»</b>	<b>Характеристика основных видов деятельности обучающегося (на уровне учебных действий)</b>
Физика – наука о природе. Объекты изучения физики. Эксперимент и моделирование – основные методы исследования природы. Физические величины. Международная система единиц. Измерительные приборы. Плотность вещества. Косвенные измерения плотности вещества. Открытие законов – задача физики. Физические теории – система научных знаний. Физика – развивающая наука. Связь физики с другими естественными науками	Приводить примеры объектов изучения физики (физические явления, физическое тело, вещество, физическое поле). Наблюдать и анализировать физические явления (фиксировать изменение свойств объектов, сравнивать и обобщать). Познакомиться с экспериментальным методом исследования (воспроизводить, фиксировать изменение свойств объекта, анализировать результаты) и методом моделирования (выделять существенное и второстепенное при изучении физических явлений). Использовать физические модели (материальная точка, математический маятник, модель Солнечной системы по Копернику) для объяснения механических явлений. Приводить примеры основных и производных единиц СИ. Определять основные характеристики измерительных приборов (предел измерения, цена деления шкалы). Измерять размеры плоского тела с учетом максимальной абсолютной и относительной погрешностей измерения. Сравнить по таблице значения плотности некоторых веществ

Как следует из таблицы, при изучении главы «Физические методы исследования природы» обучающиеся знакомятся с основными методами познания – физическим экспериментом и моделированием.

Под методом (от греч. *metod* – ‘способ познания’) в физике понимают способ деятельности, который сводится к определенным правилам, приемам, нормам познания и совокупности учебных умственных и экс-

периментальных действий, которые необходимо совершить обучающимся для достижения поставленной педагогической цели и соответствующих задач.

Назначение метода состоит в том, чтобы организовать и регулировать учебные действия обучающихся по физике, которые раскрываются в программе путем описания характеристик основных видов деятельности. Так, в учебнике подробно раскрыт состав одного из важнейших экспериментальных методов физики – метода прямого измерения физических величин, назначение которого состоит в том, чтобы найти числовое значение физической величины с помощью средств измерения. Согласно правилам их применения, в процессе измерения необходимо совершить следующие виды действий: найти предел измерения и цену деления прибора, рассчитать абсолютную погрешность, записать результат измерения величины с учетом абсолютной (или относительной) погрешности.

В главе «Физические методы исследования природы» обучающиеся лишь знакомятся с методами физического эксперимента и моделирования (табл. 1). Обучающиеся должны усвоить следующие виды деятельности физического эксперимента: воспроизводить, фиксировать изменения свойств объекта, анализировать результаты, измерять размеры плоского тела с учетом максимальной абсолютной и относительной погрешностей измерения. Ознакомление с методом моделирования означает освоение следующих учебных действий: выделять существенное и второстепенное при изучении физических явлений, использовать физи-

ческие модели – материальная точка, математический маятник, модель Солнечной системы по Копернику – для объяснения механических явлений.

При изучении тем курса знания и умения развиваются, усложняются учебные действия, характерные для эксперимента и моделирования. Например, деятельность по изучению теоретического закона всемирного тяготения предполагает следующие действия: познакомиться с историей его открытия, анализировать математическую запись закона, понимать физический смысл гравитационной постоянной, условия применимости формулы закона всемирного тяготения. Изучение эмпирического закона, например закона Гука, предусматривает иные виды учебных действий, чем действия при усвоении теоретического закона. Изучать закон Гука – это значит наблюдать упругую деформацию, экспериментально исследовать зависимость силы упругости от удлинения тела, анализировать результаты эксперимента, определять границы применимости закона.

Введение в курс физики новых тем о методах научного познания, характеристик основных видов деятельности обучающихся на уровне учебных действий задает новую стратегию учебной деятельности на уроке, для которой характерно быстрое освоение учебного материала, высокая успешность его выполнения; выдвижение конкретных целей деятельности за счет более глубокого владения предметом.

Следующий (*второй*) вид содержания курса физики – содержание вопросов для самоконтроля, упражнений, заданий, примеров решения задач в учебниках. Этот вид содержания явля-

ется средством формирования у обучающихся опыта применения методов познания в знакомых ситуациях.

Решение любой задачи требует применения определенных методов познания. Всякий метод, в том числе и метод решения задач, можно рассматривать как модель деятельности, содержащую цель, последовательность определенных учебных действий и средств достижения цели. Вопросы к текстам параграфов учебников дают некоторую ориентировку в текстах их содержания; анализ решения задач – описание алгоритма их решения на применение законов и теорий; выполнение заданий и упражнения – самоконтроль качества усвоения умственных действий при решении задач в знакомой ситуации. Так, в параграфе «Методы решения задач на применение законов сохранения в механике» курса физики девятого класса анализируется алгоритм решения задач на применение закона сохранения полной механической энергии. В вопросах для самоконтроля предлагается рассказать о системе действий при решении задач на применение закона сохранения полной механической энергии. Анализ примера решения задачи раскрывает этапы действий, которые необходимо совершить, чтобы найти работу силы трения, приложенной к автомобилю, при аварийном торможении до его полной остановки. Задания и упражнения предусматривают все основные виды предъявления ситуаций: посредством графиков, эксперимента, формул (уравнений), анализа движения транспортных средств, близких к реальным условиям [8].

Для успешного освоения видов учебной деятельности, научных зна-

ний и методов познания в старшей средней школе важно познакомить обучающихся с общими методами, характерными для всех естественных наук, и физическими методами исследования. Изучение курса физики десятого класса (вторая ступень) начинается с вводной главы «Метод научного познания», учебный материал которой посвящен методологическим вопросам физики. Обучающиеся знакомятся с двумя основными уровнями познания природы – эмпирическим и теоретическим (табл. 2). Эти уровни тесно связаны между собой и существенно отличаются друг от друга. На эмпирическом уровне преобладает чувственное познание, живое созерцание, направленное непосредственно на изучаемый объект. При эмпирических обобщениях используются рациональные формы познания – суждения, понятия, идеи, измерения величин, но они имеют подчиненное значение. Исследуемый объект отражается преимущественно со стороны своих внешних свойств, доступных чувственному познанию.

Как следует из таблицы 2, основные методы познания, характерные для эмпирического уровня, – это сбор фактов, их первичное обобщение, описание наблюдаемых экспериментальных данных, их систематизация и классификация.

В современной науке основными видами обобщения служат физические теории и физическая картина мира как основа естественнонаучной картины. Теоретический уровень познания и эмпирический метод исследования взаимосвязаны между собой. Эта взаимосвязь проявляется в том, что опыт планируется и конструируется теори-

Таблица 2

## Основные уровни познания природы

Составляющие процесса научного познания	Уровни познания	
	Эмпирический	Теоретический
Цель	Описание физического явления; свойства вещества, физического поля	Объяснение явления, свойства вещества, физического поля; предсказание события
Объект	Физическое явление; вещество, физическое поле	Сущность физического явления, физического поля, свойства вещества
Виды обобщения (примеры)	Эмпирический закон, идея, гипотеза	Теоретический закон, гипотеза, идея
Методы познания (примеры)	Наблюдение, описание, классификация, сравнение, измерение	Восхождение от: абстрактных понятий к научному факту; абстрактного понимания теории к конкретному, более полному пониманию явлений
Общелогические методы познания (примеры)	Анализ, синтез, индукция, дедукция, моделирование	Анализ, синтез, индукция, дедукция, моделирование

ей. Эксперимент представляет планируемое действие, каждый шаг которого направляется теорией. Теоретический уровень познания характеризуется преобладанием таких форм обобщений, как понятия, законы, теории. При этом живое созерцание, чувственное познание становится подчиненным, но важным аспектом познавательного процесса. Основная цель теоретического уровня познания – достижение объективной истины во всей ее конкретности и полноте содержания. Для решения этой задачи используются познавательные приемы и методы. К ним относятся идеализация – мысленные объекты, синтез – объединение в систему полученных данных, в результате их анализа и сравнения с другими ее элементами, дедукция – движение

познания от общего к частному, восхождение абстрактного к конкретному.

Следует отметить важную особенность научного познания: эмпирическое и теоретическое познание имеют общие логические формы выражения, например, закон, гипотеза, идея. На их основе строятся более сложные формы рационального познания – физическая теория, физическая картина мира. Для эмпирического и теоретического методов познания характерны и общие методы: анализ, синтез, индукция, дедукция, моделирование (эмпирическое и теоретическое), интерпретация.

В курсе физики обучающиеся знакомятся с философскими принципами (методами), общенаучными и частнонаучными методами физики.

Философские методы, в отличие от других, не являются жесткими предписаниями, регуляторами действий, а представляют собой систему «мягких» принципов, операций, приемов и имеют общий характер. Так, принципы историзма и противоречия играют роль метода исследования природы. Они не описываются в строгих терминах логики и эксперимента, не поддаются формализации и математизации.

Общенаучные подходы и методы разрабатываются на основе общенаучных понятий, например, «модель», «вероятность», «система», «деятельность». Эти понятия определяют названия общенаучных методов – моделирование, вероятностный, системный, деятельностный подход. Эти методы поддаются формализации, уточнению средствами математической теории, символической логики.

Частнонаучные методы относятся к конкретным наукам, например, физике. Такими методами являются метод Галилея, координатный и векторный методы в механике, статистический и термодинамический — в молекулярной физике [2], принцип суперпозиции – в механике и электродинамике, принцип Гюйгенса и спектральный метод – в оптике, зондовый метод – в квантовой физике.

*Творческие задания теоретического и экспериментального исследования составляют третий вид содержания курса.* Творческие задания – это форма активного учебного исследования и конструирования. Чтобы выполнить эти задания, обучающийся должен выделить объект исследования, определить теоретическую модель, мысленно представить объект исследования и провести с ним мысленный экспери-

мент. Возникает совокупность высказываний, которые содержат описание объекта исследования и одновременно служат средством предсказания результатов реального эксперимента. При этом формируются у обучающихся представления о структуре исследовательской и конструкторской деятельности.

В.С. Степин и Л.М. Томильчик в научном знании физики выделяют слои модельных схем, задающих объект исследования. К этим схемам они относят эмпирические схемы, первичные модели теоретического объяснения, схемы, лежащие в фундаменте развитых теорий [3].

Если взять за основу классификации заданий объекты их исследований, то все задания можно разделить на три группы: 1) эмпирические, 2) задания теоретического объяснения, 3) задания, модельные схемы которых лежат в фундаменте развитых теорий – механике, молекулярной физике, электродинамике, квантовой физике.

К эмпирическим заданиям относятся те, в которых используются особые модели эмпирического уровня познания. В исследовательских заданиях этого уровня схематизация эксперимента осуществляется за счет замещения реальных объектов эмпирическими модельными объектами, например, в виде схем, чертежей, рисунков экспериментальной установки. В задании подобные модели снабжены некоторым описанием. Примером первой группы может служить творческое задание из курса физики девятого класса (табл. 3).

Модельными объектами в данной задаче являются электрическая цепь, схема исследования, рисунок. Они

отражают связи и взаимодействия составляющих модельной схемы эмпирического объяснения, а также результаты мысленного опыта.

Ко второй группе относятся задания теоретического объяснения, в которых в качестве объекта исследования выступает мысленный опыт над идеальными моделями. Рассмотрим пример второй группы заданий (табл. 3).

Решение этой задачи сводится к модели объяснения действия фонарика. Эта модель основана на явлении электромагнитной индукции. При этом используются абстрактные объекты: «проводники», «линии магнитной индукции», из которых строится модель теоретического объяснения.

Динамическую модель теоретического объяснения отражают отношения между объектами: возникновение индукционного тока в замкнутом контуре-катушке при изменении магнитного потока. Образованная таким способом модель объяснения выступает как мысленный эксперимент, производимый над системой абстрактных объектов. Эта модель использует типичные черты демонстрационного и виртуального эксперимента на уроке в процессе работы с учебником и компьютерными моделями.

Творческие задания третьей группы – задания, модельные схемы которых лежат в фундаменте развитых теорий. Примером задания этой группы служит задание рубрики учебника «Из

Таблица 3

### Задания теоретического объяснения

Классификация заданий	Пример задания
Задания на применение эмпирических схем	Определите знаки полюсов электрической батареи, на которой отсутствуют их обозначения. В вашем распоряжении имеется следующее оборудование: лампа на подставке, кусок проволоки, компас, электрическая батарея – источник постоянного тока. Разработайте план исследования, сделайте пояснительные рисунки и запишите свой проект – исследование на уроке.
Задания на применение первичных моделей теоретического объяснения	Существуют конструкции фонариков, где в качестве источника тока используется конденсатор, который соединен с проволочной катушкой. Внутри катушки находится магнит, который может перемещаться в ней. При встряхивании фонарика магнит приходит в движение. Если включить фонарик, то лампочка, соединенная с конденсатором, загорается. Какие превращения энергии при этом происходят? На каком явлении основано действие фонарика?
Задания на применение моделей, лежащих в фундаменте развитых теорий	Задача, решенная Г. Галилеем: «Скорости, приобретаемые одним и тем же телом при движении по равным наклонным плоскостям, равны между собой, если высоты этих плоскостей одинаковы...» Докажите правильность этого утверждения. При каком условии оно справедливо?



истории физики»: задача, решенная Г. Галилеем.

Схема объяснения результата исследования данного задания лежит в основах механики Ньютона. Она построена как модель. Составляющими этой модели являются абстрактные объекты – сила, энергия, материальная точка, изолированная система тел, а также закон сохранения энергии. В модели обобщены виды учебных действий по перемещению тел по наклонной плоскости.

*Средства мотивации содержания и процессом учебной деятельности принадлежат четвертому виду содержания курса.* В основе классификации средств мотивации лежит идея о продуктах учебной деятельности: освоение научных знаний и методов научного познания. Структура и содержание учебного материала, побуждающие обучающихся к стремлению узнавать новые факты, может служить средством мотивации. Так, в учебниках выделены содержательные линии по истории физики и техники; ознакомлению с техническими объектами; конструированию и сборке лабораторных установок; выполнению фронтальных и домашних лабораторных работ; применению информационных средств, включая и компьютерную поддержку.

Для обучающихся с повышенной познавательной потребностью в учебниках приведена примерная тематика учебных проектов. Так, в курсе физики девятого класса темы проектов объединены в следующие группы: из истории развития физики, эксперимент и моделирование – основные методы изучения природы; практические приложения физических знаний.

В учебниках представлен материал, который направлен на формирование

эмоционально-ценностного отношения к природе и самому себе, и друг к другу. Например, в курсе физики седьмого класса дается теоретическое обоснование важного для человека правила поведения на дорогах – почему нельзя переходить дорогу перед быстро движущимся транспортом. В курсе восьмого класса обучающиеся знакомятся с мерами предосторожности при работе с электрическими приборами и мерами защиты от перегрузок электрической сети.

Примеры показывают, что деятельность по овладению содержанием физики можно рассматривать в целом как полимотивированная деятельность. Мотивы, заложенные в учебной деятельности по физике, связаны с содержанием, побуждающим стремлением овладеть научным содержанием и методами познания, а это значит теоретически объяснить физические явления, происходящие в макро-, микро- и мега-мире.

Сам процесс познания понятий, законов и теорий может также стать ведущим мотивом деятельности. Выполнение лабораторных исследований, знакомство с фрагментами работ классиков физики, обсуждение современных достижений науки и техники, дискуссия и оценка проблем проектной работы, использование дидактических игр является важным средством мотивации процесса учебной деятельности.

Таким образом, содержание курса физики – системное понятие, включающее определенные виды, которые реализуют взаимосвязь научных знаний и методов познания. Виды содержания представляют научные знания и методы познания; средства, передающие опыт применения знаний в знакомых ситуациях и в учебной творческой дея-

тельности; способы мотивации содержанием и процессом учебной деятельности. Каждый вид содержания курса физики отражает взаимосвязь научных знаний и методов познания.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бордонская Л.А. Отражение взаимосвязи науки и культуры в школьном физическом образовании и подготовке учителя: монография. Чита, 2002. 237 с.
2. Синявина А.А. Методы познания природы как системообразующие факторы конструирования содержания курса физики основной школы (на примере электрического поля) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика–Математика. 2012. № 2. С. 72–81.
3. Степин В.С., Томильчик Л.М. Практическая природа познания и методологические проблемы современной физики. Мн., 1970. 96 с.
4. Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В.В. Краевского, И.Я. Лернера. М., 1983. 143 с.
5. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 7 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. М., 2011. 208 с.
6. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 8 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. М., 2012. 224 с.
7. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 9 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. М., 2013. 304 с.
8. Холина С.А. Учебно-методический комплекс по физике для основной школы) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика–Математика. 2012. № 3. С. 88–94.