

УДК

Т 33 ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Под редакцией С.Е. Каменецкого и Н.С. Пурьшевой

*Рекомендовано  
Учебно-методическим объединением вузов РФ  
по педагогическому образованию в качестве учебного пособия  
для студентов педагогических вузов по специальности 032200 – физика*

901254

Москва  
  
АКАДЕМА  
2000

ЗАПОРІЗЬКА  
ОБЛАСНА  
БІБЛІОТЕКА  
імені О. М. Гоголя



## Авторы:

*С. Е. Каменецкий* – Предисловие, Введение (4, 5), гл. 8 (совместно с С. В. Степановым), 16 (совместно с Н. С. Пурышевой), 17 (5, 6; 7 – совместно с С. В. Степановым);  
*Н. С. Пурышева* – Введение (1–3), гл. 1, 2 (1), 3 (1), 4, 11, 13, 14 (1, 2, 4, 6), 15 (1), 16 (совместно с С. Е. Каменецким), 17 (2); *Н. Е. Важеевская* – гл. 2 (2, 4), 5, 6, 7, 10 (1–4), 14 (5), 15 (3); *Н. В. Шаронова* – гл. 2 (3), 14 (3), 17 (1, 3); *О. Ю. Овчинников* – гл. 2 (5, 6);  
*С. В. Степанов* – гл. 8 (совместно с С. Е. Каменецким), 17 (7 – совместно с С. Е. Каменецким); *А. В. Смирнов* – гл. 9 (1 – совместно с С. М. Дуниным), 17 (8);  
*Д. А. Исаев* – 3 (2), 10 (5); *Н. Е. Парфентьева* – гл. 12; *Л. А. Прохорова* – гл. 15 (4), 17 (4);  
*С. М. Душин* – гл. 9 (1 – совместно с А. В. Смирновым); *О. В. Баксанский* – гл. 15 (2)

## Рецензенты:

доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой методики преподавания физики МПУ, проф. *Л. С. Хижнякова*;  
 кандидат педагогических наук, директор педагогической гимназии-лаборатории № 1505 (г. Москва) *А. Г. Каспржак*

**Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы:** Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская и др.; Под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.

ISBN 5-7695-0327-0

В учебном пособии изложены общие вопросы методики обучения физике в средних общеобразовательных учреждениях. Представлена методическая система обучения физике, включающая цели обучения, содержание физического образования, методы, средства и организационные формы обучения, описаны некоторые технологии обучения физике. Рассмотрению каждого элемента методической системы предпослан теоретический анализ соответствующих частных методических идей и положений.

УДК 53(07)(075.8)

ББК 74.022.5я73

© Каменецкий С. Е., Пурышева Н. С., Важеевская Н. Е. и др., 2000

© Издательский центр «Академия», 2000

ISBN 5-7695-0327-0

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Вы приступаете к изучению нового учебного курса «Теория и методика обучения физике». Этот курс состоит из двух частей: первая часть – общие вопросы методики обучения физике и вторая часть – частные вопросы. Вы начинаете с рассмотрения общих вопросов – познакомитесь с принципами, на которых базируется система физического образования в российской школе; с целями обучения физике, с содержанием и структурой курса физики в средней школе, с разнообразными методами, используемыми учителями физики на своих занятиях, со средствами, к которым они прибегают, чтобы успешно обучать школьников.

Авторы пособия считают необходимым обратить внимание читателя на следующее.

Во-первых, вы учились в средней школе и вам может казаться, что вы все о ней знаете. Но это и так, и не так. Действительно, вы прошли школу, но вы были учениками, а теперь готовитесь стать учителями. Это совсем другое! Чтобы успешно работать в школе, ваших ученических впечатлений явно недостаточно. Преодолейте первое впечатление о том, что вам все знакомо, начните изучать общие вопросы теории и методики обучения физике, без знания которых вы не сможете стать квалифицированными учителями физики в современной школе.

Во-вторых, у вас может создаться впечатление, что курс теории и методики обучения физике прост, но это обманчивое впечатление. Оно создается из-за того, что в это же время вы изучаете весьма сложный и интересный курс теоретической физики. Однако вопросы теории и методики обучения физике отнюдь не просты и достаточно интересны. Вы в этом очень скоро убедитесь, когда пойдете на педагогическую практику и начнете преподавать, а для этого надо хорошо знать не только сам предмет (физику), но и то, как обучать ему школьников. Совершенно очевидно, что вы встретитесь со многими проблемами. Для их преодоления вам необходимы широкая эрудиция педагогического и методического характера, умение применять различные технологии обучения. Поэтому не делайте преждевременных выводов, так как они чаще всего оказываются ошибочными.

Преподаватели теории и методики обучения физике выпускают вас из педагогического вуза, под их руководством вы пишете, оформляете и защищаете дипломную работу, становитесь действительно Учителями. Слово «учитель» не случайно написано с большой буквы, ибо наша цель сделать из вас таких учителей, ко-



торые не только будут блестяще знать свой учебный предмет – физику, но станут настоящими воспитателями своих учеников, будут в каждом из них видеть личность, развивать их способности, учитывать их склонности.

За последние годы принципы, лежащие в основе системы образования в российской школе, существенно изменились: она стала работать на демократических началах, исходить из принципов гуманизации, гуманитаризации, обучение стало личностно ориентированным.

В предлагаемом учебном пособии по теории и методике обучения физике нашли отражение последние достижения педагогической науки и практики, новые, прогрессивные тенденции в развитии школьного образования.

Это учебное пособие – результат коллективного творчества. Оно написано на кафедре теории и методики обучения физике Московского педагогического государственного университета (МПГУ), имеющей серьезные традиции, ею руководили в свое время такие крупнейшие методисты-физики, как И.И.Соколов и А.В.Перышкин. В книгу вошли результаты научных исследований преподавателей кафедры, которые были проверены и внедрены в учебный процесс.

Авторы выражают благодарность действительному члену Российской Академии образования проректору Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена В.В.Лаптеву за участие в подготовке проспекта рукописи данной книги.

Желаем читателям успеха в овладении данным учебным предметом. Просим с пониманием принимать наши рекомендации.

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. Методика обучения физике как одна из педагогических наук

*Методика обучения физике – педагогическая наука, являющаяся приложением принципов дидактики к преподаванию учебного предмета физики.*

Вопрос о том, что такое методика обучения физике – наука, искусство, набор приемов обучения или технология, – долгое время оставался дискуссионным. Для того чтобы получить на него ответ, ознакомимся с определением понятия «наука».

«Наука – сфера человеческой деятельности, функция которой – выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности; одна из форм общественного сознания; включает как деятельность по получению нового знания, так и ее результат...»<sup>1</sup>. Из этого определения следует, что каждая конкретная наука содержит знания об определенной области действительности и деятельность по добыванию этих знаний, т.е. имеет определенный предмет исследования и методы исследования. Так, предметом физики являются элементарные частицы вещества, различные поля, атомные ядра и атомы и законы их движения, а также те свойства остальных тел природы, которые непосредственно связаны с движением указанных частиц и полей и исчерпываются ими.

Что же является предметом исследования методики обучения физике? Заметим, что он не оставался неизменным.

Известный русский методист Ф.Н.Шведов, автор первого пособия по методике обучения физике, определял его следующим образом: «Методика физики выясняет логические основы науки, которые могли бы послужить точкой отправления как для выбора материала, так и для порядка его расположения» [52] – и по существу к предмету методики относил научные основы содержания и структуры школьного курса физики.

П.А.Знаменский, автор одного из учебников по методике преподавания физики для студентов, более широко понимал предмет методики и включал в него процесс обучения физике. Он писал: «Предметом методики преподавания физики являются теория и практика обучения основам физики», отождествляя при этом понятия «преподавание» и «обучение» [13].

<sup>1</sup> Советский энциклопедический словарь. – М., 1983. – С. 863.



Еще шире предмет методики обучения физике трактуется известным методистом В. Ф. Юськовичем, который под ним понимал структуру и содержание школьного курса физики и закономерности обучения и воспитания учащихся в процессе преподавания физики.

В последние годы особое внимание уделяется не только обучению и воспитанию учащихся, но и их развитию, поэтому под *предметом методики обучения физике* следует понимать *теорию и практику обучения физике, воспитания и развития учащихся в процессе обучения физике*.

Таким образом, методика обучения физике имеет свой предмет исследования, т.е. определенную область действительности, и методы исследования, с помощью которых осуществляется процесс научно-исследовательской деятельности в области обучения физике. К ним относятся как теоретические, так и экспериментальные методы. Они будут обсуждаться ниже.

Следовательно, методика обучения физике – одна из педагогических наук. Как любая отрасль педагогической науки, методика обучения физике является наукой *гуманитарной, прикладной* (не фундаментальной).

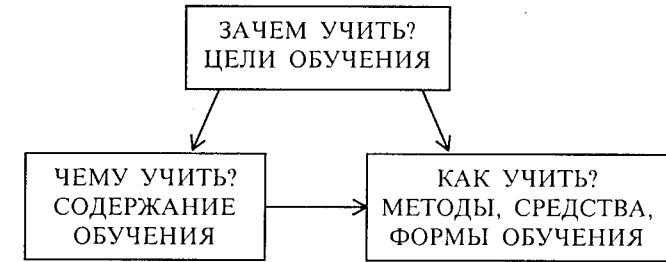
В связи с рассмотренным выше существенны два момента. Первым является изменение предмета методики обучения физике с течением времени, что связано как с изменением задач, стоящих перед школьным образованием, в том числе физическим, так и с развитием самой науки – методики обучения физике.

Второй момент, на который следует обратить внимание, – это терминология. В литературе употребляются как тождественные понятия «методика преподавания физики» и «методика обучения физике». Предпочтительным и более полно отражающим сущность является понятие «методика обучения физике», поскольку под преподаванием понимается деятельность лишь учителя, в то время как в учебно-воспитательном процессе участвуют учитель и ученик и *обучение представляет собой целенаправленную педагогическую деятельность учителя и познавательную деятельность учащихся в их взаимосвязи, взаимодействии и единстве*.

За рубежом термин «методика» употребляется сравнительно редко. Там чаще используется понятие «дидактика физики», что по существу означает обучение физике.

*Задачей методики обучения физике является поиск ответов на три вопроса: зачем учить, чему учить и как учить физике (схема 1).*

Ответ на первый вопрос предполагает формулировку целей обучения. Как известно, школа выполняет социальный заказ. Это означает, что цели школьного образования, и физического в частности, определяются потребностями общества. Развитие общества приводит к изменению целей образования. В прямой зависимости от целей образования находится его содержание (чему учить). Например, если ставится цель формирования у учащихся научного мировоззрения, то в содержание курса физики должен включаться



материал мировоззренческого характера; если ставится цель формирования у учащихся представлений об основных направлениях научно-технического прогресса, то соответствующий материал должен войти в курс физики.

Поскольку цели физического образования изменяются с течением времени, то и содержание курса физики также реформируется. На содержание курса физики влияют, кроме того, уровень развития науки – физики, психолого-педагогические особенности учащихся, уровень развития информационной среды, позволяющей учащимся получать неформальное образование.

Отвечая на вопрос о том, как учить физике, мы выбираем соответствующие целям обучения методы, средства и организационные формы обучения, которые зависят как от целей обучения, так и от его содержания. Например, если ставится цель формирования у учащихся исследовательских экспериментальных умений, то в содержание курса должны быть включены соответствующие экспериментальные работы, использованы исследовательский метод обучения, определенные средства обучения (приборы, печатные средства) и индивидуальная форма организации учебной деятельности. На методы, средства и формы обучения также оказывает влияние уровень развития психолого-педагогических наук, физической науки и техники.

Таким образом, *цели, содержание, методы, формы и средства обучения образуют методическую систему, в которой ведущую роль играют цели обучения, определяя стратегию педагогической деятельности*.

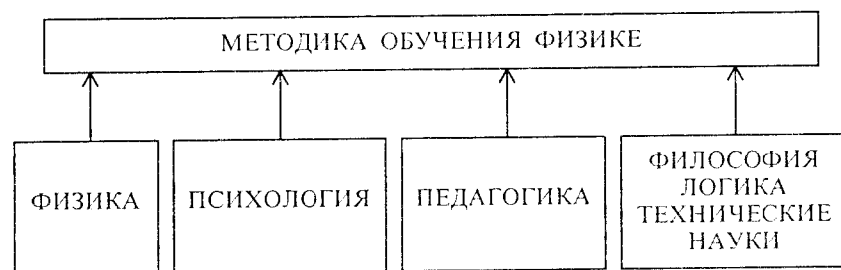
*Методы, средства и формы обучения в их взаимосвязи составляют технологию обучения*. В настоящее время существует довольно много различных определений понятия «педагогическая технология». Академик Б. Т. Лихачев понимает под педагогической технологией совокупность психолого-педагогических установок, определяющих специальный набор и компоновку форм, методов, способов, приемов обучения, воспитательных средств; она есть организационно-методический инструментарий педагогического процесса. Сочетание различных методов, средств и форм обучения для решения тех или иных педагогических задач



представляет собой соответствующие педагогические технологии. Так, существуют определенные технологии формирования у учащихся физических понятий, экспериментальных умений, обучения работе с учебником и др.

Методика обучения физике тесно связана с другими науками, и прежде всего с физикой, психологией и педагогикой (схема 2). Связи с этими науками проявляются как в содержании курса физики, так и в методах, средствах и формах обучения. Так, развитие физики привело к тому, что в программу курса физики были включены физические основы полупроводников, элементы специальной теории относительности, квантовой физики и др.

Схема 2



Развитие педагогической психологии, создание новых психологических концепций и теорий, в частности теории поэтапного формирования умственных действий (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина), теории развивающего обучения (Л.В. Занков, Д.Б. Эльконин), концепции теоретических обобщений (В.В. Давыдов), привело к разработке основанных на них технологий обучения физике.

Методика обучения физике связана также с философией, логикой, с техническими науками. Развитие техники приводит к созданию новых средств обучения, что в свою очередь требует разработки методики их использования в учебном процессе.

## 2. Методология педагогического исследования

Проблематика педагогических исследований появляется в связи с возникновением противоречий между имеющимися теоретическими знаниями и практическим опытом и невозможностью их применения к решению новых педагогических задач, изучению новых педагогических явлений. Исследовательская деятельность в области методики обучения физике стимулируется также и развитием педагогической психологии, информационных средств, что влечет за собой необходимость и возможность разработки новых технологий обучения физике.

Педагогическое исследование так же, как и любое другое, выполняется с определенной целью, в процессе его проведения решаются определенные конкретные задачи и используются те или иные методы, или, иными словами, педагогическое исследование осуществляется в соответствии с определенной *методологией*.

Под *методологией* вообще понимают *учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности*. Понятие методологии относится прежде всего к научному познанию; соответственно методология науки – это учение о принципах построения, формах и способах научно-познавательной деятельности. *Методология науки дает характеристику компонентов научного исследования – его объекта, предмета анализа, задач исследования, совокупности исследовательских средств, необходимых для решения поставленных задач, а также формирует представления о последовательности движения исследователя в процессе решения задачи.*

Выделяют несколько уровней методологии:

- философская методология содержит совокупность общих принципов и методов познания (представления о роли и месте теории и эксперимента в научном познании, о логике научного познания и т.п.);

- общенаучная методология включает совокупность принципов и методов познания, а также концепций или подходов, действующих в достаточно большой совокупности наук (кибернетический подход, системный подход, экспериментальный и теоретический методы познания, способы обработки результатов эксперимента и др.);

- конкретно-научная методология содержит совокупность методов, принципов исследования и процедур, применяемых в той или иной науке (наблюдения за педагогическим процессом в педагогических науках, спектральный анализ в химии, физике и астрономии и др.);

- методология конкретного исследования включает набор процедур, обеспечивающих получение результата при решении конкретной научно-исследовательской проблемы.

При проведении конкретного исследования используются как общие, так общенаучные и конкретно-научные принципы и методы познания.

К методологическому аппарату педагогического исследования относятся следующие категории:

- тема исследования;*

- актуальность* исследования, которая определяется противоречием между, например, современными задачами, стоящими перед физическим образованием, и сложившейся практикой обучения физике, не позволяющей решить эти задачи, и отсутствием теоретической базы, необходимой для их решения; при обосновании актуальности исследования проводится анализ сложившейся прак-



тики обучения, состояния проблемы в науке, результатов собственных педагогических исследований (экспериментальных);

*проблема* исследования, которая следует из выделенного противоречия и формулируется чаще всего в виде вопроса, на который ищется ответ в ходе исследования (Что надо получить? На какие вопросы ответить?);

*цель* исследования, которая показывает, что должно быть достигнуто в ходе исследования, т.е. тот научный результат, который должен быть получен;

*объект* исследования – та часть практики или научного знания, с которой исследователь имеет дело; при его определении обычно следует дать ответ на вопрос, что рассматривается;

*предмет* исследования – та сторона, тот аспект объекта, который исследуется; один и тот же объект может быть предметом разных исследований. Например, если объектом исследования является процесс обучения учащихся решению задач, то предметом может быть обучение решению качественных задач или экспериментальных или развитие мышления в процессе обучения решению задач и т.п.;

*гипотеза* исследования – научное предположение, которое следует доказать в ходе исследования; гипотеза формулируется в окончательном виде не сразу, обычно сначала выдвигаются рабочие гипотезы, которые сменяют друг друга и после подтверждения переходят из рабочих в актуальные;

*задачи* исследования, которые определяются целью и гипотезой исследования, они выступают как частные самостоятельные цели по отношению к общей;

*методы* исследования;

*научная новизна, теоретическая и практическая значимость* исследования – те конкретные результаты, которые получены при проведении исследования, и их значение для педагогической теории и педагогической практики.

Все методологические характеристики исследования связаны между собой и дополняют друг друга.

Рассмотрим методы педагогического исследования. Все они делятся на две группы: теоретические и экспериментальные.

К *теоретическим методам* относятся: анализ литературы, моделирование педагогических ситуаций, конструирование содержания физического образования и технологий обучения, обработка результатов педагогического эксперимента и их анализ.

К *экспериментальным* методам относятся анкетирование и интервьюирование, наблюдение за учебным процессом, опытное преподавание, тестирование, экспертная оценка.

Анкетирование и интервьюирование – это две формы опроса участников эксперимента. В анкету включают как вопросы открытого типа (ответ должен сформулировать анкетиремый), так и закрытого (дается набор ответов, из которого следует выбрать

один или несколько). Вопросы, которые задаются при интервьюировании, как правило, носят открытый характер.

Можно выделить две группы вопросов: вопросы о фактах (номер школы, стаж работы и т.п.) и вопросы о мнениях, мотивах, действиях (например, какие виды самостоятельной работы организуются на уроках физики, какие формы итоговой проверки знаний учащихся по физике являются предпочтительными и т.п.).

При проведении наблюдения за учебным процессом экспериментатор составляет программу наблюдений. При этом четко выделяется объект наблюдения, цель наблюдения, фиксируются необходимые данные. Наблюдение часто сопровождается хронометражем. Например, ставится цель установить, какие приемы активизации познавательной деятельности учащихся использует учитель на уроке физики. Соответственно цель наблюдения – выявление этих приемов; объектом наблюдения является познавательная деятельность учащихся. В процессе наблюдения фиксируются приемы активизации познавательной деятельности учащихся, этапы урока, на которых они используются, степень активности учащихся (самостоятельность, характер ответов и задаваемых учащимися вопросов и т.п.), а также время, которое занимает осуществление того или иного приема.

При тестировании составляется проверочная работа, которая включает вопросы как открытого, так и закрытого типа. Показателями качества тестов являются *валидность, надежность и дифференцирующая сила заданий*.

Для тестов успешности, которые в основном используются в педагогическом эксперименте, наиболее существенной характеристикой является *содержательная валидность*, которая отражает степень соответствия содержания контрольных заданий проверяемому материалу с учетом целей изучения этого материала. Иными словами, предложенное учащимся задание проверяет то, что необходимо проверить.

Содержательная валидность теста обеспечивается применением такой методики его составления, при которой четко выделяются элементы знаний, подлежащие проверке; требуемый уровень их усвоения и задания формулируются таким образом, что их выполнение требует применения выделенных элементов знаний соответствующего уровня. Кроме этого, содержательную валидность можно установить путем экспертной оценки. При этом эксперту предлагается набор заданий теста и анкета, содержащая вопросы, позволяющие установить соответствие заданий целям проверки.

*Надежность* теста является показателем точности измерения, т.е. соответствия результатов проверки действительным знаниям. Существуют несколько методов определения надежности теста. Наиболее точным, по мнению американских педагогов, является метод эквивалентных форм. Он может быть реализован в нескольких вариантах. Один из них заключается в том, что учащим-



ся предлагают два или несколько эквивалентных вариантов заданий. Тесты могут считаться надежными, если результаты выполнения этих вариантов хорошо коррелируют. Можно установить надежность теста по степени корреляции результатов выполнения двух эквивалентных вариантов одной и той же группой учащихся. Еще одним методом определения надежности является метод подразделенного теста. Устанавливается соответствие результатов выполнения заданий, отмеченных четными и нечетными номерами.

*Дифференцирующая сила* заданий предполагает определение их «веса», значимости. В соответствии с «весом» каждому заданию приписываются определенные баллы. Дифференцирующая сила заданий устанавливается с помощью экспертов.

Педагогический эксперимент, как правило, состоит из четырех этапов: констатирующий, поисковый, обучающий (формирующий) и контрольный. В таблице 1 приведены названия этапов педагогического эксперимента, цели каждого этапа, результаты и методы проведения.

Констатирующий эксперимент проводится обычно в экспериментальных классах, он носит константный характер, при котором не требуется сравнение полученных данных с какими-то другими, и предполагает довольно большой охват испытуемых. Поисковый эксперимент также является константным. В нем участвуют небольшие группы учащихся, иногда он проводится как лабораторный. На обучающем и контрольном этапах проводится чаще всего сравнительный эксперимент. В этом случае выбираются экспериментальные классы, обучение в которых проводится по разработанной в ходе исследования методике, и контрольные классы, которые обучаются по традиционной методике. Выбор экспериментальной и контрольной групп осуществляется по результатам либо предшествующего обучения, либо специального теста или контрольной работы. При этом успеваемость учащихся экспериментального класса в начале исследования должна быть не выше, чем контрольных классов.

Таблица 1

Этап	Цель	Результат	Метод
Констатирующий	Выявление состояния проблемы в практике	Обоснование актуальности темы исследования	Анкетирование, интервьюирование, наблюдение, хронометраж, тестирование
Поисковый	Разработка методики и проверка эффективности ее фрагментов	Методика обучения (конкретному виду деятельности, конкретной теме и т. п.)	Наблюдение, анкетирование, хронометраж, экспертная оценка, тестирование

Этап	Цель	Результат	Метод
Обучающий	Проверка гипотезы исследования	Скорректированная методика	Анкетирование, тестирование, экспертная оценка
Контрольный	Подтверждение результатов обучающего эксперимента	Скорректированная методика, рекомендации по внедрению	Тестирование

Сравнение экспериментальной и традиционной методик обучения проводится по определенным критериям, которые зависят от проверяемого у обучаемых свойства и с помощью которых это свойство достаточно четко описывается и выявляется.

В педагогических исследованиях часто выявляется эффективность той или иной вновь разработанной методики обучения. Критериями эффективности служат объем знаний, усвоенных учащимися, системность знаний, их осмысленность, действенность и прочность.

Под *объемом* знаний понимают сумму фактов, правил, понятий, законов, которые должны быть усвоены учащимися. Чтобы оценить объем усвоенных знаний, составляют эталон, представляющий собой совокупность элементов знаний, и считают, сколько элементов знаний усвоил тот или иной ученик. В этом случае коэффициент усвоения является отношением числа элементов знаний, усвоенных учеником, к числу элементов знаний, входящих в эталон.

Показателем *системности* знаний является понимание учащимися внутренней логики материала, умение располагать его в определенной последовательности, соотносить одни факты с другими. Выявить наличие системности знаний позволяют задания по выводу формул, получению следствий, по решению логических задач.

Показателем *осмысленности* знаний является правильность и убедительность суждений, умение ответить на видоизмененные вопросы, применить знания к решению задач. Установить уровень осмысленности знаний можно, включив в проверочные работы соответствующие задачи.

О *действенности* знаний позволяет судить умение учащихся переносить знания и виды деятельности на другие области, применять их в разнообразной деятельности.

*Прочность* знаний можно оценить по объему знаний спустя несколько месяцев после изучения того или иного вопроса.

При проведении педагогического эксперимента выполняются определенные измерения.

Под *измерением* понимают соотнесение свойств объектов или явлений с числами, осуществляемое по определенным правилам.



Таблица 2

Вид измерения	Тип шкалы	Мера центральной тенденции	Степень отклонения	Область и границы применения
Регистрирующее	Номинальная	<i>Мода</i> – значение члена совокупности, появляющееся с наибольшей частотой. Mo – признак, встречающийся в совокупности чаще других	$\sigma = \sqrt{npq}$ , где $n$ – число измерений, $p$ – относительная частота появления признака, $q = 1 - p$	Измерение не связано с понятием величины, используется с целью отличить один объект от другого. Числа используются как метки. Необходимо знать точное определение исследуемого признака, показатели, по которым определяется его наличие
Упорядочивающее	Ординальная	<i>Медиана</i> – значение члена совокупности, находящегося точно в середине ряда. Если четное число членов: $Me = \frac{Me_1 + Me_2}{2}$ , где $Me_1$ – медиана первой половины ряда, $Me_2$ – медиана второй половины ряда	<i>Семиквартильный интервал</i> $Q = \frac{Me_1 - Me_2}{2}$	Объекты располагаются в порядке возрастания или убывания исследуемого признака. Упорядочивает расположение объектов, каждому приписывается ранг. Числа используются как знаки порядка. Нельзя говорить ни на сколько, ни во сколько больше или меньше. Необходимо знать то же, что и в регистрирующем измерении. Критерий признака должен позволять не только выявлять наличие, но и отмечать изменение величины признака
Относительное	Интервальная	<i>Среднее арифметическое</i> заменяет отдельные члены совокупности, сохраняя их свойства: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ , где $x_i$ – значение члена совокупности	<i>Среднее квадратичное отклонение</i> $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2$	Определенный интервал измеряемого признака принимается за единицу. Величина признака выражается числом, показывающим, сколько раз единица меры укладывается в данной величине изучаемого признака. Можно использовать, если выполняется упорядочивающее измерение и есть эталон, принятый за единицу
Пропорциональное	Отношений (рациональная)	<i>Среднее геометрическое</i> $x = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n}$ , $x_1, x_2, \dots, x_n$ – значения членов совокупности	<i>Коэффициент изменчивости</i> $V_c = \sigma / \bar{x} \cdot 100\%$ , $\sigma$ – среднее квадратичное отклонение, $\bar{x}$ – среднее арифметическое	Позволяет оценивать, во сколько раз измеряемый объект больше или меньше другого, принятого за эталон. Применяется, если возможны первые три и определены предельные значения исследуемых величин

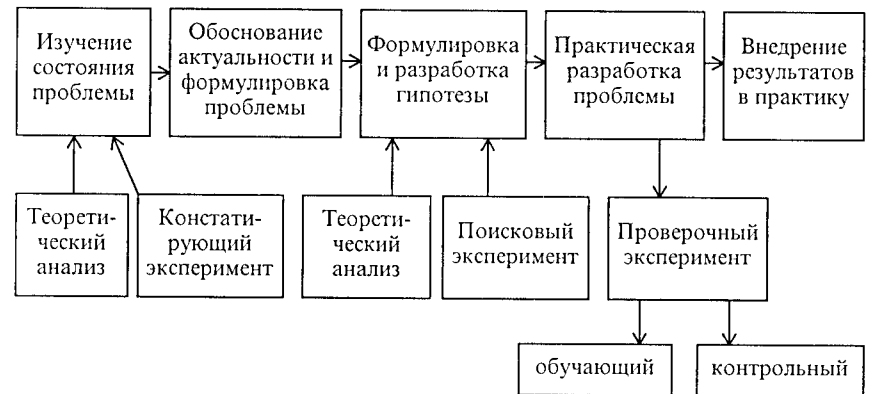
В результате измерений получают систему величин или чисел, представляющую собой некоторую *совокупность*. При измерениях в педагогическом эксперименте выбирают определенное правило приписывания числовых значений тем или иным сторонам педагогических явлений. Каждое правило создает определенную шкалу измерений. Существуют четыре вида измерений и соответственно четыре шкалы (табл. 2).

При характеристике совокупности используют две группы показателей. Первая группа характеризует совокупность в целом, типичное для нее, ее центральную тенденцию; вторая группа характеризует свойства членов совокупности, степень отклонения ее членов от центральной тенденции. Каждой шкале присущи свои показатели центральной тенденции и степени отклонения от нее членов совокупности. Эта же таблица содержит формулы, по которым вычисляются соответствующие показатели, и описание границ и области применения той или иной шкалы.

Педагогическое исследование включает в себя несколько этапов. Его логика принципиально не отличается от логики любого другого исследования. Начинается педагогическое исследование с изучения состояния проблемы исследования в теории и практике. При этом осуществляется анализ научной и учебной литературы, проводится констатирующий эксперимент. Итогом этого этапа является выявление сложившегося противоречия и тем самым обоснование актуальности исследования и формулировка проблемы (схема 3).

На следующем этапе анализ литературы и поисковый эксперимент приводят к формулировке гипотезы, которая в дальнейшем получает теоретическую разработку и проверяется в обучающем эксперименте. Таким образом, при проведении педагогического исследования теоретический и экспериментальный методы используются совместно на всех этапах.

Схема 3





### 3. Документы, регламентирующие учебный процесс в средних общеобразовательных учреждениях

Учебно-воспитательный процесс в средних общеобразовательных учреждениях регламентируется Законом Российской Федерации «Об образовании», Государственными образовательными стандартами и базисным учебным планом.

В Законе «Об образовании» отражена идея демократизации системы образования в Российской Федерации и сформулированы *принципы государственной политики в области образования*. К ним относятся:

гуманистический характер образования,  
приоритет общечеловеческих ценностей,  
свобода развития личности,  
адаптивность системы образования к уровням и особенностям развития и подготовки учащихся.

Свою реализацию приведенные выше принципы получают, во-первых, на уровне образовательного учреждения в целом, что проявляется в возможности выбора им своего статуса, во-вторых, на уровне конкретного учебного процесса, что проявляется в предоставлении учителю права выбора учебной программы и учебника, и, в-третьих, на уровне ученика, который может выбрать собственную «траекторию» обучения.

Идея демократизации системы образования получает свое отражение в принципах *гуманизации, гуманитаризации и дифференциации* процесса обучения.

*Гуманизация* обучения предполагает усиление внимания к личности ребенка, который становится центральным субъектом всего учебно-воспитательного процесса.

*Гуманитаризация* обучения предполагает усиление внимания к гуманитарным аспектам наук, которые изучаются в соответствующих им учебных предметах (мировоззренческим, методологическим, историко-биографическим, экологическим).

*Дифференциация* предполагает такую организацию процесса обучения, которая учитывает индивидуальные особенности учащихся, их способности и интересы.

В настоящее время общее среднее образование можно получить в образовательных учреждениях разных типов: в школе, в гимназии, в лицее, в колледже, в частной школе.

*Гимназия* – среднее общеобразовательное учреждение, работающее в составе V–XI классов (I–IV классы – прогимназия), ориентированное на обучение, воспитание и развитие учащихся, склонных к умственному труду, и призванное дать своим выпускникам универсальное образование.

*Лицей* – профессионально ориентированное общеобразовательное учреждение, работающее в составе VIII–XI или X–XI классов. Лицей, как правило, создается при высших учебных заведениях технического профиля. Их

задача – дать учащимся общее образование и помочь им реализовать свои склонности и способности в выбранной ими сфере профессиональной деятельности. Технические лицей часто создаются на базе бывших средних профессионально-технических училищ.

*Колледж* – профессионально ориентированное образовательное учреждение, которое наряду с общеобразовательной подготовкой осуществляет профессиональную подготовку, традиционно дававшуюся в средних технических учебных заведениях. Существуют педагогические, медицинские, технические и другие колледжи. Работают в составе X–XI классов, плюс 3 года дополнительного обучения. Возможно обучение в колледже в течение трех лет на базе общеобразовательной подготовки.

*Частные школы* создаются по инициативе общественных, религиозных организаций, различных ассоциаций и фондов, предприятий и частных лиц. Частная школа обязана иметь свой устав и лицензию на право осуществления образовательной деятельности, выданную соответствующим департаментом образования. В течение трех лет после получения лицензии выпускники частной школы проходят аттестацию в государственных образовательных учреждениях. Через три года при условии соответствия подготовки учащихся государственным требованиям школа получает аккредитацию и право выдачи свидетельств об образовании.

Законом «Об образовании» утверждается следующая структура школы: I–IV (III) – начальная школа, V–IX – основная школа, X–XI – общеобразовательная (полная) средняя школа. В рамках этой структуры обязательным является девятилетнее образование, а старшая школа становится профильной.

Возможность получения образования в учебных заведениях разного типа, в том числе в таких, которым дано право определять собственную образовательную стратегию и использовать различные учебные программы и пособия, требует разработки образовательных стандартов, которые задавали бы требования к общеобразовательной подготовке учащихся. Необходимость разработки Государственных образовательных стандартов и внедрения их в практику работы также зафиксирована в Законе «Об образовании».

Вторым документом, регламентирующим работу средних общеобразовательных учреждений, является *базисный учебный план*, который определяет максимальный объем учебной нагрузки учащихся, распределяет учебное время, отводимое на освоение федерального и национально-регионального компонентов государственного образовательного стандарта.

Базисный учебный план включает не предметы, а образовательные области и состоит из двух частей: инвариантной и вариативной.

В *инвариантной части* полностью реализуется федеральный компонент государственного образовательного стандарта, который обеспечивает единство образовательного пространства Российской Федерации и гарантирует овладение выпускниками общеобразовательных учреждений необходимым минимумом знаний, умений и навыков, обеспечивающим продолжение образования.

Таблица 3

Классы		I	II	III	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Образовательные области	Образовательные компоненты	Число часов в неделю													
		Филология	Русский язык как государственный. Языки и литература	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		6	5	5	6	6	5	5	8	7	7	5	5	4	4
Математика	Математика, информатика	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4
Обществознание	История, обществознание, география								2	4	4	5	6	6	6
	Окружающий мир	-	1	1	1	1	2	2							
Естественнознание	Биология, физика, химия								2	2	4	6	6	6	6
Искусство	Музыкальное и изобразительное искусство	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-
Физическая культура	Физическая культура, ОБЖ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Технология	Технология, трудовое обучение, черчение	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
Обязательные занятия по выбору, факультативные, индивидуальные и групповые занятия (6-дневная учебная неделя)		5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	12	12
Максимальный объем учебной нагрузки учащегося при 6-дневной учебной неделе		25	25	25	22	25	25	25	31	32	34	35	35	36	36

Вариативная часть обеспечивает реализацию регионального и школьного компонентов.

Инвариантная часть базисного учебного плана представлена следующими образовательными областями: «Филология», «Математика», «Естественнознание», «Обществознание», «Искусство», «Физическая культура», «Технология». Эта часть определяет минимальное число часов на изучение образовательных областей, распределенное по классам. В каждой образовательной области инвариантной части учебного плана, кроме образовательной области «Математика» и предметов физики и химии, может быть выделено 10–15% времени на региональный компонент содержания образования.

Часы вариативной части используются на изучение предметов, обозначенных в образовательных областях базисного учебного плана (в том числе для углубленного изучения), на изучение курсов по выбору, факультативов, проведение индивидуальных и групповых занятий.

Образовательную область «Естественнознание» составляют физика, химия, биология, экология, естественнознание как интегрированный курс. В ней не выделена астрономия, поскольку она, как правило, интегрируется с физикой, хотя может преподаваться и как самостоятельный предмет.

В соответствии с дополнениями к базисному учебному плану на изучение физики отводится не менее двух часов в неделю с VII по XI классы.

В таблице 3 приведен базисный учебный план, утвержденный приказом Министерства образования № 322 от 09.02.98.

В настоящее время разрабатывается проект перехода российской школы на двенадцатилетнее среднее образование (I–IV классы – начальная школа, V–X классы – основная школа, XI–XII классы – полная средняя школа) при обязательном десятилетнем образовании.

В рамках этого проекта сформирован базисный учебный план для общеобразовательных учреждений 12-летней школы. Этот план для основной 10-летней школы и для старших классов приведен в таблице 4.

Третьим документом, регламентирующим учебный процесс, являются Государственные образовательные стандарты, которые определяют требования к уровню обязательной подготовки учащихся.

Разработанный в настоящее время проект стандарта физического образования включает следующие взаимосвязанные элементы, представленные по ступеням обучения:

– ядро содержания и уровень его предъявления – основные физические теории, включающие научные факты, понятия, теоретические модели, законы, составляющие тот минимальный объем информации, который должен содержаться в любом варианте



Таблица 4

Классы	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Учебные курсы</b>	<b>Число часов в неделю</b>							
Русский язык (как государственный)	3	3	3	3	3	3	2	2
Литература	3	3	3	2	2	2	2	2
Иностранный язык	3	3	3	3	3	3	2	2
Родной (национальный) язык	Время выделяется за счет школьного компонента							
Математика	4	4	4	4	4	4	2	3
История	2	2	2	2	2	2	2	2
Обществоведение	–	–	–	–	2	2	2	2
География	2	2	2	2	2	2	–	–
География и экология	–	–	–	–	–	–	2	–
Биология	2	2	2	2	2	2	2	2
Физика	–	–	2	2	2	2	2	2
Химия	–	–	2	2	2	2	2	2
Искусство	2	2	1	1	–	–	–	–
Физическая культура	2	2	2	2	2	2	2	2
Технология	2	2	2	3	3	2	2	2
Информатика	–	2	–	–	–	2	–	–
Итого	25	27	28	28	29	30	25	25
Школьный компонент	6	5	6	7	6	6	11	11
Максимальная учебная нагрузка	31	32	34	35	35	36	36	36

школьных программ, учебников и учебных пособий и который должен быть изложен и разъяснен учителями на уроках;

– требования к уровню подготовки учащихся – минимальный объем учебного материала, который должен быть усвоен учащимися на данной ступени обучения (уровень обязательной подготовки по содержанию меньше уровня предъявляемого учебного материала учителем и учебником);

– систему измерителей (заданий) и правил их использования, позволяющих осуществить контроль достижения школьниками требуемого уровня подготовки.

Ядро содержания, требования к уровню подготовки и измерители группируются в соответствии с пятью содержательно-методическими линиями: физика и методы научного познания, движение и силы, вещество, поле, энергия.

Рассмотрим в качестве примера один из фрагментов государственного стандарта физического образования в основной школе.

*Ядро содержания и уровень его предъявления*

Обучение в основной школе обеспечивает учащимся возможность:

– изучить следующие физические понятия и величины: относительность механического движения, тяготение, скорость, масса, ускорение, импульс, сила, сила тяжести, работа, мощность, давление, период, амплитуда и частота колебаний.

*Требования к уровню подготовки учащихся*

Учащиеся, оканчивающие основную школу, должны:

– приводить конкретные примеры, показывающие, что скорость движения одного и того же тела, а также его траектория могут быть разными относительно разных систем отсчета;

– измерять массу тела, силу тяжести, упругости, трения скольжения;

– определять по графику зависимости скорости движения от времени скорость тела в любой момент времени;

– приводить примеры изменения скорости тела под действием силы и др.

*Образцы измерителей уровня подготовки школьников*

Требование: измерять массу тела.

Задание: измерьте массу деревянного бруска. Результат запишите с учетом погрешности измерения.

Помимо проекта стандарта физического образования разработан так называемый обязательный минимум содержания образования, который служит основой для создания вариативных программ и учебников, важным ориентиром для родителей и учащихся, при этом обязательный минимум, составляющий ядро образования, не позволяет снять или сократить отдельные важные образовательные дисциплины и перенести их в сферу дополнительных услуг.

В настоящее время утверждены «Обязательный минимум содержания начального общего образования» (Приказ Министра общего и профессионального образования № 1235 от 19.05.98), «Временные требования к обязательному минимуму содержания основного общего образования» (приказ Министра общего и профессионального образования № 1236 от 19.05.98), «Обязательный минимум содержания среднего (полного) общего образования» (приказ Министра образования № 56 от 30.06.99).

Требования к знаниям учащихся представлены по образовательным областям, а внутри них – по образовательным компонентам. Характер представления «требований» отличается от того, что включает в себя образовательный стандарт. Требования приведены в виде перечня явлений, понятий и законов, которые должны быть изучены учащимися.

Ниже в качестве примера приведен фрагмент требований.

*Атомная и ядерная физика*

Радиоактивность. Альфа-, бета-, гамма-излучения. Методы наблюдения и регистрации частиц в ядерной физике.

Опыты по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома.  
Атомное ядро. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд ядра. Массовое число ядра.

Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Сохранение заряда и массового числа при ядерных реакциях.

Энергия связи частиц в ядре. Выделение энергии при делении и синтезе ядер. Использование ядерной энергии. Дозиметрия.

Помимо Федерального стандарта существуют региональные стандарты; уровень требований, которые они предъявляют к подготовке учащихся, не может быть ниже предусмотренного Федеральным стандартом. Например, существует проект Московского образовательного стандарта, региональный компонент которого разработан применительно к потребностям и условиям Москвы и который сочетает в себе федеральный и собственно московский компоненты. Основным элементом Московского образовательного стандарта является «обязательный минимум содержания образования», представляющий собой перечень элементов содержания образования, принадлежащих образовательным и предметным областям. Элементы знаний внутри предметной области структурированы в соответствии с логикой базовой отрасли знания. Так, элементы знаний внутри предметной области «физика» структурированы в логике фундаментальных физических теорий.

Образовательные стандарты не являются программой по предмету. Они так же, как базисный учебный план, применяются не для непосредственного обучения по ним, а для составления учебных программ, число которых может быть достаточно велико.

#### 4. Этапы развития методики обучения физике в России

Обучение физике в различных учебных заведениях России ведется уже примерно 300–350 лет. Первыми, кто выдвигал методические идеи, строил систему обучения физике, создавал учебники и пособия по физике, были такие крупнейшие ученые, как М. В. Ломоносов и Э. Х. Ленц. Очень важно и даже знаменательно, что эту традицию продолжали и в последующем крупнейшие российские физики. Можно назвать имена академиков С. И. Вавилова, А. Ф. Иоффе, П. Л. Капицы, Г. С. Лансберга, И. К. Кикоина и др.

Зарождением методики обучения физике можно считать выход в свет книги Ф. Н. Шведова «Методика физики» (1894 г.). Это был обобщающий труд, в котором обстоятельно и подробно разбирались основные вопросы методики обучения физике: содержание курса физики того времени, методы его преподавания, а также некоторые другие важные вопросы. Таким образом, 1894 год, конец XIX в., является началом создания новой педагогической науки – «Методика обучения физике».

Этому, конечно, предшествовало накопление физического и методического материала, формирование первоначальных идей и методов этой новой науки. Так, М. В. Ломоносов еще в 1746 г. написал «Вольфианскую экспериментальную физику», далее действовали учебники М. Е. Головина (1756–1790 гг.), являвшегося учеником Л. Эйлера, в 1793 г. появился учебник П. Гиляровского, в 1797 г. – М. М. Сперанского, в 1808 г. – И. В. Двигубского. Крупным вкладом в методику преподавания физики явилось «Руководство к физике для гимназий» (1839 г.), написанное Э. Х. Ленцем. Двадцать семь изданий выдержал учебник физики К. Д. Краевича (1833–1892 гг.).

Необходимо также назвать учебники и различные методические руководства И. И. Паульсона (1871 г.), Ф. Ф. Эвальда (1872 г.), К. Д. Дубровского (1881 г.), Я. И. Ковальского (1885 г.), А. Ф. Малинина и К. П. Буренина (1866 г.), Н. А. Любимова (1876 г.) и др.

Ограничимся перечислением лишь этих учебников и пособий, так как история развития методики обучения физике не является предметом нашего исследования, нас интересуют основные идеи, мысли, предложения, которые важны и в настоящее время. Другими словами, мы, придерживаясь принципа преемственности, будем обращать основное внимание на то, что важно, необходимо, что не имеет ограниченного срока действия, что надо сохранять и развивать, а не отмечать.

В истории развития методики обучения физике имеет смысл выделить три основных этапа (периода):

- дореволюционный этап (до октября 1917 г.);
- советский этап (длительный 70 лет, с 1917 до 1991 г.);
- перестроечный период (с 1991 г. по настоящее время).

Физику как учебный предмет нельзя «вырвать» из всей системы школьного образования, а о том, как развивалась школа в России во все эти этапы (периоды), вам уже известно из курса педагогики. Поэтому основное внимание сконцентрируем на проблемах методики обучения физике.

**Дореволюционный этап.** Начнем описание со времени выхода книги Ф. Н. Шведова. В этот период накапливался материал, создавались элементы системы обучения физике в средней школе. Отметим очень важные для становления методики обучения физике книги: И. И. Косоногова «Концентрический учебник физики» (1908 г.), А. В. Цингера «Начальная физика» (1910 г.), Ф. Н. Индрисона «Курс физики» (1911–1912 гг.), А. И. Бачинского «Физика для средних учебных заведений» (1915–1918 гг.) и В. В. Лермантова «Методика физики и содержание приборов в исправности» (1907 г.)

В этих учебниках в определенной мере нашли отражение достижения отечественной методики обучения физике, соответствующие данному периоду времени. Это относится к расположению учебного материала, выражению основных методических идей того времени.



Настоящим завершением дореволюционного этапа явилась работа Н. В. Кашина «Методика физики» (1916 г.). Это – обстоятельное руководство по методике обучения физике, включившее все передовое, что возникло к концу этого периода (например, демонстрационный эксперимент, лабораторные работы, оборудование физических кабинетов в средних школах и др.). Эта книга – весьма серьезное пособие, многие содержащиеся в ней рекомендации полезны и сейчас.

В этот период проводились различные съезды и конференции, на которых прогрессивные учителя физики и методисты-физики поднимали весьма важные вопросы (структура курса физики, новые методы преподавания, физические демонстрации и лабораторные работы и др.).

Однако к тому времени еще не была создана единая система обучения физике, отвечающая передовым педагогическим и методическим идеям. Многие проблемы только ставились, но не были решены.

**Советский этап в развитии методики обучения физике.** Этот весьма большой период следует разделить на две основные части: 1917–1931 гг. и 1931–1991 гг. В первую часть периода (1917–1931 гг.) методисты по физике увлекались различными «комплексами» и проблемами «физикотехники».

Происходил процесс перехода от средней школы царского периода к советской школе. Это был период поиска пути, и он сопровождался многими интересными предложениями и проектами. Некоторые из них были ошибочными, но это время не прошло без пользы для средней школы России.

Вторая часть периода (1931–1991 гг.) – время создания единой, единообразной школы в России, когда все учащиеся учились по одним и тем же программам курса физики и по одним учебникам, которые назывались стабильными. Процесс обучения был ориентирован на абстрактного среднего ученика; учета способностей, склонностей и интересов учащихся фактически не было.

Но этот период был весьма плодотворным в плане возникновения новых педагогических идей. В определенной степени это связано с тем, что методика обучения физике перестала быть наукой одиночек-учителей и ученых, а стала разрабатываться коллективами ученых (возникли кафедры методик в педвузах, НИИ, Академия педагогических наук, различные методические лаборатории).

Перечислим основные результаты работ в области методики обучения физике в рассматриваемый период:

1. Написаны первые учебники методики преподавания физики для студентов в Москве И. И. Соколовым и в Санкт-Петербурге (Ленинграде) П. А. Знаменским.

2. Сложилась система физического образования; курс физики менялся, но в итоге он был разбит на две ступени: VI–VII классы – I ступень, VIII–X классы – II ступень.

3. Первые стабильные учебники по физике были созданы И. И. Соколовым и А. В. Перышкиным. Первый учебник (И. И. Соколова) выдержал 14 изданий – до 1953 г., а учебник А. В. Перышкина существовал до 1973 г. И сейчас часть школьников VII и VIII классов учатся по учебнику А. В. Перышкина и Н. А. Родиной.

4. Появились новые учебники физики для старших классов (И. К. Кикоина, Г. Я. Мякишева и др.).

5. В течение 1934–1941 гг. был создан под руководством Д. Д. Галанина шеститомный труд по школьному физическому эксперименту. Вопросы учебного оборудования, лабораторных работ и физического практикума были достаточно полно и обстоятельно разобраны коллективом методистов под руководством А. А. Покровского.

6. С 1934 г. по настоящее время издается для учителей-физиков и методистов-физиков научно-методический и теоретический журнал «Физика в школе».

7. Определены содержание курса физики в средней школе, необходимый уровень научности его элементов, последовательность разделов курса, использование в нем элементов политехнизма и др.

8. Серьезное развитие получили технические средства обучения и методика их использования при обучении физике.

9. Было разрешено создавать школы и классы с углубленным изучением отдельных предметов, в частности с углубленным изучением физики, введены в практику работы школ факультативные занятия.

10. Разработан учебно-методический комплекс учебного предмета «Физика», состоящий из программы, учебника, задачника, дидактических средств, факультативного курса и т. п.

11. Благодаря работам по программированному обучению в учебный процесс введены элементы электронно-вычислительной техники.

12. Разработаны новые технологии обучения физике на основе современных психолого-педагогических концепций.

Все это создало прочный и научно обоснованный фундамент для дальнейшего совершенствования содержания физического образования в средней школе, обогатило методику обучения физике, сделало ее настоящей наукой (со своим предметом и своими методами исследования), исключило из методики преподавания физики рецептурность. Таким образом, в советский период методика обучения физике получила существенное развитие, несмотря на то что школа оставалась единообразной и в достаточной мере не учитывала способности и склонности учеников.

**Перестроечный этап в развитии методики обучения физике.** За последние годы в жизни и работе средней школы произошли большие изменения.

Во-первых, произошла демократизация средней (и высшей) школы России.

Во-вторых, исчезла единая средняя школа, возникли различные школы: средние общеобразовательные, гимназии, лицеи, школы с углубленным изучением различных предметов. Школа перестала быть единообразной.

В-третьих, что очень важно и принципиально, теперь в школе нет единой программы курса физики (и других курсов) и единого учебника; в распоряжении учителя многообразные программы и учебники. Уровень подготовки школьников определяется стандартом. В частности, утвержденный Министерством образования РФ Федеральный комплект учебников физики включает: для основной школы – 24 учебника, для X и XI классов – 13 учебников, по астрономии – 6 учебников.

В-четвертых, учитель может выбрать программу и учебник, но может работать и по своей авторской программе, если он готов к этому.

В-пятых, обязательной является основная школа (I–IX классы). Старшие классы (X и XI, а скоро будет и XII класс) являются профилированными.

Физика в основной школе изучается в VII–IX классах, причем теперь это не пропедевтический, а завершенный курс физики такого уровня, который соответствует возрасту учащихся.

Основными принципами, положенными в основу изучаемых курсов (конечно, кроме основных дидактических принципов), как мы уже говорили, являются принципы гуманизации, гуманитаризации и дифференциации обучения.

В итоге физика должна предстать перед учеником не только как основа техники, но и как элемент культуры. Дифференциация обучения физике дает возможность учитывать способности, склонности и интересы учащихся.

Ученик перестает быть объектом обучения, а становится субъектом обучения, т.е. обучение становится личностно ориентированным. Учитель должен ориентироваться не на так называемого «среднего ученика», а видеть каждого ученика, рассматривать его как личность.

Изменяется роль учителя в школе. Он перестает быть для учащихся основным источником знаний, а превращается в организатора их познавательной деятельности. Можно говорить о том, что меняется парадигма образования. Настал другой, новый период в жизни школы, возникла и новая парадигма образования.

Приобретает значимость идея интеграции учебных предметов в школе, что может уменьшить их число и ликвидировать многопредметность в учебном плане школы. Например, интегрируются курсы физики и астрономии, в итоге создается вместо двух один курс – «Физика и астрономия».

Завершая общую характеристику перестроечного периода в развитии методики обучения физике, отметим, что и здесь должен соблюдаться принцип преемственности, т.е. все хорошее, про-

грессивное, передовое, когда бы оно ни возникло, должно учитываться и развиваться, тем самым обогащая методическую науку и педагогическую практику.

## 5. Актуальные проблемы теории и методики обучения физике

При определении актуальности той или иной проблемы всегда исходят из существующих противоречий между задачами, стоящими перед обучением, и уровнем и степенью разработанности этой проблемы в теории и в практике обучения, между возможностями, которые открывают те или иные методы, средства и формы обучения, и их внедрением в учебный процесс. Поэтому мы будем выделять такие противоречия и на их основе формулировать актуальные проблемы, которые стоят перед школой вообще и теорией и методикой обучения физике в средней школе в частности.

Как уже отмечалось, средняя школа в современной России строится на основе таких принципов, как демократизация, гуманизация, гуманитаризация, дифференциация обучения учащихся в средней школе.

Отражением этих принципов является создание учебных заведений разного типа, разных учебных программ и разных учебников. Соответственно возникает противоречие между существовавшим до недавнего времени единым уровнем среднего физического образования, единообразием учебных программ и пособий и провозглашенной возможностью выбора учебным заведением и учащимися программ и учебников. Это противоречие обуславливает проблемы определения содержания физического образования в учебных заведениях разного типа, в классах разных профилей (с учетом их специфики и соответствия требованиям стандарта), определения содержания интегрированных курсов и курсов физики для углубленного изучения.

Изменение концепции среднего образования в России, в частности отражение идеи личностно ориентированного образования, приводит к изменению иерархии целей обучения и расстановки приоритетов. Соответственно возникает противоречие между новыми образовательными задачами и сложившимся содержанием и традиционными технологиями обучения. Поэтому возникает проблема определения содержания физического образования и создания технологий обучения физике, соответствующих новой концепции образования и новым образовательным задачам.

В последние годы изменилась структура школьного физического образования. До недавнего времени существовала единая десятилетняя школа и десятилетнее образование было обязательным. При этом физика изучалась пять лет (VI–VII классы – I ступень, VIII–X классы – II ступень) всеми учащимися.



В настоящее время школа стала одиннадцатилетней при обязательном девятилетнем образовании, и физика изучается в VI–IX классах основной школы (обязательный курс) и в X–XI классах старшей школы (необязательный профильный курс). В ближайшее время школа станет двенадцатилетней при обязательном десятилетнем образовании. Это приведет к тому, что курс физики VI–IX классов (а впоследствии VI–X классов) должен стать завершенным, т.е. он будет включать сведения из всех разделов физики. Таким образом, существует противоречие между новой структурой среднего образования, в том числе физического, и содержанием физического образования в основной и старшей школе, сложившимся в рамках старой структуры школьного образования. Отсюда следует задача разработать содержание курса физики основной школы (VII–IX классы, в дальнейшем VII–X классы) и старшей школы (X–XI классы, в дальнейшем XI–XII классы).

Внедрение в практику лично ориентированного обучения, при котором учитель ориентируется не на «среднего» ученика, а на каждого конкретного ученика, являющегося для него личностью с его способностями, чертами, склонностями и интересами, требует разработки новых методов, средств и организационных форм обучения. Налицо противоречие между новыми целями обучения и традиционными технологиями обучения физике, откуда вытекает проблема создания новых технологий обучения физике, позволяющих реализовать идею лично ориентированного образования.

В настоящее время неуклонно идет процесс информатизации общества, всей жизни в России, что приведет в самое ближайшее время к массовой информатизации образования. Пока этот процесс идет довольно медленно, но уже заметно, как растут его темпы. Наши школьники в процессе обучения физике должны использовать ЭВМ не только как средство для вычислений, но и как средство обучения и контроля подготовки. Уже сейчас широко используются в школе моделирующие, контролируемые и обучающие компьютерные программы. Компьютер все шире будет входить в учебный процесс по всем предметам, в том числе и по физике. Создание технологий обучения физике с использованием компьютера – одна из актуальных проблем теории и методики обучения физике.

Отмеченные выше актуальные направления исследований в области теории и методики обучения физике являются достаточно общими и далеко не исчерпывающими.

## Раздел I

### ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

#### Глава 1. ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ КАК СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР

##### 1.1. Способы задания целей обучения

Как указывалось выше, содержание и технологии обучения зависят от целей, поставленных перед школой. Содержание образования определяется как дидактическая модель социального заказа, обращенного к школе. Выделяют три уровня его формирования: уровень общего теоретического представления, который реализуется в виде учебного плана школы; уровень учебного предмета, который реализуется в виде учебной программы по предмету; и уровень учебного материала, зафиксированный в учебных пособиях, задачниках и других дидактических материалах. На каждом уровне содержание образования регламентируется целями, при этом цели обучения на каждом уровне взаимосвязаны: цели обучения физике вытекают из целей общего образования и конкретизируют последние на своем уровне; цели изучения конкретного материала следуют из целей обучения физике и конкретизируют их.

Цели общего образования обусловлены потребностями общества на современном этапе его развития и следуют из социального заказа общества школе. В качестве глобальной цели часто выделяют цель всестороннего и гармонического развития личности. При этом под гармонически развитой личностью понимается человек, обладающий глубокими и прочными знаниями, умениями самостоятельно пополнять их и применять на практике, научным мировоззрением, готовый к труду и общественной деятельности, сознательному выбору профессии.

Цели общего образования не остаются неизменными, их изменение связано с социально-экономическим развитием общества и соответственно с изменением социального заказа. В связи с этим меняются цели обучения физике, их значимость и иерархия.

Так, если до недавнего времени основной целью школьного физического образования считалось формирование у учащихся глубоких и прочных знаний основ физики, то сейчас на первое место выдвигается задача развития учащихся, их воспитания в процессе обучения. Расширяется и состав целей обучения физике: такие цели, как формирование знаний о методах исследования в физике, подготовка учащихся в процессе обучения физике к выбору профессии, развитие творческих способностей учащихся, формирование мотивов учения, поставлены перед физическим образованием лишь в последнее время.

*Существует несколько способов задания целей обучения физике: описательно без использования какой-либо классификации; описательно с применением классификации и через конечные результаты обучения в виде перечня типовых задач или действий, которые должны научиться выполнять учащиеся в результате обучения. Заданные таким образом цели называют операциональными.*

Пример описательного задания целей обучения приведен выше (см с. 29). В таком виде целесообразно задавать цели образования на уровне общего представления. При проектировании содержания образования на уровне учебного предмета (физики) цели следует задавать описательно в соответствии с той или иной классификацией. На уровне учебного материала цели должны формулироваться операционально так же, как и при определении конечных результатов обучения.

Возникает вопрос: какую классификацию целесообразно использовать при определении целей обучения физике? Одной из таких классификаций является принятая в практической дидактике классификация, в соответствии с которой цели делятся на образовательные, воспитательные и развития.

К образовательным целям в этом случае относят формирование знаний основ физики, знаний о методах познания; формирование экспериментальных умений, умений применять знания к решению задач и т.п. К воспитательным – формирование научного мировоззрения, политехническое образование, эстетическое, нравственное воспитание и т.п. К целям развития относятся развитие мышления, самостоятельности и пр. Эта классификация, как впрочем и любая другая, не свободна от недостатков, поскольку, во-первых, она не позволяет учесть все цели, стоящие перед обучением физике, и, во-вторых, сложна для использования учителем в качестве инструментария. В частности, не просто, используя данный подход, определить цели конкретного урока, цели изучения того или иного параграфа учебника.

Другую классификацию целей обучения физике дает достаточно распространенный в дидактике социально-личностный подход к их заданию.

## 1.2. Социально-личностный подход к заданию целей обучения физике

Социально-личностный подход к заданию целей обучения исходит из того, что одной из основных задач образования в настоящее время является задача развития личности ребенка, который является центральным объектом учебно-воспитательного процесса. Социальные цели при этом определяются тем, что общество стремится к формированию у детей таких интеллектуальных, моральных, социальных и профессиональных качеств, которые позволят им служить обществу, и в то же время таких качеств, которые в наибольшей степени соответствуют их способностям, интересам и которые могли бы пригодиться им в жизни. В связи с этим цели обучения любому предмету, в том числе и физике, включают два аспекта – социальный и личностный. Социальный аспект отражает требования общества к образованию, личностный аспект – потребности обучаемого.

Реализация социально-личностного подхода к заданию целей обучения требует анализа структуры личности. Разработанная модель структуры личности включает в себя статическую модель: опыт личности, механизмы психики, типологические свойства личности и динамику личности<sup>1</sup>. Исходя из этого и учитывая, что основная цель общего образования – всестороннее развитие личности, выделяют четыре группы социально-личностных целей общего образования:

- усвоение личностью опыта предшествующих поколений;
- развитие функциональных механизмов психики;
- формирование обобщенных типологических свойств личности;
- развитие положительных индивидуальных свойств личности – способностей, интересов, склонностей.

Выделенные группы целей представляют собой их классификацию и в рамках этих групп могут быть конкретизированы применительно к обучению физике. В таблице 5 приведены цели обучения физике в средних общеобразовательных учреждениях.

Таблица 5

Группа целей	Конкретные цели обучения физике
Усвоение личностью опыта предшествующих поколений	Формирование знаний основ физики: фактов, понятий, законов, теорий, физической картины мира Формирование знаний о методах познания в физике

<sup>1</sup> См.: Леднев В. С. Содержание образования. – М., 1989.



Группа целей	Конкретные цели обучения физике
	Формирование знаний о научных основах техники и об основных направлениях научно-технического прогресса Формирование экспериментальных умений, умений объяснять явления, применять знания к решению задач Формирование научного мировоззрения Формирование представлений о роли физики в жизни общества, о связи развития физики с развитием общества, техники, других наук Подготовка к практической деятельности, к выбору профессии
Развитие функциональных механизмов психики	Развитие восприятия, памяти, речи, воображения Развитие мышления
Формирование обобщенных типологических свойств личности	Формирование самостоятельности Развитие общих способностей Формирование нравственных качеств личности Воспитание эстетического восприятия мира Формирование опеночных умений
Развитие индивидуальных свойств личности	Развитие способностей к физике Развитие интересов к физике Формирование мотивов учения

Цели обучения физике связаны между собой. Так, цель развития мышления учащихся достигается при формировании у них умений применять знания к решению задач, при формировании у них мировоззрения и т. п.

Цели обучения физике учащихся классов разных профилей имеют свою специфику, которая определяется прежде всего будущими профессиональными намерениями учащихся. Например, учащиеся классов физико-математического профиля по окончании школы будут поступать, главным образом, в вузы физико-математического направления и дальнейшую свою деятельность будут связывать с физикой. Поэтому их следует знакомить со специфическими физическими методами познания (размерностей, симметрии и др.), с применением аппарата высшей математики (дифференциального и интегрального исчисления) к решению физических задач; формировать у них исследовательские экспериментальные умения.

Учащиеся классов технического профиля после окончания школы поступают, как правило, в технические вузы. Поэтому в задачи обучения физике этих учащихся входит формирование у них представлений о том, что физика является основой техники и технологии, что знание основ физики необходимо для успешной профессиональной деятельности. Одной из задач является также формирование у учащихся конструкторских умений.

Учащиеся классов биолого-химического профиля свою будущую профессиональную деятельность связывают обычно с работой в области биологии, химии, медицины. Соответственно, при изучении физики у них должны быть созданы представления о том, что физические, химические и биологические явления связаны между собой, что физические методы используются при исследовании химических и биологических процессов, что законы физики лежат в основе биологических и химических явлений, у них должны быть сформированы исследовательские экспериментальные умения.

Учащиеся классов гуманитарного профиля, как правило, в дальнейшем физику изучать не будут; их профессиональная деятельность с физикой не будет связана. Поэтому в задачи обучения физике этих учащихся входит формирование у них знаний и умений на уровне, соответствующем базовому, отраженному в требованиях к минимальному содержанию образования, однако основными задачами следует считать формирование у этих учащихся представлений о том, что физика является элементом общечеловеческой культуры, представлений о связи развития физики с развитием общества, техники и других наук, раскрытие гуманитарного потенциала физической науки.

Специфика целей обучения физике учащихся классов разных профилей проявляется и в том, что указанные в таблице 5 общие цели приобретают разную значимость. Так, для учащихся классов технического профиля цель формирования знаний о научных основах техники является более значимой, чем для учащихся классов биолого-химического профиля. Такая задача, как формирование экспериментальных умений, для учащихся гуманитарных классов ставится и решается иначе, чем для учащихся физико-математических или технических классов, поскольку другим является и состав умений.

Заданные подобным образом цели обучения носят описательный характер и являются достаточно общими, они не позволяют ответить, например, на вопрос, какие конкретные знания должны быть сформированы у учащихся и на каком уровне. В частности, если ставится цель сформировать у учащихся понятие импульса тела, то возникает вопрос, каким должен быть уровень сформированности этого понятия: должны ли учащиеся только знать его определение, либо должны уметь применять его к решению практических тренировочных задач, или к решению комбинированных

задач, или к решению творческих задач. Ответить на этот вопрос можно, если цели задать в виде конечного результата обучения.

Цели обучения в виде его конечных результатов формулируются в некоторых учебных программах; в них выделены понятия, законы и формулы, а также практические применения изученного, которые учащиеся должны знать, и практические умения (решать задачи и пользоваться приборами), которые должны быть у них сформированы. Более детально цели обучения физике, выраженные в виде требований к подготовке учащихся, сформулированы во «Временных требованиях к содержанию основного общего образования по физике» и в «Обязательном минимуме содержания среднего (полного) общего образования».

В этих документах указывается, что именно учащиеся должны распознавать (называть) (например, источники электростатического и магнитного полей, способы их обнаружения и др.), какие примеры они должны приводить (изменения скорости тела под действием силы, деформации тел при взаимодействии и др.), какие величины они должны уметь измерять (температуру, массу, силу и др.), какие модели и процессы они должны уметь описывать (планетарную модель строения атома, изменения и преобразования энергии при анализе свободного падения и др.), что определять (знак заряда, значения величин по таблицам, состав атомного ядра по заданному массовому числу и заряду и др.), какие величины вычислять (равнодействующую силу, импульс тела и др.), что объяснять, как представлять результаты измерений и т. д.

Стремление задать цели обучения в виде конечных результатов привели к разработке их различных таксономий, представляющих перечень целей и их определенную иерархию.

### 1.3. Таксономии целей обучения физике

В дидактике наибольшую известность и распространение получила таксономия целей обучения американского ученого Б.С.Блума и его коллег. В познавательной области Блум выделяет шесть категорий целей: знание (информация), понимание (трансформация, интерпретация, экстраполяция), применение общих принципов в новых ситуациях, анализ (умение осуществлять деление целого на элементы и части, вскрывая их связи и отношения), синтез (умение объединять отдельные элементы в целое, обладающее новым качеством, получение новой структуры) и оценка (умение рассмотреть истинность идей, работ, условий и т.п. на основе имеющихся или созданных критериев).

Понятно, что эта таксономия, как и любая классификация, не свободна от недостатков. В частности, в ней отсутствует такая категория, как решение проблем, или виды осуществления твор-

ческой, исследовательской деятельности. Такие операции, как анализ и синтез, располагаются в соответствии с данной таксономией после понимания, в то время как понимание без анализа и синтеза невозможно. Поэтому польский дидакт В.Оконь предлагает следующую таксономию: информация; анализ и синтез; понимание; применение; оценка.

Эта таксономия также достаточно противоречива, поскольку анализ и синтез входят в понимание – это те мыслительные операции, которые обеспечивают понимание и свидетельствуют о нем, а применение знаний может осуществляться как на репродуктивном уровне (деятельность по образцу), так и на творческом (самостоятельное решение проблем).

В отечественной дидактике общепризнанной является таксономия целей обучения, предложенная В.П.Беспалько, который выделяет четыре уровня обучения и соответственно четыре уровня усвоения знаний, которые отражают требования к результатам обучения:

I уровень – узнавание объектов, свойств, процессов данной области явлений действительности (знания-знакомства) при повторном восприятии ранее усвоенной информации о них или действий с ними;

II уровень – репродуктивное действие (знания-копии) путем самостоятельного воспроизведения и применения информации о ранее усвоенной ориентировочной основе для выполнения известного действия;

III уровень – продуктивное действие – деятельность по образцу на некотором множестве объектов (знания-умения); в этом случае испытуемым добывается субъективно новая информация в процессе самостоятельного построения или трансформации известной ориентировочной основы (алгоритма) для выполнения нового действия;

IV уровень – творческое действие, выполняемое на любом множестве объектов путем самостоятельного конструирования ориентировочной основы для деятельности (знания-трансформации); в процессе этой деятельности добывается объективно новая информация.

Эта таксономия получила достаточно широкое применение в отечественной дидактике высшей школы. Ее использование в средней школе возможно с определенными оговорками. В частности, создание объективно нового знания в процессе обучения, в том числе физике, в средней школе вряд ли возможно, за исключением, пожалуй, конструкторской деятельности учащихся.

Большая работа в области таксономии целей обучения физике ведется польскими учеными. Одной из них является таксономия Ш.Карпинчика, учитывающая рассмотренные выше таксономии и специфику учебного предмета «физика». Его таксономия приведена в таблице 6.

Таблица 6

Уровень	Категория	Подкатегория
Знания	Запоминание	Распознавать и называть физические факты, явления, опыты Пользоваться физическим языком, символикой Воспроизводить физические формулы, определения понятий, формулировки законов, сущность теорий
	Понимание	Различать понятия, законы, принципы, положения теорий Выполнять сравнение, классификацию, упорядочивание Объяснять, описывать, интерпретировать Обнаруживать роль физики в общественных изменениях, в технике, в других науках
Умения	Применение знаний в типичных ситуациях	Наблюдать явления, измерять величины Пользоваться изученными примерами для решения похожих задач Применять понятия, законы и теории для решения типовых проблем Пользоваться таблицами, каталогами, графиками, математической символикой
	Применение знаний в проблемных ситуациях	Замечать проблемы и находить способы их решения Интерпретировать данные и формулировать обобщения Применять научные методы физики (индукцию, дедукцию) для решения новых проблем Строить и проверять теоретические модели

Приведенная таксономия позволяет уточнять конкретные цели обучения физике.

В частности, в проекте Государственного образовательного стандарта по физике цели обучения, выраженные через требования к уровню подготовки учащихся (через конечный результат), сформулированы в виде конкретных умений. Ниже в качестве примера приведен фрагмент требований к подготовке учащихся основной школы по содержательной линии «Энергия».

*Учащиеся, окончившие основную школу, должны:*

- называть изменения и преобразования энергии и использовать закон сохранения энергии при анализе: свободного падения тел; движения тела при наличии трения; колебаний пружинного и математического маятников; нагревания проводников электрическим током; плавления и испарения;
- называть преобразования энергии двигателями внутреннего сгорания, электродвигателями, электронагревательными приборами;

- указывать направление теплопередачи, сравнивая температуры тел;
- знать смысл числового значения КПД, знать, что КПД тепловых двигателей не может быть больше или равен 100%;
- приводить примеры экологических последствий работы двигателей внутреннего сгорания; тепловых, атомных и гидроэлектростанций;
- рассчитывать кинетическую энергию тела; потенциальную энергию взаимодействия тела с Землей; энергию, поглощаемую (выделяемую) при нагревании (охлаждении) тел, при плавлении (отвердевании) и кипении (конденсации); энергию, выделяющуюся в проводнике при прохождении по нему электрического тока;
- определять по графикам изменения температуры тела со временем характер тепловых процессов: нагревание и охлаждение, плавление, кипение и др.

Помимо таксономии познавательных целей обучения Блумом и другими методистами предложена таксономия целей в эмоциональной области, в основе которой лежит понимание учащимися эстетических моментов в среде, в искусстве, в науке. Выделяют пять категорий:

- фиксация внимания на элементах, вызывающих эстетические переживания (рецепция), готовность к восприятию, осознание воспринимаемого;
- реакция на них (активность), легкость включения учащегося в деятельность, податливость к ответам на вопросы, успешность ответов;
- убежденность (оценка) – готовность отстаивать свои идеи и точку зрения, умение выбирать ценности и идеи;
- избирательность – умение выделить главное из набора одинаковых фактов, создание набора ценностных ориентаций;
- индивидуальность – интегративная избирательность и убежденность, выбор системы ценностей и взгляда на мир – высший уровень сформированности личности.

Разработаны также таксономии в психомоторной сфере. В соответствии с одной из них выделены следующие уровни развития психомоторных способностей учащихся:

- имитация – непровольное повторение действия в результате наблюдения и подражания;
- манипуляция – действие по инструкции, по плану (модели), зафиксированное в осознанном умении;
- четкость – полное, уверенное выполнение действия, контролируемое сознанием, без инструкции и моделей;
- расчлененность – умение выполнить согласованно серию действий с осознанным контролем;
- завершенность – серия действий, выполняемых автоматизированно с полным усвоением.

Эти таксономии могут быть использованы при конкретизации целей обучения, связанных с формированием видов деятельности и эмоционально-ценностного отношения к деятельности.



## Глава 2. ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

### 2.1. Формирование глубоких и прочных знаний

Одной из основных целей школьного образования, в том числе физического, является передача подрастающему поколению *социального опыта, который включает четыре элемента: знания о природе, обществе, технике, человеке, способах деятельности; опыт осуществления известных способов деятельности, воплощающихся вместе со знаниями в навыках и умениях личности; опыт творческой деятельности; опыт эмоционально-ценностного отношения к действительности, ставшей объектом или средством деятельности* [42]. Из этого следует, что в задачи обучения физике входит формирование у учащихся глубоких и прочных знаний.

В объяснительной записке к программе по физике для общеобразовательной школы эта задача называется среди других и формулируется как необходимость овладения школьниками знаниями об экспериментальных фактах, понятиях, законах, теориях, методах физической науки; о современной научной картине мира; о широких возможностях применения физических законов в технике и технологии. Таким образом, к элементам физических знаний, которые должны быть усвоены, в школе относятся факты, понятия, законы, теории, физическая картина мира, методы физической науки, применения физических законов в технике.

Эти элементы знаний могут быть усвоены на разных уровнях. Возможны, как уже указывалось, разные их классификации.

Наиболее удобной для практических целей является система уровней усвоения, основанная на таксономии Блума и применительно к физике четко представленная Карпинчиком. В соответствии с ней выделяют:

I уровень – запоминание знаний;

II уровень – понимание знаний;

III уровень – применение знаний в знакомой ситуации;

IV уровень – применение знаний в новой ситуации.

Знания III уровня представляют собой умения выполнять деятельность по образцу, знания IV уровня – умения выполнять творческую деятельность. Таким образом, введение понятия уровня усвоения знаний позволяет рассматривать в неразрывной связи собственно знания элементов физических знаний и умения их применять в разных ситуациях: для решения задач, объяснения природных явлений, принципов работы машин, основ технологических процессов.

Рассмотрим, например, формирование у учащихся такого элемента знаний, как второй закон Ньютона.

Усвоение этого закона на I уровне предполагает, что учащийся может узнать формулу второго закона Ньютона среди других,

воспроизвести ее, воспроизвести формулировку закона, описать опыт, с помощью которого можно подтвердить этот закон, назвать границы применимости закона.

Усвоение закона на II уровне предполагает, что учащийся может объяснить его смысл, объяснить отраженные в законе причинно-следственные связи, определить место и значение закона в системе законов Ньютона.

Усвоение закона на III уровне предполагает, что учащиеся могут решать тренировочные задачи на применение формулы второго закона Ньютона по известному алгоритму; экспериментально устанавливать зависимость ускорения тела от его массы и от действующей на него силы, работая по предложенной учителем инструкции; применять закон к объяснению явлений, наблюдаемых в жизни (движение при действии силы тяготения, силы трения и пр.).

Усвоение закона на IV уровне предполагает, что учащийся может решать нестандартные задачи, самостоятельно планировать и осуществлять эксперимент по изучению закона.

Следует отметить, что, во-первых, IV уровень усвоения является индивидуальным, усвоение знаний всеми учащимися на этом уровне невозможно и не требуется и, во-вторых, перевод знаний с I уровня на более высокие осуществляется постепенно. В частности, сразу после объяснения нового материала он усваивается на I уровне, затем приходит понимание, потом формируются умения.

В курсе физики по каждой теме выделены основные, обязательные для усвоения элементы знаний и элементы знаний, являющиеся второстепенными, которые учитель вводит и объясняет, но может спрашивать не у всех учащихся. Именно усвоения основного материала следует добиваться от учащихся, не загружая их память множеством частных фактов.

В объяснительной записке к программе по физике для общеобразовательной школы говорится о том, что к основному для всего курса материалу относятся законы сохранения (энергии, импульса, электрического заряда); для курса физики основной школы – молекулярно-кинетические и электронные представления, понятия массы, плотности, силы, энергии, законы Паскаля и Ома; для механики – идеи относительности движения, основные понятия кинематики, законы Ньютона; для молекулярной физики – основные положения молекулярно-кинетической теории, основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа, первый закон термодинамики; для электродинамики – учение об электромагнитном поле, электронная теория, законы Кулона и Ампера, явление электромагнитной индукции; для квантовой физики – квантовые свойства света, квантовые постулаты Бора, закон взаимосвязи массы и энергии.

В основной материал входят и важнейшие следствия законов и теорий, их практическое применение.

В программе по физике также определен по каждому классу круг основных вопросов, знание которых необходимо учащимся. К ним относятся:

– физические идеи, опытные факты, понятия, законы, которые учащиеся должны уметь применять для объяснения физических процессов, свойств тел, технических устройств и т.д.;

– приборы и устройства, которыми учащиеся должны уметь пользоваться; физические величины, значение которых они должны уметь определять опытным путем, и др.;

– основные типы задач, формулы, которые учащиеся должны уметь применять при решении вычислительных и графических задач; физические процессы, технические устройства, которые могут являться объектом рассмотрения в качественных задачах.

Осознанному и прочному усвоению учащимися знаний способствует применение учителем определенных технологий обучения. Оно достигается благодаря глубокому научно изложению основ физики с применением необходимых средств обучения, в том числе современных компьютерных, активных методов обучения и таких форм организации учебной деятельности учащихся, которые предполагают сочетание их групповой или коллективной работы с индивидуальной самостоятельной поисковой деятельностью с учетом индивидуальных особенностей учащихся.

## 2.2. Политехническое обучение и профессиональная ориентация

**Политехническое обучение учащихся в процессе изучения физики.** Прогресс любого государства, в том числе и России, во многом определяется научной и трудовой подготовкой подрастающего поколения, способного обеспечить развитие науки, промышленности, сельского хозяйства. Все школьники, оканчивающие школу, должны иметь необходимые теоретические и прикладные знания, общие и практические умения, иметь представление об основах современного производства, уметь ориентироваться в окружающем (во многом сегодня технократическом) мире. Иначе говоря, процесс школьного образования должен строиться с учетом реализации *принципа политехнизма* в современных условиях. Важная роль в этом принадлежит школьному курсу физики.

Идея политехнического образования впервые была выдвинута в конце прошлого столетия. Школа, всегда выполняющая социальный заказ общества, должна была в условиях Западной Европы учитывать начавшуюся урбанизацию общества, быстрый рост промышленного производства. Необходимо было готовить подрастающее поколение к участию в производственной деятельности. Научное обоснование идея политехнического образования получила в трудах К.Маркса, называвшего политехническим такое образование, которое «знакомит с основными принципами

всех процессов производства и одновременно дает ребенку или подростку навыки обращения с простейшими орудиями всех производств»<sup>1</sup>.

Большую роль в становлении политехнической школы в нашей стране сыграла Н.К.Крупская. Именно ей принадлежит общепринятое сегодня понимание сути политехнического образования и политехнического принципа. «Политехнизм не является каким-то особым предметом преподавания, он должен пронизывать собой все дисциплины, отражаться на подборе материала и в физике, и в химии, и в природоведении, и в обществоведении. Необходима взаимная увязка этих дисциплин и связь их с практической деятельностью, особенно связь их с обучением труду»<sup>2</sup>. В этом высказывании Н.К.Крупской определены *пути осуществления политехнического обучения: через отдельные учебные предметы и через обучение труду*. В российской школе политехническое образование школьников осуществляется, прежде всего, в двух названных направлениях, а также частично через систему внеклассных и внеурочных занятий по технике и технологии.

Принципиальные положения о политехническом образовании остаются незыблемыми и сегодня. Вместе с тем в силу социальных изменений, происходящих в обществе, изменяются задачи, которые оно ставит перед школьным образованием, а следовательно, меняются и содержание образования (в том числе и политехнического), и методы преподавания политехнического материала.

Огромное влияние на политехническое образование оказывает разветвляющаяся во всем мире научно-техническая революция (НТР), которая заключается в повышении технического уровня производства за счет развития и совершенствования орудий труда, технологических процессов, процессов управления на основе достижений науки, и прежде всего физики. Научно-техническая революция определяет важные изменения в производительных силах. Современные производства все более нуждаются в работниках с широким политехническим кругозором, основы которого закладываются в школе.

К основным задачам политехнического обучения на современном этапе относятся:

- ознакомление учащихся с главными направлениями научно-технического прогресса;
- ознакомление учащихся с физическими основами функционирования ряда технических устройств.

Кроме этих главных задач политехнического обучения можно назвать и ряд других: развитие творческих технических способно-

<sup>1</sup> Маркс К. Инструкция делегатам Всемирного Центрального Совета // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – 2-е изд. – Т. 16. – С. 198.

<sup>2</sup> Крупская Н.К. О политехнизме // Пед. соч. – М., 1959. – Т. 4. – С. 195.

Очевидно, что эти умения, названные политехническими, являются неотъемлемой частью «физических» умений, без которых невозможно обучение физике. Это говорит о том, что связь физического образования и политехнического чрезвычайно глубока.

Прикладной производственно-технический материал традиционно в течение многих лет рассматривался с двух точек зрения: как иллюстрация технических применений физических законов и как объект изучения (например, устройство и принцип действия физических приборов, технических устройств – телефона, радио, трансформатора и т.д.). Однако в условиях НТР нельзя задачи политехнического образования в курсе физики сводить только к ознакомлению школьников с техническими объектами и с применением законов физики в технике. Необходимость формирования политехнического кругозора учащихся (прежде всего в старших классах) предполагает ознакомление их с научными основами наиболее важных направлений научно-технического прогресса. Логика и структура курса физики средней школы, в котором учебный материал группируется вокруг разделов, соответствующих основным формам движения материи (механической, тепловой, электромагнитной и квантово-полевой), определяют и место включения информации о НТП – на обобщающем, завершающем этапе изучения того или иного раздела. Рассказ о механизации как одном из направлений научно-технического прогресса завершает изучение механики; информация о создании материалов с заданными свойствами может быть включена в содержание курса физики средней школы только после изучения молекулярно-кинетической теории и термодинамики, а рассмотрение проблем электрификации – после изучения электродинамики и т.д. Возможно, однако, и определенная пропедевтика информации на вводных занятиях перед изучением физического материала.

В последние десятилетия принципиально изменилось отношение к характеру прикладного политехнического материала. Принцип генерализации учебного материала, заключающийся в обобщении широкого круга физических явлений (фактов, понятий, законов) на основе теорий, определил и содержание, и методику изучения политехнического материала. Исходя из структуры физической теории (*основание, ядро, следствия*) и логики процесса познания (*факты → гипотезы → следствия → эксперимент*) определяется место прикладного материала в курсе физики. Он составляет фактологическую основу или проверку теоретического материала, находится в основании или следствиях физической теории. Например, изучение фотоэффекта как физической теории начинается с рассмотрения фундаментальных опытов Герца – Столетова и заканчивается опытами Лебедева и практическим применением теоретических знаний – изучением фотоэлементов, фотореле, фотографии и пр. Молекулярно-кинетическая теория газов основывается на многочисленных наблюдениях (опытных

фактах), которые позволили постулировать основные положения МКТ, и завершается фундаментальным опытом Штерна. При этом важно объяснить школьникам, что фундаментальные эксперименты приводят не только к созданию новых теорий, но и к возникновению многих важных отраслей техники. Так, опыты Герца – Столетова стали исходными для развития квантовой оптики и основой для зарождения фотоэлектронной техники.

Таким образом, реализация принципа политехнизма предполагает понимание учащимися роли опыта в процессе познания и места прикладного материала в структуре знания.

Выделение основных направлений научно-технического прогресса позволяет провести систематизацию учебного политехнического материала вокруг стержневых идей НТП, что также соответствует методическому принципу генерализации материала. Это означает, что изучение технических объектов должно проводиться на протяжении всей темы (раздела, курса) с тем, чтобы в результате создать у учащихся целостную картину определенной отрасли техники или направления технического прогресса. Кроме того, сопоставление содержания школьного курса физики и направлений научно-технического прогресса позволяет выбрать оптимальное содержание прикладного материала, что способствует разгрузке учащихся за счет изъятия «случайного» материала.

Формирование политехнических знаний и умений учащихся на уроках физики происходит постепенно в течение всего процесса обучения. Поэтому важно, чтобы существовала определенная система, в которой были бы взаимосвязаны разделы курса физики, направления технического прогресса и отдельные вопросы прикладной физики и техники (виды производств, типы машин и материалов, технические объекты и процессы). Подобная система с примерным прикладным материалом, традиционно изучающимся в средней школе, представлена в таблице 7.

Таблица 7

Разделы курса	Направления научно-технического прогресса	Вопросы прикладной физики и техники	
		Избранные технические объекты и процессы	Виды производств, типы машин и материалов
Механика	Механизация производства	Виды передач, коробка передач. Подшипники. Подъемный кран. Транспортёр. Гидромонитор. Гидравлический пресс. Корабль. Шлюз. Ветродвигатель. Часовой маятник	Строительные механизмы и машины. Транспорт. Гидравлические машины. Почвообрабатывающие и уборочные сельскохозяйственные машины. Гидро- и аэроэнергетика



Разделы курса	Направления научно-технического прогресса	Вопросы прикладной физики и техники	
		Избранные технические объекты и процессы	Виды производств, типы машин и материалов
Молекулярная физика. Тепловые явления	Создание новых материалов с заданными свойствами. Теплоэнергетика и теплофикация	Термос. Водяное отопление. Литье металлов. Паровая и газовая турбины, двигатели внутреннего сгорания. Выращивание кристаллов. Прокат металлов	Тепловые машины. Теплоэнергетика и теплофикация городов. Термическая, термомеханическая обработка металлов и материалов, литье. Легирование, цементация. Дисперсные системы. Способы сохранения воды в почве. Теплоаккумуляция в тепличных хозяйствах
Электродинамика	Электроэнергетика, электрификация	Аккумулятор, гальванический элемент. Амперметр, вольтметр, омметр, ваттметр. Резисторы, лампа накаливания, паяльник, электромагнит, электромагнитное реле. Электродвигатель. Конденсаторы. Электронный диод, электронно-лучевая трубка, полупроводниковый диод, фоторезистор. Ламповый генератор, генератор переменного тока, трансформатор. Радиоприемник. Радиолокатор	Производство, передача и использование электроэнергии в промышленности и сельском хозяйстве. Электротехнические материалы. Электролитический, электронскровой способы обработки металлов, дуговая сварка. Вакуумные и полупроводниковые приборы. ЛЭП. Радиотехника и электронно-вычислительная техника. Оптическая техника. Вакуумная и полупроводниковая техника. Спектроскопия
Квантовая физика	Фотоэлектронная, лазерная техника. Ядерная энергетика и технология	Фотоаппарат. Спектроскоп, спектрограф. Рентгеновская трубка. Фотозлемент. Фотореле. Лазер. Пузырьковая камера. Ускоритель элементарных частиц. Ядерный реактор. Токамак	Фотоэлектронная техника. Ядерная энергетика. Метод меченых атомов и источники излучений

Разделы курса	Направления научно-технического прогресса	Вопросы прикладной физики и техники	
		Избранные технические объекты и процессы	Виды производств, типы машин и материалов
Все разделы	Автоматизация	Датчики. Реле. Усилители	Все виды производств. Исполнительные механизмы, замкнутые и разомкнутые автоматы

В практике работы школы сложились следующие формы и методы реализации политехнического обучения в процессе преподавания физики:

объяснение учителем практических приложений физических законов и явлений;

демонстрация принципов действия машин и технических установок;

демонстрация кино-, теле- и видеофильмов с физико-техническим содержанием;

решение задач с технико-производственными данными;

лабораторные и фронтальные практические работы, содержанием которых является изучение технических объектов, приборов и пр.;

проведение экскурсий на производство;

организация самостоятельных наблюдений, конструирования, технических разработок (в классе и дома);

приобщение учащихся к работе в физико-технических кружках;

организация внеклассного чтения популярной научно-технической литературы и выставок такой литературы в школе;

факультативные курсы прикладной физики.

**Профессиональная ориентация учащихся в процессе обучения физике.** Одной из основных задач обучения и воспитания в школе является подготовка подрастающего поколения к активному участию в трудовой деятельности. Поэтому наряду с вооружением учащихся глубокими и прочными знаниями, воспитанием и развитием их общеобразовательная школа должна также осуществлять профориентационную подготовку школьников.

В самом общем определении *профориентация* – это специально организованная работа по подготовке учащихся к выбору профессии и оказание им помощи в этом выборе.

Для выбора будущей профессии школьники должны иметь общее представление о народном хозяйстве нашей страны, об основных перспективах его развития. Выпускники средних школ должны также иметь представление о технике и технологии, применяемой в той или иной области производства, об определенных

специальностях и профессиях, об условиях работы и возможностях, которые предоставляет данная профессия в области рационализации и изобретательства, и целый ряд других специальных сведений. Поэтому профессиональная ориентация школьников должна осуществляться планомерно и целенаправленно на всех уроках и во всех классах, во время учебного процесса и во внеурочное время.

Структура профориентационной работы школы очень разнообразна и во многом дискуссионна. К наиболее существенным компонентам профориентации относятся следующие: 1) *ознакомление учащихся с отраслями народного хозяйства и с основными массовыми профессиями*, 2) *организация целенаправленной деятельности школьников по подготовке к сознательному выбору профессии*, 3) *консультирование учащихся по вопросам выбора профессии и трудоустройства*. Очевидно, что первые две задачи профессиональной ориентации учащихся должны учитываться при обучении школьников основам наук, в том числе и физике; третья же требует специально организованной внеурочной работы.

Ни одна учебная программа по физике ни в одной школе не содержит прямой задачи дать учащимся систематическое представление о конкретных профессиях, и такую задачу ставить нецелесообразно. Однако политехнический характер процесса обучения физике создает определенные возможности для профориентационной информации.

Одним из принципов отбора профориентационного материала является *учет потребности общества в кадрах*. Необходимо привлекать внимание учащихся прежде всего к тем профессиям, в которых хозяйство региона, города или деревни испытывает наибольшую потребность. Например, в районах нефтяной и газовой промышленности в программе работ по профориентации ведущее место будет занимать ознакомление учащихся с профессиями, связанными с разведкой, бурением, добычей, переработкой нефти и газа; в Кузбассе – центре угледобычи – с профессиями горняков, а в городе Иваново, где традиционно развивается текстильное производство, – с массовыми профессиями текстильной промышленности. Очевидно, что в сельских школах профориентационный материал будет касаться прежде всего сельскохозяйственных профессий и профессий, связанных с обслуживанием современной машинной техники. Поэтому *при отборе политехнического материала и конкретных примеров прикладного характера следует учитывать специфику производственного окружения школы*.

Например, рассматривая понятие плотности вещества и иллюстрируя плотность твердых, жидких и газообразных веществ, учитель физики в сельской школе может показать связь плотности тундры с его составом (а следовательно, и с плодородием той или иной почвы), может рассказать о роли плотности в определении состава органических веществ ряда сельскохозяйственных куль-

тур, проведя, например, фронтальный эксперимент по определению содержания крахмала в клубне картофеля и т. д. В школах же, расположенных в районах нефте- и угледобычи, введение этого понятия можно сопроводить интересным рассказом о залежах нефти и газа и о расположении их в недрах земли и пр.

Другим важным принципом отбора профориентационного материала является *учет интересов и намерений самих учащихся*. Правильный выбор профессии – процесс длительный, связанный с развитием интересов, склонностей, формированием профнамерений. Изучение физики открывает большие возможности в формировании интересов учащихся – интересов, прежде всего связанных с физикой и техникой. Особая роль в этом отношении принадлежит развитию способностей школьников к техническому творчеству. Это не только важная педагогическая задача, имеющая социальную значимость, но и необходимое условие развития техники, технологии производства.

При организации профориентационной работы возможно привлечение дополнительного материала, выходящего за рамки определенного учебной программой содержания школьного образования. С этой целью учитель физики должен предварительно познакомиться с производственным окружением школы и тщательно проанализировать типовые программы профессионального обучения по профилирующим в школе профессиям. Основной критерий отбора материала – наличие типичных для современного производства трудовых процессов и профессий, информация о которых была бы органически увязана с материалом школьной программы. Далее учитель физики составляет тематический план, определяет содержание, объем и формы подачи профориентационного материала в соответствии с изучаемым физическим материалом.

### 2.3. Формирование научного мировоззрения

В школьном возрасте интенсивно происходит процесс становления личного мировоззрения учащихся. Человек определяет свое место в мире, и решает он эту задачу по-разному в зависимости от множества причин: характера и содержания внешних воздействий на его личность, а также собственно личностных особенностей восприятия и осмысления окружающего мира. По-видимому, существуют объективные причины того, что каждый человек в большей или меньшей степени склонен к научному, религиозному или мистическому мировоззрению. Социологические исследования показывают, что в действительности в мировоззрении отдельного человека чаще всего присутствуют и сложным образом соединяются элементы и научного, и религиозного, и мистического миропониманий. Причем в ряде случаев сложно установить, есть ли преобладание одного из них.

В процессе обучения и при взаимодействии с миром в целом каждый человек должен сам для себя решить проблему выбора той или иной мировоззренческой концепции, что не исключает возможности в дальнейшем ее изменить. Роль учителя состоит в том, чтобы оказать учащемуся помощь в выборе мировоззренческой концепции. Следует иметь в виду, что непроизвольно, интуитивно учитель проявляет в своей работе личное мировоззрение и при определенных условиях у учащихся может формироваться мировоззрение, во многом сходное с мировоззрением учителя.

Однако возникает вопрос: должен ли учитель сознательно и целенаправленно оказывать специальное воздействие на процесс становления личного мировоззрения учащихся и имеет ли он вообще на это право? Может быть, попытка повлиять на мировоззрение ученика – это ограничение свободы его личности? На поставленные вопросы можно ответить следующим образом. В соответствии с современным пониманием свободы совести учитель, как и любой другой человек, имеет право не только разделять ту или иную мировоззренческую концепцию, но и передавать свое понимание мира и отношение к нему окружающим его людям (разумеется, если его мировоззрение не является опасным для человека или природы).

Более того, если учитель физики проводит работу по формированию мировоззрения учащихся, то, как будет показано далее, это оказывает существенное влияние на процесс собственно овладения учащимися физическими знаниями, и, кроме того, без специального внимания со стороны учителя к формированию мировоззрения учащихся для многих из них может остаться нерешенным вопрос о необходимости изучения курса физики вообще. Так, изначально не ясно, нужно ли изучать физику учащимся гуманитарного класса, училища художественного направления или спортивной школы. Ведь в отличие, например, от учащихся классов биолого-химического или технического профиля, гуманитариям, художникам (в широком смысле слова) и спортсменам не удастся показать непосредственную связь физики с их будущей профессией и таким образом обосновать необходимость ее изучения. Только если учащиеся почувствуют, что изучение физических явлений и законов помогает им в понимании окружающего мира, возникнет мотив ее изучения.

Важными характеристиками мировоззрения, формируемого при обучении основам наук, и в частности физике, выступают научность и гуманистичность мировоззрения. Однако в основе научного мировоззрения как противоположности религиозного и мистического мировоззрений могут лежать разные системы философских взглядов.

Учитель физики может иметь то или иное мировоззрение, но с большей вероятностью в основе его мировоззрения лежит диалектико-материалистический подход к пониманию природы. Это

связано с тем, что диалектико-материалистическая философская концепция как достаточно распространенное философское направление оказывается вполне приемлемым для многих естествоиспытателей. В рамках этой концепции «обсуждаются» такие принципиальные философские категории, как материя и движение, взаимодействие, причина и следствие и др. Физика как фундаментальная наука о природе оперирует этими понятиями, и ее изучение способствует их усвоению. Все это и определяет правомерность рассмотрения диалектико-материалистического подхода к формированию мировоззрения на уроках физики.

*Мировоззрение является важнейшим компонентом структуры личности. Оно включает систему обобщенных взглядов о мире, о месте человека в нем, а также систему взглядов, убеждений, идеалов, принципов, соответствующих определенному миропониманию.* Специфика мировоззрения может быть установлена, если рассмотреть объект и форму отражения мира, которые характерны для мировоззрения как одной из форм личного сознания. Поэтому подчеркнем, что предмет или объект отражения для мировоззрения – это практически весь мир – и материальный, и духовный.

Можно выделить такие аспекты мировоззрения, как естественнонаучный, социальный, гуманитарный и гносеологический, в соответствии с такими аспектами действительности, как природа, общество, человек и процесс познания. Отражение всех этих аспектов действительности происходит в форме обобщенных знаний (знаний, имеющих философский характер) и, как уже упоминалось, в форме взглядов, убеждений и пр., играющих определяющую роль в поведении, в деятельности человека. Именно мировоззренческие установки личности определяют иерархию мотивов личности, помогают сделать выбор в конкретных жизненных ситуациях в соответствии со своими убеждениями.

*Можно считать, что в первом приближении основной вклад изучения курса физики в формирование мировоззрения состоит в создании у учащихся определенных системных философски осмысленных знаний о природе и процессе ее познания человеком, т.е. в формировании фундамента естественнонаучного и частично гносеологического аспектов мировоззрения.* Однако представляется важным и интересным не только влияние изучения физики на становление мировоззрения. Существует и влияние складывающихся философских знаний на формирование знаний собственно физических. Это связано с тем, что в случае, когда какое-нибудь вновь приобретаемое конкретное научное знание включается в систему знаний и осмысливается с обобщенных философских позиций, это знание усваивается личностью более глубоко, осознанно и мотивированно.

Основные направления или компоненты формирования мировоззрения при обучении физике можно выделить в соответствии с тем, что уже было сказано о мировоззрении в целом.



Первым компонентом можно считать формирование фундамента мировоззрения – системы обобщенных, имеющих философское звучание, знаний о природе и ее познании человеком. Если избран диалектико-материалистический подход к формированию мировоззрения учащихся, то в фундамент мировоззрения включаются три группы философских обобщений, касающихся материальности, диалектичности и познаваемости мира.

К первой группе относятся идеи материи и движения, их взаимосвязи, неунничтожимости и несотворимости, пространственно-временного существования; идеи взаимодействия, материального единства мира и пр. Ко второй группе относятся идеи всеобщей связи явлений, существования определенных законов диалектики, которым подчиняется движение материи и пр. В третью группу входят категория истины во всех ее аспектах, закономерности процесса познания и т.п.

Для того чтобы в дальнейшем говорить о конкретной работе учителя физики по формированию мировоззрения учащихся, надо определить, что означают слова «знания, осмысленные с философских позиций». Речь идет о том, что конкретное научное знание может быть неразрывно связано с важнейшими философскими идеями. Например, если ученик знает формулировки первого и второго законов Ньютона, то это физические знания. Если же ученик понимает, что первый закон Ньютона связан с идеей неунничтожимости и несотворимости движения, а второй закон Ньютона отражает причинно-следственные связи явлений, то такие знания уже имеют философское, мировоззренческое содержание.

Если знания «окрашиваются» чувствами, появляется личное отношение к знаниям, то можно назвать это взглядами личности. Если же человек уверен в истинности своих взглядов, стремится и умеет отстаивать свою точку зрения, то можно говорить и об убеждениях по определенным вопросам. Конечно, такое толкование взглядов и убеждений – сложных психологических образований является достаточно упрощенным, однако можно это толкование считать допустимым для решения практической задачи – выявления структуры деятельности учителя физики по формированию мировоззрения учащихся. Итак, *вторым компонентом этой деятельности будем считать формирование взглядов и убеждений, соответствующих диалектико-материалистическому пониманию природы и процесса ее познания.*

Убеждения, которые формируются при изучении физики, должны быть связаны с физическими знаниями, и эта связь может быть столь тесной, что возникает ощущение неразличимости убеждения и знания. Например, если ученик убежден в том, что сила есть причина ускорения, а не скорости, то он справится с задачей типа: «Куда движется тело, изображенное на рисунке (рис. 1)?»

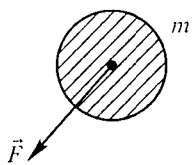


Рис. 1

В условии задачи содержится минимальное, но все же вполне осязаемое «препятствие» для ученика: на вопрос нельзя ответить, не зная начальной скорости.

Помимо обобщенных знаний, взглядов и убеждений, им соответствующих, у учащихся должен быть сформирован определенный стиль мышления. Если поставлена задача формирования диалектико-материалистического миропонимания, то ему соответствует диалектический стиль мышления. Поэтому *в качестве третьего компонента формирования мировоззрения можно выбрать развитие диалектического мышления учащихся.* Такое мышление отличается рядом характерных черт. Ядром диалектического мышления выступает умение мыслить противоречиями. Следовательно, на уроках физики надо стремиться научить учащихся «видеть» единство и борьбу противоположностей в физических явлениях и использовать это «видение» в процессе познания.

## 2.4. Развитие мышления учащихся

Развитие мышления учащихся – одна из центральных задач школьного образования.

Особая значимость проблемы развития мышления связана с изменением целей и задач образования. В последнее время начал осознаваться и формулироваться новый акцент в понимании триединства целей образования: важнейшей целью процесса обучения становится *развитие личности учащегося.* Приобретение же знаний, умений и навыков понимается как средство этого развития. Социальный заказ общества, заключающийся прежде всего в требовании формирования в условиях школы активной, самостоятельной, культурной личности, изменил отношение педагогической общественности как к содержанию образования, так и к системе методов и средств обучения. Такие компоненты содержания образования, как передача творческого опыта, опыта эмоционально-ценностного отношения к миру, роль которых ранее недооценивались, имеют принципиально важное значение для развития личности школьника. Кроме того, для развития личности учащегося необходимо, чтобы сам ученик из объекта учебно-воспитательного процесса превратился в субъект, проявляющий свою самостоятельность и активно взаимодействующий с учителем.

Развитие личности учащегося прежде всего предполагает развитие его мышления.

*Мышление – это высшая ступень человеческого познания, процесса отражения объективной действительности. Возникая на основе ощущения и восприятия, мышление, в отличие от них, дает обобщенное и опосредованное отражение действительности, переходя границы непосредственного чувственного познания и позволяя человеку получать знания о таких свойствах, процессах и отноше-*

ниях, которые не могут быть восприняты его органами чувств. Однако в реальной познавательной деятельности каждого человека мышление и чувственное познание неотделимы, непрерывно переходя одно в другое и обуславливая друг друга. Способность мышления переходить границы непосредственно чувственного познания объясняется тем, что в процессе мыслительной деятельности происходит соотнесение данных практического опыта и уже имеющихся у субъекта знаний.

Вообще говоря, развитие мышления школьников всегда было одной из задач обучения, решая которую учитель пытался на конкретном учебном материале научить школьников сравнивать, анализировать, классифицировать, обобщать и т.д. Все названные умения – это функции формальной логики, поэтому традиционно в школе учителя занимались формированием формально-логического мышления учащихся. В основе этого типа мышления лежит эмпирическое обобщение, фиксирующее внешние признаки, внешние зависимости вещей; сущность же вещи (объекта, явления) может быть раскрыта только при рассмотрении процесса ее развития и взаимодействия с другими вещами. Иначе говоря, сущность явления может вскрыть только диалектическое, т.е. научное, мышление, основанное на теоретическом обобщении.

Поэтому, учитывая специфику содержания физического образования, на материале которого в рамках средней школы в наибольшей степени возможно развитие *научного, теоретического мышления*, будем говорить в дальнейшем о развитии именно научного мышления школьников. Главным атрибутом научного мышления является диалектическая логика, использующая, однако, весь аппарат логики формальной (такие функции, как анализ, синтез, обобщение и т.д.).

История развития науки, и в первую очередь физики, показывает, как развивалось, обогащалось научное мышление; как на смену метафизическому мышлению, господствовавшему долгое время в естествознании, постепенно пришло диалектическое мышление. Революция в физике XX в. подтвердила необходимость применения законов диалектической логики для адекватного отображения реальной действительности.

Не вдаваясь в подробности обсуждения очень близких по сути понятий «научное мышление», «теоретическое мышление» или же «научный стиль мышления», используемых в методической литературе, ограничим себя выделением основных, принципиальных черт, характерных для научного мышления. Это прежде всего:

- понимание возможности одновременного существования диалектически противоположных свойств объекта, явления и умение оперировать диалектическими противоречиями;
- понимание взаимосвязи, взаимообусловленности явлений и умение выявлять и анализировать эти взаимосвязи;

– умение рассматривать объект или явление в развитии, постоянном движении;

– понимание конкретности знания, истинности его в определенных условиях;

– понимание взаимосвязи качественных и количественных изменений;

– умение видеть в развитии научного знания проявление отрицания.

Для научного мышления характерно прежде всего использование диалектической формулы «и то, и другое (противоположное) одновременно», или «ни то, ни другое одновременно». К сожалению, большинство школьников при анализе диалектического противоречия, заключенного в каком-либо фрагменте учебного материала, строят рассуждения прежде всего по альтернативному принципу – «или – или», характерному для формально-логического мышления. Подобное построение зачастую искажает действительность, не отражает сущности реальных процессов и явлений. Так, общеизвестна ситуация, когда вопрос о корпускулярно-волновом дуализме свойств света решается школьниками по альтернативному принципу: в процессе распространения свет представляет собой электромагнитную волну; проявляются волновые свойства (интерференция, дифракция и пр.). При взаимодействии же с веществом свет – это поток частиц; проявляются его корпускулярные свойства (фотоэффект, эффект Комптона и т.д.). Иначе говоря, в зависимости от условий свет в представлении учащихся есть либо волна, либо поток частиц. (Логическая формула «или – или» в действии.) Истинное же понимание того, что свет не есть ни то, ни другое, что это единая объективная реальность, а «свет – волна», «свет – поток корпускул» лишь только модели, удобные для описания свойств света в определенных условиях, как правило, ускользает от внимания учеников.

Как показывает анализ психолого-педагогической и методической литературы, формально-логический стиль мышления школьников преобладает над диалектическим и в равной степени проявляется при изучении всех школьных предметов. Следовательно, необходима специальная работа учителей, и прежде всего учителей физики, направленная на развитие научного мышления школьников.

Диалектическое единство противоположных сторон, характерное для объективной реальности и процесса ее познания, нашло свое отражение и в знании о мире (в физике – науке), и соответственно в школьном учебном материале. Показ учащимся диалектического сочетания противоположных сторон (по характеру, действию и пр.), проявляющегося в тех или иных физических явлениях или процессах, – это один из путей развития научного мышления школьников при изучении физики.

Учебный физический материал, содержащий диалектические противоречия, достаточно разнообразен; примеры подобного рода представлены в курсах физики как основной школы, так и средней школы. Наиболее простыми и понятными для школьников являются примеры одновременного существования таких проявлений физических процессов, как испарение и конденсация, таких свойств, как притяжение и отталкивание, таких характеристик процесса, как движение и покой, и т. д. В ряде же случаев необходимо специальное разъяснение учителя физики, поскольку одновременность существования противоположных сторон для учащихся неочевидна. Так, например, рассматривая вопрос о силах межмолекулярного взаимодействия (в старших классах средней школы), учителю следует акцентировать внимание учащихся на одновременности существования сил притяжения и отталкивания. В противном случае школьники, как показывает опыт, так и остаются с убеждением, что в зависимости от расстояния между молекулами действует либо сила отталкивания, либо сила притяжения. При этом в качестве иллюстрации целесообразно на рисунке, изображающем график зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния, строить не только результирующую сил взаимодействия, но и составляющие силы (отталкивания и притяжения). Это поможет учащимся осознать одновременность существования двух противоположных сил межмолекулярного взаимодействия.

Другой путь формирования понимания школьниками сути диалектических противоречий и умения работать с ними заключается в специальной работе с учащимися, инициирующей возникновение спора в поисках истины, провоцирующей столкновение мнений, в результате чего они приходят к убеждению в возможности одновременного существования противоположных точек зрения. Школьникам можно предлагать задания, содержащие противоположные суждения, например, такое: «Два ученика измерили длину школьной тетради и записали ответы. У одного она оказалась равной 22 см, а у другого – 23 см. Кто же из них прав?»

Обсуждение этого вопроса дает возможность учителю физики, с одной стороны, сформулировать диалектический по форме ответ («и тот, и другой прав»), подвести школьников к пониманию возможности существования не единственного ответа, а с другой – начать разговор о точности физических измерений и погрешности измерений.

Или иной пример, который может быть использован при изучении механической энергии: «Рассмотрим одно и то же тело в двух разных системах отсчета: относительно первой системы отсчета тело покоится, относительно второй – движется. Значит, в первом случае мы можем утверждать, что кинетическая энергия тела равна нулю, а во втором – что тело обладает определенной кинетической энергией. Какое из этих утверждений верно?» Обсу-

див подобный вопрос, можно с большей уверенностью в правильном ответе задавать, например, учащимся вопросы, предполагающие понимание относительности значений потенциальной и кинетической энергий.

Другим важным условием развития научного мышления учащихся является формирование у них представления о взаимосвязи и взаимообусловленности явлений природы. Подобная взаимосвязь проявляется в иллюстрации на уроках физики зависимости явлений и определяющих их физических величин, направленности физического процесса, условий протекания процесса, условий его наблюдения, соотношения характеризующих данный процесс физических параметров, в установлении различных по характеру и степени общности форм связи, в том числе причинно-следственных связей (как динамических, так и статистических), и т. д.

Говоря о взаимосвязи и взаимообусловленности явлений природы, следует иметь в виду, что в процессе обучения физике принципиально важно научить учащихся видеть и понимать не столько внешние проявления взаимосвязи, сколько уметь увидеть и осознать внутреннюю, сущностную взаимообусловленность физических явлений и процессов. Например, взаимосвязь таких явлений, как гром и молния, для учащихся даже младших классов очевидна. Однако природа этого единого по сути и разного в своих проявлениях природного явления может быть раскрыта и понята только путем анализа и сопоставления определяющих явления существенных характеристик. Так, возможность возникновения молнии определяется прежде всего соотношением разности потенциалов между облаками и землей и предельно допустимым значением пробоя диэлектрика (каковым является воздух); соотношение между скоростями света и звука обуславливает отставание грома от молнии и т. д.

Иначе говоря, взаимосвязь и взаимообусловленность физических явлений, характер и направленность их развития определяется в физике прежде всего соотношением физических величин. Физика, как известно, количественная наука, и одно из центральных ее понятий – понятие физической величины, определяющей качественное и количественное своеобразие физического объекта или различных его свойств. Любой физический процесс, любое явление может быть изучено и понято только в том случае, если имеется возможность охарактеризовать его количественно определенными величинами. Следовательно, взаимосвязь явлений, изучаемых физикой, должна быть представлена и в качественном и в количественном своеобразии.

Так, уже на начальных этапах изучения физики рассматривается ряд ситуаций, в которых очень наглядно проявляется зависимость характера физического явления от определяющих его величин. Например, анализируя условия плавания тел, учащиеся убеждаются, что поведение погруженного в жидкость тела зависит от

соотношения двух физических величин: силы тяжести, действующей на данное тело ( $F_T$ ), и архимедовой силы ( $F_A$ ). При этом анализ не ограничивается только случаем  $F_A = F_T$ , т.е. условием плавания тела. Школьники выясняют, как изменится поведение тела, если  $F_A$  станет больше (или меньше)  $F_T$  ( $F_A > F_T$ ;  $F_A < F_T$ ). Столь же просты и очевидны примеры анализа явлений кипения жидкости, испарения, конденсации. В зависимости от соотношения температуры тела с температурой кипения или температурой плавления вещества тело будет находиться в том или ином агрегатном состоянии; при изменении температуры (наблюдаемом в процессе проведения лабораторной или практической работы или при анализе решения конкретной физической задачи) тело определенным образом может изменить свое состояние.

В старших классах средней школы учащиеся знакомятся с большим числом физических величин. К сожалению, в ряде случаев физическая сущность величины остается недопонятой ими. И одна из основных причин подобного явления заключается в непонимании школьниками связи физических величин с определяемыми ими свойствами объектов (явлений), в неумении анализировать подобные связи, выявлять зависимость поведения физического объекта или изменения его свойств от значений физических величин, характеризующих данный объект (явление).

Особенно очевиден метафизический характер приобретаемых знаний и, следовательно, формируемого у учащихся стиля мышления при изучении механики (в старших классах). Алгоритмизация решения физических задач, число которых очень велико в этот период, приводит к тому, что при анализе любой физической ситуации (например, при изучении законов Ньютона) учащиеся выявляют силы, действующие на тот или иной физической объект или систему объектов, и устанавливают однозначные связи (т.е. связи на уровне равенства) в соответствии со вторым законом Ньютона. Далее формальные математические манипуляции приводят школьников к искомому, почти всегда единственному ответу. Подробные алгоритмы бесспорно упрощают решение физических задач и на какой-то стадии обучения необходимы школьникам, однако, сводя всю работу учащихся к многократным повторениям в соответствии с установленным шаблоном решения задач, способствуют формированию прежде всего формально-логического мышления. Любой выход за рамки традиционных задач, т.е. предложенных ученикам задач творческого, поискового характера, задач с неполными или избыточными данными, задач, требующих ответа «и то, и другое одновременно», и пр., иначе говоря, требующих элементов диалектического мышления, приводит учащихся, как показывает практика, в тупиковую ситуацию. Следовательно, наряду с решением задач с применением отработанного алгоритмического подхода необходимо более широко использовать задания, вопросы, требующие нетрадицион-

ных решений, помогающие анализировать явления и процессы всесторонне, оценивать явления в динамике, в развитии. Возможности подобного рода в курсе механики (как и в любом другом курсе) достаточно велики. Прежде всего даже в типичных задачах следует иной раз выходить за рамки традиционных решений, анализировать возможный характер поведения объекта при изменении тех или иных физических параметров, анализировать полученные результаты и их реальное соответствие физической ситуации, прогнозировать возможные решения и пр.

Остановимся для примера на одной типичной задаче, традиционно решаемой в курсе механики. В задаче определяется поведение тел (материальных точек) при упругом центральном ударе. По известным значениям масс взаимодействующих тел —  $m_1$  и  $m_2$  и скорости одного из тел  $v$  (второе тело считается неподвижным в избранной системе отсчета) учащиеся определяют значение скоростей этих тел, приобретенных после столкновения, —  $v_1$  и  $v_2$ , используя законы сохранения энергии и импульса:

$$m_1 \vec{v} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2; \quad \frac{m_1 v^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}.$$

Приобретенные скорости (по модулю) соответственно равны:

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v; \quad v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v.$$

Если задачу решать с целью отработки с учащимися знания законов сохранения — как это традиционно и делается в школе, — то можно на этом считать задачу решенной. Однако подобное формальное решение ничего по сути дела не говорит о поведении тел. Только анализ конкретных ситуаций, определяемых заданием соотношений масс взаимодействующих тел, может дать ответ на поставленный вопрос. В самом деле, если массы тел равны ( $m_1 = m_2$ ), то скорость ранее двигавшегося тела станет равной нулю, а покоившееся будет двигаться со скоростью  $v$ . В зависимости от соотношения значений величин  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_1 > m_2$  или  $m_1 < m_2$ ) приобретенные телами скорости будут либо сонаправлены, либо противоположно направлены. В тех же случаях, когда массы тел существенно отличаются друг от друга ( $m_1 \gg m_2$  или  $m_1 \ll m_2$ ), приобретенные после взаимодействия скорости окажутся характерными соответственно для движений, когда: 1) скорость тяжелого тела практически не изменится, а легкого увеличится в 2 раза; 2) произойдет отражение легкого тела от массивного, как от «стенки». Все многообразие приведенных ситуаций зависит от соотношения определяющих процесс значений физических величин —  $m_1$  и  $m_2$  — и получено в результате анализа формул для значений  $v_1$  и  $v_2$ . Подобный анализ целесообразен также и в связи с тем, что



данная задача решается много раз в курсе физики средней школы: бомбардировка стенок сосуда молекулами газа; рассеяние ядер гелия на ядрах атомов золота; лобовое соударение нейтронов с атомами водорода, позволяющее вычислить массу нейтрона, и т. д. Для решения каждой конкретной задачи необходимо установить возможности использования модели упругого центрального удара и далее, в соответствии с соотношением масс взаимодействующих тел, определить их поведение.

Очевидно, что спектр методических возможностей, способствующих формированию представлений учащихся о взаимосвязи и взаимообусловленности явлений природы, отражающих их законов и характеризующих понятий и величин, чрезвычайно широк. Так, идея относительности, зависимости поведения объекта или его свойств от избранной системы отсчета анализируется при изучении вопросов механики и электродинамики. При рассмотрении законов, закономерностей, формул молекулярной физики, таких, как основное уравнение молекулярно-кинетической теории, уравнения газового состояния, формулы связи температуры и средней энергии теплового движения, следует подчеркивать взаимосвязь макро- и микропараметров в единых математических выражениях. Диалектическая взаимосвязь двух различных видов движения – волнового и корпускулярного проявляется в основных характеристиках микрообъектов (фотонов, элементарных частиц). И эту зависимость следует обязательно подчеркивать и анализировать и т. д.

Говоря о развитии научного мышления школьников, следует также помнить, что учитель физики должен сформировать понимание учениками того факта, что физика-наука – это не склад готовых и исчерпывающих истин, а процесс их достижения, движение от незнания к знанию, от знания ограниченного, приближенного ко все более точному, всеобщему. Этот процесс познания и накопления знания бесконечен. Каждое конкретное знание (например, физический закон) истинно в определенных условиях. Понимание относительности физического знания – законов, теорий, необходимость очерчивать границы их применимости, определять степень общности приобщают школьников к культуре мышления, учат видеть многообразие связей в природе, понимать ограниченность любого знания, иначе говоря, способствуют развитию их мышления.

## 2.5. Экологическое образование учащихся в процессе обучения физике

**Экология** (от греческих слов *ойкос* – дом и *логос* – учение) – наука о взаимоотношениях живых организмов и условий среды. Основным понятием экологии является экосистема. Термин «**экосистема**» предложил эколог А. Тенсли в 1935 г., охарактеризо-

вав это понятие следующим образом: *экосистема – это любая совокупность взаимодействующих живых организмов и условий среды*. Экосистемами являются, например, муравейник, участок леса, территория фермы, кабина космического корабля, географический ландшафт или даже весь земной шар.

Возникновение экологических проблем обусловлено социально-экологическими факторами, и решение их должно реализовываться не только техническими средствами, но и путем переориентации ценностных взглядов по отношению к окружающей среде. Фактически речь идет о формировании нового менталитета развития общества, когда общественно-экологическое сознание является основой формирования нового образа жизни, характеризующегося полной гармонией человека и окружающей среды.

Экологическое образование официально принято как одно из приоритетных направлений природоохранной политики. Юридически данная позиция закреплена Конституцией Российской Федерации, Законом Российской Федерации «Об охране окружающей среды», Указом Президента Российской Федерации от 04.02.94 № 236 «О государственной стратегии по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития».

Важнейшим показателем развития уровня цивилизации является специфическое (человеческое) отношение к природе, когда биосфера не просто «среда» физического существования человека, а основа социально-экономического и социально-культурного развития общества.

Экология в последние десятилетия из науки, объектом которой являлись взаимоотношения организмов с условиями среды, трансформировалась в науку, исследующую взаимоотношения человека и человеческого общества с окружающей средой. Это резко изменило роль экологии и ее значение для человечества, поставило перед ней принципиально новые задачи, возложило на нее ответственность за прогрессивное развитие человеческого общества в условиях вполне реальной угрозы глобально-экономического и экологического кризиса.

Экологические проблемы относятся к общепланетным, глобальным проблемам современности. Но решение глобальных проблем может происходить лишь с учетом достижений современной науки. Причем в силу двойственного «социоприродного» характера этих проблем решение их возможно только на основе синтеза знаний и закономерностей в области общественных, естественных и технических наук.

Таким образом, современная экология выступает как научная дисциплина нового типа, т. е. *комплексная дисциплина*. На основе этого условно можно выделить три взаимодополняющие области экологических исследований: социальная экология, глобальная экология и экология человека.

Экологическое образование, сложившееся в настоящий момент времени в нашей стране, – это прежде всего общее и специальное образование, которое соответствует по содержанию и форме каждому этапу непрерывного обучения, начиная с дошкольных учреждений и заканчивая профильными высшими учебными заведениями. Экологическое образование предусматривает также широкую пропаганду через средства массовой информации и деятельность внешкольных учебных заведений научных знаний об охране природной среды и воспитание бережного отношения к ней.

Таким образом, существует как бы «формальное» и «неформальное» экологическое образование.

«Формальное» экологическое образование включает в себя четыре основных уровня:

– первый уровень предусматривает пропаганду знаний в области отношений между человеком и природой в рамках дошкольного образования;

– второй уровень связывается со школьным образованием и учитывает проблемы охраны природы и рационального природопользования (как правило, обсуждается на специальных уроках физики, химии, биологии, географии и т.д.);

– третий уровень – это уровень экологического образования, который достигается в средних специальных учебных заведениях, где на специальных факультетах читаются соответствующие курсы;

– четвертый уровень предполагает природоохранное просвещение всех специалистов, повышающих свою квалификацию.

Для того чтобы понять, какие из экологических проблем могут затрагиваться на уроках физики, необходимо кратко остановиться на терминологии и основных закономерностях данной науки.

К великим экологам прошлого можно отнести К. Линнея, который создал удобную для практического использования классификацию видов растений и животных и смог систематизировать сведения об их условиях жизни.

Ж.Б. Ламарк дал впервые определение биосферы как единства «живого» и «неживого» на нашей планете.

Т. Мальтус математически описал закономерности роста числа организмов одного вида и дал «грустный» прогноз последствий хозяйственной деятельности человека без ограничения численности населения.

Ч. Дарвин, опираясь на идеи Мальтуса, создал учение о естественном отборе, который исключает перенаселение в природе за счет отмирания более слабых особей. Он объяснил отличие естественного отбора в природе, когда преимущество получает самый приспособленный организм, от искусственного отбора, который проводит человек при выведении сортов растений и пород животных.

К основным экологическим «законам» можно отнести положения, сформулированные в начале 70-х годов американским

экологом Б. Коммонером. Эти положения стали называть «законами», хотя больше они похожи на поговорки с экологическим содержанием.

Вот эти законы:

1. *Все связано со всем.* Это закон об экосистемах и биосфере.

2. *Все надо куда-то девать.* Закон о том, что любая деятельность человека на планете неизбежно приводит к образованию производственных отходов, которые необходимо каким-то образом уничтожать.

3. *За все надо платить.* Это всеобщий закон рационального природопользования.

4. *Природа знает лучше.* Это самый важный закон. Не следует забывать, что сам человек является биологическим видом, т.е. он сам является частью природы, а не ее властелином.

В настоящее время структура экологии можно представить в виде двенадцати взаимосвязанных направлений, входящих в состав одной науки, которая называется общей экологией.

1. *Биосферная экология* изучает глобальные изменения на нашей планете в результате деятельности человека.

2. *Лесная экология* изучает способы использования ресурсов лесов.

3. *Экология тундр* изучает влияние на экосистемы добычи нефти и газа.

4. *Экология морей* изучает влияние хозяйственной деятельности человека на морские экосистемы.

5. *Сельскохозяйственная экология* изучает способы получения сельскохозяйственных продуктов без истощения почв и лугов.

6. *Промышленная экология* изучает влияние выбросов промышленных предприятий и возможности уменьшения этого влияния за счет современных технологий.

7. *Городская экология* изучает возможности улучшения среды обитания человека в городе.

8. *Медицинская экология* изучает болезни человека, связанные с загрязнением окружающей среды.

9. *Математическая экология* модулирует экологические процессы, которые могут произойти при изменении тех или иных экологических условий.

10. *Химическая экология* разрабатывает методы определения веществ-загрязнителей, попадающих в окружающую среду.

11. *Экономическая экология* разрабатывает экономические механизмы рационального использования природных ресурсов и оценки их стоимости.

12. *Юридическая экология* разрабатывает систему законов, направленных на защиту природы.

Роль школьного курса физики в осуществлении решения проблем экологического образования велика. Вопросы экологии естественным образом могут входить в содержание курса физики,

поскольку физика как наука с ее закономерностями лежит в основе теоретической базы большинства отраслей современной техники и имеет широкое и разнообразное применение в человеческой деятельности. Особо следует отметить роль физики в создании приборов и устройств, позволяющих осуществлять экологический мониторинг не только в рамках отдельного региона, но и в рамках всей Земли.

Школьная физика имеет свою логику изложения. Традиционно в ней рассматриваются вопросы механики, молекулярной физики, электродинамики, оптики, атомной и ядерной физики, в которые естественным образом могут войти вопросы экологического содержания. В рамках биосферной экологии можно ознакомить учащихся с вопросами загрязнения и самоочищения атмосферы; с методами понижения концентрации вредных веществ в атмосфере методом рассеивания; с парниковым эффектом, связанным с глобальным потеплением атмосферы Земли в результате повышения в ней содержания углекислого газа; с поведением озонового слоя Земли, который защищает от жесткого ультрафиолета биологические объекты на Земле; с физическими методами контроля за состоянием атмосферы; с методами глобального контроля за процессами, происходящими в биосфере Земли, с орбитальных космических станций и спутников.

В рамках промышленной экологии могут быть рассмотрены вопросы очистки газопылевых выбросов и их рассеивания через высокие трубы; вопросы энергетики предприятий и их влияния на экологию; аспекты выработки электроэнергии на тепловых, гидро- и атомных электростанциях; вопросы поиска альтернативных экологически чистых способов получения электроэнергии.

Также в школьном курсе могут быть затронуты вопросы городской и сельскохозяйственной экологии, которые являются актуальными для данного региона. Вопросы химической, юридической и экономической экологии могут найти свою реализацию через решение задач по физике, в содержание которых включены вышеперечисленные аспекты.

Пути реализации экологического обучения на уроках физики таковы:

– объяснение учителем физических закономерностей, лежащих в основе глобальных атмосферных явлений, таких, как зарождение циклонов и антициклонов, влияние вращения Земли на их движение, энергетические преобразования, происходящие в атмосфере, и т.п.;

– демонстрация приборов и комплектов, позволяющих осуществлять экологический мониторинг в месте проживания;

– проведение занятий на природе с целью показа результатов производственной деятельности человека;

– демонстрация фрагментов фильмов, показывающих влияние человеческой деятельности на экосистему;

– организация самостоятельной деятельности учащихся по экологическому мониторингу и вовлечение их через телекоммуникационные сети в реализацию различных международных проектов экологического содержания.

Одной из важных форм внеклассной работы по физике с экологическим содержанием может быть создание школьной экологической лаборатории, в процесс организации которой могут быть вовлечены практически все учителя-предметники. Опыт создания таких экологических центров существует как в нашей стране, так и за рубежом.

Важной задачей экологического образования на уроках физики является развитие мышления учащихся в области разумного природопользования и охраны окружающей среды. Кроме сообщения научно-практических знаний в данной области обучения необходимо уделить внимание формированию экологического мировоззрения у учащихся, которое будет способствовать в дальнейшем решению экологических проблем.

## 2.6. Формирование у учащихся мотивов учения и познавательных интересов

Формирование у учащихся *мотивов учения* тесно связано с задачей развития мышления и является предпосылкой ее решения.

Мышление так же, как учебно-познавательная деятельность в целом и любая другая деятельность, вызывается потребностями, которые превращаются в мотивы, стимулирующие эту деятельность.

Мотив (*побудительная причина, довод в пользу чего-либо, повод к какому-либо действию*) рассматривают как интегральное свойство личности (*сплав интеллектуальных, волевых и эмоциональных качеств*), как причину, побуждающую учебную деятельность различного содержания и характера, как исходный момент учебной деятельности.

Мотивы можно разделить на две большие группы: *социальные* (широкие, узкие, социального сотрудничества) и *познавательные* (общие, предметные, самообразовательные) (см. табл. 8).

Социальные мотивы – побуждения, связанные с различными взаимодействиями учащихся с другими субъектами как в данный момент, так и в будущем.

Познавательные мотивы – побуждения, связанные с содержанием и процессом учебной деятельности.

Одним из наиболее действенных познавательных мотивов является *познавательный интерес*.

*«Сущность познавательного интереса заключается в стремлении школьника проникнуть в познаваемую область более глубоко и основательно, в постоянном побуждении заниматься предметом*

Таблица 8

Социальные мотивы	Познавательные мотивы
<p><b>Широкие</b> – стремление получить знания, чтобы быть полезным обществу (мотивы социальной необходимости, ответственности, подготовки к профессии)</p> <p><b>Узкие</b> – стремление занять определенное место среди других (мотивы благополучия, социального одобрения, престижа)</p> <p><b>Социального сотрудничества</b> – стремление сотрудничать с учителем, учащимися и др.</p>	<p><b>Общие</b> – интерес к методам познания, к приемам самостоятельной работы, к рациональной организации учебного труда и т. п.</p> <p><b>Предметные</b> – ориентируют учащихся на овладение новыми знаниями по тому или иному предмету</p> <p><b>Самообразовательные</b> – направленность на самостоятельное совершенствование знаний и саморегуляцию в учебной деятельности</p>

*своего интереса*<sup>1</sup>. Познавательный интерес может быть средством обучения, выступать в качестве мотива, а на более высоком уровне он становится свойством личности, т.е. переходит в эмоционально-познавательную направленность личности.

Интересы имеют индивидуальный характер. Учащиеся различаются как по качеству интересов, так и по их характеру (по степени выраженности, устойчивости, глубины и т. п.).

В процессе развития познавательного интереса можно выделить три основных этапа. Первым этапом является возникновение *любопытства*, являющегося естественной физиологической реакцией на все новое. На втором этапе при создании определенных условий любопытство может переходить в *любопытность*. По своему психологическому содержанию любопытность близка к интересу. Отличается она от интереса неустойчивостью, слабой направленностью, диффузностью. Однако пробуждение любопытности является одним из наиболее значимых результатов педагогического воздействия, способствующего формированию *устойчивого интереса*, который появляется на третьем этапе.

Таким образом, существует два вида интереса, связанные между собой: *эпизодический*, или *ситуативный*, и *стойкий*, переходящий при благоприятных условиях в личностную направленность обучаемого. Эпизодический интерес, как правило, обуславливается методами преподавания нового материала, а также и его содержанием. В отличие от эпизодического интереса устойчивый интерес, ставший направленностью личности, существенным образом не зависит от методов преподавания материала, а целиком определяется его содержанием.

Познавательный интерес развивается наиболее эффективно в том случае, если он проходит последовательно выделенные этапы:

<sup>1</sup> Щукина Г. И. Проблема познавательного интереса в педагогике. – М., 1971. – С. 24.

любопытство – любознательность – эпизодический интерес – устойчивый познавательный интерес – направленность личности.

На всех этапах своего развития познавательный интерес характеризуется тремя чертами:

- 1) положительным эмоциональным отношением к деятельности;
- 2) наличием познавательной стороны этой эмоции, т.е. тем, что мы называем радостью познания;
- 3) наличием мотива, непосредственно идущего от самой деятельности, другими словами, это означает, что деятельность сама по себе привлекает и побуждает его заниматься независимо от других мотивов (долга, необходимости и пр.), которые могут помочь возникновению интереса, но сами по себе в отдельности не определяют его сущности.

Интерес, возникающий к предмету познавательной деятельности (под предметом познавательной деятельности в данном случае понимается как объект изучения, так и сама деятельность, связанная с его изучением), может быть поддержан различными путями. Для возникновения познавательного интереса наиболее существенно:

- создание внешних условий, позволяющих получить большое количество впечатлений и информации;
- накопление минимума знаний и некоторого опыта, дающего возможность начать соответствующую деятельность.

Для успешного формирования устойчивого интереса предмет познавательной деятельности должен быть выбран таким образом, чтобы процесс овладения им вызывал потребность в получении новой информации.

Само содержание школьного курса физики является одним из источников формирования познавательных интересов. Этому способствуют такие особенности учебного предмета физики, как логическая стройность и красота физических теорий, возможность экспериментальной проверки основных теоретических положений, парадоксальность физических знаний, красота и лаконичность физического «языка», возможность прогнозирования физических явлений и опытов.

К особенностям учебного предмета «физика» можно отнести и его социально-практическую значимость; элементы новизны при изучении новых знаний путем логического анализа изученных явлений и законов; жизненную значимость содержания учебного материала; возможность применения полученных знаний на практике и при изучении других предметов; неожиданностей (для учащихся) многих выводов из изученных закономерностей, результатов решения задач, данных, полученных при выполнении лабораторных работ; возникновение эстетических переживаний при демонстрации физических опытов и явлений.

Занимательность при изучении физического материала может быть реализована через создание особых ситуаций, подбор со-



держания изучаемого материала и форм его изложения. Я.И. Перельман (автор «Занимательной физики») выделил следующие приемы, способствующие формированию познавательного интереса:

- 1) иллюстрация положений науки событиями современности;
- 2) привлечение примеров из техники;
- 3) использование художественной литературы, легенд, сказаний;
- 4) рассмотрение различных фантастических ситуаций;
- 5) использование софизмов и парадоксов;
- 6) анализ бытующих предрассудков;
- 7) неожиданные сопоставления;
- 8) рассмотрение примеров, взятых из повседневной жизни;
- 9) анализ математических «фокусов», использование подвижных и настольных игр;
- 10) обсуждение примеров использования физических закономерностей на сцене, на эстраде, в цирке и кино;
- 11) экскурсии в историю науки.

Формирование мотивов учения и развитие познавательных интересов способствуют решению других задач обучения физике – формированию глубоких и прочных знаний, мировоззрения, развитию мышления.

## Раздел II

### СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА КУРСА ФИЗИКИ СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

#### Глава 3. СИСТЕМА ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

##### 3.1. Варианты систем физического образования

В связи с тем, что образовательное учреждение имеет право работать по собственному учебному плану и выбирать учебную программу, в настоящее время сложилось несколько систем физического образования. Основные из них представлены в таблице 9.

Таблица 9

Вариант системы физического образования	Предмет			
	Окружающий мир	Естествознание	Физика (базовый курс)	Физика (профили)
	Классы			
1	I – IV	V – VI	VII – IX	X – XI
2	I – IV	V – VI	VII – VIII	IX – XI
3	I – IV	V – VII	VIII – IX	X – XI
4	I – IV	–	V – IX	X – XI
5	I – IV	–	V – VIII	IX – XI
6	I – IV	–	V – VII	VIII – XI

Анализируя системы физического образования, следует иметь в виду, что знания по физике учащиеся получают в начальной школе при изучении интегрированного курса «Окружающий мир» (I–IV классы) или курсов «Окружающий мир» (I–II классы) и «Природоведение» (III–IV классы), в основной школе при изучении интегрированного курса «Естествознание», в основной и старшей школе при изучении основного курса физики, а также при изучении факультативных курсов и курсов по выбору. Кроме

того, определенные знания по физике даются школьникам в курсе технологии.

До принятия Закона РФ «Об образовании» основной курс физики изучался в VI–VII классах и в VIII–X классах. Курс физики VI–VII классов назывался курсом физики первой ступени и носил пропедевтический (подготовительный) характер, курс физики VIII–X классов назывался курсом физики второй ступени и носил систематический характер. Эту систему физического образования обозначают: 2 + 3. При существовавшем в то время обязательном десятилетнем образовании данная система позволяла познакомить учащихся со всеми разделами физики, сформировать у них представления как о классической, так и о современной физике.

В дальнейшем при переходе к одиннадцатилетней школе и обязательному девятилетнему образованию физика стала изучаться в VII–XI классах, и некоторое время система 2 + 3 продолжала оставаться достаточно распространенной. Однако учащиеся, для которых образование завершалось в IX классе, изучали достаточно простые физические явления в VII–VIII классах и механику в IX классе. Соответственно они не рассматривали вопросы электродинамики и квантовой физики. В связи с этим в настоящее время основной является система физического образования 3 + 2; в этом случае первым этапом изучения физики является курс VII–IX классов (курс физики основной школы), а вторым этапом – курс X–XI классов (курс физики средней школы). Курс физики основной школы носит заверченный характер, он включает наряду с классической физикой некоторые вопросы современной физики. До VII класса знания по физике учащиеся получают в начальной школе в курсах «Окружающий мир» и «Природоведение», в V–VI (или в V) классах в курсе «Естествознание».

Другим достаточно распространенным вариантом является вариант 2 + 2. В таком случае физика изучается 4 года: VIII–IX классы – курс основной школы и X–XI – курс средней школы – и ее изучению предшествует трехгодичный курс естествознания (V–VII классы).

Рассмотренные три варианта систем физического образования являются наиболее часто встречающимися в практике и в наибольшей степени обеспеченными учебными программами и учебниками.

Помимо них существуют школы, в которых физика изучается начиная с V класса. В этом случае возможны следующие варианты: 5 + 2 (V–IX классы – курс физики основной школы) и 4 + 3. В последнем случае профильное обучение начинается с IX класса. Последний представленный в таблице вариант предполагает начало профильного изучения физики с VIII класса. Этот вариант, как правило, используется в школах с углубленным изучением физики, ему предшествует изучение физики либо только в VII, либо в VI–VII, либо в V–VII классах.

В соответствии с базисным учебным планом двенадцатилетней школы в начальной школе должен изучаться курс «Окружающий мир» (I–IV классы), в V–VI классах – монопредметные курсы географии и биологии, а с VII по XII классы наряду с ними курсы физики и химии.

Как уже говорилось выше, школа и учитель могут выбрать любой вариант физического образования. При этом необходимо, чтобы получаемые учащимися знания соответствовали Государственному образовательному стандарту и учебный процесс был обеспечен учебно-методической литературой. Следует иметь в виду, что соответствие знаний учащихся стандарту устанавливается по окончании начальной, основной и старшей школы, следовательно, неважно, по какой системе или по какой программе работает учитель, важно, чтобы к моменту окончания IX и XI классов учащиеся получили подготовку, соответствующую требованиям стандарта.

### 3.2. Пропедевтика физических знаний в курсах естествознания

Преобразования в системе общего образования, происходящие в стране в настоящее время, вызывают необходимость серьезных изменений в подготовке учащихся к изучению систематических курсов средней школы. В частности, необходима серьезная модернизация пропедевтики физики как в начальной школе, так и в V–VI классах основной школы, осуществляемая сегодня в рамках различных вариантов курса «Естествознание».

Формирование в школе первоначальных представлений о природных явлениях и процессах, об объектах, участвующих в них, начинаясь с первых классов, вступает в определяющую фазу именно к V–VI классам, когда учащимися уже накоплен достаточный жизненный опыт, когда у них сформированы определенные навыки наблюдений, развит достаточный математический аппарат, когда в силу своих возрастных возможностей они уже способны строить достаточно сложные причинно-следственные связи и даже моделировать объекты и несложные явления. Как подчеркивают ряд отечественных психологов – Д.Б.Эльконин, В.В.Давыдов и др., именно в этом – младшем подростковом – возрасте наступает сенситивный период для перехода в учебной деятельности на качественно новый уровень. Важность и уникальность младшего подросткового возраста для достаточно полного формирования первоначальных естественнонаучных представлений, для развития интереса к изучению природы отмечают и зарубежные исследователи.

Необходимость включения достаточно серьезного физического материала в пропедевтические курсы сегодня диктуется несколькими причинами.

Одна из этих причин – традиционная. Жизненный опыт учащихся (в частности, физические знания, полученные вне школы), как правило, опережает содержание учебных программ. А отсутствие учета собственного опыта учащихся при формировании содержания обучения, как отмечают многие авторы (см., например, работу А. В. Усовой [46]), может привести не только к утрате интереса к изучаемому материалу, но и к тому, что у учащихся сформируются ложные донаучные представления, которые станут серьезной помехой при формировании соответствующих физических понятий.

Другая причина обусловлена реструктуризацией общеобразовательной школы. Поскольку, окончивая основную школу, все учащиеся должны получить образование в рамках Государственного стандарта, то фактическая нагрузка на систематические курсы основной школы увеличивается: часть материала из программ старшей школы переходит в программы основной. Чтобы не перегрузить эти программы, необходимо по возможности некоторые вопросы вынести на более младшие классы. Что касается физики – это именно V и VI классы.

Основные трудности в обучении физическому материалу младших подростков возникают при формировании у них научных понятий, несмотря на то, что понятия формируются до уровня научных представлений. Причем существуют трудности, как общие для всех понятий, так и специфические для отдельных групп.

К общим трудностям относятся, прежде всего, те, что возникают у учащихся при формировании понятий об объектах и явлениях, которые невозможно представить образно. Подобные трудности возникают, например, при работе практически над всеми понятиями, связанными со строением вещества.

Тот факт, что понятия формируются до уровня научных представлений, затрудняет учащимся возможность выделения существенных признаков, отделения их от несущественных. Например, как показывают исследования, у большинства учащихся понятие «температура» ассоциативно связано в первую очередь с термометром.

Трудности в изучении физического материала в V–VI классах в значительной мере могут быть преодолены при условии учета общих закономерностей процесса усвоения понятий учащимися, учета возрастных и индивидуальных особенностей младших подростков и на этой основе совершенствования методики формирования и развития понятий.

История изучения физического материала младшими подростками в нашей стране насчитывает более двух веков. Изучался физический материал, как правило, в рамках интегрированных естественнонаучных курсов. Вопрос об определении содержания физического материала, включаемого в тот или иной курс, о методах его преподавания решался в зависимости от целей и задач конкретного курса, а также и от общих естественнонаучных представлений соответствующего периода времени.

К середине 80-х годов наибольшее распространение в нашей стране имел пропедевтический курс «Природоведение – 4 (5)». Курс этот включает некоторую долю физического материала (тепловые явления, световые явления и др.), однако является чисто описательным, содержит малое число лабораторных опытов и не может претендовать на более или менее приемлемое решение многих задач, стоящих перед ним: развитие логического мышления, формирование представлений о методологии естествознания, а также первоначальных экспериментальных навыков и т. д.

По этой причине становится очевидной необходимость замены этого курса новыми естественнонаучными курсами, призванными обеспечить пропедевтику систематических естественнонаучных курсов, в первую очередь физики. Об этом, в частности, идет речь в опубликованной в 1988 г. «Концепции курса «Естествознание»<sup>1</sup>. В концепции также отмечается, что место новых курсов в учебном плане и возрастные возможности учащихся ограничивают глубину и полноту формируемых знаний и практических умений, которые не будут завершенными, однако станут основой естественнонаучного миропонимания и создадут базу для дальнейшего обучения в рамках систематических естественнонаучных курсов в основной школе.

Руководствуясь данной концепцией, три коллектива авторов из АН СССР разработали свои варианты программы курса «Естествознание», каждый из которых включает довольно обширный физический материал: тепловые, световые и другие физические явления, вопросы строения вещества, понятия энергии и работы и др. Причем ряд физических вопросов рассматривается в самостоятельных разделах программ, а другие включены, например, в биологические или географические разделы. Каждая из программ предусматривает большое число лабораторных экспериментов, наблюдений, а по третьему варианту каждый учебный год завершается полевым практикумом.

Примерно в это же время в нескольких школах Москвы в рамках экспериментального учебного плана «Экология и диалектика» разработанного коллективом авторов под руководством В. Гарасова, началось изучение в V–VI классах курса «Окружающий мир», который также дает учащимся, наряду с другими, новые знания по физике.

С 1988 г. началась экспериментальная проверка интегрированного естественнонаучного курса «Физика. Химия. 5–6», разработанного А. Е. Гуревичем, Д. А. Исаевым и Л. С. Понтак<sup>2</sup>. Реализация этого курса в практике общеобразовательной школы по сравнению с курсами «Естествознание» и «Окружающий мир» проце-

<sup>1</sup> См.: Концепция курса «Естествознание» // Физика в школе. - 1988. - № 6.

<sup>2</sup> См.: Гуревич А. Е., Исаев Д. А., Понтак Л. С. Физика и химия: Учебник для 5–6 кл. общеобразовательных учебных заведений. - М., 1997.

поскольку преподавать этот курс может учитель физики практически без специальной переподготовки, а только используя методические и дидактические материалы. В рамках курса «Физика. Химия» рассматривается обширный физический материал: вопросы строения вещества, тепловые, световые, электромагнитные явления и т.д. Учащиеся знакомятся с различными физическими явлениями как в рамках специальных разделов программы, так и при изучении материала о литосфере, мантии и ядре земного шара, гидросфере, атмосфере и т.д. Благодаря множеству демонстраций физических явлений на примерах из биологии, географии, астрономии, авторы стремятся достичь интеграции естественнонаучных представлений учащихся.

Перечисленные выше новые курсы на сегодняшний день получили наибольшее распространение в школах Российской Федерации. Характерной их особенностью является то, что значительное время на уроках и в домашних заданиях в любом из этих курсов отводится для опытов учащихся, для наблюдений за явлениями природы.

Наряду с курсами, программы которых опубликованы, для которых изданы учебники, методические и дидактические материалы, в некоторых школах пропедевтика физики в V–VI классах осуществляется в рамках программ, самостоятельно разработанных учителями. Как показывает анализ этих программ, они ни по содержанию, ни по объему принципиально не отличаются от официально утвержденных и рекомендованных.

Опыт практического применения новых курсов в V–VI классах убедительно свидетельствует в пользу включения физического материала в такие курсы. Учебный материал доступен учащимся. Учащиеся, как правило, с большим интересом изучают физические явления, выполняют опыты и наблюдения, практические работы. Кроме того, биологические, географические и другие естественнонаучные понятия формируются у учащихся гораздо полнее и глубже именно при условии рассмотрения широкого круга физических вопросов в рамках того же интегрированного курса.

## Глава 4. КУРС ФИЗИКИ ОСНОВНОЙ И СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

### 4.1. Физическая картина мира как предмет изучения в школьном курсе физики

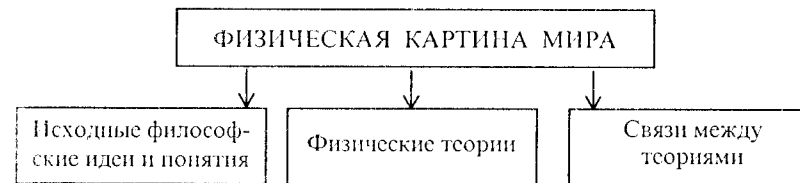
Содержание школьного курса физики составляют основы науки-физики, которая представляет собой систему знаний об окружающем мире. *Идеальную модель природы, включающую в себя общие понятия, принципы, гипотезы физики и характеризующую оп-*

*ределенный этап ее развития, называют физической картиной мира (ФКМ).* В физической картине мира конкретизируются философские представления о материи и движении, пространстве и времени, взаимосвязи и взаимодействии.

Физическая картина мира является частью естественнонаучной картины мира, представляющей собой высший уровень обобщения и систематизации всей совокупности естественнонаучных знаний, которая в свою очередь является частью общенаучной картины мира.

*Важнейшими компонентами понятийной структуры ФКМ являются: исходные философские идеи и представления о материи, пространстве и времени, движении и взаимодействии; физические теории с присущими каждой из них характеристиками (система основополагающих постулатов и принципов, понятийный аппарат, эмпирический базис и т.д.), а также система фундаментальных физических идей и принципов, выражающих взаимосвязи между физическими теориями (схема 4).*

Схема 4



В истории физики существовали три физические картины мира: механическая (МКМ), электродинамическая (ЭДКМ), квантово-полевая (КПКМ). Каждая из них характеризуется определенными представлениями о материи, пространстве и времени, движении и взаимодействии; в каждую из них входит определенная система теорий и законов. Смена картин мира – качественное, коэволюционное изменение этих представлений.

Характеристика физических картин мира, их становление и эволюция рассмотрены подробно в философской и методической литературе<sup>1</sup>. В систематизированном виде эти сведения приведены в таблице 10.

Из таблицы видно, как изменялись представления о материи и движении, пространстве и времени, взаимодействии по мере развития физической науки. При этом картины мира оказываются связанными между собой принципом соответствия: в настоящее время существует современная квантово-полевая картина мира, а механическая и электродинамическая картины входят в нее как частные предельные случаи, содержащие законы и теории, описывающие определенный круг физических явлений.

<sup>1</sup> См.: Ефименко В.Ф. Методологические вопросы школьного курса физики. – М., 1976.



ФКМ	Исходные понятия и представления			Теории	Связи между теориями	
	Материя	Пространство и время	Движение			Взаимодействие
МКМ XVI – XVII вв. Г. Галилей, И. Ньютон, Р. Декарт и др.	Вещество дискретно	Пространство – пустое вместилище, время – чистая длительность	Перемещение в пространстве. Динамическая причинность	Гравитационное	Классическая механика Ньютона	
<b>КЛАССИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПИСАНИЯ</b>						
ЭДКМ Конец XIX в. – начало XX в. М. Фарадей, Дж. Максвелл, Д. Лоренц, А. Эйнштейн и др.	Вещество дискретно. Поле непрерывно	Относительность пространства и времени, их взаимосвязь	Механическое, тепловое, электромагнитное (распространение электромагнитного поля)	Гравитационное, электромагнитное	Классическая механика, классическая электродинамика, классическая теория проводимости, классическая статистическая теория	Принципы соответствия, дополнителности, симметрии, связь между статистическими и динамическими теориями
<b>РЕЛЯТИВИСТСКИЙ СПОСОБ ОПИСАНИЯ</b>						
КПКМ Первая треть XX в. по настоящее время. М. Планк, Н. Бор, Л. де Бройль, В. Гейзенберг, Э. Шредингер, П. Дирак и др.	Квантовая полевая (вещество и поле связаны между собой)	Релятивистские, пространство и время связаны между собой и с материей	Помимо названных выше изменения состояния частицы, описываемого функцией вероятности	Помимо названных выше квантовая механика, квантовая электродинамика, квантовая теория поля	Помимо названных выше квантовая механика, квантовая электродинамика, квантовая теория поля	Названы выше
<b>КВАНТОВЫЙ СПОСОБ ОПИСАНИЯ</b>						

Одним из структурных элементов ФКМ является физическая теория. Любое знание по своей природе системно, т.е. состоит из определенных элементов, связано с другими элементами знания, способно развиваться и т.д. Наивысшее выражение эта система находит в физической теории. Отличительным признаком физической теории является замкнутость систем понятий, исчерпывающе описывающих определенный круг явлений. Каждая теория имеет специфические исходные понятия, определения, аксиомы, математический аппарат и идеи, связанные с интерпретацией теории.

Существуют разные классификации физических теорий; одной из общепринятых является классификация В. Гейзенберга, который выделил четыре большие системы понятий и аксиом, уже нашедшие к тому времени свою окончательную форму: механика Ньютона, включая небесную механику; статистическая механика; электродинамика, включая волновую оптику и специальную теорию относительности; квантовая теория<sup>1</sup>. Эти системы понятий и аксиом в дальнейшем стали называть теоретическими направлениями или фундаментальными физическими теориями. Данная классификация проведена в соответствии с формами движения материи и учитывает динамику развития физической науки, в частности эволюцию ФКМ.

Иной подход к классификации физических теорий принят известным философом и физиком, автором школьных учебников Г. Я. Мякишевым. Полагая, что одномерная классификация, т.е. классификация теорий по формам движения материи, не может вместить в себя все богатство и разнообразие физических теорий и их взаимосвязей, он проводит классификацию по двум признакам: формам движения материи и уровням глубины познания окружающего мира<sup>2</sup>. В соответствии с этим выделяются теории макроскопических систем и теории микроскопических объектов. Теории процессов в макросистемах делятся на макроскопические (феноменологические) и микроскопические.

В число этих теорий входят как динамические, так и статистические теории, между которыми могут быть установлены связи.

Помимо фундаментальных существуют теории, обладающие меньшей степенью общности, так называемые частные теории или частные теоретические схемы, которые являются в историческом аспекте основой создания фундаментальных теорий. Так, классическая механика создавалась как обобщение частных теорий свободного падения, колебаний маятника, движения по наклонной

<sup>1</sup> См.: Гейзенберг В. Введение в единую полевую теорию элементарных частиц. – М., 1968. – С. 8.

<sup>2</sup> См.: Мякишев Г. Я. Динамические и статистические закономерности в физике. – М., 1973.

плоскости. В современной физике до создания квантовой механики различные аспекты квантовомеханических процессов описывались и объяснялись с помощью таких частных теоретических схем, как боровская модель атома, теория фотоэффекта, теория излучения абсолютно черного тела и др. При построении фундаментальной теории частные теории включаются в ее состав в качестве компонентов ее содержания. При этом частные теории сохраняют свою значимость в области явлений, для объяснения которых они были созданы. Именно на уровне частных теорий происходит эмпирическое обоснование и опытная проверка основных положений фундаментальных теорий. И фундаментальные, и частные теории имеют одинаковую структуру, которая включает *основание, ядро, следствия и интерпретацию*. В *основание* теории входят *эмпирический базис*, т.е. экспериментальные факты, которые послужили отправной точкой развития теории; *модель*, т.е. тот идеализированный объект, для которого строится теория; *система понятий*, включая физические величины и *процедуры измерения последних*. В ряде случаев в *основание* входят *эмпирически установленные законы*, например законы движения.

Таблица 11

Основание	Ядро	Следствия	Интерпретация
<p><i>Эмпирический базис</i>: наблюдения явлений: движение тел, свободное падение тел, колебания маятника и др.</p> <p><i>Модели</i>: материальная точка, абсолютно твердое тело</p> <p><i>Система понятий</i>: путь, перемещение, скорость, ускорение, масса, сила, импульс и др.</p> <p><i>Кинематические уравнения движения</i></p>	<p><i>Законы</i>: законы Ньютона, движения абсолютно твердого тела, всемирного тяготения</p> <p><i>Законы сохранения</i>: законы сохранения энергии, импульса, момента импульса</p> <p><i>Постулаты</i>: однородности пространства, изотропности пространства, однородности времени</p> <p><i>Принципы</i>: дальности действия, независимости действия сил</p> <p><i>Постоянные</i>: гравитационная постоянная</p>	<p><i>Объяснение</i> различных видов движения</p> <p><i>Решение</i> прямой и обратной задач механики</p> <p><i>Применение</i> законов в технике: движение космической техники, самолетов, транспорта и др., работа станков и т.д.</p> <p><i>Предсказание нового</i>: открытие планеты Плутон</p>	<p><i>Границы применимости</i>: макроскопические тела, движущиеся со скоростями, много меньшими скорости света</p>

*Ядро* теории представляет собой *законы*, описывающие изменение состояния материального объекта, *законы сохранения, постулаты и принципы*, а также *фундаментальные физические постулаты*. К *следствиям* относятся *выводное знание, применение законов*, входящих в ядро теории, *объяснение эмпирических фактов, предсказание нового*. К *интерпретации* относятся *истолкование основных понятий и законов*, а также *осмысление границ применимости теории*. В таблице 11 в качестве примера приведена структура классической механики.

Связи между физическими теориями многообразны и осуществляются на разных уровнях. Они проявляются прежде всего в том, что существуют общие для всех теорий понятия (скорость, масса, импульс и др.), общие законы (закон сохранения энергии-импульса). Связи между теориями осуществляются и на уровне общих физических принципов, которые в настоящее время имеют статус методологических общенаучных принципов. К ним относятся принципы соответствия, дополнительности, симметрии и причинности.

*Принцип соответствия* предполагает, что теории, «...справедливость которых установлена для той или иной предметной области, с появлением новых более общих теорий не устраняются как нечто ложное, но сохраняют свое значение для прежней области как предельная форма и частный случай новых теорий»<sup>1</sup>. Принцип соответствия ввел Н. Бор при разработке *теории* атома и установлении связи между движением электронов в атоме и излучением. В дальнейшем он стал исходным при построении квантовой механики. Однако действие принципа соответствия не ограничивается рамками классической и квантовой механики. Так, он связывает классическую и релятивистскую механику, волновую и геометрическую оптику, классическую и квантовую статистику и т.д. Более того, принцип соответствия «работает» и в математике (геометрия Лобачевского и геометрия Евклида), и в биологии (хромосомная теория и теория Менделя). Таким образом, принцип соответствия, возникнув как полезный эвристический прием, превратился в один из методологических принципов современного естествознания.

*Принцип дополнительности* также был введен в науку Бором при обсуждении проблем интерпретации квантовой теории. Им дополнительность понималась как дополнительность волновых и корпускулярных представлений, что в пределах квантовой механики является дополнительной классическими понятиями и квантового отрицания этих понятий, причем само понятие «дополнительность» означает, что каждый из дополнительных аспектов теряет без другого физический смысл.

<sup>1</sup> Кузнецов И.В. Структура физической теории // Избранные труды по методологии физики. — М., 1975. — С. 170.

В дальнейшем Бор распространил этот принцип на световые явления. Позже дополнительность стала пониматься достаточно широко, в частности, в физике термодинамический и статистический методы описания макроскопических систем дополняют друг друга так же, как теории Максвелла, Друде–Лоренца и термодинамика, с разных точек зрения описывающие явление электропроводности.

Принцип дополнительности, подобно принципу соответствия, является в настоящее время общенаучным принципом, поскольку ему подчиняются процессы любой природы. Так, рассмотрение биологических явлений возможно на клеточном, молекулярном уровнях, на уровне организма в целом. Знания, полученные на этих уровнях, взаимно дополняют друг друга и позволяют создать более полную картину явления.

Принцип симметрии также понимается как методологический общенаучный принцип познания. Понятие симметрии неразрывно связано с понятиями однородности и неоднородности, изотропности и анизотропности, равномерности и неравномерности, однообразия и разнообразия, порядка и беспорядка, покоя и движения, сохранения и изменения, равенства и неравенства и т.д. Наиболее заметную роль играет принцип симметрии в физике, поскольку все физические законы пронизаны теми или иными свойствами симметрии, которые отражаются в них. С симметрией непосредственно связаны законы сохранения. Согласно теореме Нётер, из инвариантности действия относительно непрерывной однопараметрической группы преобразований следует существование одного закона сохранения.

Содержание принципа причинности менялось с течением времени. В рамках механической картины мира сложилось представление о динамической причинности, суть которой заключается в существовании однозначных связей между причиной и следствием. В частности, состояние тела во время механического движения однозначно определяется его начальным состоянием и действующими силами.

С развитием науки на смену динамической причинности пришла вероятностная, означающая невозможность однозначного определения состояния системы по заданному начальному состоянию и закону его изменения. Однако, поскольку статистические законы были сформулированы на базе динамических, они считались основными, а статистические – производными от них. Более того, считалось, что статистические законы обусловлены неполнотой наших знаний и что к вероятностному описанию прибегают тогда, когда трудно учесть все данные, все взаимодействия.

Возникновение и развитие квантовой теории привело к пересмотру представлений о соотношении динамических и статистических законов и теорий. Сформировалось представление о том, что и те, и другие выражают объективно существующие причинно-следственные связи, однако статистические теории и законы

глубже отражают эти связи и потому являются фундаментальными по сравнению с динамическими. Главное отличие статистических законов от динамических состоит в «понимании внутренней структуры необходимости: в статистических законах она выступает в диалектической связи со случайным, а в динамических – как абсолютная противоположность случайного»<sup>1</sup>.

До недавнего времени считалось, что поведение систем, описываемых динамическими законами, жестко детерминировано. Однако в реальных процессах всегда происходят случайные флуктуации, которые только при определенных условиях не играют существенной роли. Поэтому случайность свойственна и простым динамическим системам. Таким образом, в современной ФКМ статистические теории и законы наиболее полно отражают реальность. Ниже приведена детализированная схема структуры ФКМ (схема 5).

Схема 5

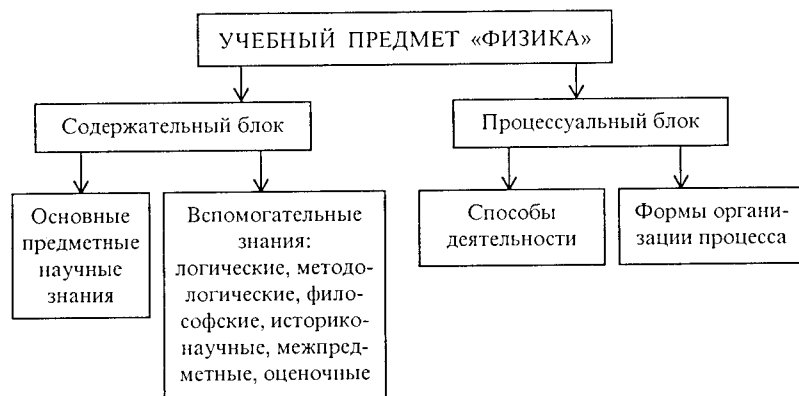


<sup>1</sup> Мязишев Г.Я. Динамические и статистические закономерности в физике. – М., 1973. – С. 181.

## 4.2. Принципы отбора содержания курса физики и его структурирования

Проблема содержания учебного предмета, его соотношения с содержанием соответствующей науки является до сих пор дискуссионной. Тем не менее в дидактике сложилось определенное представление о его дидактической модели. На схеме 6 приведена модель учебного предмета «физика», которая включает два блока: содержательный и процессуальный.

Схема 6



В содержательный блок входят основные предметные знания, в данном случае физические, такие, как факты, понятия, законы, теории, физическая картина мира. В него входят также и вспомогательные внепредметные знания. Иногда вспомогательные знания включают в процессуальный блок, полагая, что они выполняют функции средства усвоения научных знаний, обеспечивающего развитие и воспитание учащихся на базе этих знаний. Однако, учитывая, что в цели обучения физике входит формирование у учащихся методологических, мировоззренческих, историко-научных, оценочных знаний, формирование у них межпредметных знаний и общих способов деятельности на межпредметной основе, эти знания становятся содержанием курса физики и поэтому их целесообразно включить в содержательный блок.

В процессуальный блок входят способы теоретической и практической деятельности или, иными словами, умения применять знания к решению разного рода учебных задач. К этому же блоку относятся формы организации процесса формирования у учащихся знаний и умений. Эти формы (урок, лекция, семинар, практикум и др.) в большей степени относятся к учебному предмету, а не к учебному курсу. В программах по физике указаны эти формы в

виде лабораторных работ и практикума, а иногда и в виде семинарских занятий.

Положения, отражающие взаимосвязь между наукой и учебным предметом, сформулированы Л. Я. Зориной [42]. Эти положения могут быть применены к физике:

– физическая наука как система знания отражается во всех элементах физики – учебного предмета (в его содержательном и процессуальном компонентах);

– все элементы физики-науки, в которых фиксируется научное знание, входят в содержание курса физики (научные факты, понятия, законы, теории, физическая картина мира);

– основные структурные элементы физической науки (факты, понятия, законы, теории, физическая картина мира) являются дидактическими единицами содержания обучения физике, теми объектами, которые должны быть усвоены целостно с внутренними связями;

– дидактические единицы определяют процесс обучения (методы, формы и средства); предметное и внутрипредметное содержание; способ организации материала, логику его представления (структуру);

– физическая наука влияет на формирование личности (формирование типологических и индивидуальных свойств личности средствами физической науки).

В содержании учебного предмета наука отражается не только как система знаний, но и как деятельность. В частности, наука-физика как деятельность включается в содержание учебного предмета (качестве его элемента через систему методологических знаний о процессе и методах познания); через поисковую деятельность учащихся, соответствующую этапам и логике научной деятельности (наблюдение, постановка проблемы, выдвижение гипотезы, экспериментальная проверка гипотезы, теоретическое обоснование, выводы); через приемы обучения, соответствующие методам науки (например, использование наблюдения или теории для получения нового знания); через определенную организацию познавательной деятельности учащихся, которая соответствует переходу от явления к его сущности и от сущности к явлению.

Таким образом, физика-наука является *источником содержания<sup>1</sup> физики – учебного предмета*.

Другими источниками формирования содержания учебного предмета являются знания о процессе обучения (о методах, формах и средствах обучения) и знания о закономерностях процесса усвоения.

При отборе содержания курса физики учитывают определенные *факторы<sup>2</sup>*.

<sup>1</sup> Источники содержания образования – те объекты, содержание которых в том или ином аспекте становится содержанием образования.

<sup>2</sup> Факторы – те обстоятельства, которые влияют на конструирование содержания образования.



Основным фактором, действующим при конструировании содержания курса физики, являются цели обучения (см. гл. 1). На отбор содержания влияют также такие факторы, как познавательные возможности учащихся, их способности и интересы.

Для достижения целей образования при отборе содержания руководствуются определенными *принципами и критериями*<sup>1</sup> (см. схему 7).

Схема 7



Существуют общие принципы конструирования содержания образования, которые распространяются и на содержание физического образования. К ним относятся: принцип соответствия общего среднего образования во всех элементах и на всех уровнях его конструирования потребностям общественного развития; принцип учета единства содержательной и процессуальной сторон обучения; принцип структурного единства содержания образования на разных уровнях его формирования.

<sup>1</sup> Принципы – положения, указывающие общие направления деятельности по формированию содержания образования. Критерии реализуют процедуру конструирования, отбор учебного материала, его последовательность.

Помимо названных существуют дидактические и частно-методические принципы конструирования курса физики (отбора содержания и его структурирования).

К *дидактическим принципам* относятся принципы:

- направленности обучения на комплексное решение задач образования, воспитания и развития;
- научности;
- систематичности и последовательности;
- системности;
- межпредметных связей;
- связи теории с практикой, обучения с жизнью;
- политехнизма и профессиональной направленности;
- наглядности;
- доступности;
- индивидуализации и дифференциации;
- мотивации и создания положительного отношения к учению.

Эти дидактические принципы связаны с закономерностями обучения, они также тесно связаны между собой. Так, принцип профессиональной направленности так же, как и принцип систематичности, связан с принципом межпредметных связей.

Содержание указанных выше дидактических принципов раскрыто в учебниках педагогики, поэтому остановимся только на некоторых и рассмотрим соответствующие им критерии отбора содержания курса физики и его структурирования.

Так, критериями *научности* являются: соответствие содержания курса физики современному уровню развития физической науки, отражение в содержании общих методов научного познания, соответствие логики изложения материала закономерностям научного познания.

Принцип *системности* знаний предполагает формирование в сознании учащихся структурных связей, адекватных связям между знаниями внутри научной теории, в отличие от принципа *систематичности*, который предполагает установление логических связей между элементами знаний.

Для того чтобы знания учащихся были системными, необходимо в содержание курса физики включать специальные методологические знания, состоящие из трех групп: общенаучные термины, знания о структуре знаний (о теории, законе, понятии, научном факте, эксперименте, прикладном знании), знания о методах познания (эмпирического познания – наблюдение, эксперимент и теоретического познания – идеализация, моделирование, аналогия, мысленный эксперимент).

Принцип *профессиональной направленности* обучения был разработан в профтехпедагогике, и в ней он является ведущим. Этот принцип значим при конструировании курса физики для школ и классов различных профилей, особенно технического. Принцип профессиональной направленности в его достаточно узком пони-

мании предполагает осуществление взаимосвязи содержания общеобразовательных предметов с содержанием общетехнических и профессионально-технических дисциплин. Эта связь может осуществляться в рамках варьируемого компонента содержания учебного предмета, в том числе физики. Реализацией этого принципа может служить введение в курс физики профессионально значимого материала на основе анализа содержания общетехнических и специальных дисциплин при условии сохранения логической целостности курса физики и введение в содержание курса физики профессионально значимых умений или видов деятельности.

Понимание принципа *наглядности* претерпевает в настоящее время определенные изменения. Его эволюция связана, с одной стороны, с исследованиями психологов, которые утверждают, что наглядность в традиционном смысле является исходным моментом обучения преимущественно в младших классах, в старших же классах чаще используется исторический, а также теоретический (дедуктивный) подход. С другой стороны, изменяется понимание наглядности в методологии науки. В современной физике, в частности, изучаются объекты и явления, недоступные непосредственному наблюдению, для передачи информации о них создают знаковые системы, специально ориентированные на передачу информации в зрительно-наглядной форме. К таким средствам наглядности относятся диаграммы Фейнмана, использующиеся для описания микропроцессов. Средствами наглядности являются также мысленный эксперимент и моделирование, играющие важную роль в теоретическом познании. В обучении они играют такую же роль, что и в научном познании. Соответственно деятельность, связанная с моделированием и мысленным экспериментированием, должна входить в содержание курса физики.

Принципы *дифференцированного и индивидуального подходов* к учащимся и дифференциация и индивидуализация как пути реализации этих принципов рассмотрены в 15.1.

К *частно-методическим* принципам конструирования курса физики относят принципы ступенчатого построения курса, генерализации и цикличности.

Принцип *ступенчатого построения* курса физики предполагает, что он состоит из нескольких ступеней. Их может быть две, как в отечественной школе, или больше. В связи с обсуждением данного вопроса следует отметить, что возможны три системы расположения материала в курсе физики: линейная, концентрическая и ступенчатая.

Линейная система предполагает, что каждая тема или раздел изучается в курсе только один раз. Курс в этом случае начинается с механики и завершается вопросами современной физики. Попытка построить такой курс была предпринята Н. М. Шахмаевым, однако ее нельзя признать удачной и последовательно реализо-

ванной, поскольку некоторые темы так или иначе повторяются. Его программа в сокращенном виде приведена ниже.

VII класс. Введение в курс физики. Первоначальные сведения о свете. Первоначальные сведения о звуке. Первоначальные сведения о теплоте. Первоначальные сведения о строении вещества. О физических величинах. Тепловые двигатели.

VIII класс. Электромагнитные явления. Электрические заряды. Электрическое поле. Электрический ток. Электрическая цепь. Магнитное поле. Явление электромагнитной индукции. Полупроводники. Полупроводниковые приборы.

IX класс. Механика.

X класс. Основы молекулярной физики и термодинамики. Электромагнитные явления.

XI класс. Колебания и волны. Основы квантовой физики.

Как видно из приведенной программы, курс не является в полном смысле линейным, поскольку электромагнитные, тепловые явления, строение вещества в нем изучаются дважды.

Подобная попытка построить линейный курс физики была предпринята в школе Болгарии. Программа курса приведена ниже.

VI класс. Физические и химические явления. Тело и вещество. Движение и силы. Изменения тел и вещества. Превращение вещества. Физика и химия – наука о природе. Световые явления.

VII класс. Механика.

VIII класс. Молекулярная физика и термодинамика.

IX класс. Электричество и магнетизм. Колебания и волны.

X класс. Основы классической механики. Основные положения СТО. Квантовая физика.

Как видно, и в этом курсе материал по механике изучается трижды (в VI, VII, X классах), дважды изучается строение вещества (VI, VIII классы). Очевидно, создать линейный курс физики для школы принципиально невозможно, что вытекает из особенностей физической науки и связано с познавательными возможностями учащихся. Учащиеся основной школы не владеют математическим аппаратом, необходимым для изучения на требуемом уровне, например, механики. Преимущественно конкретно-образное мышление учащихся этого возраста не позволяет формировать у них теоретические обобщения.

Второй системой расположения материала в курсе является концентрическая. В соответствии с ней все темы и разделы курса физики изучаются дважды на разных уровнях. В этом случае происходит дублирование материала, что нельзя признать целесообразным из-за малого числа часов, отведенных на изучение физики.

Третья система – ступенчатое расположение материала. В этом случае некоторые темы курса изучаются только один раз либо в основной, либо в старшей школе (например, гидро- и аэростатика

изучается только в основной школе, а свойства полупроводников – только в средней школе), другие темы изучаются дважды (например, молекулярная физика и термодинамика, законы постоянного тока и др.). Ступенчатое построение курса оказывается наиболее эффективным, поскольку позволяет учесть познавательные возможности учащихся и избежать излишнего дублирования учебного материала. Именно в устранении дублирования заключается одно из направлений совершенствования ступенчатой структуры курса физики.

В некоторых странах принято спиральное построение курса физики как один из вариантов ступенчатого. В этом случае к одному и тому же разделу физики возвращаются несколько раз, повторяя изученное ранее, постепенно углубляя и расширяя знания учащихся.

Такое построение характерно для курса физики Германии. В нем, например, вопросы механики изучаются в VI классе (движение тел, сила и ее воздействие на тело, масса тел), в VII классе (сила и ее графическое представление, работа, энергия, мощность), в VIII классе (основы кинематики, основы динамики, энергия, закон сохранения энергии, движение по окружности, гравитационное поле, всемирное тяготение), в X классе (механические колебания и волны), в XI классе (работа, энергия, закон сохранения энергии, удар, импульс, закон сохранения импульса), в XII классе (кинематика и динамика прямолинейного движения, кинематика и динамика вращательного движения).

Принцип *генерализации* относится к отбору содержания школьного курса физики и его структурированию и предполагает выделение одной или нескольких стержневых идей и объединение вокруг них учебного материала. Такими идеями могут быть принципы, понятия, законы, теории. Реализация принципа генерализации позволяет в определенной степени снять противоречие между необходимостью повышения научного уровня курса физики, отражения в нем вопросов современной физики и сокращением времени на его изучение.

Определенная группировка материала так или иначе всегда осуществлялась в курсе физики, его содержание определенным образом структурировалось. Так, обычно материал курса располагался в соответствии с усложнением форм движения материи (изучались последовательно механика, молекулярная физика, электромагнетизм, оптика, строение атома и атомного ядра).

Принцип генерализации реализуется и при построении курса физики в зарубежных странах. Так, в курсе физики школ Венгрии выделены два основных понятия: взаимодействие и энергия, вокруг которых группируется учебный материал. С понятием взаимодействия учащиеся впервые знакомятся в курсе «Изучение окружающей среды» (III класс). Уже на данном уровне оно обобщается и распространяется на биологические и геологические явления. Курс физики основной школы строится таким образом, чтобы при рассмотрении явлений различной физической природы привести учащихся к пониманию того, что их причина – взаимодействие. В курсе физики гимназий данное

понятие входит в названия тем и разделов: «Механическое и тепловое взаимодействие», «Взаимодействие электрического заряда и поля» и т.п.

Стержневой идеей американского «Вводного курса физики» является идея строения вещества, в соответствии с которой курс начинается с изучения количественных характеристик свойств вещества (объем, масса, плотность, тепловое расширение, агрегатные превращения, растворимость). Далее вводятся понятия о простых и сложных веществах, рассматриваются способы их получения. Затем изучается явление радиоактивного распада как проявление дискретного строения вещества. Вводятся понятия об атомах и молекулах, их характеристики. Тепловые свойства вещества объясняются на основе молекулярно-кинетической теории. Завершается курс изучением строения атома и объяснением явления проводимости с точки зрения электронных представлений.

Стержневой идеей хорошо известного в нашей стране курса физики PSSC (Physics Science Study Committee) является концепция вещества и поля как двух видов материи. Курс строится по принципу единого рассмотрения сначала феноменологии, а затем внутреннего механизма явлений.

В соответствии с этой идеей курс состоит из четырех частей. В первой учащиеся знакомятся с движением точки (частицы), у них формируются некоторые понятия, которые затем используются для изучения и объяснения физических явлений. К таким понятиям относятся время, путь, скорость, ускорение, масса, плотность, температура, молекула, атом. Во второй части рассматривается корпускулярная модель света как естественный переход от первой части, где речь шла о частицах, а затем волновая модель света.

В третьей части возвращаются к изучению движения частиц, однако, в отличие от первой части, движение изучается с динамической точки зрения и вскрываются причины изменения состояния тел. Объектами изучения являются тепловая и механическая формы движения материи. В четвертой части изучается электромагнитная форма движения материи. Происходит углубление знаний как о частицах (электрон, протон, нейтрон), так и о волнах (электромагнитные волны). Завершается курс рассмотрением идеи корпускулярно-волнового дуализма свойств материи.

Подобное структурирование учебного материала позволяет, по мнению авторов курса, представить учащимся физику «как непрерывно развивающийся процесс, с помощью которого человек стремится показать природу физического мира».

В отечественной школе в качестве элемента знаний, вокруг которого осуществляется группировка учебного материала, выбрана физическая теория, что определяется значением теории в науке как основной и ведущей формы знания. При этом важно, что теория позволяет не только объяснять процессы и явления, но и предсказывать их ход, устанавливать новые закономерности. Поэтому группировка материала вокруг физических теорий дает возможность передать учащимся определенную сумму знаний и сформировать у них умение использовать эти знания для объяснения и предсказания явлений. Кроме того, поскольку физические теории входят в физическую картину мира, подобная группировка материала способствует формированию у учащихся целостного представления о физической картине мира и тем самым научного

мировоззрения. С другой стороны, теория содержит в себе современные формы мышления (отражает их), в «снятом», «свернутом виде воплощающие элементы цикла познания» [28, с. 22]. Структура физической картины мира и физических теорий будет раскрыта ниже.

Принцип *цикличности* связан с реализацией принципа генерализации в курсе физики отечественной школы. Группировка материала вокруг физических теорий позволяет формировать у учащихся теоретический способ мышления, что является одной из задач обучения физике. В основе теоретического мышления лежит теоретическое или содержательное обобщение, процесс формирования которого представляет собой путь познания в физической науке.

Последовательность разворачивания теоретического обобщения, или этапы познания, в физической науке следующие:

I этап – накопление и анализ фактов и их связей;

II этап – абстрагирование и формулировка обобщений с использованием той или иной модельной формы;

III этап – получение и обсуждение конкретных выводов и следствий (выводное знание);

IV этап – применение полученных знаний к конкретным физическим объектам и явлениям.

Названные этапы теоретического обобщения соответствуют этапам цикла учебного познания:

I этап – изучение и анализ специально отобранных фактов, наблюдения и эксперименты, подводящие учащихся к новому понятию, закону;

II этап – переход от конкретного к абстрактному; формулирование понятия, закона, уравнения, принципа;

III этап – получение выводов;

IV этап – переход от абстрактного к конкретному: применение полученных знаний к конкретным физическим объектам и явлениям (объяснение явлений природы, производственных процессов, решение задач, эксперименты и т.п.).

Таким образом, в учебном и научном познании выделяются следующие этапы:

I – факты; II – модель; III – следствия; IV – эксперимент [33].

Особенно последовательно принцип цикличности может быть реализован при группировке материала вокруг физических теорий, поскольку структурные элементы физической теории соответствуют этапам познания в физической науке и в обучении. Обобщения на уровне физической теории, разворачиваясь в соответствии с этапами цикла познания, отличаются от обобщений на уровне понятия и закона объемом: вокруг теории группируется материал целого раздела.

Таким образом, рассмотренные принципы конструирования курса физики средней школы соответствуют целям обучения, обу-

словлены характером и спецификой физики-науки, закономерно-стями учебно-познавательной деятельности учащихся.

На основе данных принципов могут быть разработаны учебные программы по физике, которые служат формой фиксации содержания образования на уровне учебного предмета. К программам предъявляется ряд требований, среди которых наиболее существенными представляются полнота, конкретность и процессуальность отражения содержания образования.

Под *полнотой* понимается включение в программу всех необходимых и достаточных для реализации поставленных целей элементов содержания; под *конкретностью* – такое представление всех элементов с их признаками, характеристиками и связями, которое показывает путь реализации заданного содержания в реальном учебном процессе, что делает программы инструментальными [42].

*Процессуальность* программы означает такое ее построение, при котором «она показывает содержание образования в единстве с процессом обучения: последовательность расположения всех его элементов, деятельностьную сторону их усвоения, последовательные этапы к достижению конечных целей обучения, раскрывает в известной степени методы, организационные формы и средства обучения» [42, с. 278].

Любая учебная программа по физике должна содержать (большинство из них содержит) объяснительную записку, в которой сформулированы цели обучения, особенности программы, некоторые методические рекомендации к курсу; перечень тем и элементов содержания курса, расположенных в определенной логической последовательности, которые должны быть изучены; перечень обязательных демонстраций, лабораторных работ и работ физического практикума; требования к знаниям и умениям учащихся, нормы оценок; перечни учебной литературы и типового оборудования.

В настоящее время разработано несколько вариантов программ по физике как для основной, так и для средней школы, включая программы для классов физико-математического профиля, которые рекомендованы к использованию Министерством образования. Они содержатся в сборниках программ, которые выйдут с периодичностью в 2 года – по четным годам.

Содержание программ отвечает требованиям обязательного минимума, однако представлено оно в разной логической последовательности. При этом важно, чтобы логическая структура курса соответствовала целям обучения и существующей парадигме, т.е. содержанию и логике науки на данном этапе ее развития. Программы, рекомендованные к использованию при обучении физике, соответствуют требованиям к подготовке учащихся на разных этапах обучения, но отличаются логической структурой.

### 4.3. Содержание курса физики основной школы

Документом, определяющим содержание физического образования, являются требования к обязательному минимуму этого содержания.

Курс физики основной школы в соответствии с разными системами физического образования может изучаться в течение либо трех, либо двух лет. Во втором случае пропедевтические знания по физике учащиеся получают в курсе естествознания. В любом случае курс физики основной школы – это курс, в котором изучаются физические явления (механические, тепловые, электрические, электромагнитные, световые) и физические законы; учебный материал группируется вокруг физических явлений, которые располагаются в курсе в порядке усложнения форм движения материи.

Физические теории также находят свое место в курсе физики основной школы, но используются в основном не в виде теоретических схем, а для объяснения или предсказания явлений и законов. Это соответствует познавательным возможностям учащихся данного возраста, уровню их абстрактного мышления, подготовке по математике. Единственная теоретическая схема, которая изучается в основной школе, как правило, в IX классе, – классическая механика.

Некоторые принципы, на которых строится курс физики основной школы, сформулированы применительно к программе курса «Физика и астрономия» [36], однако они могут рассматриваться в качестве некоторых общих требований. В соответствии с ними:

- курс физики основной школы должен быть по возможности завершенным и охватывать основной материал всех разделов курса физики;

- в курс физики должны органично войти элементы астрономии, что позволит удовлетворить интерес учащихся данного возраста и позволит включить в круг изучаемых явлений, наряду с происходящими в земных условиях, явления, происходящие в космосе;

- должна быть обеспечена преемственность с пропедевтическим курсом естествознания, изучаемым перед курсом физики, а также взаимосвязь с параллельно изучаемыми предметами;

- в курс должны войти проблемы экологии, отношения человека с природой и техникой;

- в курсе целесообразно реализовать уровневую дифференциацию, т. е. в программу и в учебник наряду с обязательным минимумом должны войти сведения, адресованные учащимся, интересующимся физикой и желающим ее изучать на повышенном уровне.

Поскольку существует целый ряд программ по физике для основной школы и анализировать их все нет возможности, проведем здесь анализ некоторых из них.

Наиболее распространенной программой является программа, разработанная коллективом авторов из Российской академии образования. В соответствии с ней курс физики начинается с введения, задача которого – познакомить учащихся с предметом физики и методами исследования в физике. Уделяется внимание циклу познания в физической науке, физическим приборам, правилам измерений, точности и погрешности измерений. Далее в курсе изучаются элементы молекулярно-кинетической теории (тема «Первоначальные сведения о строении вещества»). То, что курс физики начинается именно с данной темы, обусловлено следующими причинами:

- необходимостью усиления роли теории в обучении физике;
- возможностью показать с первых шагов изучения физики, что физическую науку составляют не только знания о фактах и законах, но и знания, которые позволяют объяснить те или иные явления и закономерности, а в дальнейшем и предсказывать их;
- возможностью заинтересовать учащихся и создать мотивацию учения путем демонстрации достаточно эффектных опытов и выполнения несложных домашних опытов.

Знания, полученные в VII классе при изучении молекулярной физики, используются в дальнейшем при рассмотрении гидро- и аэростатики в конце VII класса и тепловых явлений в VIII классе.

Второй темой курса VII класса является тема «Движение и взаимодействие», в которой учащиеся знакомятся с видами движения, взаимодействием тел и с видами сил в механике. При изучении механического движения используется, как правило, естественный способ его описания, хотя и говорится учащимся, что скорость, сила – величины векторные, имеющие определенное направление. Понятие ускорения, хотя и не является обязательным на этом этапе изучения физики, может быть введено так же, как и понятие равноускоренного движения и уравнения движения. То же относится и к законам Ньютона. Их изучение в системе и в точных формулировках здесь не предусмотрено, однако в соответствии с некоторыми программами законы Ньютона обсуждаются.

Как уже говорилось, в теме «Гидро- и аэростатика» изучаемые явления и законы объясняются на основе знаний молекулярно-кинетической теории строения вещества. При этом теория используется для предсказания законов, например закона Паскаля, для объяснения явлений, например существования атмосферного давления и его изменения с высотой.

В VIII классе изучаются тепловые явления, в число которых входят явления теплопередачи и агрегатные превращения, а также электрические (электризация тел и постоянный ток) и электромагнитные явления (магнитное поле тока). Завершается курс VIII класса темой «Световые явления», в которой учащиеся знакомятся с геометрической оптикой.

Курс физики IX класса начинается с механики, которая представлена как пример фундаментальной физической теории и в ко-



торую входят кинематика, динамика, законы сохранения и колебания и волны. Здесь предусмотрено изучение основания классической механики: ее эмпирического базиса, моделей, уравнений движения; ядра теории в виде постулатов и принципов, законов Ньютона, закона всемирного тяготения и законов сохранения энергии и импульса; следствий теории в виде прямой и обратной задач механики и целого ряда прикладных вопросов.

В IX же классе учащиеся изучают явление электромагнитной индукции, у них формируются представления об электромагнитном поле и электромагнитных волнах и их свойствах, а также о волновых свойствах света.

Курс завершается изучением физики атома и атомного ядра, радиоактивности и радиоактивных превращений, атомной энергетики.

Структура курса представлена на схеме 8.

Рассмотрим программу интегрированного курса «Физика и астрономия» для основной школы (авторы: Ю.И. Дик, А.А. Пинский).

Этот курс должен решать следующие задачи:

- знакомить учащихся с основами физической науки, сформировать у учащихся основные понятия, представления о некоторых физических законах и теориях, научить видеть их проявление в природе;
- формировать у учащихся основы естественнонаучной картины мира и показать место человека в ней;
- знакомить с основными применениями физических законов в практической деятельности и в решении экологических проблем;
- знакомить с методами естественнонаучного исследования;
- формировать умение выдвигать гипотезы, пользоваться методами аналогии и идеализации, индукции и дедукции;
- обеспечить основу для изучения других естественнонаучных курсов.

Курс имеет структуру, приведенную на схеме 9.

В соответствии с этой программой механика изучается два раза: в VII классе – на уровне основных понятий и явлений и в IX классе в теме «Элементы небесной механики» – на уровне теории. По сравнению с предыдущей программой в VII классе расширено введение и не изучаются элементы молекулярно-кинетической теории строения вещества; в VIII классе изучаются явление электромагнитной индукции, свойства полупроводников и полупроводниковые приборы, что оправдано широким применением полупроводниковой техники в настоящее время. Световые явления изучаются не в VIII классе, а в IX – после темы «Колебания и волны», в которой наряду с механическими рассматриваются электромагнитные колебания и волны. Это дает возможность изучить в данной теме не только геометрическую, но и волновую оптику.

Схема 8

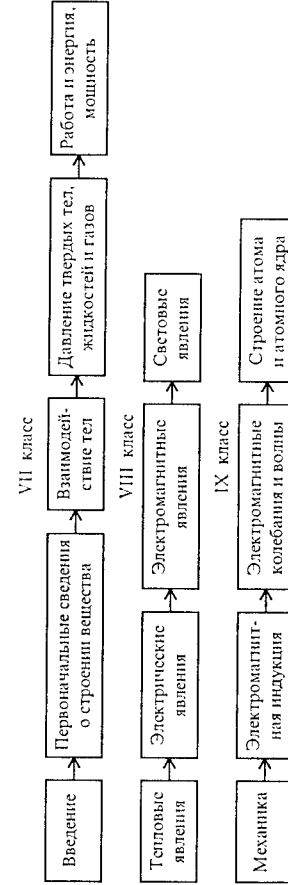
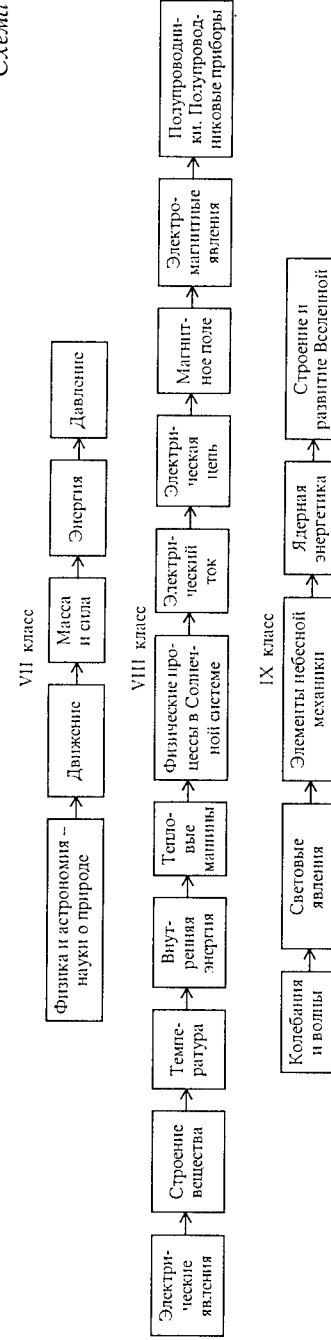


Схема 9



После темы «Элементы небесной механики» изучаются вопросы строения атома и атомного ядра и ядерная энергетика.

Вопросы астрономии изучаются как внутри физических тем («Элементы небесной механики»), так и в виде специальных тем («Физические процессы в Солнечной системе» – VIII класс, «Строение и развитие Вселенной» – IX класс).

Еще одним примером программы основного курса физики является программа, в которой предусмотрена уровневая дифференциация (авторы: Н.Е.Важеевская, Р.Д.Минькова, Н.С.Пурышева). Она реализована как в содержании учебного материала, так и в перечне лабораторных работ. Выделены два уровня обучения и усвоения материала: обычный – обязательный для всех учащихся – и повышенный – для учащихся, интересующихся физикой и имеющих определенные способности. В качестве материала повышенного уровня даются вопросы истории физики (шкалы Фаренгейта и Реомюра), некоторые прикладные вопросы (применение вогнутых зеркал, волоконная оптика и др.), материал, требующий хорошей математической подготовки учащихся (вывод формулы линзы, закон преломления и др.). В отличие от других курсов в этом существенное внимание уделяется формированию у учащихся знаний о методах и логике естественнонаучного познания и экспериментальных умений, в том числе исследовательских. Структура курса приведена на схеме 10.

Курс начинается с введения, имеющего методологический характер. В нем дается представление о том, что изучает физика (физические явления, происходящие в микро-, макро- и мегамире и физические свойства тел и веществ). Рассматриваются методы изучения физических явлений – экспериментальный и теоретический, структурные элементы физического знания (понятие, закон, теория). Уже при изучении введения учащиеся выполняют лабораторные работы по измерению ряда физических величин и учатся записывать результаты измерений с учетом погрешности.

Затем изучаются явления макромира, объяснение которых не требует привлечения знаний о строении вещества. К таким явлениям относятся механические, звуковые и световые.

Изучению явлений, объяснить которые можно на основе знаний о строении вещества, предшествует тема «Первоначальные сведения о строении вещества». В ней рассматриваются основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества, которые используются при объяснении гидро- и аэростатики, механических свойств твердых тел, а также тепловых явлений и тепловых свойств газов, жидкостей и твердых тел. При изучении электрических явлений рассматривается строение атома; полученные знания используются для объяснения электрических явлений.

Таким образом, в VII и VIII классах учащиеся знакомятся с наиболее распространенными и доступными их пониманию физическими явлениями (механическими, тепловыми, электрическими

Схема I

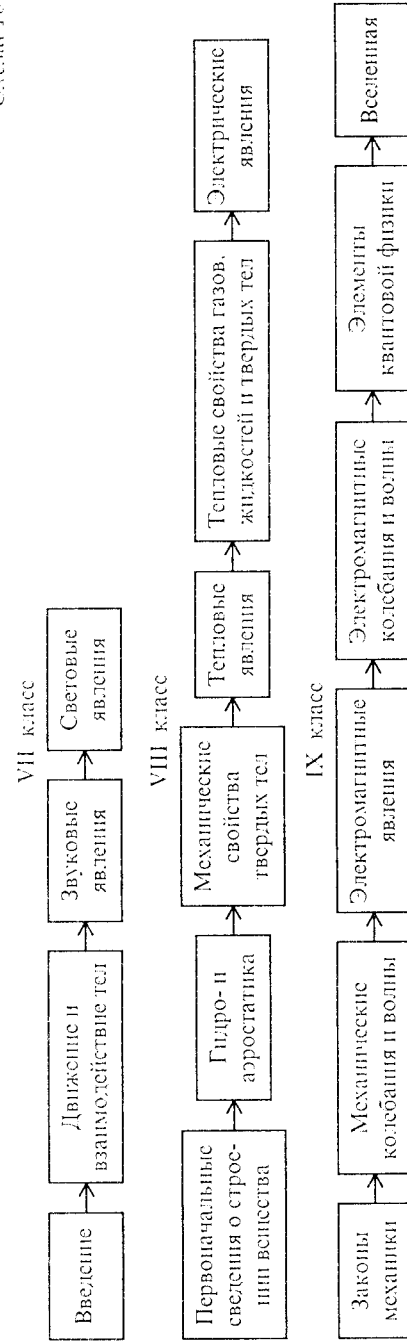
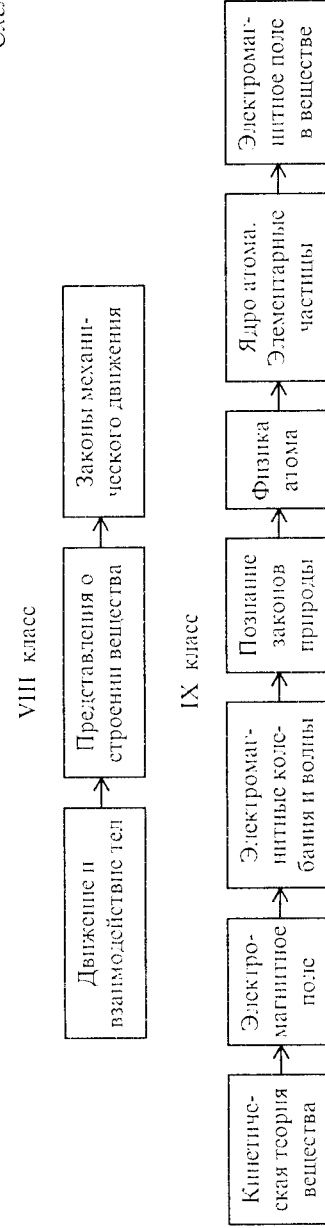


Схема II



и световыми) и учатся объяснять их, применяя знания о строении вещества.

В IX классе изучаются более сложные физические явления и более сложные законы. Начинается курс с механики, где рассматриваются основы классической механики. В этой теме учащиеся знакомятся с фундаментальной физической теорией. Затем следует тема «Механические колебания и волны», включение которой делает изучение механической формы движения материи завершённым.

Далее изучаются электромагнитные явления, которые вместе с механическими колебаниями и волнами являются основой формирования у учащихся знаний об электромагнитных колебаниях и волнах.

Задача темы «Элементы квантовой физики» – сформировать у учащихся некоторые представления о современной физике, строении атома и атомного ядра.

Завершается курс физики темой «Вселенная», в которой рассматриваются строение и масштабы Вселенной и более подробно изучаются строение Солнечной системы и характеристики тел, входящих в её состав.

По каждому классу программой предусмотрены дополнительные темы, которые изучаются при условии усвоения учащимися основного материала. Учитель может выбрать одну тему из перечня или рассмотреть избранные вопросы из разных тем. В качестве дополнительных предложены темы прикладного и практического характера, а также связанные с проявлением изученных законов и наблюдением изученных явлений в быту, природе и технике.

Как пример рассмотрим одну из программ, в соответствии с которой физика изучается в VIII–IX классах (авторы: И.И.Нурминский, Н.К.Гладышева).

Курс, по мнению авторов, характеризуется следующими основными чертами:

– он носит завершённый характер, в частности предусматривает формирование у учащихся некоторых квантовых представлений;

– он универсален – доступен всем учащимся и обеспечивает необходимую подготовку для продолжения обучения в старших классах любого профиля;

– он способствует формированию у учащихся научного мировоззрения и мышления; создает условия для осознанного выбора ими профиля дальнейшего обучения, поскольку требования к знаниям и умениям учащихся на выходе из основной школы систематизированы в соответствии со структурой фундаментальных физических теорий, что позволяет сформировать у учащихся представления о целостной «архитектуре» изучаемых физических теорий;

– он имеет общекультурную направленность и включает элементы знаний, отражающие методы научного познания в физике, обеспечивает понимание диалектики научного познания природы, понимание взаимосвязей научной теории и человеческой практики.

Таким образом, авторы программы предлагают уже в основной школе изучать материал курса на уровне научных теорий, т.е. на уровне более глубоких обобщений, чем это принято в настоящее время в основной школе, полагая, что это не должно увеличивать учебную нагрузку учащихся и вполне им доступно.

Программа имеет структуру, приведенную на схеме 11.

В соответствии с программой в VIII классе изучается классическая механика, а в IX классе – молекулярная физика, электродинамика и некоторые вопросы квантовой физики. Авторы предполагают, что в VIII классе на изучение физики должно быть отведено 2 часа, а в IX классе – 3.

Помимо рассмотренных существует еще ряд программ, опубликованных в соответствующих сборниках. Учитель может выбрать любую из них, при этом он должен руководствоваться образовательным стандартом и принципами, описанными в 4.1.

#### 4.4. Содержание курса физики средней (полной) школы

В соответствии с Законом РФ «Об образовании» старшие классы (X–XI) средней школы являются профильными. В настоящее время существует достаточно много различных профилей обучения: физический, математический, физико-математический, физико-технический, исторический, гуманитарный, экономический и т.д. В то же время для эффективной организации учебного процесса и обеспечения его учебно-методической литературой целесообразно ограничить число профилей и в качестве основных выделить пять: физико-математический, биолого-химический, технический, гуманитарный и основной. В классах основного профиля обучаются дети, не имеющие ярко выраженных способностей и интереса к изучению определенной группы предметов. В некоторых случаях число профилей ограничивают тремя и выделяют гуманитарный, основной и физико-математический, полагая при этом, что учащиеся классов гуманитарного профиля должны усваивать материал на уровне, заданном стандартом (минимальный уровень требований), и в этих классах на изучение физики отводится по 2 часа в неделю в каждом году обучения, учащиеся классов основного профиля (биолого-химических, технических и пр.) должны усваивать материал на более высоком уровне, определенном программой для общеобразовательной школы, и на изучение физики в этих классах отводится по 4 часа в неделю, и на еще более высоком уровне должны усваивать курс

учащиеся классов физико-математического профиля. Этот уровень задается специальной программой для классов физико-математического профиля. На изучение физики в этих классах отводится не менее 5 часов в неделю.

Рассмотрим программу для *общеобразовательной школы*, разработанную Институтом общеобразовательной школы РАО.

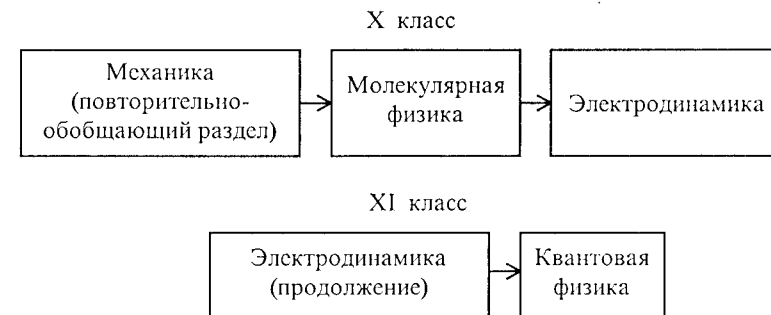
Материал курса группируется вокруг фундаментальных физических теорий, в соответствии с которыми названы разделы курса: классическая механика (повторительно-обобщающий раздел), молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика. Такая группировка материала позволяет решить целый комплекс педагогических задач: во-первых, способствует формированию системы научных знаний, представлений о ФКМ, системы методологических знаний, научного мировоззрения, теоретического мышления; во-вторых, дает возможность определить место эксперимента, в том числе фундаментального, место политехнического и профессионально направленного материала в курсе физики. Следует отметить, что наиболее полно структурные элементы теории на школьном уровне находят отражение в разделе «Механика», что связано с возможностью и доступностью для понимания учащихся ее основных законов и принципов, выраженных в математической форме. Что касается молекулярной физики, то законы представлены лишь для идеального газа.

Уравнения Максвелла, составляющие ядро электродинамики, не могут быть даны в школе в их математической форме, однако они формируются в курсе на качественном уровне (потенциальный характер электростатического поля и вихревой характер магнитного, закон электромагнитной индукции, существование вихревого магнитного поля вокруг проводника с током при изменении электрического поля).

Практически не представлено в курсе ядро квантовой механики, кроме возможного упоминания о соотношении неопределенностей Гейзенберга, что не является обязательным. Однако в разделе «Квантовая физика» представлены экспериментальный базис квантовой механики, некоторые ее теоретические основы в виде уравнения Эйнштейна для фотоэффекта и постулатов Бора, а также ряд следствий.

Структура программы представлена на схеме 12.

Структура курса, как видно из приведенной схемы, отличается от той, что была принята в предшествующей программе. В частности, отсутствует раздел «Колебания и волны», представляющий собой так называемый волновой концентр, в котором изучаются совместно колебания и волны различной физической природы<sup>1</sup>. В соответствии с данной программой механические колебания и



волны изучаются в механике, электромагнитные колебания и волны – в электродинамике. Отсутствует в виде самостоятельного раздела оптика. Геометрическая оптика изучается, главным образом, в основной школе в самостоятельной теме, световые волны изучаются в разделе «Электродинамика» (тема «Электромагнитные колебания и волны») как электромагнитные волны определенного диапазона длин волн, а квантовые свойства света – в разделе «Квантовая физика». Геометрическая оптика рассматривается как предельный случай волновой.

В курсе наряду с классической физикой представлены элементы современной физики. Раздел «Электродинамика» завершается изучением основ специальной теории относительности и формированием у учащихся релятивистских представлений. В разделе «Квантовая физика» изучаются квантовые постулаты Бора, и у учащихся формируются некоторые квантовые и статистические представления.

В содержании курса отражены все элементы физических теорий: эмпирический базис, модели, система величин, система эмпирически полученных законов, основные законы, постулаты и принципы, следствия, границы применимости физических законов и теорий, соотношение между теориями различной степени общности.

В содержании представлен материал политехнического характера, позволяющий познакомить учащихся с основными направлениями научно-технического прогресса, физическими основами технологических процессов, работы приборов, технических устройств. Помимо включения материала политехнического характера непосредственно в содержание изучаемых тем, программой предусмотрено проведение обобщающих уроков «Механика и механизация производства», «Основные законы электродинамики и их технические применения», «Физика и научно-технический прогресс».

Программа отражает экспериментальный характер физики-науки: в ней предусмотрено большое число демонстрационных

<sup>1</sup> Колебательно-волновой концентр существует в ряде программ, например в программе Н.М.Шахмаева и Д.Ш.Шодиева, Г.Я.Мякишева и А.З.Сняжкова и др.

опытов, фронтальных лабораторных работ и работ физического практикума.

Рассмотрим одну из программ для классов *физико-математического профиля*<sup>1</sup>. В структурном отношении она близка к программам Е.И.Бутикова, А.А.Быкова, А.С.Кондратьева, а также С.В.Громова.

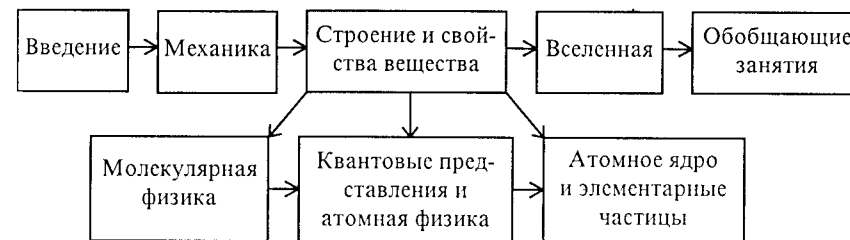
Содержание и структура курса определялись исходя из целей обучения физике учащихся классов этого профиля, с учетом содержания физики-науки на современном этапе ее развития, специфики учебно-познавательной деятельности учащихся классов этого профиля.

В содержании курса представлены все элементы физической картины мира: исходные философские идеи (представления о материи, движении, пространстве, времени, взаимодействии), физические теории и связи между ними. Курс строится таким образом, что с самого начала его изучения у учащихся формируются представления о современной физической картине мира, в частности, уже во введении к курсу учащимся даются представления о релятивистских, квантовых, статистических теориях, о месте классических теорий в современной ФКМ, о границах их применимости.

Материал группируется вокруг фундаментальных физических теорий, однако в программе принята отличная от традиционной последовательность их изучения, в соответствии с которой изучаются сначала динамические теории (механика и электродинамика), а затем статистические (молекулярная и квантовая физика). При такой группировке материала сложные статистические теории изучаются учащимися более старшего возраста (чем это должно иметь место в соответствии с традиционной программой), имеющими необходимую подготовку по математике (тема «Элементы теории вероятностей и математическая статистика» изучается в курсе математики XI класса). Кроме того, при такой структуре курса появляется возможность более последовательно реализовать идею формирования у учащихся статистических представлений, показав, что вероятностный характер поведения присущ как большой совокупности объектов, так и отдельно взятой «квантовой» частице.

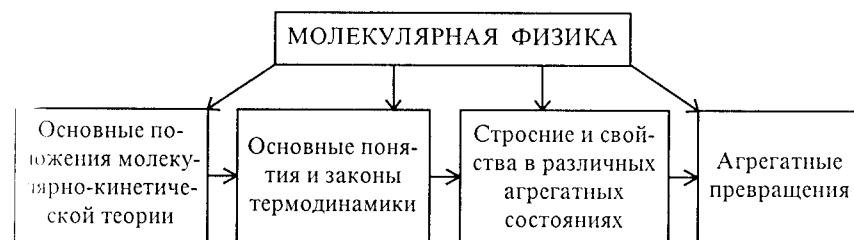
Другой стержневой идеей, вокруг которой группируется учебный материал, является идея структурных уровней материи. В связи с этим сначала рассматриваются явления макромира, затем микромира, а затем мегамира, что делает логичной и оправданной интеграцию физики с астрономией. Общая структура курса приведена на схеме 13.

<sup>1</sup> См.: Пурьшвица Н.С. Содержание и структура курса физики для классов физико-математического профиля // Физика: Ежедневное приложение к газете «Первое сентября». — 1993. — № 23 — 25.



В содержании курса физики отражены связи между физическими теориями, что способствует формированию у учащихся представлений о единстве природы и наших знаний о ней. Связи между теориями рассматриваются во введении к каждому разделу, а также на обобщающих занятиях после изучения каждого раздела и всего курса в целом. Кроме того, они устанавливаются по ходу изучения материала, в частности при обсуждении границ применимости законов и теорий. Этому также способствует принятое структурирование учебного материала. Так, в программе отсутствует тема «Специальная теория относительности». Кинематика и динамика теории относительности изучаются при обсуждении границ применимости классической механики, что, кроме того, логично в рамках принятой за основу при построении курса физики классификации физических теорий; соотношение между массой и энергией рассматривается при изучении ядерной физики, а проблемы, связанные со скоростью света, обсуждаются в электродинамике. Обобщение знаний учащихся по специальной теории относительности проводится на заключительном занятии по теме «Современные представления о пространстве и времени».

Связь между молекулярно-кинетической теорией и термодинамикой, выражаемая принципом дополнительности, отчетливо проявляется при такой структуре, когда сначала изучаются понятия и идеи молекулярной физики, затем понятия и законы термодинамики, а затем те и другие применяются к рассмотрению строения и свойств макроскопических систем. В этом случае тема «Молекулярная физика» имеет структуру, представленную на схеме 14.





Установлению связей между статистическими и динамическими теориями способствует выделение раздела «Строение и свойства вещества». При этом учащиеся должны понимать, что статистические закономерности микропроцессов в макросистемах обусловлены большой совокупностью частиц и хаотическим характером их движения, а статистические законы, свойственные поведению микрочастицы, отражают ее квантовую природу. В этом разделе появляется возможность говорить о примате статистических законов и теорий и о сложившемся в современной науке вероятностном стиле мышления.

Принцип симметрии проходит через весь курс, начиная с введения при рассмотрении таких вопросов, как пространство и время, и кончая заключительными занятиями, на которых устанавливается связь законов сохранения с симметрией пространства и времени и электромагнитного взаимодействия.

В содержание курса включены методологические знания: знания о таких структурных элементах знаний, как понятие, закон, гипотеза, формируются по ходу изучения учебного материала, знания о структуре физических теорий – в конце изучения каждого раздела, знания о структуре ФКМ – в конце курса физики в обобщающем разделе.

В курсе отражены такие методы теоретического познания, как моделирование, идеализация, дедуктивное выведение следствий. В частности, в теме «Строение и свойства вещества в разных агрегатных состояниях» изучаются модели идеального газа, реального газа, идеального кристалла, реального кристалла, жидкого состояния. При этом у учащихся формируются представления о том, что модель описывает явления действительности с определенной степенью точности, с некоторым приближением и имеет границы применимости. Чем в большей степени при построении модели учитываются свойства реального объекта, признаки явления, тем точнее эта модель и тем точнее наши знания.

Знания о процессе познания представлены в программе путем включения в нее историко-научного и историко-биографического материала. Например, при изучении строения атома показывается, что уточнение представлений о строении атома (от модели Томсона до квантовых представлений) происходило в процессе накопления и обобщения экспериментальных фактов.

Виды деятельности включены в программу через систему лабораторных работ, кроме того, они формируются в процессе решения учащимися различного рода физических задач. Целый ряд видов деятельности входит в содержание курса опосредованно. Например, при изучении теоретического материала учащиеся овладевают такими видами деятельности, как построение индуктивного или дедуктивного вывода, моделирование, мысленное экспериментирование, применение знаний к объяснению явлений и т.д.

Прикладной материал (политехнический, экологический) изучается в связи с рассмотрением теоретических вопросов в соответствующих темах курса. В разделе «Электродинамика», кроме того, выделена специальная тема «Основные применения законов электродинамики», включающая такие подтемы, как «Получение, передача и использование электроэнергии», «Радиоволны», «Физические основы ЭВМ». В конце каждого раздела так же, как и в конце всего курса, предусмотрены обобщающие занятия политехнического характера.

Каждый раздел курса так же, как и курс в целом, начинается с введения, отражающего круг вопросов, которые предстоит изучать учащимся, ориентирующего их в основных идеях, с которыми они будут знакомиться, и тем самым создающего мотивацию изучения физики. Во введении, как правило, рассматриваются методологические и мировоззренческие вопросы, а также вопросы развития и становления тех областей физического знания, о которых пойдет речь в данной теме.

Завершается изучение каждого раздела и курса в целом обобщающими занятиями, направленными на систематизацию знаний учащихся о физических теориях и о ФКМ, а также знаний политехнического характера. При этом политехнический материал группируется вокруг основных направлений научно-технического прогресса и непосредственно связан с изучаемыми теориями.

Рассмотрим одну из программ для классов *гуманитарного профиля* (авторы: Б.М. Яворский, А.И. Иванов, С.А. Тихомирова).

Авторы следующим образом определили цели обучения физике учащихся классов гуманитарного профиля:

- изучение основных физических явлений, идей, формирование фундаментальных понятий;
- воспитание интереса к миру физических явлений в природе и технике;
- развитие познавательных способностей учащихся;
- формирование современного научного мировоззрения;
- подготовка учащихся к жизни и к работе в народном хозяйстве.

Рассматриваемый курс структурно не отличается от курса физики для общеобразовательной школы. Основными его чертами являются:

- исторический подход к изучению учебного материала;
- индуктивный путь изучения ряда законов (например, газовых законов);
- снижение уровня математизации курса, исключение сложных выводов формул (основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа);
- исключение сложного для понимания учащихся материала темы «Электрический ток в различных средах»;
- уменьшение доли прикладного, политехнического материала;

– исключение физического практикума и уменьшение числа фронтальных лабораторных работ;

– привлечение текстов из художественной литературы (например, в программу включены такие вопросы, как художественная литература о тепловых явлениях, художественная литература об оптических явлениях и т.п.).

Многие соображения, положенные авторами в основу разработки данной программы, представляются спорными, тем не менее программа рекомендована к использованию и подкреплена соответствующим учебником.

#### 4.5. Связь содержания курса физики с содержанием других учебных предметов

**Общие вопросы.** Одной из важнейших задач обучения физике является формирование у учащихся представлений о современной физической картине мира, которая является частью научной картины мира. Формирование представлений о современной научной картине мира возможно лишь на межпредметной основе, так как каждый предмет вносит вклад в решение этой проблемы.

*Методологической основой* межпредметных связей учебных дисциплин является положение о единстве материального мира и взаимосвязи природы, общества и мышления. В силу единства материального мира все стороны действительности связаны между собой. Ф.Энгельс писал в «Диалектике природы»: «Первое, что нам бросается в глаза при рассмотрении движущейся материи, – это взаимная связь отдельных движений, отдельных тел между собой, их обусловленность друг другом».

Таким образом, различные науки о природе и обществе связаны между собой. Отражением этих межнаучных связей является связь между учебными дисциплинами.

Современный этап развития науки характеризуется двусторонним процессом интеграции и дифференциации наук. С одной стороны, каждая наука развивается в направлении все более глубокого проникновения в сущность познаваемых ею закономерностей природы. С другой стороны, науки развиваются как единый комплекс, взаимно обогащаясь как научными идеями, так и методами познания, что приводит к возникновению пограничных наук: биофизики, биохимии, физической химии, геофизики и др. Это определяет значение межпредметных связей учебных дисциплин.

*Психологической основой* межпредметных связей является процесс образования ассоциаций. Психолог Ю.А.Самарин отмечает, что формирование научных знаний происходит на основе четырех уровней их систематизации:

I уровень – простые ассоциации: факты и явления связывают безотносительно к системе данных явлений;

II уровень – ограниченно-системные ассоциации: устанавливаются связи между фактами и явлениями в пределах темы;

III уровень – внутрисистемные ассоциации: связь устанавливается в пределах учебного предмета;

IV уровень – межсистемные ассоциации: устанавливаются связи между знаниями, принадлежащими к различным наукам.

Эти ассоциации и позволяют производить систематизацию знаний на самом высоком уровне при условии реализации межпредметных связей.

*Дидактическая роль* межпредметных связей проявляется в том, что их установление позволяет обеспечить систематичность и последовательность знаний.

В дидактике не существует единого мнения по вопросу о том, к какой категории относится понятие межпредметных связей. Одни исследователи рассматривают межпредметные связи как самостоятельный дидактический принцип, другие – как составляющую принципа системности знаний, третьи – как одно из направлений реализации принципа систематичности.

Часто в литературе *межпредметные связи понимают как условие и средство повышения научного уровня знаний учащихся, повышения роли обучения в формировании их научного мировоззрения, в развитии их мышления, творческих способностей, оптимизации процесса усвоения знаний и в конечном итоге – как условие и средство совершенствования всего учебного процесса.*

Из вышесказанного следует значимость межпредметных связей в учебном процессе, которая проявляется в том, что их реализация позволяет:

– повышать научный уровень знаний благодаря всестороннему и более глубокому изучению явлений и свойств тел;

– обеспечивать систематичность и системность знаний, что ведет к их осознанности, прочности и обобщенности;

– формировать мировоззрение учащихся благодаря раскрытию единства материального мира, взаимосвязи и взаимообусловленности явлений;

– формировать более глубокие политехнические знания, поскольку в настоящее время целый ряд технологических процессов может быть понят лишь на основе знаний из нескольких наук;

– осуществлять экологическое образование учащихся, поскольку решить эту задачу невозможно без привлечения в процессе обучения физике знаний по химии и биологии;

– осуществлять гуманитаризацию обучения физике;

– формировать общеучебные умения;

– развивать мышление и творческие способности учащихся, поскольку установление межсистемных ассоциаций в процессе систематизации межпредметных связей ведет к изменениям в мыслительной деятельности учащихся: мышление становится более гибким, подвижным, обобщенным.

Межпредметные связи классифицируют по разным основаниям; главным образом, их делят на группы по временному и информационному признакам. Соответственно выделяют *хронологические и содержательные* межпредметные связи. По временному признаку различают предшествующие, сопутствующие и перспективные связи.

*Предшествующие связи* – это связи курса физики с материалом, изучавшимся в других предметах раньше. Например, в процессе изучения гидро- и аэростатики в курсе физики устанавливаются связи с материалом, изученным раньше в курсах природоведения и географии (сообщающиеся сосуды, шлюзы, воздухоплавание, атмосфера, атмосферное давление и др.).

*Сопутствующие связи* – это связи между понятиями, законами, теориями, одновременно изучаемыми в разных учебных предметах. Например, сопутствующими являются связи курсов физики и химии при формировании понятий об атоме и его характеристиках, связи курсов физики и математики при изучении понятия гармонического колебания (в рамках единого концентратора). Названные вопросы изучаются в разных учебных дисциплинах параллельно.

*Перспективные связи* – это такие связи, при которых материал курса физики является базой для изучения других предметов, например обществоведения: понятия материи, пространства, времени, движения, взаимодействия рассматриваются в курсе физики, а затем обобщаются в курсе обществоведения.

Классифицируя межпредметные связи по информационному признаку, исходят из содержания учебного материала. В этом случае выделяют *фактические связи* (связи на уровне фактов). Например, факт дробления вещества изучают в физике и химии, движение планет – в физике и астрономии.

Следующую группу составляют *понятийные связи* (связи на уровне понятий). Например, общими для физики и химии являются понятия атома, молекулы, иона и др., для физики и математики – вектора, производной, интеграла и др., для физики и обществоведения – материи, движения, пространства, времени и др.

Еще одна группа – *теоретические связи* (связи на уровне законов и теорий). Примерами могут служить молекулярно-кинетическая теория строения вещества в физике и химии, классическая механика и законы движения тел в физике и астрономии и т. д.

В последние годы большое внимание уделяется межпредметным связям на уровне межнаучных обобщений или обобщений на уровне общенаучных методологических принципов, таких, как принцип соответствия, дополнительности, причинности, симметрии. Реализация межпредметных связей именно на этом уровне способствует выработке у учащихся представлений о единстве материального мира и научного знания о нем, позволяет использо-

вать современную научную методологию для решения различных проблем.

**Связи физики и других учебных дисциплин.** Рассмотрим конкретные примеры межпредметных связей физики с другими предметами.

*Связь курсов физики и обществоведения.* Основой межпредметных связей этих дисциплин является то, что физика представляет собой естественнонаучную базу для философских обобщений. Соответственно на основе знаний по физике и другим предметам делаются обобщения при изучении обществоведения. Поэтому межпредметные связи физики и обществоведения являются для курса физики перспективными.

Связи между этими предметами в силу специфики философии устанавливаются на уровне общенаучных понятий (материя, движение и др.), категорий диалектики (непрерывность и дискретность, необходимость и случайность и др.), законов (переход количества в качество, единство и борьба противоположностей, отрицание отрицания), принципов, теорий (теория познания).

Межпредметные связи физики и обществоведения могут быть реализованы при использовании конкретного физического материала для иллюстрации и обоснования основных положений философии. Соответствующая подготовка к этому должна вестись на протяжении всего обучения физике.

С первых же уроков по физике у учащихся начинает формироваться представление о материи и ее видах; это понятие углубляется к концу обучения и обобщается в курсе обществоведения. Подобным же образом обобщается и понятие о движении как форме существования материи, о пространстве и времени. В курсе физики изучаются явления (парообразование и конденсация, плавление и кристаллизация и др.), свойства объектов (свойства электромагнитных волн различных диапазонов), которые наглядно иллюстрируют проявление законов диалектики.

При изучении физических законов, методов познания в физике, применений законов физики в технике учащиеся приходят к выводу о познаваемости явлений природы, безграничности познания, относительной истинности знаний.

*Связь курсов физики и математики.* Взаимосвязь учебных предметов физики и математики отражает взаимосвязь наук физики и математики, которая определяется наличием у них общей предметной области. Взаимосвязь этих наук выражается во взаимосвязи их идей и методов, которую можно условно разделить на три вида:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

2) развитая математическая теория используется для анализа физических явлений, что часто приводит к созданию новой физи-

ческой теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере – электродинамической) и к возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности);

3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

Эти направления связей физики и математики отражаются в обучении, и связи носят двусторонний характер. В таблице 12 в качестве примера показана реализация межпредметных связей физики и математики в IX классе при изучении механики.

Таблица 12

Что нужно из курса математики физике	Что физика дает математике
Вектор и операции над векторами	Примеры векторных величин ( $\vec{s}$ , $\vec{v}$ , $\vec{a}$ , $\vec{F}$ ) и операции над ними
Система координат	Плоская и пространственная декартовы системы координат
Радианная мера угла, соотношение между радианом и градусом	Решение задач, помогающих формированию математического языка
Линейная функция, ее график	Уравнения координаты $x = x_0 + v_x t$ и скорости $v = v_{0x} + a_x t$ , графики движения
Квадратная функция и квадратное уравнение	Уравнение координаты $x = x_0 + v_{0x} t + a_x t^2 / 2$ , уравнение траектории $y = f(x)$
Понятия о тригонометрических функциях	Решение задач

*Связь курсов физики и химии.* Науки физика и химия имеют общую предметную область: атомный и молекулярный уровни материи. Для изучения строения и свойств материи они используют одну и ту же теорию – квантовую механику и одни и те же методы познания (рентгеноструктурный анализ, спектральный анализ, электронную микроскопию и др.). Межпредметные связи физики и химии могут осуществляться в следующих направлениях: формирование общих мировоззренческих понятий (материя, виды и структурные формы материи и т.д.), формирование понятий, общих для физики и химии (атом, молекула, электролитическая диссоциация, электролиз, постоянная Авогадро, относительная молекулярная масса и др.), изучение общих законов (закон сохранения энергии, закон электролиза и др.) и теорий (молекулярно-

кинетическая и электронная теории), использование знаний, приобретенных в курсе физики, при изучении химии и наоборот, показ общих методов познания, формирование и использование общих умений.

Примером реализации межпредметных связей физики и химии может служить формирование у учащихся знаний о строении вещества (см. табл. 13).

Таблица 13

Класс	Предметы	
	Физика	Химия
VII	Элементы молекулярно-кинетической теории строения вещества	
VIII	Элементы молекулярно-кинетической теории строения вещества Представления о строении атома	Элементы атомно-молекулярной теории строения вещества Квантовые представления
X	Молекулярно-кинетическая теория строения вещества Элементы электронной теории	Элементы электронной теории строения вещества
XI	Элементы квантовой теории	

*Связь курсов физики и астрономии.* Содержание школьного курса астрономии составляют преимущественно вопросы астрофизики. Само слово «астрофизика» отражает связь физики и астрономии. Эти науки имеют общую предметную область: микро-, макро- и мегауровни материи, общие методы исследования и общие законы. Именно это является причиной того, что в подавляющем большинстве стран предметы «физика» и «астрономия» интегрируются в единый курс. В последние годы эта тенденция проявляется и в нашей стране.

Таблица 14 наглядно иллюстрирует использование знаний по физике при изучении в курсе астрономии небесной механики и астрофизики.

*Связь курсов физики и технологии.* Установление межпредметных связей курсов физики и технологии – необходимое условие осуществления политехнического обучения. Эта связь носит двусторонний характер. Ее фундаментом служит то, что физика является основой конструкции и работы орудий труда и целого ряда технологических процессов, с которыми учащиеся могут встретиться в дальнейшем в своей трудовой деятельности и которые они могут наблюдать в повседневной жизни.

При изучении физических явлений и законов и их применений в технике учитель должен обращаться к опыту работы учащихся в мастерских, предлагать им задания по наблюдению за технологиче-

Таблица 14

Тема курса астрономии	Знания из курса физики	Класс
Практическая астрономия	Система отсчета. Система координат.	IX
	Движение точки по окружности	VIII
Движение небесных тел	Образование тени и полутени	IX
	Закон всемирного тяготения. I, II, III космические скорости. Реактивное движение и расчет реактивной силы тяги. Закон сохранения импульса	XI
Методы астрофизических исследований	Электромагнитное излучение разных диапазонов длин волн. Спектральный анализ. Скорость света	XI
	Закон всемирного тяготения	IX
Природа тел Солнечной системы	Основы молекулярно-кинетической теории	X
	Магнитное поле Земли. Движение частиц в магнитном поле	X
	Радиолокация и космическая связь	XI
	Давление света	XI
Звезды и Солнце	Основы молекулярно-кинетической теории	X
	Спектральный анализ. Свойства различных видов излучений. Строение атома и атомного ядра. Радиоактивный распад и термоядерный синтез	XI

скими процессами, по изучению свойств обрабатываемых материалов, по составлению и решению задач на основе результатов работ, выполняемых в школьных мастерских или в домашних условиях.

Пример реализации межпредметных связей курсов физики и технологии приведен в таблице 15.

Таблица 15

Тема курса физики	Класс	Курс технологии
Работа, мощность, энергия	VII	Применение простых механизмов.
Тепловые явления	VIII	Механическая работа, мощность, КПД
	VIII	Нагревание тел при механической обработке
Электрические явления	VIII	Источники электрического тока, электрическая цепь, осветительная сеть, бытовые электрические приборы
	VIII	Электроизмерительные приборы, электромагнитное реле, электрический звонок

Формы и методы реализации межпредметных связей могут быть следующими:

– опора в процессе изучения нового материала по физике на знания и умения, полученные учащимися ранее при изучении других предметов;

– проведение комплексных семинаров межпредметного характера;

– чтение лекций межпредметного характера;

– решение задач межпредметного содержания;

– выполнение комплексных экспериментальных работ;

– проведение комплексных экскурсий.

Темами лекций межпредметного характера могут быть, например, такие: «Физика и химия строения и свойств вещества», «Наука и космос», «Физические методы исследования в естествознании и технике», «Современные представления о пространстве и времени».

Проблема межпредметных связей получает новое решение в условиях дифференцированного обучения. Это объясняется тем, что связи физики с профильными предметами могут быть реализованы на более высоком уровне и в иных, отличных от традиционных, формах.

Так, углубленная подготовка учащихся по физике и математике в классах физико-математического профиля позволяет, например, формировать у учащихся статистические представления с опорой на знания по математике, полученные при изучении темы «Элементы теории вероятностей и математическая статистика». Соответственно появляется возможность изучить в теме «Молекулярная физика» такие вопросы, как вероятность события, макро- и микроописание физических систем, средние значения физических величин, распределение как способ задания состояния системы, распределение молекул газа по скоростям, распределение молекул в силовом поле, понятие об основах классической статистики, второй закон термодинамики и его статистический смысл, энтропия.

Появляется возможность использовать дифференциальное и интегральное исчисления при формировании (или повторении) понятий скорости, ускорения, силы тока, работы и т. п.

Соответствующая подготовка учащихся данного профиля позволяет формировать у них представления о симметрии как об общенаучном методологическом принципе. В частности, имеется возможность показать проявление всех аспектов данного принципа: одинаковость, равноправие (молекулы и элементарные частицы, однородность пространства и времени – в физике и равенство фигур – в математике); аналогия (математическое моделирование – в физике, одинаковые уравнения с разными коэффициентами – в математике) и др. Кроме того, полезно установить связь законов сохранения с симметрией пространства-времени и фундаментальных взаимодействий. Более детально, чем в основном курсе физики, можно рассмотреть пространственную симметрию кристаллических решеток.



То же относится и к принципу соответствия. С его проявлением учащиеся знакомятся обычно лишь в курсе физики, где им говорят, что классическая механика является предельным случаем квантовой и релятивистской, геометрическая оптика – предельным случаем волновой. В классах физико-математического профиля появляется возможность доказать, что геометрия Евклида есть предельный случай геометрии Лобачевского, и тем самым показать, что принцип соответствия является общенаучным принципом. Знания об общенаучных принципах могут обобщаться либо на уроках обществоведения, либо на специальном межпредметном семинаре.

Установление тесных межпредметных связей физики с химией и биологией в классах биолого-химического профиля приводит к необходимости введения в программу и в содержание конкретных уроков материала биофизического и физико-химического характера. Например, при изучении гидродинамики можно рассмотреть течение крови в кровеносной системе, кровяное давление; при изучении звуковых колебаний – роль ультразвука в жизни животных, использование ультразвука в биологических исследованиях и т. д.

При обучении учащихся технических классов и профессионально-технических училищ необходимо устанавливать межпредметные связи не только с общеобразовательными дисциплинами, но и с общетехническими и с профессионально-техническими. Этой цели служит рассмотрение в курсе физики материала, являющегося базисным для изучения специальных дисциплин. Например, такие вопросы, как устойчивость твердых тел, строение твердых тел, теплопередача и тепловое расширение, вязкость, пластмассы, профессионально значимы для учащихся строительных училищ или классов. На их знании основано изучение общетехнических предметов «Материаловедение», «Теория машин и механизмов» и др. Поэтому изучению этих вопросов в курсе физики должно быть уделено особое внимание.

Кроме того, в курсе физики при изучении тех или иных законов целесообразно рассмотреть примеры их применения в будущей профессиональной деятельности учащихся. Например, изучение газовых разрядов следует сопровождать рассмотрением таких их применений, как дуговая сварка, электроэрозионный метод обработки деталей, электрофильтры.

Эффективно могут быть реализованы связи физики с профессиональной подготовкой учащихся при решении задач. При изучении свойств твердых тел с учащимися строительных училищ целесообразно разобрать, например, такие задачи:

1. Какие виды деформаций испытывают стены зданий, тросы подъемного крана, рельсы на железной дороге, валы машин, бумага при резании?
2. Бетон хорошо сопротивляется сжатию, но плохо выдерживает растяжение. Стекловолоконное и железо обладают большой прочностью на растяжение. Какими свойствами обладают стеклопластик и железобетон?

3. Какую часть железобетонной балки, работающей на изгиб, следует армировать больше?

В классах гуманитарного профиля на первый план выступают межпредметные связи физики с историей и обществоведением, поскольку одной из задач преподавания физики в этих классах является формирование у учащихся представлений о роли науки, в том числе физики, в развитии общества, научно-техническом прогрессе, о взаимосвязи развития науки, общественных отношений, техники. Успешно решить эту задачу можно лишь на основе реализации межпредметных связей физики и истории.

Особое значение приобретает реализация межпредметных связей при решении задачи экологического образования учащихся. Так, при изучении альфа-, бета- и гамма-излучений рассматривается их влияние на организм человека, при изучении материала о предельной поглощенной дозе излучения обсуждаются процессы, вызываемые в организме ионизирующими излучениями, устойчивость организма к радиоактивному облучению, предельно допустимая доза излучения, радиоактивное заражение окружающей среды и защита от излучений, меры безопасности при работе с радиоактивными станциями и др.

#### 4.6. Физическое образование в зарубежной школе

В настоящее время во всем мире ведется интенсивная работа по совершенствованию школьного физического образования: уточняются цели обучения физике, принципы отбора содержания учебного материала, модернизируются учебные пособия и другие средства обучения, разрабатываются эффективные формы и методы обучения. Этот процесс обусловлен особенностями происходящей в настоящее время научно-технической революции, которые заключаются в небывало высоких темпах развития науки, в тесной взаимосвязи и взаимовлиянии науки и техники, в широком применении новых информационных технологий во все сферы жизни общества.

В соответствии с этим меняются цели обучения физике в школе. Развитие науки влияет на содержание школьного курса физики, а увеличение подлежащей усвоению информации требует оптимизированного структурирования учебного материала, предполагающего усвоение учащимися общих принципов и законов физики и овладение ими теоретическим способом мышления.

Анализ систем школьного образования в странах Восточной Европы и места курса физики в учебных планах показывает, что:

1. Обучение в школе во всех странах начинается с 6 лет.
2. Обязательное обучение продолжается 10 лет, при этом в ряде стран оно является единым (Болгария), в других странах после окончания единой восьмилетней школы учащиеся делятся на по-

токи для продолжения обучения (гимназия – в Болгарии, Венгрии, Румынии, Чехии или лицей – в Польше, среднее специальное учебное заведение, среднее профессионально-техническое учебное заведение, профессиональная школа).

3. Довузовское обучение продолжается 12 лет.

4. Физика является общеобразовательным, обязательным для всех учащихся предметом, ее изучение начинается с VI класса, что соответствует 11–12-летнему возрасту учащихся. В таблице 16 приведено примерное число часов на изучение физике в школах разных стран.

Таблица 16

Страна	Класс							Всего часов
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Болгария	2/66	2/66	3/99	3/99	3/99			13/429
Венгрия	2/64	2/64	2/64	2/64	2/64	3/96	3/84	16/500
Польша	2/78	2,5/95	2,5/95	3/114	3/114	2/78	2/70	17/644
		физико-матем. лицей		3/114	3/114	3/114	3/110	19/720
		гуманитарный лицей		2/76	2/76	1,38	1/35	13/493
Чехия и Словакия	2/70	2/70	2/70	3/99	3/99	3/99	4/120	19/627

Система физического образования и содержание курса физики в школах разных стран различны, однако можно выделить общие тенденции их развития.

1. Цели обучения физике близки для школ всех стран Восточной Европы и формулируются следующим образом:

- формирование знаний основ физической науки – экспериментальных фактов, понятий, законов, теорий и их практических приложений, формирование физической картины мира;
- формирование знаний об основных методах физической науки – теоретическом и экспериментальном;
- формирование экспериментальных умений – пользоваться приборами и инструментами, обрабатывать результаты измерений;
- формирование умений самостоятельно приобретать знания, наблюдать и объяснять физические явления;
- привитие интереса к физической науке, развитие познавательных и творческих способностей учащихся и т. д.

Наблюдается общая тенденция изменения целей обучения физике, характерная для школ всех восточноевропейских стран и заключающаяся в постановке новых целей, таких, как формирование знаний о методах научного познания, формирование представлений о ФКМ, формирование мотивов учения, развитие самостоятельности.

2. Совершенствуется ступенчатая структура курса физики: из курса исключается второстепенный материал, дублирование ма-

териала. В ряде случаев расширяется содержание тех или иных вопросов, изучаемых в основной школе, с тем чтобы к ним не возвращаться в старшей.

С другой стороны, знания по некоторым темам курса физики развиваются как бы по спирали и некоторые вопросы изучаются три или четыре раза. Так, в курсе физики в школах Чехии только в основной школе некоторые понятия механики, например сила, формируются в VI, VII и VIII классах, кроме того, к ним обращаются в I классе гимназии при изучении кинематики и динамики.

3. Во всех курсах физики реализована идея генерализации учебного материала, однако в качестве стержневых выбраны разные понятия. Выше уже говорилось о том, что в школьном курсе физики Венгрии стержневым является понятие взаимодействия. Материал курса физики основной школы группируется вокруг трех законов сохранения: энергии, электрического заряда и импульса. Кроме того, при обучении физике в гимназии большое внимание уделяется изучению общих законов и принципов, которые помогут ученику ориентироваться среди разнообразных явлений.

В курсе физики лицеев Польши материал группируется вокруг нескольких фундаментальных научных теорий, таких, как молекулярно-кинетическая теория строения вещества, теория строения атомного ядра, идеи о пространстве-времени и инвариантах преобразования системы отсчета, законы сохранения. Ведущей идеей программы восьмилетней школы являются модели строения вещества и его превращения.

Интегрирующими понятиями курса физики школ и гимназий Чехии являются строение вещества, электрический заряд, сила, силовые поля, энергия, физические величины и их измерение.

4. Усилено внимание к школьному эксперименту, в том числе к самостоятельному эксперименту учащихся. Особенно интересен в этом отношении опыт Польши и Чехии, в которых примерно 25% времени отводится на самостоятельные экспериментальные исследования учащихся. Роль эксперимента в процессе обучения изменяется. Она все больше приближается к той роли, которую эксперимент играет в науке как метод познания. Соответственно школьный эксперимент используется для обучения учащихся выдвижению гипотез и их проверке, для получения новых знаний.

5. Осуществляется знакомство учащихся с методами познания в физической науке. В настоящее время это одна из задач обучения физике, а сами методы познания становятся составной частью содержания курса физики наряду с фактами, понятиями, законами.

В связи с этим в программы включены вопросы или темы, содержание которых предполагает знакомство учащихся с методами познания в физике. Так, курс физики гимназий Венгрии начинается с темы «Методы познания природы», включающей такие вопросы, как наблюдения, опыты, создание моделей. Болгарский

курс «Физические и химические явления» (VI класс) знакомит учащихся с методами познания после того, как учащимися получены некоторые знания для того, чтобы можно было строить суждение соответствующих вопросов.

Полученные учащимися в этих темах знания в дальнейшем широко используются, в частности, при выполнении самостоятельного эксперимента. Усиление роли теории в школьном курсе физики позволяет сделать ее «инструментом» познания. Теория используется не только для объяснения фактов, но и для их предсказания. Учащиеся знакомятся с теоретическими методами познания и обучаются их использованию. Так, в курсе физики для I класса гимназий Венгрии специальный параграф учебника посвящен рассказу о методе моделирования как неперенном элементе человеческого познания. В дальнейшем учащихся обучают моделированию: они строят модели газа, жидкости, твердого тела, применяя общие этапы построения модели: 1) накопление опытных фактов, 2) создание модели, 3) предсказание на ее основе новых явлений, 4) проверка правильности предсказаний, 5) применение модели, 6) уточнение или создание новой модели.

6. В курсах физики более последовательно реализуется принцип политехнизма. В этом плане наибольший интерес представляет постановка политехнического образования при обучении физике в школах Венгрии, где эта задача решается не только в курсе физики, но и в курсах «Изучение окружающей среды» (I – V классы школы) и «Техника».

Формирование у учащихся политехнических знаний происходит постепенно, начиная с I класса школы при изучении предмета «Изучение окружающей среды». Этот предмет содержит большой объем материала по физике, включая технические устройства. Так, в I классе изучаются строение и свойства вещества в различных агрегатных состояниях и их использование, во II классе – системы отопления и канализации, звуко- и теплоизоляции, освещение, в III классе – источники и потребители энергии и т. д.

Реализация принципа политехнизма при обучении физике венгерских школьников осуществляется по разным направлениям. В частности, в учебных программах в разделе «Цели и задачи курса» указано, что изучение физики должно содействовать пониманию учащимися взаимосвязей физики и промышленного производства, научить учащихся пользоваться полученными знаниями и решать простые физические и технические проблемы, способствовать развитию их политехнического кругозора.

Принцип политехнизма учтен в разделе «Требования к знаниям учащихся», где выделены знания политехнического характера и подчеркнута важность усвоения учащимися материала, способствующего их политехническому образованию. Политехнический материал в содержании курса сгруппирован вокруг четырех направлений научно-технического прогресса: свойства вещества,

техника измерений, основы энергетики, элементы электротехники и электроники. В таблице 17 в качестве примера показано, в каких темах курса физики отражены эти вопросы.

Таблица 17

Класс	Тема курса физики	Основные сведения политехнического характера
VI класс основной школы	Взаимодействие, сила, движение	<i>Свойства вещества:</i> упругие, пластические, их использование <i>Техника измерений:</i> измерение силы, динамометр <i>Электротехника:</i> проявление электрического и магнитного взаимодействий
	Энергия, работа, теплота	<i>Техника измерений:</i> измерение объема и температуры. Определение работы и количества теплоты <i>Энергетика:</i> понятие энергии, преобразование энергии, совершение работы, теплопередача, теплоизоляция
	Тепловые явления	<i>Свойства вещества:</i> тепловое расширение, его практическое значение, изменение состояния вещества и его значение в получении новых веществ <i>Энергетика:</i> энергетические преобразования при изменении состояния вещества
VII класс гимназии	Инерция, движение центра масс Энергия. Момент инерции	<i>Техника измерений:</i> измерение пути, времени, скорости, ускорения, массы <i>Энергетика:</i> использование механической энергии

Политехнические знания формируются у учащихся при использовании разных методов и методических приемов. Так, в ряде случаев изучению физического материала предшествует рассмотрение конкретной технической проблемы или практического применения. В других случаях после изучения теоретического материала рассматривается применение физических законов в конкретных технических устройствах.

Большое значение для политехнической подготовки учащихся имеет предмет «Техника», который преподается во всех классах основной школы и в I и II классах гимназии. Содержание этого предмета тесно связано с содержанием курса физики; он начинается раньше, чем курс физики, и учитель физики имеет возможность опираться на знания, полученные учащимися в курсе «Техника». Изучение этого курса позволяет познакомить учащихся с некоторыми отраслями современного производства. Ниже приведен фрагмент программы предмета «Техника», связанный с оптикой.

III класс. Свойства и получение алюминиевой нити и ленты. Измерение длины. Создание моделей, содержащих колесо, ось, рычаг и т.д.

V класс. Механические свойства металлов. Металл как проводник электрического тока. Изоляционные материалы, сопротивление металлов. Замкнутая электрическая цепь.

VIII класс. Электрическая схема и монтаж цепи, соединение проводников сваркой. Электрические цепи квартир. Сигнальные соединения (электрическая цепь, проводники, изоляторы), измерение силы тока и напряжения. Электрическое регулирование (электромагнетизм). Бытовые электроприборы (магнитное и тепловое действия тока).

7. Происходит совершенствование методов и приемов обучения. Помимо расширения дидактических возможностей экспериментального метода характерно использование проблемного обучения. Особенно интересен в этом отношении опыт Польши – страны-родоначальницы проблемного обучения. Для создания проблемных ситуаций польские педагоги широко используют эксперимент, задачи, задания. Получил распространение исследовательский метод обучения. Большие возможности в этом направлении открывает применение компьютера, позволяющее организовать исследовательскую деятельность учащихся с использованием модельного эксперимента.

Широко практикуется организация самостоятельной работы учащихся на разных этапах процесса обучения и для решения разных дидактических задач. В ряде стран, например в Венгрии, для организации этой работы используются специальные рабочие тетради, в которых учащиеся выполняют задания, решают качественные, количественные, графические и экспериментальные задачи.

Совершенствование средств обучения осуществляется в разных направлениях. Одно из них – это разработка школьного учебного оборудования. Основная тенденция здесь – создание комплектов (наборов) взаимосвязанных приборов, как демонстрационных, так и лабораторных, позволяющих осуществить экспериментальную поддержку целых тем или разделов программы. Примером может служить опыт Чехии, где разработаны универсальные комплекты по оптике – демонстрационный и лабораторный. Приборы, как правило, соответствуют эргономическим требованиям, их отличает хороший дизайн и удобство использования.

Широко внедряется в учебный процесс электронно-вычислительная техника. Компьютер используется для решения разных дидактических задач – для повышения наглядности обучения (демонстрация явлений, иллюстрация законов и т.п.), для формирования исследовательских умений, для тренировки и первичного формирования знаний, для их проверки. В последнее время широкое распространение получает применение компьютера как элемента экспериментальной установки.

Второе направление работы по совершенствованию средств обучения – создание новых учебников и учебных пособий. Здесь

важной тенденцией является создание учебно-методических комплектов по физике. Наиболее интересен в этом отношении опыт Венгрии. Учебно-методический комплект включает учебник, рабочую тетрадь, сборник заданий и задач (дидактических карточек), сборник тестов и методическое пособие для учителя.

Ведется работа по совершенствованию дидактического аппарата учебников физики. В них включают задания и материалы по систематизации знаний учащихся, задания по организации самостоятельной работы учащихся, в том числе экспериментальной. Большое внимание уделяется созданию мотивации изучения той или иной темы, подбору иллюстративного материала. В учебниках приводятся алгоритмы и образцы решения задач (болгарские учебники).

Рассмотрим некоторые тенденции совершенствования школьного физического образования в развитых капиталистических странах.

Модернизация школьного физического образования в США началась в 1958 г. Она была направлена на повышение научного уровня школьного курса физики и развитие творческих способностей учащихся.

В начальной школе (I–VI классы или I–VIII классы) учащиеся изучают предмет «Естествознание» так же, как и в младшей средней школе (VII–IX классы). Физика изучается по выбору, как правило, в XI или XII классе в течение одного года примерно 20% учащихся. Основная масса учащихся получает знания по физике в курсах естествознания, в которых эти знания составляют примерно 50–70%.

В настоящее время имеется более 30 проектов курсов естествознания; все их условно можно разделить на процессуально ориентированные и концептуально ориентированные. Девиз курсов первого типа: «Наука как процесс», основная их цель – знакомство учащихся с методами и процессом научного познания. После изучения такого курса учащиеся должны уметь выполнять наблюдения, анализировать данные, строить гипотезы, планировать и выполнять эксперимент и т.п. Программа его основана на принципе иерархии научно-исследовательских умений, которые делятся на две группы: основные и сложные.

Например, при изучении темы «Вязкость» в ходе выполнения лабораторной работы учащиеся приобретают умения строить гипотезы на основе наблюдения за движением разных тел в вязкой среде, планировать эксперимент для их проверки, строить скорректированную гипотезу.

В курсах естествознания второго типа упор делается на естественнонаучные, в том числе физические, понятия и законы, такие, как структурные единицы материи, взаимодействие, энергия и др.

Среди курсов физики наиболее известны в нашей стране три: курс PSSC (Physics Science Study Committee), вводный курс физики и курс HPP (Harvard Physics Project) [38]. Курс PSSC рассчитан на

изучение в течение 1–1,5 лет по 6 часов в неделю. В основе его построения лежат два принципа: группировка материала вокруг стержневой идеи (вещество и поле – два вида материи) и постепенное развитие знаний (изучение сначала феноменологии, а затем внутреннего механизма процессов и явлений). Курс состоит из четырех разделов: «Вселенная», «Оптика и волны», «Механика», «Электричество и строение атома». Этот курс имеет достаточно высокий научный уровень, носит ярко выраженный академический характер. Большое место в нем занимает физический эксперимент: учащиеся должны выполнить 52 лабораторные работы (14% учебного времени). В ряде случаев дорогостоящий эксперимент заменяется демонстрацией кинофильмов. Курс PSSC включает набор пособий: учебник, пособие для учителя, пособие для лабораторных работ, сборник тестов, кинофильмы, кинокольцовки.

Появление курса PSSC привело к увеличению числа учащихся, выбирающих физику в качестве обязательного предмета, однако через некоторое время интерес к физике вновь упал. Это было связано с отсутствием у учащихся необходимой подготовки для успешного изучения курса PSSC. Поэтому встал вопрос о разработке нового курса физики для старшей средней школы, а также курса физики для младшей средней школы, изучение которого подготовило бы учащихся к изучению физики в дальнейшем.

Таким курсом является «Вводный курс физики», рассчитанный на 144 часа и изучающийся в IX классе. Материал курса группируется вокруг учения о строении вещества; курс строится как экспериментальный, основанный на самостоятельном эксперименте учащихся, занимающем 64% учебного времени. Главная цель курса – стимулировать развитие учащихся, формировать у них умение самостоятельно приобретать знания. Авторы вводного курса рассчитывали на то, что он станет обязательным, но этого не произошло, более того, он стал изучаться по выбору в XI классе.

Работа по совершенствованию физического образования привела к созданию Гарвардского проекта курса физики (НРР). В этом курсе важнейшие идеи, законы и теории физики включены в культурно-исторические рамки, т.е. научные основы физики связываются с исторической линией ее развития.

Курс состоит из шести частей: «Понятие о движении», «Движение в космосе», «Триумф механики», «Свет и электромагнетизм», «Модели атома», «Ядра атомов». Каждая часть рассчитана на изучение в течение 25–30 уроков. Особенностью курса является то, что в нем показаны связи физики с развитием общества, экономики, техники, культуры. Треть курса посвящена современной физике, в нем широко представлен эксперимент, однако полностью отсутствует политехнический материал и в ряде случаев исторические сведения преобладают над материалом, посвященным сущности физических явлений и теорий. Курс имеет очень большой объем. Часто для подготовки к одному уроку учащиеся

должны прочитать до 30 страниц текста. Он так же, как и другие курсы, включает ряд пособий, в том числе хрестоматию или книгу для чтения. По своему характеру этот курс в большей степени отвечает требованиям к курсу физики для гуманитарных классов.

Основные знания по физике учащиеся получают в курсе естественных наук. В настоящее время в Великобритании создаются интегрированные курсы естествознания, которые представляют собой объединение нескольких естественнонаучных предметов в единый курс и объединение учебного материала вокруг фундаментальных общенаучных идей (строение вещества, закон сохранения энергии). В таких курсах рассматриваются задачи, для решения которых необходимо привлечение знаний из нескольких наук; в этих курсах изучаются общенаучные методы исследования и у учащихся формируются исследовательские умения. Один из таких курсов, «Естествознание 5/13», строится на основе изучения окружающей среды. Его цели – формирование у учащихся знаний об окружающем мире, умений использовать специфический язык науки, уметь наблюдать; развитие научного мышления. Курс включает материал по физике, химии, биологии, геологии. Для него характерен общий подход к рассмотрению явлений различной природы. Например, понятие энергии вводится как основное и применяется к анализу физических и биологических процессов. При изучении световых и звуковых явлений рассматриваются как вопросы биологии (строение глаза, слуховой аппарат), так и вопросы физики.

Из разработанных в Великобритании курсов физики наибольший интерес представляет курс физики по проекту Нафилдовского фонда. Этот курс рассчитан на изучение в течение 5 лет (с 11-летнего возраста). Составители программы рассматривают свой курс как «физику для всех». Основная его идея – «обучение для понимания, а не для запоминания». Учащиеся знакомятся с новыми для них явлениями, понятиями и законами путем самостоятельного экспериментирования и обсуждения его результатов в классе. При этом учащиеся сами выясняют смысл величин, планируют и ставят эксперимент, что ведет к лучшему пониманию материала и к осмысленной постановке эксперимента. За время изучения курса учащиеся выполняют 260 обязательных и 39 дополнительных самостоятельных экспериментальных работ.

Достоинствами данного курса являются: большое внимание к физическому эксперименту, направленность на формирование у учащихся интереса к физике, доступный уровень содержания. Курс не имеет учебного пособия для учащихся; на 5 лет обучения разработаны 16 пособий: пять руководств по методике преподавания в каждом классе, пять руководств для учителя по эксперименту, пять задачников для учащихся и одно руководство по общему оборудованию. В задачниках содержится около 1000 задач и упражнений, которые позволяют не только закреплять полученные знания, но и приобретать новые.



В начальной школе Франции (элементарный и средний циклы) изучается курс природоведения. В коллежах до 1964 г. изучался курс «Физические науки», интегрировавший знания по физике и химии. Он изучался в IV и III классах коллежа по 3 часа в неделю. В 1964 г. его заменили курсом «Технология», который просуществовал до 1974 г. Основной целью этого курса являлось формирование у учащихся знаний об устройстве и функциях предметов, которыми пользуется человек в своей практической деятельности. Помимо этого, у учащихся формировались определенные знания по физике и экспериментальные и технико-технологические умения. Занятия проводились в форме лабораторных работ. Учащимся давался обобщенный план исследования технического объекта, который они использовали в своей работе.

Примером может служить работа «Экспериментальное изучение водонагревателя». Учащимся предлагается программа выполнения задания, включающая несколько этапов:

- ознакомление с серийным бытовым водонагревателем;
- выделение его основных узлов;
- составление принципиальной схемы нагревателя, определение функций его отдельных узлов;
- изготовление макета или составление принципиальной схемы имеющегося в наличии макета водонагревателя;
- демонтаж макета, технические рисунки его узлов, составление номенклатурных таблиц;
- сборка макета, подсоединение к нему серийных счетчиков расхода воды и газа, апробирование макета в работе.

Затем перед учащимися ставится задача: получить расчетную формулу для КПД макета нагревателя при заданных расходе воды и газа и разности температур горячей и холодной воды. Получив формулу КПД, учащиеся приступают к эксперименту, варьируя расход газа и воды и измеряя температуру горячей и холодной воды. По полученным результатам они находят КПД, вычисляют погрешность, строят графики зависимости разности температур от величины, обратной расходу воды. Делают вывод. Вычисляют стоимость израсходованного за 1 мин. газа.

Курс технологии позволял развивать наблюдательность, самостоятельность, изобретательность, способности к конструированию и творчеству, создавал мотивацию учения, обеспечивал связь с жизнью. Однако его большим недостатком является то, что в нем учащиеся получали бессистемные, фрагментарные знания по физике, которые носили узкоутилитарный характер и зависели от выбора технического объекта.

Поэтому этот курс был заменен в 1974 г. курсом «Модули», в котором сузили круг изучаемых объектов и обеспечили более тщательное и всестороннее их изучение. В частности, предлагались такие модули, как «Электроника», «Астрономия», «Фотография», «Энергия», «Полимеры и пластики» и др. Каждый модуль был рассчитан на 25–30 часов и проводился в виде лабораторных работ.

В модуле «Электроника», например, предполагается изготовление и изучение различных электронных устройств, которое сопровождается формированием некоторых понятий электродинамики: сила тока, напряжение, сопротивление и др. Учащиеся самостоятельно из готовых стандартных деталей собирают усилители, датчики, приемники, колебательные контуры, передатчики. На первом этапе учащиеся знакомятся с назначением и принципами работы отдельных элементов электрических цепей, собирают простейшие цепи с различными комбинациями элементов, приобретают навыки работы с электроизмерительными приборами. На втором этапе учащиеся собирают по чертежам простые устройства, у них формируются умения проводить наблюдение, выдвигать гипотезу, планировать и реализовывать эксперимент, анализировать и применять результаты эксперимента. На третьем этапе у учащихся развиваются конструкторские и творческие умения, логическое мышление. Они собирают сложные электронные устройства из комбинаций простых, уже знакомых им элементов. И наконец, на последнем этапе осуществляется монтаж и испытание электронных приборов, придуманных самими учащимися.

Достоинствами курса «Модули» являлось то, что его изучение способствовало развитию творческих способностей учащихся, умений конструировать и экспериментировать. Основным же его недостаток – отсутствие систематичности знаний, ориентация на чисто технологическое обучение.

В 1977 г. этот курс был заменен на интегрированный курс «Физические науки», объединивший материал по физике и химии и вошедший составной частью в курс «Экспериментальные науки» (физика, химия, биология и геология). Курс рассчитан на все 4 года обучения в коллеже.

Физический материал курса «Экспериментальные науки» представлен следующими темами: «Физические свойства вещества», «Электрическая цепь» (VI класс); «Твердые тела, жидкости и газы», «Электромагнетизм» (V класс); «Оптика», «Металлы», «Электричество» (IV класс); «Механика», «Энергия» (III класс). Как видно из приведенного перечня, уровень курса невысок, в нем не изучаются такие вопросы, как колебательное и волновое движение, строение атома и атомного ядра. Он напоминает курс физики, который у нас изучается в VII–VIII классах в соответствии с учебниками А.В.Перышкина и Н.А.Родиной. Интересным является то, что в конце каждой темы предусмотрено экспериментальное изучение тех или иных объектов и рассмотрение применений изученных законов, например: «Изучение бытовых приборов по измерению массы», «Экспериментальное изучение электрических цепей», «Генераторы электрического тока» и т. п.

В лицеях физика изучается в курсе «Физические науки», в котором 70% времени отводится на физику и 30% времени – на химию. Во II классе лицея физика изучается во всех секциях в примерно одинаковом объеме. В I классе лицея физика тоже изучается всеми учащимися, но в гуманитарных секциях в меньшем объеме. В выпускном классе в гуманитарных секциях физики нет.

Во II классе изучаются такие разделы, как «Механика» и «Электродинамика и экспериментальная электроника»; в I классе в есте-

ственнонаучных секциях – «Энергия и поля», «Колебательные процессы и их распространение»; в выпускном классе в этих секциях – «Механика», «Электромагнетизм», «Колебания и их распространение», «Атомная и ядерная физика». В гуманитарных секциях в I классе лица изучаются темы «Преобразование и сохранение энергии» и «Волны». Кроме этого, предлагается на выбор 10 тем, рассчитанных каждая на 1,5 месяца. Например, «Самолеты и космические ракеты», «Автомобиль», «Музыкальные инструменты», «Спектроскопия, спектральный анализ» и др.

Таким образом, анализ тенденций совершенствования школьного физического образования в капиталистических странах позволяет сделать вывод о том, что эта работа ведется в направлении отражения в содержании школьного курса физики методов научного познания, усиления внимания к физическому эксперименту и исследовательской деятельности учащихся, формирования у них средствами физики общеучебных умений, гуманитаризации физического образования. Однако курс физики в школах рассмотренных стран является курсом по выбору (во Франции – обязательный), его изучают лишь примерно 20% учащихся, для остальных физическое образование в школе ограничивается знаниями, полученными в курсах естествознания.

## Раздел III

### МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

#### Глава 5. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

##### 5.1. Методы и методические приемы обучения физике

Результаты обучения зависят как от правильного определения целей и содержания образования, так и от способов достижения целей, иначе говоря, методов.

Учебно-воспитательный процесс – процесс двусторонний, состоящий из обучающей деятельности учителя и учебной деятельности школьника. Поэтому *метод обучения «представляет собой систему целенаправленных действий учителя, организующих познавательную и практическую деятельность учащегося, обеспечивающую усвоение им содержания образования и тем самым достижение целей обучения»* [10].

История дидактики и частных методик показала, что методы обучения зависят от целей обучения и содержания образования.

*Метод обучения есть категория социальная, так как он зависит от социального заказа общества образовательному учреждению.*

Как известно, цели обучения подрастающего поколения менялись и дополнялись в соответствии с господствовавшими социальными идеями и мировоззрением общества. Так, на ранних этапах становления школы (в эпоху феодализма) единственной задачей, стоявшей перед учениками, было усвоение преимущественно схоластических знаний. Очевидно, что методы, которыми пользовался учитель, сводились в основном к рассказу; ученикам же необходимо было воспринять информацию и воспроизвести ее. Позже (в период развития буржуазного строя) появилось требование обучения применению знаний на практике. В этих условиях учитель должен был организовать не только усвоение и воспроизведение знаний, но и практическое их применение. На современном этапе цели образования коренным образом изменились. Наряду с формированием знаний, умений и навыков учащихся, т.е. решением образовательных задач, перед школой стоит комплекс задач, связанных с развитием и воспитанием подрастающего поколения. Важными задачами развития мышления школьников, их познавательной ак-

тивности и самостоятельности, формирование современного миропонимания являются на сегодняшний день приоритетными. Соответственно изменилась и система методов, используемых в процессе обучения, среди которых особое место принадлежит методам, организующим познавательную деятельность учащихся различного уровня. Так, рассказ как традиционный для школы метод обучения стали строить проблемно, появился интерес к нетрадиционным, творческим задачам, в лабораторные работы учителя стали вводить элементы самостоятельного, исследовательского эксперимента и др.

Далее, *применяемая система методов обучения зависит от содержания образования*. Любое изменение содержания образования – номенклатуры учебных знаний, их структуры – влияет и на отбор методов обучения. Так, принцип генерализации существенно повлиял на методику преподавания физики в целом и методы обучения в частности: увеличилась роль дедуктивного приема изложения нового материала; увеличилась доля методов обучения, инициирующих самостоятельную работу учащихся, повышающих их познавательную активность; более значимыми стали такие методы обучения, как эвристический, исследовательский и т. д.

Наблюдая за процессом обучения, можно увидеть огромное разнообразие видов деятельности учителя и учащихся. Учитель объясняет новый материал – это метод объяснения или метод рассказа; школьники решают задачи – это метод решения задач; делают лабораторную работу – лабораторный метод обучения; учитель использует демонстрационный эксперимент в процессе объяснения – метод демонстрации и т. д. Более того, один и тот же учитель использует разные методы: в одном – метод рассказа, в другом – метод беседы, а в третьем – метод исследовательской фронтальной работы и т. д. В то же время один и тот же метод обучения может быть совершенно по-разному организован в зависимости от предполагаемого уровня познавательной активности школьников и их самостоятельности. Например, лабораторную работу можно провести по инструкции, в которой обозначены все этапы работы, и учащиеся лишь воспроизведут названные учителям действия, а можно организовать самостоятельное исследование. Это будет уже исследовательский метод или метод самостоятельной работы.

В педагогике кроме понятия *метод* существует понятие *методический прием*. *Методический прием* – это деталь метода, частное понятие по отношению к методу.

Следует отметить, что разделение понятий метода и методического приема относительно. Один и тот же вид деятельности в одних случаях может выступать как метод обучения, в других – как прием. Если учитель объясняет принцип работы прибора (например, амперметра) и в этом состоит дидактическая задача

урока, то он пользуется методом демонстрации, а сопровождающий демонстрацию рассказ учителя – лишь методический прием. Если же демонстрация сопровождает объяснение учителя, то ее можно рассматривать как прием, методом же будет объяснение учителя. В метод контроля знаний и умений учащихся могут быть включены такие приемы, как решение задач, опрос (индивидуальный или фронтальный), беседа и пр.

Для ориентации в многообразии методов и методических приемов необходима их систематизация.

## 5.2. Классификация методов обучения

В дидактике и частных методиках существуют различные классификации методов обучения, зависящие от того, какой существенный признак положен в основу классификации.

Наиболее принятой в настоящее время в дидактике является классификация методов по характеру познавательной деятельности, которую организует учитель и осуществляют учащиеся в учебном процессе, предложенная И. Я. Лернером [22]. При этом выделяется пять методов обучения:

- 1) *объяснительно-иллюстративный*;
- 2) *репродуктивный*;
- 3) *проблемное изложение*;
- 4) *эвристический*;
- 5) *исследовательский*.

Подход к делению методов может быть обоснован и иначе. Методы определяются в зависимости от способов усвоения видов содержания образования. Для усвоения знаний необходимо организовать осознанное восприятие информации, для усвоения способов деятельности нужно организованное репродуцирование действий и т. д.

Перечисленные методы, которые обычно называют общедидактическими методами обучения, могут быть разбиты на две группы:

1) *репродуктивные* (1-й и 2-й методы), при которых ученик усваивает знания и воспроизводит уже известные ему способы деятельности; 2) *продуктивные* (4-й и 5-й), когда ученик добывает объективно новые знания в результате самостоятельной или частично с помощью учителя творческой деятельности. Проблемное изложение (3-й метод) – промежуточный, поскольку он в равной мере предполагает как усвоение готовой информации, так и элементы творческой деятельности.

Следует иметь в виду, что различение методов не означает, что в реальном процессе обучения эти методы отделены друг от друга; напротив, методы обучения реализуются в сочетании друг с другом. Даже деление методов на продуктивные и репродуктив-

ные весьма относительно. В самом деле, любой акт творческой деятельности невозможен без деятельности репродуктивной. Решая любую проблему, ученик мысленно воспроизводит уже известные ему знания. Вместе с тем и акт воспроизведения может содержать элементы творчества, если учитель предложит школьнику изменить цель или логику изложения.

В течение многих лет в дидактике и частных методиках использовалась классификация методов обучения по источнику знаний. Ученик может получить информацию из разных источников – из рассказа учителя, из книги, во время непосредственного наблюдения или практической деятельности. На основе такого подхода всю совокупность методов обучения можно разделить на три группы: *словесные, наглядные, практические.*

*Словесными называют методы, в которых главным источником знаний является слово. Рассказ, объяснение, беседа, лекция – словесные методы, с помощью которых учитель передает учебную информацию. К словесным методам относится и работа учащихся с книгой (учебником, учебной и научно-популярной литературой, справочником и т. д.).*

*К группе наглядных методов обучения относятся методы, в которых основным источником знаний учащихся является наблюдение. Ученики, наблюдая, осмысливают результаты наблюдений, экспериментальные факты, анализируют их, делают выводы и получают в результате новые знания. К группе наглядных методов относятся, прежде всего, демонстрационный эксперимент и иллюстративный метод (использование рисунков, чертежей, таблиц, механических моделей, диапозитивов, кино-, теле-, видеофильмов и пр.). Кроме того, к этой группе методов можно отнести и экскурсии, число которых достаточно велико в программах по физике.*

*Практические методы обучения – это решение задач (метод, играющий особую роль в обучении физике) и экспериментальные работы учащихся (лабораторные и фронтальные опыты, физический практикум, домашние эксперименты). В процессе использования этих методов у учащихся формируются умения по применению знаний в процессе решения задач и экспериментальные умения, такие, как умение производить измерения, определять цену деления и показания приборов, читать и собирать электрические схемы и т. д. Результаты такой работы становятся основным источником знаний и умений учащихся.*

Исходя из целостного подхода к учебно-педагогической деятельности (т. е. любая деятельность в качестве неотъемлемых компонентов включает организацию, стимулирование и контроль), Ю. К. Бабанский предлагает рассматривать три группы методов обучения:

- 1) *методы организации учебно-познавательной деятельности;*
- 2) *методы стимулирования учебной деятельности;*
- 3) *методы контроля деятельности [2].*

Первая группа методов включает как словесные методы (рассказ, беседа, лекция и пр.), так и наглядные (демонстрационный метод, иллюстративный и пр.) и практические (лабораторные работы, решение задач и т. д.). В группу методов стимулирования, кроме словесных, наглядных и практических методов обучения, входят и специфические для данной группы методы, как-то: метод познавательной игры, метод дискуссии, метод поощрения и пр. Группа методов контроля включает разнообразные методы устного и письменного контроля – индивидуальный и фронтальный опрос, контрольные работы, диктанты, работы с дидактическим материалом, домашние сочинения, рефераты и многое другое.

Если в качестве основания классификации методов обучения взять методологию науки, то все методы обучения можно разделить на *эмпирические и теоретические.* Для эмпирических методов обучения характерны такие приемы, как наблюдение, эксперимент, выдвижение гипотез, абстрагирование от несущественных сторон явления или процесса, анализ и сравнение полученных данных, индукция, обобщение и систематизация опытных фактов. Для теоретических методов обучения характерны идеализация, моделирование, проведение мысленного эксперимента, теоретический анализ, выдвижение гипотез, аналогия, дедукция и т. д. Иначе говоря, для подобной классификации логические приемы становятся составными элементами методов обучения.

Рассмотренные классификации методов обучения представлены в таблице 18.

Таблица 18

Основание для классификации	Группы методов
Характер познавательной деятельности	объяснительно-иллюстративные репродуктивные проблемное изложение эвристические исследовательские
Источник знаний	словесные наглядные практические
Целостный подход к учебно-педагогической деятельности	организация учебно-познавательной деятельности стимулирование учебно-познавательной деятельности контроль учебно-познавательной деятельности
Методология науки	теоретические эмпирические

В педагогической и методической литературе существуют и другие классификации методов обучения. В качестве основания классификаций могут быть приняты этапы учебного процесса, уровни усвоения материала и познавательной активности учащихся, логические пути передачи знаний и т.д. Многие классификации представляют собой комбинацию уже известных систем методов. Все это говорит о многогранности каждого метода, разнообразии используемых в нем методических приемов. Однако именно общедидактическая система методов является моделью норм деятельности при обучении. На частнодидактическом и методическом уровнях методов может быть много, а число методических приемов практически безгранично.

На уровне отдельных учебных предметов могут конструироваться системы приемов, обеспечивающих обучение предмету. Например, совокупность приемов В.Ф.Шаталова можно рассматривать как подсистему (как часть методической системы), т.е. устойчивое сочетание приемов обучения физике (математике и ряду других школьных предметов). Все эти сочетания приемов всегда вписываются в общедидактическую систему методов и могут быть оценены с точки зрения дидактической полноты и соответствия основным целям обучения.

### 5.3. Взаимосвязь методов обучения и методов научного познания

Физика-наука пользуется теоретическими и экспериментальными методами исследования. Логика этих методов одинаково важна и для научного, и для учебного познания. Соотношение процесса обучения и научного познания (в том числе соотношение функций научных и учебных методов познания) показывает как общность многих черт, так и принципиальное их отличие<sup>1</sup>. Методы научного познания представляют собой совокупность приемов и операций получения нового знания, а также способы построения систем научного знания.

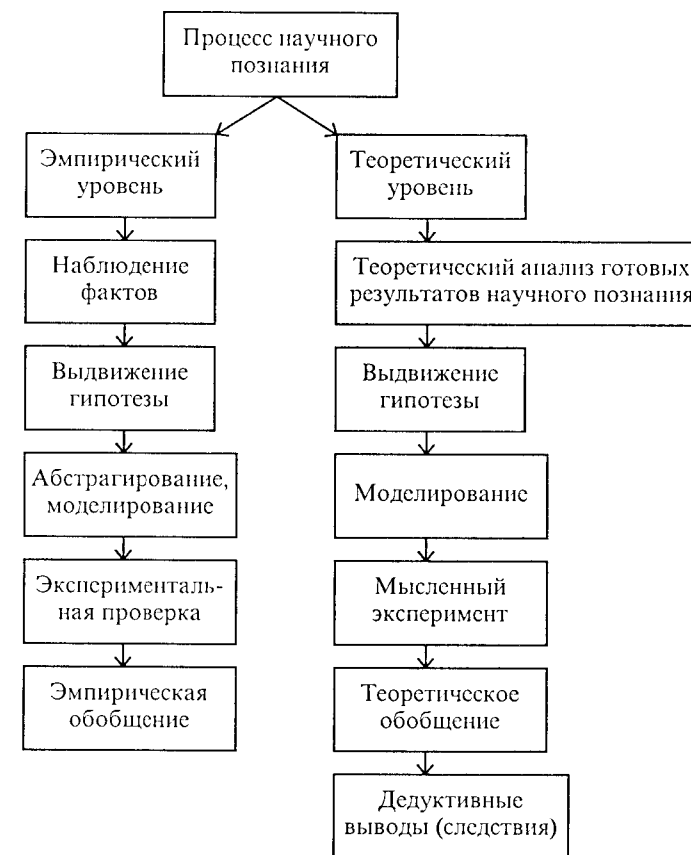
Учебное познание отличается от научного прежде всего тем, что новизна результата познания носит субъективный характер, она значима только для познающего субъекта – ученика. Кроме того, движение школьника от незнания к знанию происходит под руководством учителя с помощью различных методов обучения, организующих деятельность учащихся и определяющих методы учебного познания, используемые ими. Выбор учителем соответствующих методов, приемов, средств обучения осуществляется с учетом наиболее короткого пути ученического познания, наиболее рационального сочетания (с точки зрения целей обучения)

<sup>1</sup> См.: Шаноритский С.А. Обучение и научное познание. – М., 1981.

теоретического знания и эксперимента, индукции и дедукции, логических и интуитивных умозаключений в их диалектическом единстве.

Процесс познания в науке, как уже говорилось ранее, осуществляется на двух уровнях: *эмпирическом* и *теоретическом*. Для эмпирического уровня познания характерны следующие методы: наблюдение, выдвижение гипотезы, абстрагирование и идеализация, экспериментальная проверка гипотезы, анализ результатов, эмпирическое обобщение (чаще всего через индуктивное умозаключение). На теоретическом уровне познания преобладают методы: теоретический анализ, выдвижение гипотезы, моделирование, мысленный эксперимент, теоретическое обобщение, дедуктивные выводы и т.д. Ниже приведена условная схема методов познания, используемых на эмпирическом и теоретическом уровнях (схема 15).

Схема 15



Прежде всего следует отметить, что методы, используемые на каждом уровне познания, гораздо разнообразнее и сложнее представленных выше. К числу методов познания должны быть отнесены и такие логические операции, как сравнение, анализ и синтез, систематизация и классификация и т. д. Более того, методы, используемые на каждом уровне познания, никоим образом не могут быть отнесены только к определенному уровню познания. Выдвижение гипотезы является неотъемлемым этапом процесса познания в целом независимо от уровня. На эмпирическом уровне гипотеза выдвигается в результате анализа фактов (явлений, процессов), на теоретическом – вскрывает существенные стороны знания. Наблюдение фактов, с которого начинается эмпирическое познание, не может ограничиться лишь только их фиксацией. Прежде, чем выдвинуть гипотезу, т. е. предложить интуитивное умозаключение-предположение, факты должны быть проанализированы (через сравнение, может быть, систематизацию, классификацию и пр.); иначе говоря, используются различные мыслительные операции. Не следует также думать, что эмпирическое обобщение всегда формально-логическое (как того требует принятое деление видов обобщения); в процессе познания на этом этапе могут использоваться элементы диалектической логики. Не следует также полагать, что это обобщение всегда осуществляется только посредством индукции.

Оба уровня познания – эмпирическое и теоретическое – органически взаимосвязаны и обуславливают развитие друг друга в целостной структуре научного познания. Эмпирические исследования, с одной стороны, выявляя новые факты науки, стимулируют развитие теоретических исследований, ставят перед ними новые задачи. С другой стороны, теоретические исследования, развивая и конкретизируя новые перспективы объяснения и предвидения фактов, ориентируют и направляют эмпирические исследования.

В процессе обучения – и в содержании, и в системе методов и методических приемов отражаются элементы процесса познания (через методологию знания и методы обучения). Помогает понять логику методов познания и соответствующих методов и приемов обучения, а также установить методические пути перехода от одного этапа процесса познания к другому гносеологическая формула цикла познания (*факты – гипотеза – теоретические следствия – эксперимент*).

Процесс познания начинается с наблюдения и описания явлений, отдельных объектов, иначе говоря, с фиксации фактов, в том числе и научных. Эти опытные факты представляют собой своего рода основание, на котором затем возводится здание научного знания. Сами по себе факты еще не составляют науки как системы знания. Они лишь только один из элементов научного знания и первый этап процесса познания. Вот что писал о роли факта в науке А. Пуанкаре: «Наука состоит из фактов, как дом из кирпичей. Но накопление фактов не в большей мере является наукой,

чем куча кирпичей домом»<sup>1</sup>. Наука призвана объяснять факты, раскрывать их сущность.

В процессе обучения физике школьников учат наблюдать явления в окружающей природе или в ходе демонстрируемых учителем опытов. Наблюдение и описание опытных фактов учащиеся проводят при выполнении лабораторных и фронтальных работ, в физическом практикуме, в домашних опытах.

В результате сравнения и анализа наблюдаемых явлений учащиеся могут приходиться к эмпирическим обобщениям на основе индуктивных умозаключений.

*«Индуктивное умозаключение – такое умозаключение, в результате которого на основании знания об отдельных предметах данного класса получается общий вывод, содержащий какое-нибудь знание о всех предметах класса»<sup>2</sup>.*

Следует иметь в виду, что индуктивное умозаключение, индуктивный вывод носят *вероятностный характер*, поскольку опыт не может охватить всех возможных случаев. В преподавании также надо помнить, что результаты одного опыта или наблюдения не могут служить достаточным основанием для получения вывода. Необходимо подтвердить полученные результаты на других школьных опытах или привлечь информацию из жизненных наблюдений либо других источников.

Индукция достаточно широко используется в преподавании физики как *прием объяснения учителем нового материала*: в процессе рассказа, лекции, эвристической беседы, через обсуждение результатов фронтальных работ и пр. В процессе работы (уяснения информации, анализа и сравнения результатов демонстрационных опытов или самостоятельных практических работ и т. д.) школьники учатся построению индуктивных обобщений.

Индуктивный подход к изложению учебного материала более целесообразен на начальных этапах обучения физике (в основной школе). Традиционно индуктивно вводится, например, зависимость силы тока от напряжения. Результаты эксперимента с различными проводниками дают возможность ученикам сделать вывод о том, что сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на концах проводника. Подобный вывод – типичное эмпирическое обобщение; истинность вывода носит вероятност-

ный характер. В самом деле, постоянство  $\frac{U}{I}$  наблюдалось лишь для тех проводников, с которыми проводился эксперимент. В старших классах при изучении постоянного тока следует обратить внимание учащихся на вероятностный характер полученного ранее вывода по индукции.

<sup>1</sup> Цит. по: Дружнов Л. А. Законы природы и их познание. – М., 1982. – С. 28.

<sup>2</sup> Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. – М., 1975. – С. 200.



Широкое использование индукции в основной школе вполне методически оправданно: уровень развития мышления школьников еще недостаточно высок, поэтому движение от конкретного к абстрактному, от наблюдения к эмпирическому обобщению представляется учителю предпочтительным. Изучение «правила рычага», закона отражения света, зависимости сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и рода материала и многого другого обычно происходит с использованием индуктивного умозаключения. При этом анализируемые результаты наблюдений могут иметь числовое значение, но могут быть и качественными. Например, закон прямолинейного распространения света (а это типичный эмпирический закон) обосновывается многочисленными наблюдениями – и демонстраций и природных явлений.

Однако, как следует из психологии, эмпирические обобщения способствуют развитию лишь формально-логического, конкретно-образного мышления учащихся. Для развития научного, диалектического по своей сути, мышления необходимо знакомить школьников с применяемыми в физике *теоретическими методами познания*, среди которых: абстрагирование, идеализация, моделирование, мысленное экспериментирование, метод аналогий, дедукция и т. д.

*Мысленное отвлечение от ряда свойств предметов (явлений) и отношений между ними либо выделение существенных свойств и отношений носит название абстрагирования.* Абстракция как один из основных приемов умственной деятельности характерна и для эмпирического и для теоретического уровней познания (соответственно формальная и содержательная абстракции).

В процессе обучения физике школьники учатся абстрагировать сложные природные явления путем отвлечения от несущественных сторон и признаков. Любое физическое понятие, физическая величина, закон физики, т. е. любой элемент знания, – это результат абстрагирования. Объясняя понятие равномерного движения, учитель показывает школьникам отличие абстрактного понятия от реального движения, с которым они встречаются в повседневной жизни или эксперименте. Масса как физическая величина характеризует определенные свойства объекта. При этом по мере изучения физики учащимся объясняется, что эти свойства могут быть разными. Вообще говоря, формирование понятия о массе в школе может начинаться с изучения либо явлений, в которых проявляется инертность, либо явлений, в которых проявляется гравитация. Современная методика обучения физике доказывает целесообразность введения первоначально понятия о массе как мере инертности. Несколько позже, при изучении всемирного тяготения и гравитационных свойств любого материального объекта, можно говорить о массе как мере гравитации. И, наконец, понятие массы как меры количества вещества также имеет право на существование. Оно может использоваться, когда нужно сравнить

не инертные или гравитационные свойства тел, а число частиц, содержащихся в однородных телах. Это важно в молекулярной физике, где иные свойства массы не существенны и от них можно абстрагироваться. Кроме того, в механике, где впервые вводится понятие массы, масса рассматривается как инвариантная величина, т. е. как неизменная, не зависящая от скорости движения относительно той системы отсчета, в которой ведется измерение, и от выбора системы отсчета. Иначе говоря, масса в механике – это очень сложная система допущений и предположений. Учителю физики необходимо подчеркивать абстрактный характер физических понятий, величин, законов.

С процессом абстрагирования непосредственно связана *идеализация*, т. е. *мысленное конструирование понятий об объектах, не существующих в действительности, но для которых имеются прообразы в реальном мире.* В результате абстрагирования от свойств и отношений, присущих предметам реальной действительности, образуются *научные идеализации* (инерция, упругий удар, гармоническое колебание, абсолютно черное тело и пр.). В этом смысле идеализация тесно связана с методом моделирования.

*Моделирование* является одним из широко применяемых методов познания действительности. Смысл моделирования заключается в замене исследуемого объекта другим, специально для этого созданным, но сохраняющим характеристики реального объекта, необходимые для его изучения. *Под моделью следует понимать такую мысленно представляемую или материально реализованную систему, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает новую информацию об объекте.*

В физических исследованиях моделирование как метод познания всегда широко использовалось. Создание модели идеального газа дало толчок развитию молекулярно-кинетической теории газа и помогло объяснить эмпирические газовые законы (Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Математические модели Максвелла позволили построить единую теорию электромагнетизма. Модель атома Резерфорда – Бора благодаря своей «полуклассичности» стала одной из первых моделей современной физики и послужила толчком развития квантовой физики и т. д.

В школьном курсе физики широко представлены самые разнообразные *физические модели*: материальная точка, абсолютно упругое тело, идеальный газ, кристаллическая решетка, математический маятник, световой луч и пр. При изучении этих понятий очень важно подчеркивать их модельный характер. Так, материальная точка может быть моделью реального объекта при условии, что размеры объекта малы по сравнению с радиусом его действия. Для кинематики (в классической механике), задачей которой является определение положения тела в пространстве в определенный момент времени, все свойства тела, кроме его размеров,

не имеют значения и от них можно абстрагироваться. Учащиеся анализируют различные ситуации и решают вопрос о возможности использования модели материальной точки. Происходит освоение школьниками метода моделирования.

В процессе обучения очень важно показать учащимся, что один реальный объект может быть замещен различными моделями в зависимости от целей исследования и, следовательно, существенных сторон отображаемого моделью объекта. Учащимся, например, обычно бывают известны две модели ядра: протонно-нейтронная и капельная. Для одной существенны структурные элементы объекта, для другой – его энергетические характеристики. В физике же существует около 20 моделей ядра. Или другой пример: свойства света в процессе его распространения и взаимодействия с веществом могут описываться двумя моделями – корпускулярной и волновой. Понимание возможности существования различных моделей одного и того же физического объекта позволит избежать традиционных для учащихся ошибок, когда физическая реальность (объект) отождествляется в сознании школьников с моделью.

Не менее важно показать школьникам, как менялись модели в процессе познания. Так, модель атома Томсона, традиционно присутствующая во всех школьных учебниках, является прекрасной иллюстрацией ограниченности физической модели. В течение многих лет, вплоть до опытов Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц, модель атома Томсона служила физикам, хотя не все известные к тому времени физические явления могли быть объяснены (например, линейчатые спектры). На смену модели Томсона пришла планетарная модель, последнюю сменила модель Резерфорда – Бора и т.д.

Самостоятельно моделировать физические явления и процессы школьники учатся в процессе решения задач, когда при анализе условия они должны выделить в конкретной ситуации ту модель, к которой далее может быть применен соответствующий физический закон. Например, прежде чем использовать закон Клапейрона – Менделеева при решении задачи, школьники должны обосновать правомерность замены реального газа идеальным (т.е. подтвердить условие не слишком высокого давления и не слишком низких температур). Решая задачи по электростатике и рассчитывая силу взаимодействия электрических зарядов, учащиеся должны убедиться в том, что ситуация, описываемая в условии, позволяет реальные заряды считать точечными, как того требует закон Кулона.

Особая роль в обучении физике принадлежит так называемым *учебным моделям*. Для более осознанного восприятия школьниками физических объектов или явлений целесообразно в ряде случаев заменять их специально сконструированными наглядными моделями, в которых существенные характеристики представлены в

более доступной и наглядной форме. Число подобных учебных моделей, используемых в процессе преподавания физики, достаточно велико (модель броуновского движения, модели опыта Штерна и давления газа, модели электрических и магнитных полей с помощью железных опилок, модель продольной и поперечной волн и многие другие).

С моделированием связан еще один метод, характерный для теоретического познания действительности. Это *метод мысленного экспериментирования*, представляющий собой анализ ситуации, которую невозможно осуществить реально. Классическим примером мысленного эксперимента в физике является мысленный опыт Галилея – рассуждение о движении тела по наклонной плоскости и по горизонтальной поверхности. Не менее известен и мысленный опыт Эйнштейна, в котором рассматриваются события достижения светом передней и задней стенок вагона относительно наблюдателей внутри и вне его.

В процессе обучения физике учителя часто пользуются мысленным экспериментированием при изучении тех или иных явлений. Например, введение «точечного заряда» в электрическое поле или рамки с током в магнитное (для характеристики их силового действия) – традиционные примеры мысленных экспериментов. Любое изменение стандартной ситуации или данных условия анализируемой задачи влечет за собой мысленное экспериментирование. Важно отметить, что мысленный эксперимент – это тот теоретический прием познания, который с успехом может осуществляться в любом возрасте, на любом этапе изучения физики. Например, при решении задачи на закон Архимеда учащимся предлагается изменить род жидкости или объем тела или, что значительно интереснее, отправить всю «ситуацию» на Луну или Марс. Анализ новых условий и иного, чем было вначале, поведения плавающего тела и есть мысленный эксперимент.

Важную роль в научном познании (и на эмпирическом и на теоретическом уровнях) играет *метод аналогии*. При умозаключении по аналогии знание, полученное из рассмотрения какого-либо объекта, переносится на другой, менее изученный (менее доступный для исследования, менее наглядный и т.п.) объект. В научных исследованиях аналогия служит основой для логической обработки эмпирического материала, получения выводов, а также предпосылкой для формулирования гипотез, иллюстрацией сложных математических построений и пр.

История физики знает немало примеров использования аналогий. Широко известны, например, гидродинамические аналогии, которыми пользовался Максвелл. Ему удалось обнаружить, что картина поля в виде силовых линий аналогична картине распределения линий тока в движущейся жидкости. К тому времени уже существовало математическое описание движения жидкостей, и Максвелл перенес это описание гидродинамических явлений на

электродинамические процессы. Использованная аналогия во многом помогла ему найти уравнения электромагнитного поля. При этом сам Максвелл прекрасно понимал и неоднократно указывал на то, что аналогичность математического описания не означает тождества природы явлений. В дальнейшем он выдвигал самые разные модели и аналогии для описания электромагнитного поля и заменял их по мере работы над теорией.

Метод аналогий достаточно широко представлен в школьном курсе физики. Так, во многих учебниках физики метод аналогии используется при изложении электромагнитных колебаний. Прежде всего, устанавливается аналогия между величинами: смещением  $x$  и зарядом  $q$ ; скоростью  $v$  и силой тока  $I$ ; ускорением  $a$  и изменением силы тока  $\frac{I}{t}$ ; массой  $m$  и индуктивностью  $L$  и т.д.

Далее, пользуясь методом аналогии, вводится формула Томсона  $T = 2\pi\sqrt{LC}$ , поскольку формула периода колебания пружинного маятника  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  школьникам известна. Очень важно с методической точки зрения подтвердить затем правильность полученной формулы (и правомерность использования метода аналогии) с помощью опыта. Таким же образом можно ввести формулу энергии магнитного поля  $W_m = \frac{LI^2}{2}$  по аналогии с кинетической энергией  $E_k = \frac{mv^2}{2}$ , а формулу энергии электрического поля  $W_3 = \frac{q^2}{2C}$  – по аналогии с энергией упругой деформации  $E_p = \frac{kx^2}{2}$ .

В практике обучения физике аналогия часто используется для иллюстрации трудных понятий и законов. По сути дела, это те же учебные модели, но в них физическое явление заменяется более простым, наглядным для школьников. Так, движение тока в электрической цепи, последовательное и параллельное соединения проводников, роль источника тока в цепи часто поясняются учителями с помощью гидродинамической аналогии. Понятие ЭДС хорошо иллюстрируется с помощью механической модели-анalogии, в которой по спиралеобразной наклонной плоскости скатывается шарик (для возвращения шарика в исходное положение его поднимают, совершая работу против сил тяжести, и т.д.).

Понимание значимости метода аналогий в физике и умение пользоваться им очень важны для развития научного мышления школьников, формирования их миропонимания. О единстве и

взаимосвязи явлений окружающего мира говорит, например, использование аналогичных математических уравнений для описания разных по природе физических явлений (аналогия между гравитационным и электростатическим полями и описывающими их законами).

Умозаключение, в процессе которого происходит переход от посылок к выводам путем теоретических рассуждений, носит название *дедукции*. Дедуктивное умозаключение – это неотъемлемый атрибут *теоретического уровня познания*. Исходным моментом дедукции являются некоторые суждения (посылки), из которых по тем или иным правилам логики выводятся другие суждения (следствия, выводы). Посылками дедуктивного умозаключения может быть любое теоретическое знание, в том числе аксиома, постулат, принцип науки. Иначе говоря, «сущность дедукции состоит в выведении заключений, которые с необходимостью вытекают из посылок на основании применяемых законов и правил логики»<sup>1</sup>.

Между индуктивными и дедуктивными умозаключениями существует принципиальное отличие. Индукция всегда опирается на результаты наблюдения, на опытные факты, дающие в результате анализа и обобщения вероятностные суждения. Дедукция же – это метод организации «готового» знания, движение от одних суждений к другим, при истинности посылок и соблюдении правил логики дающее истинное заключение. Однако сама истинность посылок не может быть доказана дедуктивным путем.

Например, специальная теория относительности Эйнштейна строится на двух постулатах. Это теоретические посылки. Все следствия СТО – и кинематические и динамические – получаются дедуктивным методом, использующим законы логики, физики и математики. Выводы теории можно считать истинными, но, поскольку истинность постулатов недоказуема, необходимо иметь их опытное подтверждение. Обширная совокупность фактов и экспериментов (например, прямое экспериментальное подтверждение в физике элементарных частиц получило релятивистское замедление времени) дала возможность подтвердить справедливость всех выводов и предсказаний Эйнштейна.

Индукция и дедукция *диалектически взаимосвязаны*. Процесс познания невозможно ограничить использованием лишь одного из методов, даже если они столь мощны, как индукция и дедукция. Для теоретического уровня познания характерны, наряду с дедукцией, такие методы, как теоретический анализ, идеализация, моделирование, мысленный эксперимент и пр.

На уроках физики учитель достаточно широко пользуется дедукцией *при объяснении нового материала*, когда из общих теоретических положений выводятся частные случаи; при обсуждении с учащимися следствий и выводов, получаемых дедуктивным путем

<sup>1</sup> Штоф В.А. Введение в методологию научного познания. – Л., 1972. – С. 119.

в результате анализа того или иного теоретического материала; и во многих других учебных ситуациях.

В содержании школьного курса физики, одним из принципов отбора и структурирования которого стал принцип генерализации учебного материала, существенно возросла роль дедуктивных выводов. Теоретическое знание как наиболее обобщенное подвергается анализу, и в результате получают следствия. Подобные следствия обладают, естественно, лишь субъективной новизной и часто представляют собой фрагменты эмпирического знания, входящие в систему знания теоретического. Так, объединенный газовый закон вводился ранее в школьных учебниках как результат обобщения эмпирических законов изопроцессов; сегодня же методисты отдают предпочтение дедуктивному выводу газовых законов из объединенного закона или уравнения Клапейрона – Менделеева. Факт существования законов Бойля – Мариотта, Гей-Люссака и Шарля является подтверждением правильности полученного дедуктивного вывода.

Можно привести большое число примеров использования дедукции в преподавании физики: вывод закона Архимеда, объяснение принципа действия гидравлической машины, вывод закона Ома на основе электронной теории, расчет первой космической скорости, объяснение невесомости, перегрузок и многое другое.

Опыт работы учителей физики показывает, что использование дедуктивных приемов в процессе обучения способствует пониманию школьниками физического знания как системы, в которой существует определенная взаимосвязь между отдельными элементами, пониманию методов и способов получения этого знания и его структурирования, в то же время дедуктивные приемы активизируют учебную деятельность учащихся, помогают их осознанному отношению к методам учебного познания и знанию в целом.

## Глава 6. ДИДАКТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ

### 6.1. Объяснительно-иллюстративный метод

*Объяснительно-иллюстративный метод обучения* (или *информационно-рецептивный*, как его иногда называют) заключается в том, что *учитель передает учащимся готовую информацию с помощью различных средств обучения, а учащиеся воспринимают, осознают и фиксируют в памяти эту информацию.* Роль учителя состоит в организации восприятия информации или же способов деятельности (например, по решению задач). Если же ученик воспринял и понял сообщенную ему информацию или способ действия

и сумел связать их со своими собственными знаниями и представлениями, то можно говорить об определенной степени усвоения.

*Сообщение информации учитель осуществляет с помощью устного слова (рассказ, лекция, объяснение), печатного слова (учебник, хрестоматия, справочник и т.д.), наглядных средств обучения (демонстрации, кино-, видео-, диафильмы, схемы и таблицы и т.д.), практического показа способов деятельности (проведение лабораторной работы, решение задачи, составление плана к ответу и пр.).*

Объяснительно-иллюстративный метод – один из наиболее экономных способов передачи знаний. Эффективность его проверена многолетней практикой работы образовательных учреждений; этот метод завоевал себе прочное место в школах всех стран и на всех ступенях обучения. Очень важно, однако, при этом понимать, что использование объяснительно-иллюстративного метода предполагает только осознание, восприятие и запоминание переданной информации. Очевидно, что ограничиваться лишь только этим уровнем знаний учащихся невозможно, это противоречит современным целям обучения, воспитания и развития школьников. В то же время этот уровень формирования знаний на первом уровне является начальным этапом любого процесса обучения.

Объяснительно-иллюстративный метод обучения часто используется учителями на уроках физики в начале изучения какой-либо новой темы или нового фрагмента учебного материала, когда у учащихся отсутствуют знания, необходимые для усвоения этого материала. Задача учителя заключается в том, чтобы в каждом отдельном случае определить, с чего лучше начать формирование знаний – со словесного изложения, чтения текста учебника или учебного материала или с организации наглядного восприятия (учебной демонстрации, таблицы, рисунка и пр.). Решение этих вопросов зависит от характера изучаемого материала и уровня подготовленности класса, т.е. знаний, которые уже накопились у учащихся к моменту изучения нового материала. Например, изучение электрических явлений в основной школе традиционно начинается с объяснения учителем электризации тел. Поскольку электрические явления на уроках физики еще не рассматривались, учитель использует в процессе изложения объяснительно-иллюстративный метод. Он может начать с рассказа, объяснить происхождение термина «электричество», привлечь элементы истории физики, а затем проиллюстрировать рассказ демонстрационными опытами. Возможно и другое построение изложения материала. Учитель начинает с опытов и, поскольку явления электризации тел могут быть в какой-то степени знакомы школьникам (из курсов природоведения, из повседневного опыта), опираясь на зрительный образ и предшествующие знания, объясняет наблюдаемые явления и излагает новый учебный материал.

В основной школе объяснительно-иллюстративный метод используется всегда в сочетании с другими методами обучения.

Возрастные и психологические особенности учащихся этого возраста требуют неоднократной смены видов их деятельности для эффективной организации восприятия и усвоения учебного материала. В старших же классах школы возможно использование объяснительно-иллюстративного метода в течение целого урока, если урок изложения нового материала построен в форме лекции.

Таким образом, объяснительно-иллюстративный (информационно-рецептивный) метод обучения является одним из самых распространенных методов обучения. В последние годы, в связи с изменениями целей и задач обучения (приоритет отдается задачам воспитания и развития учащихся через приобретаемые знания и умения), методисты рекомендуют такую организацию усвоения информации, при которой учащиеся усваивают не только сами знания, но и их структуру, методы их получения. Большую роль при этом приобретает изложение вопросов методологии и истории познания в физике.

## 6.2. Репродуктивный метод

*Репродуктивный метод обучения используется для формирования умений и навыков школьников и способствует воспроизведению знаний и их применению по образцу или в несколько измененных, но опознаваемых ситуациях. Учитель с помощью системы заданий организует деятельность школьников по неоднократному воспроизведению сообщенных им знаний или показанных способов деятельности.*

Само название метода характеризует деятельность только ученика, но по описанию метода видно, что он предполагает организационную, побуждающую деятельность учителя.

*Учитель пользуется устным и печатным словом, наглядными средствами обучения, а учащиеся используют те же средства для выполнения заданий, имея образец, сообщенный или показанный учителем.*

Репродуктивный метод проявляется при устном воспроизведении сообщенных школьникам знаний, в репродуктивной беседе, при решении физических задач. Репродуктивный метод используется и при организации лабораторных и практических работ, выполнение которых предполагает наличие достаточно подробных инструкций.

Для повышения эффективности репродуктивного метода методисты и учителя разрабатывают специальные системы упражнений, заданий (так называемые дидактические материалы), а также программированные материалы, обеспечивающие обратную связь и самоконтроль.

Следует, однако, помнить общеизвестную истину о том, что число повторений далеко не всегда пропорционально качеству знаний. При всем значении репродукции злоупотребление большим

числом однотипных заданий и упражнений снижает интерес школьников к изучаемому материалу. Поэтому следует строго дозировать меру использования репродуктивного метода обучения и при этом учитывать индивидуальные возможности учеников.

*В процессе обучения в основной школе репродуктивный метод, как правило, используется в сочетании с объяснительно-иллюстративным. В течение одного урока учитель может объяснить новый материал, используя объяснительно-иллюстративный метод, закрепить вновь изученный материал, организовав репродукцию его, может вновь продолжить объяснение и т. д. Подобная смена методов обучения способствует смене видов деятельности школьников, делает урок более динамичным и повышает тем самым интерес школьников к изучаемому материалу.*

Оба метода отличаются тем, что они обогащают учащихся знаниями, умениями и навыками, формируют у них основные мыслительные операции (сравнение, анализ, синтез, обобщение и т. д.), но не гарантируют развития творческих способностей школьников, не позволяют планомерно и целенаправленно их формировать. Для этой цели должны использоваться продуктивные методы обучения.

## 6.3. Метод проблемного изложения учебного материала

*Сущность метода проблемного изложения учебного материала заключается в том, что учитель не только организует передачу информации, но и знакомит учащихся с процессом поиска решения той или иной проблемы, показывает движение мысли от одного этапа познания к другому, иллюстрирует логику этого движения, возникающие противоречия. Иначе говоря, учитель ставит проблему, сам ее решает, т. е. показывает образцы научного познания, учащиеся контролируют убедительность и логику этого процесса, осваивают этапы решения проблем.*

В курсе физики средней школы содержится много примеров учебной информации, которую целесообразно излагать, используя метод проблемного изложения. Например, рассказ о развитии взглядов на природу света представляет собой иллюстрацию движения знания от одной точки зрения к другой, ей противоположной (от ньютоновских корпускул истечения света к волновому движению света по Гюйгенсу), и далее, через новое противоречие, возврат к корпускулам-квантам и рождение идеи корпускулярно-волнового дуализма. В процессе рассказа перед учащимися раскрываются не только конечные результаты исследований, отдельные этапы их развертывания, но и связи между этапами, пути движения от одного этапа к другому через отрицание отрицания, возникновение новых идей и их теоретическая и экспериментальная проверка.

Таким образом, в ходе проблемного изложения ставятся проблемы (реально возникавшие в истории физики или сконструированные учителем специально), разъясняются гипотезы ученых, мысленный эксперимент, делаются выводы, исходящие из различных предположений, показываются, если возможно, реальные эксперименты или их учебные модификации, подтверждающие выводы. В итоге образуется следующая структура проблемного изложения:

- 1) выявление противоречия и постановка проблемы;
- 2) выдвижение гипотез;
- 3) составление плана решения;
- 4) процесс решения, возможные и действительные затруднения и противоречия;
- 5) доказательство правильности гипотезы;
- 6) раскрытие значения решения для дальнейшего развития мысли или сферы деятельности.

При проблемном изложении учебного материала учитель использует устное слово, печатные тексты (учебника или других источников, например хрестоматии), демонстрационные или фронтальные опыты и другие необходимые средства обучения. Роль этих средств зависит от того, какая с их помощью организуется познавательная деятельность учащихся.

Таким образом, своеобразие метода проблемного изложения материала заключается в том, что ученики не только воспринимают, осознают и запоминают информацию, но и следят за логикой доказательства, за движением мысли учителя, контролируют ее убедительность, могут участвовать в прогнозировании следующего этапа рассуждения или опыта. Тем самым учащиеся знакомятся с процессом познания, включаются в него, соучаствуют. По мере развития учащихся это их соучастие неизменно увеличивается.

#### 6.4. Эвристический метод

*Эвристический (или частично-поисковый) метод* – это метод, при котором учитель организует участие школьников в выполнении отдельных шагов поиска решения проблемы. Роль учителя состоит в конструировании задания, разбиении его на отдельные этапы, определении тех этапов, которые выполняют школьники самостоятельно, т.е. учитель тем или иным способом организует самостоятельную познавательную деятельность учащихся. В одних случаях школьники учат видеть проблемы, в других – строить доказательства, в третьих – делать выводы из изложенных или продемонстрированных фактов, в четвертых – высказывать гипотезы, в пятых – составлять план проверки высказанного предположения и т.д. Иначе говоря, организуется поэтапное усвоение опыта

творческой деятельности, овладение отдельными этапами решения проблемных задач.

Одной из форм эвристического метода обучения является *эвристическая беседа*. В отличие от репродуктивной беседы эвристическая требует от учащихся не только воспроизведения своих знаний, но и осуществления небольшого творческого поиска. При эвристической беседе учитель направляет поиск, последовательно ставит проблемы или подпроблемы, формулирует противоречия, создает конфликтные ситуации, строит этапы беседы, а ученики самостоятельно ищут решение возникающих на каждом этапе беседы частей проблемы.

Практически любой урок и в основной школе, и в старших классах может быть организован с использованием эвристического метода. Однако, чем старше учащиеся, тем эффективнее приобщение их к самостоятельному творческому процессу.

Приведем пример использования частично-поискового метода, который, как показывает практика работы учителей физики, часто используется при изучении опытов Герца и Столетова по фотоэффекту.

Для обнаружения фотоэффекта используется электрометр с цинковой пластиной, которая освещается электрической дугой. Учитель заряжает пластину сначала положительным зарядом, затем отрицательным. Причину того, что разряжается только отрицательно заряженная цинковая пластина, учитель просит учеников найти самостоятельно. В этом состоит первый этап самостоятельного поиска учащихся. Далее учитель продолжает демонстрацию и ставит перед учащимися следующую подпроблему: на пути светового потока помещается обыкновенное стекло, и отрицательно заряженная пластина не теряет электроны. Учащимся предлагается самостоятельно объяснить причину наблюдаемого явления. Увеличивая световой поток, учитель демонстрирует независимость наблюдаемого явления (отрицательно заряженная цинковая пластина не разряжается) от интенсивности излучения. Этот третий этап исследования приводит учащихся к противоречию: наблюдаемое явление нельзя обосновать, пользуясь волновой теорией света. Невозможно объяснить, почему световые волны малой частоты не могут вырвать электроны, если даже амплитуда волны велика и, следовательно, велика сила, действующая на электроны. Возникает проблемная ситуация: противоречие между новыми знаниями, полученными в результате наблюдения опытного факта, и знаниями предшествующими. Используя возникшую проблемную ситуацию, учитель переходит к объяснению законов фотоэффекта, продолжая, по мере возможности, включать учащихся в решение отдельных подпроблем. Таким образом, использование эвристического метода обучения позволяет учителю не только объяснять новый учебный материал, но и приобщать учащихся через частичный поиск к опыту творческой деятельности.



## 6.5. Исследовательский метод

*Сущность исследовательского метода заключается в организации учителем поисковой, творческой деятельности учащихся для решения новых проблем и проблемных задач. Назначение данного метода – полноценное усвоение школьниками опыта творческой деятельности. Исследования психологов и дидактов показали, что ограничение учебного процесса участием школьников только в частичном решении творческих задач (как это имеет место в процессе использования эвристического метода обучения) не приводит к формированию умений исследовать и решать целостные проблемы. Целостная задача требует умений: анализировать условие ее в соответствии с вопросом задачи; преобразовывать основную проблему в ряд частных проблем; составлять план и этапы решения проблемы; формулировать гипотезу; проверять полученное решение теоретически и экспериментально и т.д. Поэтому именно исследовательский метод является основным методом обучения опыту творческой деятельности.*

С помощью исследовательского метода организуется *творческое усвоение знаний*, т.е. этот метод учит школьников применять известные им знания для решения проблемных задач и добывания новых знаний в результате такого решения. Кроме того, он обеспечивает *овладение методами научного познания* в процессе деятельности по поиску этих методов. Очевидно, что исследовательский метод является условием формирования интереса, потребности в самостоятельной, творческой деятельности у учащихся.

Характер заданий при исследовательском методе может быть самым разным: классные лабораторные работы и домашние практические задания; решение аналитических проблем; задания кратковременные и предполагающие необходимым определенный срок (неделю, месяц); задания групповые и индивидуальные и т.д.

Лабораторные работы, являющиеся неотъемлемой частью учебного процесса по физике, организуются, как правило, по инструкции (чаще всего находящейся в тексте учебника). В подобных инструкциях учащимся даются точные указания о действиях с представленными приборами, о необходимости проведения тех или иных измерений и пр.; на долю школьников при подобной организации лабораторных работ приходится только фиксация результата или умозаключение о результатах деятельности. Такие лабораторные работы безусловно полезны и необходимы, особенно на начальном этапе обучения физике. Однако цели и задачи обучения в современной школе требуют приобщения учащихся к самостоятельному, творческому поиску. Поэтому многие учителя физики сегодня организуют исследовательские лабораторные работы, в инструкциях к которым определяется только цель работы, а этапы исследования (план работы) школьники должны разрабо-

тать сами (а иногда и сами определить и подобрать необходимые для работы приборы и приспособления). Особенно целесообразно организовывать исследовательские лабораторные работы во время физического практикума.

Основным условием организации исследовательских заданий любого типа является прохождение учащимися всех или большинства этапов процесса исследования (с учетом требований посильности и доступности предлагаемых заданий). Целостное их решение и обеспечит выполнение исследовательским методом его функций. Этими этапами являются:

- 1) наблюдение и изучение фактов и явлений;
- 2) выяснение непонятных явлений, подлежащих исследованию (постановка проблем);
- 3) выдвижение гипотез;
- 4) построение плана исследования;
- 5) осуществление плана, состоящего в выяснении связей изучаемого явления с другими;
- 6) формулирование решения, объяснения;
- 7) проверка решения;
- 8) практические выводы о возможном и необходимом применении полученных знаний [22].

Очевидно, что вся группа продуктивных методов обучения (проблемного изложения, эвристический и исследовательский) призвана способствовать усвоению знаний и умений школьников на уровне их творческого применения.

## Глава 7. ЧАСТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ

Методисты физики обычно классифицируют методы обучения несколько по-другому, выделяя словесные, наглядные и практические методы обучения. Здесь мы подробно остановимся на словесном методе обучения, а наглядные и практические методы обучения разобраны в главе 17.

**Словесные методы обучения.** *К ним относятся методы устного изложения материала* (рассказ, объяснение, беседа, лекция), *а также работа с книгой* (учебником, хрестоматией, справочниками, дидактическими материалами и пр.). *Общим для всех методов является то, что они используют одно и то же средство обучения – слово, устное или письменное,* – и применяются преимущественно при сообщении учащимся нового материала.

**Рассказ.** *Рассказом называется последовательное изложение фактического материала, относящегося к изучаемой теме.* На уроках физики рассказ используется учителями во всех классах для ознакомления учащихся с физическими законами и их использо-

ванием, с историей физики и фактами из жизни и деятельности ученых, с основными принципами устройства технических объектов и пр. Иными словами, рассказ может быть использован учителем физики на любом уроке, если это обосновано его дидактической целью. Следует только иметь в виду, что длительность монологического изложения материала должна быть строго дозирована и учитывать возрастные особенности учащихся. Так, в основной школе целесообразно использовать рассказ продолжительностью 10–15 мин; в течение этого времени сохраняется активное внимание учащихся.

Рассказ на уроках физики обычно сопровождается показом демонстраций, таблиц и рисунков, поясняющих учебный материал, а также фрагментов кинофильмов, диафильмов, компьютерных учебных программ и т.д. В арсенале учителя физики находится достаточно большой перечень средств обучения, которые могут сопровождать устное изложение материала и способствовать восприятию, пониманию и запоминанию изложенного материала.

**Объяснение.** *Объяснение – это такое изложение учебного материала, при котором учитель анализирует, обосновывает, доказывает, а не просто излагает новую информацию, как при рассказе.*

Учитывая характер физического материала, метод объяснения следует использовать гораздо чаще, чем рассказ. Раскрывая сущность физических явлений и законов, связей между ними и объединяющими их физическими теориями, рассматривая физические опыты, различные технические устройства и процессы, учитель физики не может обойтись без доказательств. С логической точки зрения доказательства делятся на индуктивные и дедуктивные. Примеры использования индукции и дедукции при обучении физике приводились выше, при рассмотрении взаимосвязи методов обучения и методов научного познания (см. 5.3).

**Лекция.** *Школьная лекция, в отличие от рассказа и объяснения, характеризуется большей длительностью изложения учебного материала; она ставит своей целью обобщенное раскрытие сравнительно большого по объему материала.*

В последние годы школьная лекция становится все более распространенной формой организации уроков физики в старших классах. Она используется с целью изложения нового материала (особенно эффективно использование лекций в системе лекционно-семинарских занятий), на повторительно-обобщающих уроках, где проводится обобщение и систематизация знаний учащихся, а также на обобщающих занятиях в конце изучения темы или курса физики («Основные законы электродинамики и их техническое применение», «Современная научная картина мира», «Физика и научно-технический прогресс» и т.д.).

Лекционный метод обучения требует от учащихся, особенно на начальных стадиях, достаточно больших усилий. Учителю необ-

ходимо научить школьников воспринимать информацию в течение длительного времени (один, иногда два урока подряд) и фиксировать ее в форме конспекта. Поэтому перед началом изложения учитель должен сообщить план лекции, записать его, чтобы учащиеся могли следить за ходом мысли преподавателя и последовательностью раскрытия темы. Изложение материала учителем должно быть очень четким, сопровождаться демонстрациями и другими средствами обучения, записями на доске. Школьники должны постепенно научиться вести конспект лекции, заносая в тетрадь не только формулы и рисунки, появляющиеся на доске, но и пояснения и выводы по отдельным пунктам плана лекции. Для учителя подготовка лекции также требует немалых усилий. Необходимо продумать, на какую информацию следует обратить внимание учащихся, как это сделать, ограничиться ли выделением голосом, или необходимо повторение либо диктовка и пр. И, главное, как сделать лекцию интересной, как удержать внимание школьников в течение всего периода времени.

Тщательно разработанная и умело проведенная лекция с хорошо подобранными наглядными средствами обучения производит очень сильное впечатление на школьников и готовит их к продолжению образования вне стен школы.

**Беседа.** *Беседой принято называть «вопросо-ответный» метод обучения.* Она применяется во всех звеньях учебного процесса. Беседа используется с целью сообщения новых знаний, актуализации старых и закрепления вновь полученных, для проверки и оценки знаний, при обсуждении результатов фронтальных и лабораторных работ и т.д. Диалог между преподавателем и учащимися позволяет широко применять постановку познавательных проблем и отдельные элементы поиска, благодаря чему поддерживается постоянный интерес к изучаемому материалу и высокая активность учащихся.

Беседа – весьма сложный метод обучения. Для успеха ее проведения необходима очень тщательная подготовка, учет всех основных требований, предъявляемых к беседе. Эти требования можно выделить на требования к вопросам учителя, к ответам учащихся и к организации беседы на уроке.

Вопросы учителя должны быть краткими и точными; задаваться в логической последовательности; будить мысль ученика, заставить его задуматься, вспомнить, выделить из общего знания требуемое, произвести сравнение, анализ; общее число вопросов должно быть оптимальным, т.е. небольшим, но достаточным для достижения дидактической цели. При подготовке конспекта уроку учителю рекомендуется записывать вопросы, так как именно в письменном виде становится очевидной грамотность и точность формулировки вопроса, логическая последовательность всей системы вопросов.

Из требований к ответам учащихся следует назвать прежде всего полноту ответов, особенно в основной школе, где задача овладения языком физики-науки является актуальной. Ответы должны быть осознанными и аргументированными, отражать самостоятельность мышления.

Требования к организации беседы касаются в первую очередь приемов задавания вопросов и вызова учащихся для ответа. Так, учителю рекомендуется задать вопрос классу в целом, дать учащимся мысленно подготовиться к ответу, а затем уже назвать ученика для ответа на поставленный вопрос. Приемы и способы организации беседы на современном уроке физики весьма разнообразны. Не всегда беседу должен вести учитель; возможна, например, такая организация беседы, при которой учителю принадлежит роль «дирижера», а беседу ведут учащиеся между собой и т. д.

Особая роль среди всех форм организации беседы принадлежит эвристической беседе, о которой уже шла речь выше (см. 6.4). Именно эвристическая беседа в наибольшей степени способствует развитию мышления школьников, их самостоятельности и активности, приобщает к творческому поиску.

**Работа с книгой.** Умение работать с книгой – учебником, справочником, хрестоматией, научно-популярной литературой и пр. – играет большую роль в решении всех задач обучения физике. С одной стороны, работа с книгой *способствует глубине и прочности знаний учащихся, повышает их интерес к изучаемому предмету, развивает самостоятельность*, с другой – *формирует чрезвычайно важные общеучебные умения школьников*: умение выделить главное в прочитанном, составить краткий или развернутый план, конспект текста, находить ответы на поставленные вопросы, научиться работать с аппаратом книги и т. д.

Все современные учебники физики содержат достаточно разнообразный материал, ориентирующий школьников на работу с книгой. Это и вопросы для самоконтроля, предполагающие поиск ответов в тексте параграфа, и задания к рисункам, схемам, графикам, таблицам, находящимся на страницах учебника, и многое другое. Как показывает опыт работы, многие учителя физики предлагают школьникам домашние задания, направленные на работу с текстами параграфов. Например: составить план к тексту; выделить главное в прочитанном параграфе; подготовить ответ о каком-либо явлении, законе, устройстве в соответствии с обобщенным планом ответа; самостоятельно прочитать и подготовить пересказ какого-либо параграфа (чаще всего это касается текстов, описывающих применение полученного знания в быту или технике) и т. д.

Не менее важно научить школьников пользоваться дополнительной и научно-популярной литературой. Это касается прежде всего справочника для учащихся по физике и технике, хрестомати

ни по физике для старшеклассников, книги для чтения по физике для основной школы. Все эти издания входят в комплект книг по физике и имеются в кабинете или библиотеке каждой школы. Кроме того, существует достаточно большой набор различных дидактических материалов по физике, который учителя используют для самостоятельной работы учащихся. Одной из форм организации процесса обучения является подготовка докладов и сообщений школьниками. Для этой цели учителя советуют им пользоваться не только учебной, но и научно-популярной литературой, журналами, энциклопедиями, в том числе очень популярными детскими энциклопедиями.

Таким образом, используя метод работы с книгой, учителю удается разнообразить процесс обучения физике, развивать такие черты личности школьника, как самостоятельность, инициативность, познавательная активность.

Как уже отмечалось выше, подробно наглядный и практический методы обучения рассмотрены в главе 17 «Технологии организации учебной деятельности учащихся при обучении физике».

## Раздел IV

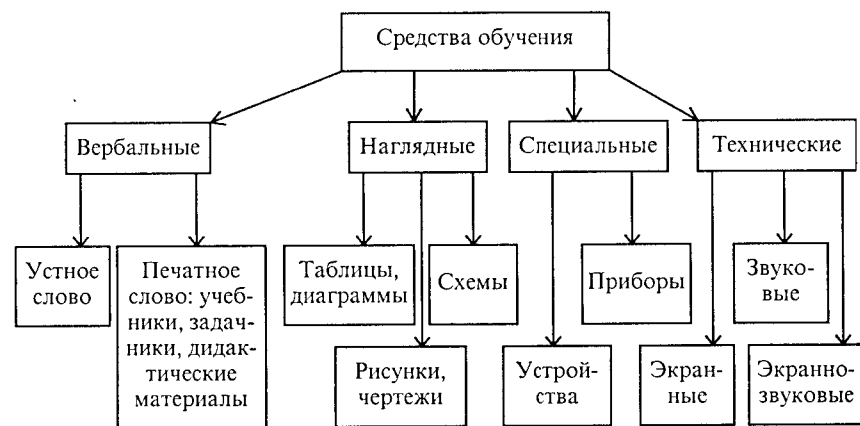
### СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Под *средствами обучения* понимают *источники информации, с помощью которых учитель учит, а ученик учится.*

К средствам обучения относятся: слово учителя, учебники, учебные пособия, хрестоматии, справочники и т. п.; раздаточные и дидактические материалы; технические средства обучения (устройства и пособия к ним); приборы и т. д.

Все многообразие средств обучения представлено на схеме 16.

Схема 16



Средства обучения размещаются в школьном физическом кабинете.

## Глава 8. ШКОЛЬНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ И ЕГО ОБОРУДОВАНИЕ

### 8.1. Общие сведения

Обучение в школах России ведется в условиях кабинетной системы. Для каждого учебного предмета (практически без исключений) создаются специальные кабинеты, в которых сосредоточены

оборудование, наглядные и учебные пособия, необходимые для эффективного преподавания именно этого предмета. Школьные кабинеты физики в этом плане – ветераны, они существуют в каждой школе уже очень давно, так же как кабинеты химии и биологии. Но физический кабинет с его оборудованием всегда был как бы «лицом» школы. Если физический кабинет в школе хороший, значит, школа солидная, учитель физики в ней профессионал, а директор школы хорошо понимает, что нужно школе, как лучше в ней организовать учебный процесс. Школьный кабинет физики требует солидных средств для оснащения и поддержания его на определенном уровне. Оборудование в нем разнообразное и достаточно дорогостоящее, его организация весьма сложна: на базе кабинета необходимо обеспечить демонстрационный эксперимент, фронтальные лабораторные работы, физический практикум, применение технических средств обучения (ТСО), а в последнее время применение компьютерной техники.

Поэтому каждый учитель физики должен хорошо знать оборудование школьного физического кабинета, уметь им пользоваться, следить за порядком в нем, за исправностью приборов, пополнять парк приборов.

Развитие физических кабинетов в школах имеет свою историю. Когда-то кабинет «создавал» сам учитель, т. е. он получал лабораторию, мебель, комплект физических приборов и из него должен был делать школьный физический кабинет, соответствующий требованиям программы курса, положениям НОТ (научной организации труда) учителя. В те времена (30–50-е гг. XX столетия) даже считалось, что ты стал настоящим учителем физики, если сам создал школьный физический кабинет или модернизировал его «под себя», чтобы можно было назвать этот кабинет своим.

В настоящее время многое изменилось, разработаны достаточно хорошие школьные физические кабинеты, они оборудуются специальными фирмами («Школьник», «Школа будущего», МКФ и др.), но и при этом роль учителя физики очень велика, она даже возросла: надо следить за всем новым, что создается, вникать в применение в своей работе, внедрять в свой школьный кабинет книги и т. п.

### 8.2. Помещение и основное оборудование школьного физического кабинета

Разные школы имеют различные школьные физические кабинеты.

В малокомплектных школах обычно объединяют в одном помещении кабинеты физики и химии. Это обычный ученический кабинет, но с демонстрационным столом, ученическими лаборатор-

ными столами (не наклоненными крышками парт), со шкафами, где сосредоточено оборудование по физике и химии.

К сожалению, такое объединение встречалось очень часто, да и сейчас этот вариант кабинета не везде изжит. Однако это неразумно, так как пары химических реактивов приводят к порче физических приборов, к коррозии металлических частей приборов. Кроме того, в химическом кабинете желательно иметь вытяжной шкаф. Поэтому кабинеты физики и химии следует оборудовать в различных помещениях.

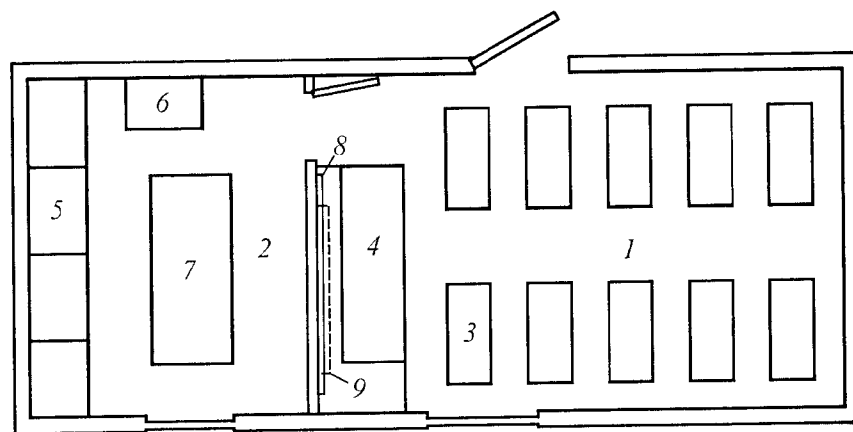


Рис. 2

В школах старых построек (пятиэтажных) кабинет физики состоит обычно из двух смежных помещений: класса-лаборатории и лабораторной комнаты (рис. 2). Здесь 1 – класс-лаборатория, где учитель проводит уроки, лабораторные работы; 2 – лаборантская комната, где размещено оборудование; 3 – ряды ученических столов (их может быть 2 или 3); 4 – демонстрационный стол учителя, который расположен на подиуме, т.е. на возвышении примерно в 20 см, чтобы учащиеся лучше видели все, что демонстрирует учитель; 5 – шкафы в лаборантской для основных демонстрационных физических приборов; 6 и 7 – столы в лаборантской комнате, где учитель готовит физические опыты к урокам, которые он будет проводить.

Кроме этого, в кабинете физики есть источники питания (которые подключаются к электрораспределительному щиту, расположенному около демонстрационного стола); газовый кран у этого стола, а также водопроводный кран с раковиной и сливом; классная доска 8 с различными приспособлениями: крыльями, штыревой доской, лампами для подсвета над доской; экран 9 – поднимающийся и опускающийся – для показа различных проекций; система затемнения окон класса, которая может быть раз-

личных конструкций; ящики для хранения таблиц, схем; подставка для проектора; передвижная тележка для вывоза в класс-лабораторию подготовленных опытов; различные вспомогательные для учителя приборы; линейка, угольник, транспортир и др.

В этом перечне не указаны шкафы для приборов для проведения фронтальных лабораторных работ (чаще всего устанавливаются в классе-лаборатории), а также шкафы для демонстрационных приборов и для приборов физического практикума, если он проводится (они устанавливаются в основном в лаборантском помещении).

Подчеркнем, что в такого типа школах все виды занятий (уроки, лекции, контрольные работы, фронтальный эксперимент и физический практикум, конференции) проводятся в классе-лаборатории. Физическое оборудование в основном размещается в лаборантской комнате, которую часто еще называют препараторской; в этой же комнате учитель обычно готовится к урокам.

Описанный вид школьного физического кабинета в российских школах является самым распространенным.

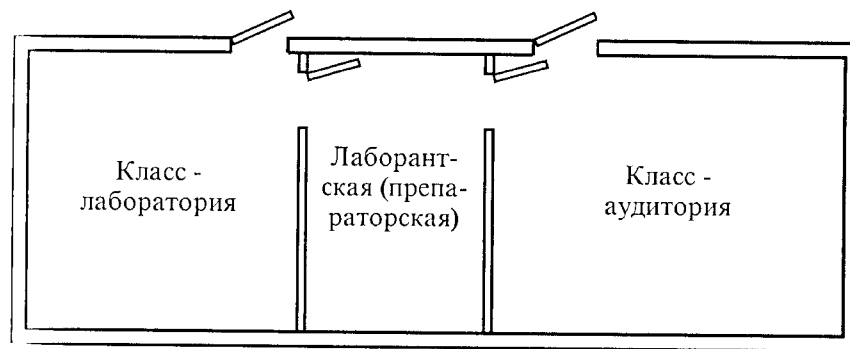


Рис. 3

В последние годы в школах, в гимназиях, лицеях и колледжах появляются физические кабинеты значительно лучшей организации и с большими возможностями. В этом случае под кабинет физики выделяются три помещения: класс-аудитория, класс-лаборатория и лаборантская комната (препараторская). Один из вариантов их расположения приведен на рис. 3.

Класс-аудитория оборудуется всеми современными техническими средствами, включая компьютеры, датчики различных величин, экраны (даже допускающие демонстрацию схем, моделей при дневном освещении), видеотехнику, лазерную указку и т.п. Особо важно сочетание компьютерной техники и видеотехники, что открывает большие перспективы в обучении учащихся физике. Есть в настоящее время специальные установки: «Лектор» и

др., дающие возможность учителю максимально использовать в своей работе современную технику.

Особым направлением в деятельности учителя является индивидуализация обучения учащихся, что в данной аудитории может осуществляться с помощью подключения телефонов и других устройств к каждому столу учеников. Это дает возможность во время урока учителю взаимодействовать с любым учеником класса.

В *классе-лаборатории* проводятся все лабораторные занятия (фронтальные и физический практикум), а также все внеклассные мероприятия.

Многие учителя класс-лабораторию оборудуют так, что в ней, кроме практических занятий, можно проводить и теоретические занятия. Это особенно важно в школах с большим числом классов, где работает не один учитель физики, а два или даже три. Занятия по физике в разных классах могут попадать в расписание занятий на одно и то же время. Один учитель при этом работает в классе-аудитории, а другой – в классе-лаборатории (или наоборот).

*Лаборантская (препараторская) комната* – помещение для хранения оборудования. Если она достаточно большая, то нет необходимости ставить шкафы в классных комнатах, не загружая их этим и делая более свободными и удобными для работы.

Оформление физического кабинета должно быть строгим и простым, чтобы не отвлекать учащихся на уроках. В кабинете желательно вывешивать минимум таблиц (единицы величин в СИ, физические константы). Все объявления, различные стенды физического и технического профиля вывешиваются обычно в коридоре у кабинета физики, а не в самом кабинете.

В кабинете физики уместно повесить фотопортреты крупнейших физиков. Однако портретов не должно быть много, их размеры должны быть разумными.

### 8.3. Основные типы школьных физических приборов и их особенности

Материальной основой школьного физического эксперимента являются учебные приборы по физике. По целям и условиям проведения все опыты, проводимые в физическом кабинете, делят на демонстрационные, фронтальные (проводятся при выполнении лабораторных работ) и опыты физического практикума (выполняются учениками при проведении этого вида занятий). В соответствии с этим все приборы также подразделяют на три типа: *демонстрационные приборы, лабораторные приборы, приборы физического практикума.*

Особенности конструкций приборов каждого типа в полной мере отражают специфику этих видов эксперимента. Так, демонстрационные приборы отличаются большими размерами, что не-

обходимо для обеспечения видимости наблюдаемого явления с расстояния 8–9 м.

Для обеспечения максимальной выразительности опыта установка собирается из минимально необходимого числа приборов. Отсюда требование к высокой *универсальности и унификации демонстрационного оборудования.*

Чтобы учитель мог собирать установки непосредственно в ходе урока, приборы и их отдельные части должны просто и надежно крепиться и соединяться друг с другом, иметь согласованные характеристики.

*Надежность* демонстрационной установки достигается безотказной работой приборов, из которых она собрана, и грамотным обращением с ними. Поэтому демонстрационный прибор должен иметь достаточно большой срок службы, иметь защиту от кратковременных перегрузок, допускать быстрое устранение мелких неполадок.

Учитывая, что демонстрации некоторых явлений требуют специальных условий, например использования высокого напряжения в опытах по электростатике или сильного нагрева в опытах по молекулярной физике, и принимая во внимание, что в неопытных руках эти факторы могут стать причиной серьезных травм, все демонстрационные приборы должны использоваться только учителем. На некоторых из них, наиболее опасных, имеется соответствующая предупредительная надпись.

Поскольку демонстрационные установки собирают из отдельных приборов, а учащиеся не могут одновременно наблюдать больше одного опыта, то и число демонстрационных приборов одного вида, приобретаемых для кабинета, составляет не более 1–2 экземпляров.

Фронтальный лабораторный эксперимент начинают применять еще тогда, когда у учеников нет достаточного опыта работы с оборудованием, их практические умения, необходимые для сборки экспериментальных установок, только начинают формироваться. Поэтому лабораторные приборы должны иметь возможно более простую конструкцию, повышенную степень защиты от возможных травм (поражения током, реактивами, ожогов, порезов) и невысокую стоимость.

В зависимости от уровня подготовки учеников темп выполнения лабораторной работы, как правило, оказывается разным. Часто и то же время одни ученики записывают результаты опыта, другие проводят измерения, некоторые собирают или разбирают установку. Для создания всем учащимся нормальной рабочей обстановки следует использовать лабораторные приборы, не требующие специальных условий для их работы (например, загромождения класса).

Поскольку лабораторная установка собирается на ученическом столе, где кроме нее во время работы находятся еще и тетра-



ди, а иногда и учебники, общий размер установки не может превышать половину площади поверхности стола. Из этого следует, что лабораторные приборы должны быть как можно более компактными.

Для быстрой раздачи приборов в начале работы и организации их рационального хранения размеры корпусов должны согласовываться с размерами укладочных ящиков и внутренних полостей шкафов.

Чтобы обеспечить проведение лабораторной работы фронтально, т.е. одновременно всем классом, необходимо иметь лабораторные приборы каждого вида в количестве, соответствующем числу столов в классе.

Физические практикумы проводятся после того, как учащимися накоплены достаточные знания и они могут разбираться в физических явлениях, применять более сложные приборы, обосновывать целесообразность их использования для данного опыта, ориентируются в методах измерений физических величин и расчетах погрешностей.

Для проведения практикума класс делят на группы по 2-3 человека.

Так как число работ, выносимых на практикум, в каждом классе составляет обычно 5-7, что значительно меньше числа групп учеников в каждом классе, то путем дублирования работ доводят их количество до числа групп. Таким образом, за один урок практикума в классе выполняются по две-три одинаковые работы. Это означает, что для практикума требуется не более трех приборов каждого вида.

Поскольку лабораторный эксперимент в физическом практикуме значительно сложнее, то и приборы для его проведения должны быть более совершенными, а следовательно, более сложными и дорогими. Иногда здесь используют не специальные учебные приборы, а те, которые применяются в научных лабораториях или на производстве (психрометры, микрометры, гигрометры и др.).

Более полно описать и конкретизировать особенности учебных физических приборов можно, если выделить в каждом типе приборов отдельные группы, исходя, например, из той функции, которую выполняет прибор в установке. В классификации учебного оборудования, предложенной известным методистом А.А. Покровским, среди приборов каждого типа выделены такие группы: *измерительные приборы, приборы для изучения или объяснения явлений и устройств и вспомогательные приборы*. К группе вспомогательных приборов по этой классификации относятся и источники электропитания. В дальнейшем мы будем придерживаться этой классификации.

Рассматривая последовательно указанные группы, можно отметить основные отличительные черты приборов, предназначен-

ных для разных видов физического эксперимента, но выполняющих в экспериментальных установках аналогичную роль.

*Измерительные приборы демонстрационного типа* в целях сокращения их общего числа выполняют, как правило, многопредельными. Чтобы облегчить считывание показаний, эти приборы делают одношкальными или со сменными шкалами, которые заменяют при переключении пределов измерения. Размеры меток, интервалов между ними, цифр и букв на шкалах должны обеспечивать возможность определения цены деления и показаний прибора с последней цифры. Взаимное расположение шкалы и стрелки должно сводить к минимуму ошибки отсчета показаний из-за параллакса.

В тех случаях, когда невозможно нанести штрихи различной длины, как, например, на шкалу цилиндрической формы у трубчатого демонстрационного динамометра, прибегают к чередующейся раскраске делений.

*Лабораторные измерители* в целях удешевления могут не иметь обозначения класса точности, но их фактическая приведенная погрешность должна соответствовать классу 2,5. Измерительные приборы этого типа выполняются одношкальными и однопредельными. Для уменьшения вероятности ошибки в определении показаний шкалы делаются равномерными. Рабочее положение таких измерителей, как правило, горизонтальное.

*Измерительные приборы, предназначенные для работ физического практикума*, имеют класс точности 1,5 или 2,5. Это многошкальные, многопредельные приборы, в которых можно встретить как равномерные, так и неравномерные шкалы. Среди таких приборов много универсальных, т.е. таких, которые могут измерять несколько различных физических величин (ампервольтметр, счетчик-секундомер и др.).

К типичным представителям группы измерителей демонстрационного типа можно отнести амперметр и вольтметр с гальванометрами, лабораторного типа – амперметр АЛ-2,5 и вольтметр ВЛ-2,5, для практикума – авометр АВО-63.

*Приборы для наблюдения и изучения физических явлений и устройств* в демонстрационном исполнении могут предназначаться для показа одного опыта (например, трубка Ньютона) или нескольких демонстраций по какой-то теме или разделу курса физики. В последнем случае прибор представляет собой набор или комплект из различных узлов и деталей.

Такие приборы обеспечивают видимость объектов изучения и происходящих с ними в ходе опыта изменений с последней парой. При невозможности непосредственного наблюдения за изменением состояния объекта изучения прибор должен иметь устройства, обеспечивающие такое наблюдение (например, у прибора для наблюдения за тепловым расширением имеется специальное кольцо, позволяющее зафиксировать изменение объема шара при нагревании).

В целях улучшения видимости результатов опыта при работе с этими приборами допускается создание в классе специальных условий, в частности затемнения.

Если объект изучения требует перед опытом специальной подготовки, то в комплекте прибора должно быть соответствующее приспособление (например, к свинцовым цилиндрам прилагается струг для зачистки их торцов).

Приборы одноименной группы, предназначенные для фронтального эксперимента, используются, как правило, для выполнения какой-нибудь одной лабораторной работы. Эти приборы имеют простую конструкцию, принцип их действия должен быть понятен учащимся. Физические явления, воспроизводимые с их помощью, должны протекать при минимуме побочных эффектов.

Приборы этой группы, используемые в физическом практикуме, по конструкции более универсальны и могут иметь многоцелевое назначение. Для их хранения требуется больше места, а при подготовке к работе – больше времени на монтаж и настройку.

Примерами приборов этой группы могут служить универсальный трансформатор, трибометр лабораторный, комплект по механике для практикума.

*Вспомогательные приборы для демонстрационных установок* не должны привлекать внимание школьников, для чего их корпуса окрашиваются в нейтральные тона. Они обладают повышенной устойчивостью; чтобы ее усилить, некоторые приборы снабжают дополнительными приспособлениями для крепления к демонстрационному столу. При работе эти приборы не должны создавать шума, вибраций, другие побочные эффекты. Напряжение питания тех из них, которые имеют электрическую схему, составляет 220 В, что исключает возможность работы с ними учеников.

Большинство демонстрационных источников электропитания имеют индикаторы выходного напряжения и позволяют плавно регулировать его в заданных пределах. У каждого источника есть несколько выходных гнезд, что позволяет получать от него различные виды напряжений.

Лабораторные источники питания являются нерегулируемыми и обеспечивают получение от них только одного значения напряжения. Они должны выдерживать длительное превышение критических режимов работы.

Источники питания для работ физического практикума комбинированные, обеспечивают работу практикума как переменным, так и постоянным напряжением. Выходное напряжение этих источников можно регулировать плавно или ступенчато. Как и лабораторные источники, они питаются от сети напряжением 42 В.

К этой группе приборов относятся источник питания демонстрационный ИПД-1, лабораторный источник питания ВУ-4, источник электропитания для практикума ИЭПП-2.

Приведенная классификация учебных приборов на типы по виду учебного эксперимента, в котором они используются, а внутри каждого типа еще и на группы по функции в экспериментальной установке, которую прибор выполняет, как и всякая классификация, в некоторой степени условна. Так, среди приборов демонстрационного типа один и тот же прибор может использоваться в одном случае как измеритель, а в другом служить объектом изучения, если на уроке изучается его устройство или принцип действия.

Деление приборов на типы отражает более глубокие различия между ними, и замена в опыте недостающего прибора на прибор аналогичного назначения, но другого типа не рекомендуется. Особенно это касается замены лабораторных приборов на демонстрационные или наоборот. Например, невозможно в демонстрационном опыте измерять силу тока лабораторным амперметром, поскольку ученики не увидят его показаний. Также нельзя в работе физического практикума использовать демонстрационный источник питания, поскольку последний требует для работы сетевого напряжения 220 В, и по правилам безопасного труда работать с ним может только учитель.

#### 8.4. Освоение новых учебных приборов

Приобретение новых учебных приборов является одной из основных составляющих работы учителя физики по совершенствованию своего кабинета.

Получить сведения о том, какие приборы выпускаются промышленностью для школьных кабинетов физики, можно из типовых перечней учебно-наглядных пособий и учебного оборудования, которые периодически обновляются, а также из прайс-листов, распространяемых организациями, торгующими учебным оборудованием. Сведения о новых приборах публикуют и периодические издания, предназначенные для учителей физики. Перечень оборудования физического кабинета является не случайным списком отдельных приборов и предметов, а представляет собой постоянно развивающуюся систему дидактических средств, отвечающих целям обучения и воспитания школьников, соответствующих действующей программе по физике и удовлетворяющих определенным требованиям.

В освоении нового учебного прибора можно выделить следующие основные этапы: *приобретение прибора, подготовка его к работе и ввод в эксплуатацию, т. е. использование прибора для решения учебных экспериментальных установок.*

Приобретение нового прибора проводится на основании плана развития школьного кабинета физики. Знакомясь с образцом нового прибора с целью его приобретения, устанавливают тип этого

прибора, т.е. выясняют, для проведения какого вида учебного эксперимента он предназначен, а также его функциональное назначение в экспериментальной установке (принадлежит ли он группе приборов-измерителей, приборов для наблюдения и изучения явлений и устройств или является вспомогательным прибором).

Затем определяют, насколько новый образец удовлетворяет общим требованиям, предъявляемым к учебным приборам, и требованиям, которым должен соответствовать прибор данного типа и группы.

Определяют, для проведения каких экспериментов новый прибор можно использовать. Устанавливают, потребуется ли для приведения в действие прибора какое-то дополнительное оборудование. Обращают внимание на то, имеется ли это дополнительное оборудование в кабинете физики.

Если для кабинета необходимо несколько экземпляров таких приборов, нужно оценить возможность приобретения требуемого их количества.

Обращают внимание на наличие в кабинете условий для эффективного использования прибора на уроках (наличие затемнения, подводки к столу учителя электроэнергии, воды, газа и т.д.) и его хранения.

Иногда завод-изготовитель поставляет в торговую сеть прибор, укомплектованный различным количеством вспомогательных блоков, т.е. прибор может продаваться в различных вариантах комплектации. Особенно это относится к изделиям, представляющим собой наборы или комплекты. Например, набор приставок к гальванометру содержит основной блок-усилитель и несколько сменных модулей, причем в некоторых вариантах поставки отдельные модули могут отсутствовать. Варианты, по которым может комплектоваться прибор, можно узнать из его паспорта. Приобретая прибор, следует уточнить у представителя торгующей организации, по какому варианту он укомплектован.

Если имеется возможность выбора прибора из нескольких, аналогичных по назначению, то предварительно целесообразно провести сравнительную оценку их достоинств и недостатков, исходя из соответствия требованиям к таким приборам, их дизайна и стоимости.

После доставки прибора в школу начинается следующий этап его освоения – подготовка к работе. Прибор распаковывают, проводят его расконсервацию (удаляют защитную смазку, снимают упаковку с отдельных частей, собирают прибор в таком положении, в котором он будет храниться в кабинете). В соответствии с комплектностью проверяют наличие всех съемных частей и запасных деталей. Выделяется место для его хранения, для лабораторного оборудования – укладочный ящик.

Сведения о приборе заносят в книгу учета оборудования. Прибору присваивают инвентарный номер и наносят его на

корпус. На этом этапе детально изучается инструкция по работе с прибором.

Анализ инструкций к школьным приборам позволил выделить в них ряд недостатков, затрудняющих быстрое освоение нового прибора и его последующее активное применение на уроках.

Во-первых, в инструкциях нередко представлена не вся информация, необходимая для работы с прибором, что важно в случае, если учитель, творчески относящийся к проведению школьных опытов, самостоятельно занимается модернизацией учебных приборов с целью улучшения их эксплуатационных свойств, повышения надежности.

Во-вторых, не все сведения, приводимые в инструкциях, достоверны. Причин этого несколько. Могут быть приведены усредненные для всей партии приборов технические данные, в то время как конкретный прибор может заметно отличаться по отдельным характеристикам. Например, в заводских данных на лабораторный вольтметр ВЛ-2,5 указано, что его внутреннее сопротивление составляет примерно 900 Ом, однако испытания этих приборов дают иногда значения менее 700 Ом. Характеристики некоторых приборов после длительной эксплуатации также могут сильно меняться (например, у приборов с электронными лампами и электроннолучевыми трубками). Характеристики в заводских инструкциях иногда приводятся с «запасом» для облегчения прохождения выходного контроля. Так, например, у осциллографа для лабораторных работ ОМШ-3М дается предельное значение порога пропускания в 25 кГц, но контрольные испытания показывают, что оно может достигать 20 кГц.

В-третьих, из-за специфики технических терминов и нечеткого определения иногда трудно определить нужное значение характеристик. В руководстве по эксплуатации на демонстрационный источник питания ИПД-1 присутствует такая фраза: «...обеспечивает постоянный электрический ток с плавно регулируемым напряжением от 0,5 В до 12,0 В; сила тока 2 А при напряжении от 0,6 В до 8 В, а при напряжении от 8 В до 12 В сила тока линейно уменьшается от 2 А до 1 А». Возникает вопрос: можно ли получить от этого источника силу тока в 1 А при напряжении 9 В?

Таким образом, приступая к освоению нового прибора, учитель должен иметь в виду, что такую информацию, как полное название прибора, последовательность подготовки его к работе, комплектность и способы устранения наиболее вероятных причин отказов в работе, можно определить только из заводского описания. Технические характеристики прибора представлены в инструкции для обеспечения работы с прибором по прямому назначению, без учета возможного совершенствования прибора силами учителя и его учеников. Некоторые из приведенных характеристик нуждаются в уточнении. Описания опытов, приводимые иногда в руководствах по эксплуатации, следует рассматривать как

примеры, поясняющие работу с прибором, но не как методические рекомендации по его использованию в учебном процессе.

Наряду с изучением инструкции следует произвести тщательный осмотр прибора и всех принадлежностей к нему.

В итоге учитель должен получить полное представление о возможностях прибора и области его применения в школьном физическом эксперименте. Необходимо твердо усвоить основные эксплуатационные характеристики, правила подготовки прибора к работе, расположение и назначение органов управления, диапазон возможного изменения рабочего режима, порядок устранения наиболее вероятных неисправностей, специфику условий хранения, необходимость профилактического обслуживания и его периодичность.

Последний этап освоения прибора – ввод в эксплуатацию начинается с пробного включения с целью проверки его работоспособности. При этом проверяется соответствие его характеристик тем значениям, которые приведены в инструкции, влияние органов управления на работу прибора; оценивается время, необходимое для выхода прибора в рабочий режим (особенно это касается приборов с электронными лампами).

Затем определяют режим работы, в котором прибор предполагается использовать. Делают это с учетом особенностей того вида эксперимента, в котором прибор будет задействован, его технических характеристик, а также эксплуатационных характеристик приборов, которые будут работать с ним в одной установке.

После этого собирают установку и проводят пробные опыты с целью выяснения, насколько прибор согласован с другим оборудованием, определения последовательности подготовки и методики использования установки во время урока. Разрабатывают план урока, где предполагается ее использовать.

Если уроки с применением нового прибора дали тот результат, на который рассчитывал учитель, приобретая прибор, то освоение прибора можно считать завершенным.

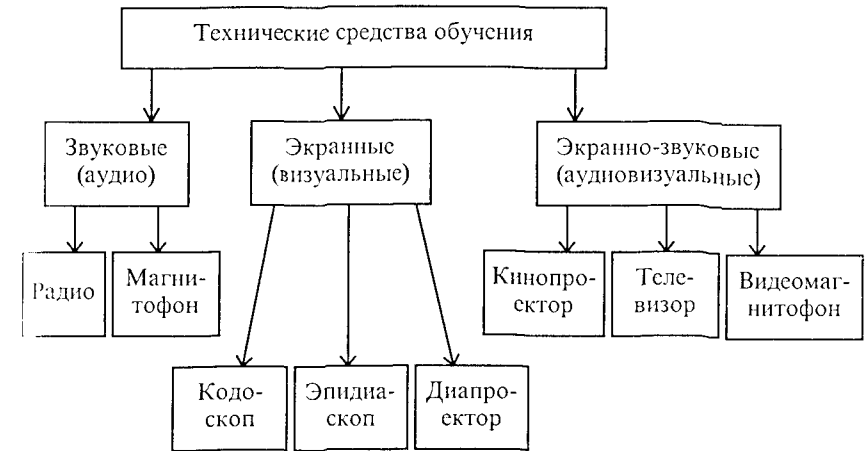
### 8.5. Технические средства обучения (ТСО)

*Под техническими средствами обучения понимают совокупность технических устройств и специальных дидактических материалов к ним.*

В оснащении физических кабинетов средних школ техническими средствами обучения и в методике их применения произошли за последние 15–20 лет существенные изменения, что побуждает нас выделить отдельно традиционные технические средства, которыми достаточно полно оснащены кабинеты физики школ и современные комплекты ТСО, которые уже есть во многих школах. Однако тенденции таковы, что современные ТСО постепенно будут вытеснять традиционные ТСО.

**Традиционные ТСО.** Существуют разные классификации традиционных ТСО. На схеме 17 приведена одна из них.

Схема 17



*Звуковые средства (аудиосредства)* – такие ТСО, в которых информация передается только по звуковому каналу. К ним относятся радио и магнитофон. Соответственно дидактическими средствами в этом случае являются учебные радиопередачи и магнитофонные записи, например, физических диктантов, текстов, озвучивающие экранные пособия.

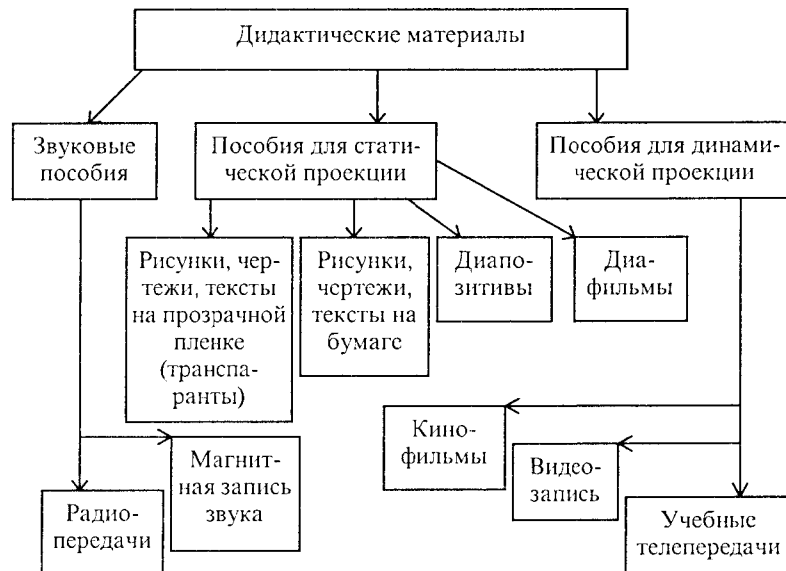
*К экранным (визуальным) средствам*, т.е. к ТСО, передающим информацию зрительному каналу, относятся кодоскоп или графопроектор – прибор для проекции изображений на пленке; эпидиаскоп – прибор для проекции изображений на бумаге (эпипроекция) и для проекции диапозитивов; диапроектор – прибор для проекции диапозитивов и диафильмов («Свет», «Кругозор», «Протон», «Горизонт», «УП-3» фильмоскоп, «Этюд», ЛЭТИ и др.).

*Аудиовизуальные (экранно-звуковые) средства* – это такие ТСО, которые передают информацию одновременно по зрительному и звуковому каналам. К ним относятся: кинопроектор для демонстрации кинофильмов («Украина», «Школьник» и др.), телевизор, видеомагнитофон.

Следует иметь в виду, что в кабинете должны быть не все эти приборы, а лишь тот минимум, который позволит учителю обеспечить все виды проекций. В последнее время этот минимум составляют, как правило, кодоскоп, диапроектор, видеомагнитофон, телевизор.

*Дидактические материалы* к этим ТСО представлены на схеме 18. Рассмотрим их.

*Диапозитив*, как и любое средство статической проекции, позволяет получить на экране неподвижное изображение; по своим



возможностям диапозитивы сходны с настенными таблицами. Однако изображение диапозитива может быть более крупным, чем таблица, и в этом его преимущество.

Диапозитивы могут представлять собой как отдельные кадры (портреты ученых, фотографии технических устройств, диаграммы, графики и т.п.), так и тематические наборы для той или иной параллели.

**Диафильмы** представляют собой строгую последовательность кадров, содержащих изображение и связанный с ним текст. Последовательность кадров определяется заложенной в диафильм логикой изложения того или иного вопроса.

Учитель сам определяет темп использования диафильма, исходя из специфики материала, методики его изучения и особенностей учащихся данного класса.

Диапозитивы и диафильмы могут использоваться как самостоятельный источник информации, как средство иллюстрации рассказа учителя; они могут использоваться в сочетании с другими средствами обучения.

**Транспаранты**, или рисунки, чертежи, текст, выполненные на прозрачной пленке, демонстрируемые с помощью кодоскопа. Их делят на три группы:

- 1) заготовленные заранее отдельные транспаранты, содержащие ту или иную информацию;
- 2) транспаранты, заполняемые рисунками или текстом в процессе объяснения материала;

3) серии заготовленных заранее транспарантов, каждый из которых содержит фрагмент целостного изображения, и последнее получается постепенно путем наложения транспарантов с фрагментами друг на друга.

Эти транспаранты могут быть изготовлены либо на специальной пленке, либо на чистой полиэтиленовой пленке. Рисунок на нее можно нанести фломастером, шариковой ручкой или маркером, а текст напечатать. Можно сделать на прозрачной пленке всерокопию отпечатанного текста или рисунка.

Преимущество кодоскопа перед диапроектором состоит в том, что с ним можно работать в незатемненном классе.

**Эпидиаскоп** дает возможность получить проекцию текста, рисунков, чертежей, выполненных на непрозрачной бумаге.

**Кинофильмы** позволяют показать объекты в движении, развитии, изменении. В кинофильмах широко применяется моделирование процессов с помощью мультипликации. С помощью кино можно показать объекты и процессы, недоступные непосредственному наблюдению.

Учебные кинофильмы при обучении физике целесообразно применять для:

- демонстрации микропроцессов, наблюдаемых с помощью мощных микроскопов (броуновское движение);
- демонстрации фундаментальных опытов, которые нельзя поставить в школе (опыты Штерна, Кавендиша и др.);
- моделирования явлений и процессов с помощью мультипликации (движение электронов и ионов, распространение электромагнитных волн и др.);
- показа быстро протекающих процессов (все стадии деформации твердого тела и др.);
- показа медленно протекающих процессов (диффузия твердых тел и др.);
- показа технических применений изучаемых явлений и законов (применение интерференции, поляризации и др.);
- показа кинодокументов, фиксирующих важные достижения науки и техники (запуск искусственного спутника Земли, первого космического корабля с человеком на борту и др.).

Кинофильм на уроке может быть показан целиком или по фрагментам. Он может использоваться как основа для изучения нового материала, как средство иллюстрации объяснения учителя. Перед демонстрацией фильма целесообразно поставить перед учащимися вопросы, ответы на которые они должны получить при просмотре фильма, а затем на их основе построить обсуждение. Это позволит направить внимание учащихся на осознанное восприятие фильма.

Кинофильмы полезно использовать вместе с диафильмами. Например, демонстрацию кинофильма «Волновые свойства света» можно прерывать и показывать соответствующий диафильм,

задерживаясь на необходимых кадрах столько времени, сколько требуется для дальнейшего объяснения явления.

В последнее время кинофильмы заменяют *видеофильмами*, тиражирование которых дешевле. На видеокассеты переписывают и старые учебные фильмы.

*Телевидение*, как и кино, обладает большими дидактическими возможностями благодаря тому, что оно объединяет средства кино и специфические, присущие ему средства: эффект присутствия, документальности, иллюзию общения, возможность использовать крупные планы, сочетание статических и динамических изображений.

До недавнего времени существовали специальные учебные телепередачи, которые соответствовали изучаемому в том или ином классе материалу. В настоящее время таких телепередач нет, но достаточно часто по телевидению демонстрируются научно-популярные фильмы, проводятся научно-популярные передачи, которые могут быть записаны на видеомagneтофон и в соответствующее время продемонстрированы на уроке.

Кроме того, учитель при подготовке к уроку может сделать видеофильм, включающий кадры диафильма, диапозитивы, таблицы, учебный эксперимент и т.п.

*Радиопередачи* являются для учащихся дополнительным источником информации. Они, однако, не согласованы с изучаемым материалом по времени, поэтому учитель может записать научно-популярные радиопередачи на магнитофон и использовать запись на соответствующих уроках.

*Магнитофонная запись* используется при проведении физических диктантов, при озвучивании статических экранных пособий, для организации самостоятельной работы учащихся.

Таким образом, традиционные ТСО имеют большое значение в учебном процессе, они позволяют организовать учебно-познавательную деятельность учащихся, служат источником знаний и средством наглядности.

**Современные ТСО.** К современным ТСО относятся:

- видеопроекторы;
- экраны больших размеров, работающие как при затемнении, так и при небольшом освещении;
- персональный компьютер;
- видеокамера и видеомagneтофон;
- фреймграбер и др.

Перспективным является использование этих ТСО в определенной системе.

Опишем конкретную систему, разработанную А.В.Смирновым в фирме «Школа будущего», которая внедрена во многие школы Москвы и других городов России. Эта система вначале называлась АРМ – автоматизированное рабочее место учителя (подразумевается – учителя физики), а в новой модификации – АКП (автоматизированный комплекс преподавателя).

Этот комплекс не является чисто техническим решением. При его создании автор исходил из общих задач, стоящих перед системой образования, и новых принципов организации системы образования (демократизация, отказ от авторитарности в образовании, педагогика сотрудничества, гуманизация образования, т.е. формирование в процессе обучения новых отношений учителя и учащихся) и пришел к принципиально новым педагогическим и методическим решениям.

Кроме того, АКП ориентирован не на какой-то один тип школ, а достаточно универсален, его возможно использовать в различных средних учебных заведениях, при разных технологиях обучения физике, с учетом особенностей практически каждого учителя физики (учитель может применять все средства, входящие в АКП, или часть средств, постоянно расширяя их набор).

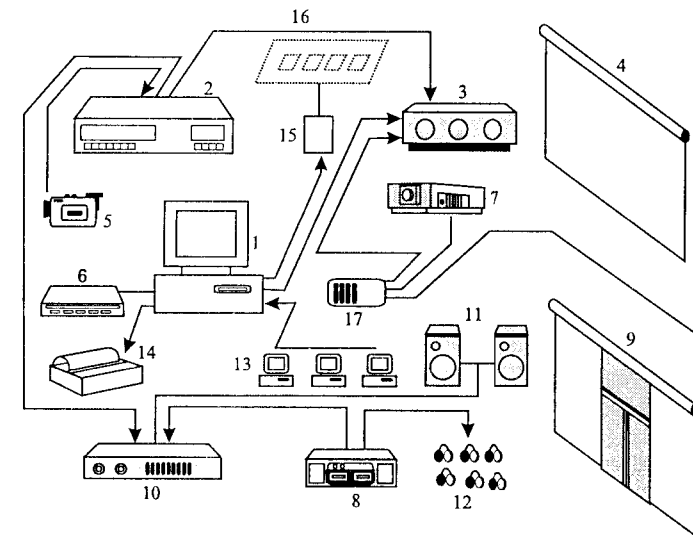


Рис. 4

Схема АКП А.В.Смирнова приведена на рис. 4. Центром комплекса является персональный компьютер 1 (далее обозначается ПЭВМ). Он совместно с видеомagneтофоном 2 имеет выход на видеопроектор 3, который отображает цветную и черно-белую информацию на внешнем проекционном экране 4 (размером, например, по диагонали около 3,5 м). Изображение на экране хорошо видно, так как видеопроектор обладает довольно большим световым потоком (900 лм).

Управление видеомagneтофоном 3, диапроектором 7, проекционным экраном 4, зашториванием окон 9 и освещением классификатории (на схеме лампы освещения не показаны) производится



с дистанционного пульта 17. Комплекс комплектуется датчиками 16, аналого-цифровым преобразователем 15, что дает возможность отображать на экране значения физических величин, которые измеряют в конкретном опыте.

Наличие в комплексе видеокамеры 5 и фреймграбера 6 дает возможность учителю записывать визуальную информацию на магнитную ленту. Это расширяет возможности учителя в учебном процессе, например, позволяет записывать и отражать на экране треки элементарных частиц в камере Вильсона, опыты с плазмой в электрическом и магнитном полях. Запись на магнитной ленте может храниться, и постепенно в кабинете будет создаваться видеоархив таких опытов.

АКП оснащен и портативным магнитофоном 8, который соединен с усилителем 10 и акустической аппаратурой 11. Это дает возможность:

- озвучивать тексты, записанные на магнитную ленту;
- создавать комфортное музыкальное сопровождение уроков в кабинете.

Для организации индивидуальной работы учащихся можно использовать головные телефоны 12.

АКП снабжен многопультной опросно-измерительной системой 13. Она строится на базе ПЭВМ с подключенной к ней через специально разработанные модули-приставки сетью пультов, размещенных на столах учеников. Каждый из этих пультов имеет:

- кодовый приемник для считывания специальной для каждого ученика карточки;
- штекерный разъем для ввода в ЭВМ результатов физических измерений от подключаемого к пульту лабораторного оборудования (для их регистрации и обработки);
- световые индикаторы режима работы и подтверждения приема. Обработанные с помощью ПЭВМ результаты, полученные в ходе лабораторных работ, поступают после их обработки в числовой или графической форме к каждому ученику.

Важно, что в АКП всего одна ПЭВМ, но учитель имеет возможность:

- быстро опрашивать всех учащихся класса, автоматически проверяя правильность их ответов; оперативно выявлять типичные ошибки и контролировать усвоение материала всем классом и отдельными учениками;
- существенно разнообразить и осовременить содержание лабораторных работ; по-новому организовать занятия, используя формы конференций, деловых игр, зачеты, конкурсы.

В комплект входит также печатающее устройство 14, которое используется учителем для размножения карточек – заданий, текстов контрольных работ и т. п.

Таким образом, рассмотренная система не только решает чисто технические задачи, но и является средством реализации новых

подходов к обучению учащихся физике, открывает возможность реализации лично ориентированного подхода в обучении.

## 8.6. Работа с классной доской

В каждом учебном кабинете есть классная доска, естественно, она имеется и в физическом кабинете. Расположена доска на передней стене, несколько выше или на уровне крышки демонстрационного стола, так что записи на ней видны со всех ученических мест.

Рабочая поверхность доски обычно делается из линолеума или голстого стекла, она коричневого или зеленого цвета, но встречаются и черные доски. Поверхность так обработана, что мел оставляет на ней хорошо заметные следы. Стекло имеет слегка шероховатую переднюю поверхность, а с другой стороны окрашена, чтобы был соответствующий фон. Бесспорно, доска должна быть чистой, хорошо вымытой (тряпкой или губкой). Очень полезно ее промывать тряпкой с водой и небольшим количеством керосина. Так вымытая доска высыхает и становится матовой, что очень хорошо для работы на ней. Если мел по доске скользит, ее надо промыть с содой, а возможно, и зашкурить мелкозернистой шкуркой (бумагой).

Мел должен быть мягким, чтобы не царапал доску. Для того чтобы мел не попадал на доску и руки были чистыми, следует использовать держатель мела. Касаясь пальцами чистого держателя, вы выдвигаете мел на нужную для работы длину.

В последнее время появились белые матовые стеклянные доски, на которых пишут и рисуют специальными цветными фломастерами-маркерами. Может сложиться впечатление, что с внедрением ТСО, больших экранов, особенно экранов и проекторов, действующих при дневном освещении, при широком использовании графопроекторов, письма ручкой или фломастером на пленке, которая используется в этих приборах, необходимость в классной доске исчезнет, она постепенно будет сокращаться по площади, а возможно, и вообще исчезнет из физических кабинетов, освободив место для более нужных приборов, приспособлений, постоянно установленного экрана.

С этим согласиться нельзя. Классная доска в физическом кабинете есть и будет, так как она принципиально необходима:

- учителю при объяснении нового материала, когда он это объяснение сопровождает соответствующими записями, формулами, рисунками, схемами и чертежами. Изображение всего указанного выше – это процесс, а не элемент урока, так как в этом процессе сочетаются и объяснение, и изображение, подчеркиваются детали, ненужное удаляется, заменяется другим (все это сделать на пленке графопроектора или на ЭВМ не удастся, по крайней мере так, как это делает опытный учитель физики);

– ученикам при ответе у доски, который сопровождается необходимыми записями, рисунками, формулами.

Доска часто делается подвижной: ее можно перемещать вверх и вниз. Это позволяет приспособить доску к росту учащихся и учителя. Для увеличения поверхности доски, к ней приделывают крылья. На части доски делают отверстия и штыри, чтобы некоторые демонстрации проводить не на поверхности стола, а на вертикальной плоскости доски с целью повышения наглядности опытов.

Учитель физики должен хорошо писать и рисовать мелом на доске. Если это не удается сразу, то необходимо тренироваться в свободное от уроков время; при этом следует отрабатывать:

- нажим на мел, чтобы запись была хорошо видна;
- размер записей, чтобы они были ни мелкими, ни очень крупными;
- горизонтальность записей на доске;
- работу с губкой и тряпкой, чтобы удалять с доски все лишнее.

В начале тренировки можно пользоваться линейкой, транспортиром или угольником, но на уроках следует все делать от руки, это быстрее и проще. В отношении рисунков на классной доске укажем лишь основное: рисунок выполняется в дидактических целях, поэтому он должен быть простым, без лишних деталей, представлять собой вид спереди. Особые проекции, а также объемные рисунки применять не следует. Не рекомендуется на одном рисунке сочетать натурные и условные изображения разных элементов одной и той же экспериментальной установки.

### 8.7. Таблицы и модели

Таблицы в основном содержат такой иллюстративный материал, который нужен учителю для объяснения учебного материала и который он не может воспроизвести на доске. Таблицы многие годы выпускались издательством «Просвещение» и комплектовались в основном по классам, т.е. в соответствии с учебной программой того или иного класса. Были таблицы и тематические, т.е. посвященные определенным темам и вопросам курса физики.

На таблицах, как правило, изображались технические устройства, которые невозможно показать в натуральном виде. Обычно помимо общего вида устройства приводится его разрез, позволяющий рассмотреть все детали и конструктивные особенности.

Таблицы разрабатывались различными авторами, но наибольшей наглядностью, красочностью, иллюстративностью и содержательностью обладают таблицы М.А.Ушакова.

Таблицы выполнялись на тонкой бумаге, которая свертывалась в рулоны (по классам, темам), учителя их наклеивали на картон. В этом виде таблицы и хранились в особых ящиках, которые

обычно помещались под классной доской. Часть таблиц в зависимости от изучаемого учебного материала, а также от профиля школы можно вывешивать в коридоре у физического кабинета.

В настоящее время новые таблицы практически не выпускаются. Их заменяют другие средства, позволяющие воспроизвести содержание таблиц.

В практике работы учителя физики для своих уроков делали самодельные плакаты, ценность которых достаточно велика. Они украшают уроки, делают их более содержательными.

Кроме плакатов в физическом кабинете есть различные модели (двигателя внутреннего сгорания, насоса, вóрота и т.д.). Часть этих моделей – заводского (промышленного) производства, часть моделей – самодельные. Модели выполняют функции усиления наглядности при изучении соответствующих приборов и устройств. Модели делятся на статические (кристаллическая решетка) и динамические, или кинематические (модель броуновского движения, паровой турбины и др.). Полезно предлагать учащимся задания по изготовлению моделей (фонтана, шлюза и пр.).

## Глава 9. СРЕДСТВА НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Методическая наука отвечает на три вопроса: зачем учить, чему учить, как учить. Ответы на эти вопросы меняются в эпоху информатизации общества, принесшей *новые информационные технологии – технологии обработки, передачи, распространения и представления информации с помощью ЭВМ. Аппаратные и программные средства, необходимые для реализации этих технологий, называют средствами новых информационных технологий – СНИТ.*

Разработкой вопросов внедрения средств новых информационных технологий (СНИТ) в среднюю школу занимались в разные годы многие ученые. Однако основное внимание уделялось вопросам использования СНИТ непосредственно для изучения языков программирования и управления общим учебным процессом; только в последнее время методисты вплотную приступили к разработке вопросов применения СНИТ при обучении отдельным предметам, в том числе физике.

Включение СНИТ в учебный процесс изменяет роль средств обучения, используемых в процессе преподавания физики, а использование средств новых информационных технологий изменяет учебную среду, в которой происходит процесс обучения.

К аппаратным средствам новых информационных технологий относится персональный компьютер, к программным средствам – специально разработанные дидактические материалы, называемые программно-педагогическими средствами (ППС).

## 9.1. Компьютеры в обучении физике

**Функции компьютера в обучении.** В последнее время в процесс обучения физике активно входит персональный компьютер. Происходит это по крайней мере по трем причинам. Во-первых, общий процесс компьютеризации всех сфер деятельности затронул и обучение, и компьютер становится помощником учителя и учащихся на уроках почти любого предмета. Во-вторых, компьютер стал столь распространенным инструментом физика-исследователя, что наряду с физикой теоретической и экспериментальной выделяют новый раздел – компьютерную физику. Наконец, школьный курс информатики нуждается в поддержке со стороны курса физики, когда речь заходит об устройстве компьютера, принципах функционирования отдельных его элементов, и, в свою очередь, обеспечивает курс физики материалом, вызывающим большой интерес учащихся.

В результате компьютер оказывается в курсе физики в роли и *средства обучения, и предмета изучения.*

В качестве средства обучения компьютер может выступать помощником и учителя, и учащегося. Для учителя он – автоматизированный классный журнал, средство проведения опросов и обработки результатов обучения, инструмент для подготовки к урокам и для проведения демонстраций. Для учащегося – средство выполнения заданий, для обоих – инструмент моделирования реального мира.

В качестве предмета изучения компьютер используется в двух направлениях: в связи с изучением методов исследования в современном естествознании и в связи с изучением физических законов и явлений.

В частности, у учащихся следует создать представление о том, что основными направлениями использования компьютера в физике-науке является компьютерное моделирование физических явлений и работа компьютера в соединении с экспериментальными установками, где он выполняет две задачи – служит для фиксации экспериментальных данных, которые он может производить со скоростью и в объемах, совершенно недоступных при работе на некомпьютеризированной установке, автоматизирует управление экспериментом. Кроме того, компьютер используется для обработки экспериментальных данных, хранения и быстрого поиска огромных массивов информации, как средство коммуникации. Использование персонального компьютера на уроках и во внеурочное время позволяет познакомить учащихся со всеми этими направлениями.

Физические принципы работы многих устройств, входящих в состав современного персонального компьютера, предоставляют учителю обширный материал для осуществления межпредметных связей с курсом информатики. Так, работа лазерного принтера основывается на явлении фотоэффекта и на электростатическом

притяжении частиц красителя к заряженной поверхности фоточувствительного барабана, компьютерные дисплеи имеют в качестве основного элемента электронно-лучевую трубку или панель на жидких кристаллах, полупроводниковые приборы – основа микропроцессора и оперативной памяти компьютера.

**Педагогические программные средства по физике (ППС).** В настоящее время не существует ни единой классификации ППС, ни установившейся в этой области терминологии.

ППС можно классифицировать различными способами: по целям, по тому, кто их применяет, по используемой технике и т.п. Часто выделяют программы контроля (и тренировки), компьютерные модели, компьютерные иллюстрации. Обучающими программами (в узком смысле) часто называют ППС, представляющие собой реализацию на компьютере подходов программированного обучения.



Рис. 5

Кроме того, выделяют программы коммерческие, которыми можно пользоваться только оплатив лицензию, и свободно распространяемые. Имеющиеся в продаже программы часто рассчитаны в первую очередь на индивидуальную работу учащихся в классе или дома, но учитель может использовать их (частично) и для организации совместной работы на уроках. Примером такой программы является «Открытая физика» фирмы «Физикон». В этой программе (рис. 5) компьютерные модели важнейших физических явлений сопровождаются фрагментами лекций и текстовыми пояснениями.

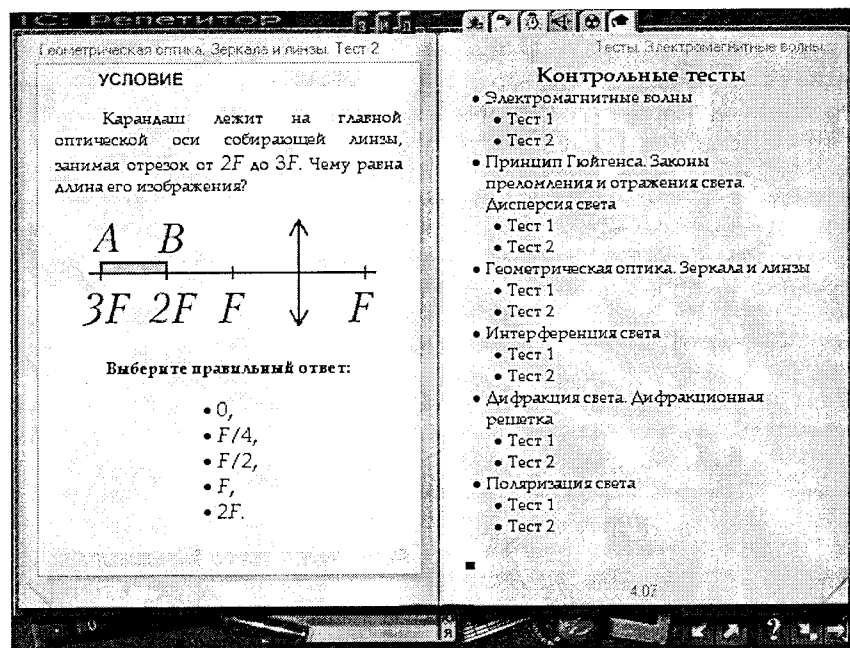


Рис. 6

Удобны для проведения контроля знаний учащихся различные программы с задачами по физике. Некоторые элементы контроля предусмотрены и в ряде программ «репетиторов» по физике. Например, в программе фирмы «ИС» каждая тема сопровождается несколькими задачами, позволяющими проверить, насколько она усвоена (рис. 6).

Программа «Живая физика», созданная калифорнийской фирмой Knowledge Revolution и локализованная (русифицированная) Институтом новых технологий образования, представляет собой образец обучающей среды. Это конструктор, в котором учитель и учащиеся могут, не прибегая к программированию, самостоятельно создавать и исследовать модели механических объектов. На рис. 7 показана одна из таких моделей. Это компьютерная модель опыта Галилея, позволяющая увидеть на экране движение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости на горизонтальную поверхность. Важной особенностью компьютерного моделирования является в данном случае возможность исследовать на модели движение тела как при наличии трения, так и в идеальном случае – без трения.

Примером сопряжения компьютера с экспериментальной установкой является программно-аппаратный комплекс «Лаборатория L-микрос». Такое сопряжение позволяет значительно усовер-

шенствовать физический эксперимент. Например, при построении кривой плавления кристаллического вещества вся рутинная работа по вычерчиванию графика выполняется компьютером.

**Использование компьютера при обучении физике.** Наличие в кабинете физики хотя бы одного компьютера при условии, что он снабжен достаточно большим экраном, позволяет использовать этот компьютер в основном для иллюстраций объяснения нового материала. Кроме того, компьютер может быть включен в состав установки для демонстрационного эксперимента. При наличии двух-трех компьютеров можно организовать индивидуальный компьютерный опрос учащихся, предоставить некоторым из них возможность поработать с компьютерными тренажерами.

Фронтальная работа учащихся за компьютером может быть обеспечена при проведении урока физики в дисплейном классе. В зависимости от возможностей школы класс либо разбивают на две подгруппы, либо за одним компьютером работают двое учащихся.

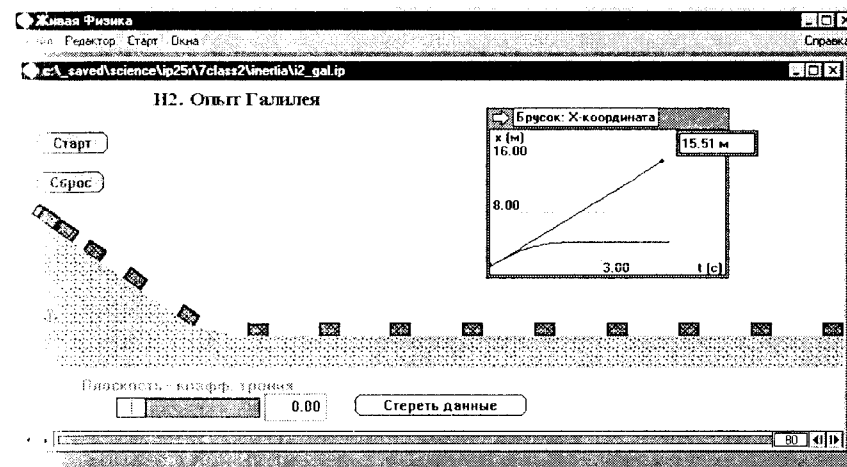


Рис. 7

В дисплейном классе эффективна работа с большинством подобных программ по физике. Единственная трудность связана с проведением эксперимента, когда компьютер используется как часть экспериментальной установки. Для такой работы кабинет физики обычно более приспособлен.

Во внеурочной работе школьные компьютеры могут быть использованы при организации физических кружков, для выполнения индивидуальных домашних заданий, проведения исследовательской работы учащихся. Наличие в школе компьютерных эн-

циклопедий позволяет обеспечить быстрый и эффективный поиск необходимой информации.

Домашние компьютеры учащиеся могут использовать для тех же целей. Наличие в продаже значительного числа программ «репетиторов» по физике позволяет использовать их для индивидуальной подготовки учащихся и для ликвидации возникших по каким-либо причинам пробелов в знаниях.

Опыт школ, подключенных к компьютерной сети Интернет, показал, что коллективная работа учащихся с использованием компьютерных коммуникаций может быть организована на межшкольном уровне, причем школы могут находиться в разных населенных пунктах и даже в разных странах. Учащиеся с интересом участвуют в компьютерных проектах, связанных с физическими, экологическими, астрономическими наблюдениями и опытами. В сети можно осуществлять поиск самой разнообразной информации, там можно отыскать описания, а иногда демонстрационные или даже рабочие версии различных ППС, материалы как по истории физики, так и по ее новейшим достижениям. Кроме того, в Интернете появляется все больше страниц учебных заведений, предлагающих «дистанционное образование», в том числе и по физике.

## 9.2. Современный учебно-методический комплекс для обучения физике

Персональный компьютер и соответствующие ППС обучения физике не заменяют традиционные средства обучения, а дополняют их и вместе с ними образуют *систему средств обучения, ориентированную на использование новых информационных технологий, применение которых создает условия обучения физике в учебно-информационной среде.*

Такая система средств обучения совместно с учебно-методической литературой, программным обеспечением учебного курса физики и средствами научной организации труда педагога и его учеников составляет учебно-методический комплекс (УМК), использующий СНИТ (на схеме 19 представлены компоненты, составляющие УМК).

Вся совокупность компонентов УМК разбита на три составляющие:

- 1) учебные и методические пособия для учителя и учащихся;
- 2) система средств обучения, в том числе включающая средства новых информационных технологий обучения физике;
- 3) система средств научной организации труда учителя и учащихся.

Современное обучение физике немислимо без использования учебников, справочников, дидактических материалов, задачников,



тематических методических пособий, конспектов уроков, научной и методической литературы, технической литературы, литературы по истории физики и методике ее преподавания и т.п. Все это может быть записано как на современных носителях информации (магнитные диски, оптические (лазерные) диски, видеоопленки, аудиотипы и т.п.), так и на традиционных (печатные материалы). Это составляет первый модуль – модуль учебных и методических пособий.

Второй модуль – систему средств обучения составляют пособия для поддержки изучения теоретического материала школьного курса физики и средства, предназначенные для проведения физического эксперимента.

Средства, предназначенные для поддержки изучения теоретического материала, условно разбиты на традиционные и современные. К традиционным относят: печатные пособия (их составляют разнообразные физические таблицы и плакаты, а также раздаточный материал: дидактические карточки, карточки с задачами для контрольных и самостоятельных работ и пр.); учебные

диафильмы; диапозитивы; кинофильмы и кинокольцовки; транспаранты для графо- и эпипроекторов; звуковые записи учебного назначения. К современным относят учебные видеофильмы; мультимедийные материалы по физике; компьютерные программные средства. Компьютерные программные средства, обучающие и контролируемые учащихся, в зависимости от цели их применения можно считать электронным раздаточным материалом.

Программное обеспечение курса физики ориентировано, во-первых, на поддержку изучения курса (изучение теоретических вопросов, выработка умений решения физических задач и т.п.), во-вторых, на обеспечение управления учебным процессом, автоматизацию контроля, в-третьих, на поддержку учебного физического эксперимента (обработка информации, поступающей от датчиков физических величин, обеспечение работы управляющих элементов), в-четвертых, на работу с информационно-поисковыми системами.

К средствам, поддерживающим физический эксперимент, относят также компьютерные модели, демонстрирующие физические явления. Это облегчает учащимся изучение явлений, реализация которых в условиях школы затруднена или невозможна (например, эксперименты по ядерной или квантовой физике).

Необходимость использования так называемых традиционных средств обучения обусловлена их специфическими функциями, которые передать компьютеру либо невозможно, либо нецелесообразно с педагогической или гигиенической точки зрения. Например, демонстрацию статической информации, представляемой учащимся для запоминания теоретических положений, а также систематизированные сведения, справочные данные, которые ученик должен запомнить, следует предъявлять в виде учебных таблиц, схем, плакатов, которые являются печатными пособиями. Систематически, из урока в урок наблюдая демонстрируемый таблицей материал, ученик произвольно заучивает его, не тратя на это специального времени. Естественно, что компьютер в этом случае неприемлем. Если же справочный материал не подлежит длительному запоминанию и нужен для кратковременного использования, его целесообразно вызывать на экран с помощью специальной программы или пользоваться информационно-поисковой системой. Другой пример: у опытных, давно работающих в школе педагогов-физиков накоплен практически незаменимый, оригинальный учебный материал – диапозитивы, диафильмы, кинофильмы, кинокольцовки и т.п. Эти материалы переходят к более молодым их преемникам. Передавать этот материал компьютеру зачастую бывает неразумно.

Готовя программное обеспечение и средства обучения для каждого урока или темы, необходимо стремиться к тому, чтобы ЭВМ выполняла ту работу, которую с помощью других средств обучения выполнять нецелесообразно. На уроках физики пока не

обойтись без традиционных учебно-наглядных пособий – демонстрационных таблиц, плакатов (например, демонстрационные таблицы и плакаты по разделу «Физика атомного ядра»), диапозитивов, диафильмов (например, диафильм «Виды разрядов в газах»), транспарантов (например, набор транспарантов «Механические колебания и волны»).

Перспективным направлением в постепенной замене этих традиционных средств является внедрение систем мультимедиа. Интегрируя возможности компьютера и различных современных средств передачи аудиовизуальной информации, эти системы обогащают учебный процесс по физике следующими возможностями:

- обеспечением разнообразных путей доступа к библиотеке движущихся и неподвижных изображений со звуковым сопровождением или без него;

- выбором в любой последовательности из базы данных необходимой на данном этапе аудиовизуальной информации;

- комбинированием (смешение, перестановка) информации, включающей текстовую, графическую, подвижные диаграммы, мультипликацию со звуковым сопровождением и без него.

Естественно, что использование систем мультимедиа предполагает принципиально новый уровень организации учебного процесса по физике в учебной среде, обеспечивающей применение широкого спектра средств новых информационных технологий. Идти к достижению этого уровня следует постепенно, поэтому в УМК сохраняются традиционные средства подачи учебной информации.

Средства обучения для проведения физического эксперимента делятся на учебное оборудование и, как уже было показано выше, на программные средства, моделирующие или обслуживающие физический эксперимент. Учебное оборудование делится по видам эксперимента: демонстрационное, лабораторное для практической работы и лабораторное для фронтальных работ. К учебному относятся и различное вспомогательное оборудование, помогающее в проведении учебного физического эксперимента: струбины, экраны фона, штативы, подъемные столики и т.п. Из современных средств новых информационных технологий к вспомогательному учебному оборудованию по физике относятся датчики физических величин и видеотехническая аппаратура.

Применение современного вспомогательного оборудования позволяет учащимся создавать модели изучаемых процессов, прослеживать поведение, развитие модели при различных условиях; прогнозировать развитие процессов и осуществлять с помощью компьютера проверку достоверности прогноза. Становится возможна автоматизация школьного физического эксперимента; проведение на исследовательском уровне лабораторных и демонстрационных экспериментов; изучение развития процессов, происходящих в природе.



Специфика школьного физического эксперимента требует реализации возможностей увеличения микропроекций. Для этих целей удобно использовать ЭВМ в комплекте со вспомогательной видеотехнической аппаратурой (ранее для этих целей использовалась фонарно-оптическая скамья (ФОС)). Для демонстрации этих микропроекций всему классу удобно использовать видеопроектор. Его применяют для предъявления компьютерной и видеоинформации большой аудитории.

Таким образом, с помощью СНИТ оказывается реальным введение в процесс обучения физике принципиально нового учебного эксперимента, предоставляющего учителю и учащимся такие возможности: управлять с помощью ЭВМ объектами реальной действительности; визуализировать физические закономерности на экране ЭВМ, используя датчики физических величин, подключаемые к ЭВМ; демонстрировать большой аудитории компьютерную информацию и микропроекции, используя для этого видеопроjectionную аппаратуру.

Сам по себе процесс внедрения СНИТ немислим без средств телекоммуникаций на уровне синтеза компьютерных сетей и средств телефонной, телевизионной, спутниковой связи. Такие комплексы образуют системы передачи и приема учебной информации в региональных масштабах.

Телекоммуникационные связи могут осуществляться как в реальном времени, по телефонной сети (так называемая синхронная телекоммуникационная связь), так и с задержкой по времени с помощью электронной почты (асинхронная телекоммуникационная связь).

Использование телекоммуникационных сетей позволяет в кратчайшие сроки тиражировать передовые педагогические технологии, поэтому в УМК появился *модуль средств научной организации педагогического труда*. В этот модуль включены разнообразные средства современной техники, помогающие учителю выполнять «рутинную» работу. Оргтехника служит для выполнения печатных работ, размножения раздаточного учебного материала, хранения учебно-справочного материала и его оперативного поиска и т.п.

### 9.3. Телекоммуникационные сети как средство обучения физике

Создание телекоммуникационной сети средств новых информационных технологий обучения физике позволяет перейти на качественно новый уровень обмена информацией между участниками образовательного процесса по физике. Целью такой сети является обеспечение возможности информационного обмена учителей и учащихся разных школ (в том числе зарубежных) по вопросам методики обучения физике; распространение методиче-

ских пособий в том числе, ППС и нормативно-методических документов, касающихся учебного процесса по физике.

Для работы в телекоммуникационной сети в кабинете физики необходимо иметь: персональный компьютер, представляющий собой центральный компьютер автоматизированного места учителя; сетевой узел – компьютер, подключенный с помощью специальной аппаратуры к линии связи и имеющий необходимое программное обеспечение. В узле сети накапливается, хранится и рассылается информация по запросам абонентов. Узел связан с другими узлами и обменивается с ними информацией в заранее запрограммированном, автоматическом режиме (пересылает почту, отслеживает телеконференции и т.д.). Он имеет выход на глобальные международные образовательные сети через спутниковые, цифровые и выделенные телефонные каналы. Сетевой узел должен быть оборудован винчестером не менее 10 Мбайт. На рабочем месте учащегося устанавливается компьютер, имеющий аппаратно-программную возможность подключения к сети. Абонент (учащийся) не имеет сетевого адреса и поэтому лишен преимуществ обмена информацией в автоматическом режиме. Он имеет доступ к информации, находящейся в сетевом узле кабинета физики.

Тысячи учителей физики и сотни методистов-физиков ведут постоянный поиск новых форм и методов обучения физике. Однако результаты их труда во многих случаях остаются неизвестными подавляющему большинству потенциальных потребителей. Телекоммуникационная сеть делает методические материалы доступными для любого абонента. Например, методические материалы, разработанные в лабораториях Академии педагогических наук, заносятся в память узла сети, функционирующей в академии, и становятся доступными всем абонентам сети. Любой учитель физики, подключившись к телекоммуникационной сети, может запросить перечень всех материалов по интересующей его теме и, выбрав любой из них, получить его.

Для реализации информационных обменов могут проводиться телеконференции по определенным темам, примерный перечень которых может быть следующим:

1. Курс элементарной физики для средней школы.
2. Углубленный курс физики для средней школы.
3. Новые технологии обучения физике в средней школе.
4. Нормативные документы по обучению физике в школе.
5. Деловые предложения.
6. Дискуссии между учителями физики.
7. Дискуссии между учащимися.

Информация по каждой теме структурирована; например, материалы первой темы могут быть разбиты на следующие области:

- 1.1. Методика обучения физике.
- 1.2. Программы и планирование.

- 1.3. Методические материалы.
- 1.4. Контрольные работы.
- 1.5. Лабораторные работы и практикумы.
- 1.6. Нормативные документы.
- 1.7. Решение задач.

Организация телеконференций состоит в следующем. Зарегистрированные в сети абоненты ее «объявляют», т.е. заносят в каталог, отводят место на дисковом пространстве и т.д., и посылают свои материалы по данной теме. Узлы обмениваются поступающей информацией в автоматическом режиме, и, таким образом, на всех узлах накапливается идентичная информация по данной теме.

Наряду с телеконференциями по постоянным темам возможна организация свободных временных дискуссий по интересующим темам. Такое неформальное общение особенно привлекательно для учащихся, так как в этом процессе реализуется принцип свободного обмена мнениями, они учатся культуре диалога, спора, обмена мнениями.

Одной из целей создания телекоммуникационной сети является удовлетворение практических потребностей кабинетов физики средних школ в общедоступном банке программных средств. Банк должен иметь фонд программных средств, в правилах функционирования которого должен быть заложен механизм, стимулирующий отдельных разработчиков (учителей и учащихся) вкладывать в него свои программы. Такой механизм может использовать систему приоритетов. Приоритет абонента устанавливается в зависимости от количества программных средств, которые он сам вложил в банк. Соответственно каждый абонент сети на основе своего приоритета может получить то или иное количество программных средств.

Потенциально войти в сеть и стать полноправным абонентом может любой владелец необходимого аппаратного и программного обеспечения. Однако практическая работа в сети требует определенных знаний по общим основам функционирования телекоммуникационных сетей, навыков работы с компьютером и с сетевым программным обеспечением.

## Раздел V

### ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ФИЗИКЕ

#### Глава 10. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

##### 10.1 Виды организационных форм обучения физике

В основе организации процесса обучения в современной школе лежит *классно-урочная система*.

Возникла классно-урочная система на рубеже XVI–XVII вв. благодаря трудам великого педагога Я. А. Коменского. Данной форме обучения исторически предшествовали индивидуально-групповая форма организации обучения постепенно заменялась групповой, которой, в свою очередь, пришла на смену классно-урочная система. Несмотря на очевидные достоинства классно-урочной системы обучения, внедрялась она в практику работы образовательных учреждений достаточно медленно. В истории педагогики представлены самые разнообразные организационные формы обучения, использовавшиеся как в нашей стране, так и за рубежом (достаточно назвать бригадно-лабораторную организацию учебных занятий, популярную в России в 20-х годах прошлого столетия).

За прошедшее время классно-урочная система совершенствовалась и развивалась. Характерными признаками этой организационной системы обучения на сегодняшний день являются:

- постоянный состав учебных групп учащихся;
- учебные планы и программы, определяющие содержание обучения в каждом классе;
- строго определенное расписание учебных занятий;
- сочетание индивидуальной и коллективной форм работы учащихся;
- ведущая роль учителя, который организует учебно-воспитательный процесс;
- систематическая проверка и оценка знаний учащихся.

Классно-урочная система организации учебных занятий обладает целым рядом достоинств: она обеспечивает организационную четкость и упорядоченность всего учебно-воспитательного процесса, систематичность и последовательность обучения, постоянное эмоционально-нравственное воздействие личности педагога на учащихся, взаимодействие между учениками в процессе коллективной работы и многое другое.

Основной организационной формой обучения в школе является *урок*.

*Урок – это организационная форма обучения, при которой учитель в течение точно установленного времени руководит коллективной познавательной деятельностью постоянной группы учащихся (класса) с учетом особенностей каждого из них, используя методы и средства работы, создающие благоприятные условия для того, чтобы все ученики овладели основами изучаемого предмета, а также для воспитания и развития школьников.*

Кроме уроков, которые проводятся в соответствии со школьным расписанием и в помещении школы, система учебных занятий включает в себя такие организационные формы, как экскурсии, факультативные занятия, практические занятия, разнообразные формы внеклассных занятий, посещение лекций в культурно-просветительных учреждениях (например, в планетарии) и т. д. Так, лабораторные работы и работы физического практикума, число которых достаточно велико в курсе физики, – это формы практических занятий. Все эти формы занятий составляют единую организационную систему обучения, воспитания и развития школьников. При планировании учебной работы необходимо учитывать и использовать все формы организации учебных занятий.

Выбор форм занятий определяется главным образом учебно-воспитательными задачами и содержанием учебного материала. В рамках различных форм используется коллективная, фронтальная, групповая и индивидуальная (дифференцированная или недифференцированная) работа. Дифференцированной может быть и коллективная работа групп. Когда одно и то же задание дается всему классу (письменная или лабораторная работа), тогда речь идет о недифференцированной индивидуальной работе фронтального характера. Когда класс в целом или каждая группа коллективно решает одну проблему, совместно овладевает общей темой, то имеется в виду коллективная фронтальная или групповая работа.

При любой форме проявляются одни и те же основные закономерности обучения: зависимость воспитания от целенаправленного учета учителем потребностей учащихся, уровня их эмоционально-ценностной подготовки, значимости изучаемого материала; зависимость характера активности учащихся от вида деятельности, организуемой учителем в соответствии с содержанием образования и способом его усвоения и т. д.

## 10.2. Современный урок физики

Понятие *современного урока* в педагогической и методической литературе появилось сравнительно недавно. До этого наиболее распространенным был урок, имеющий следующую эмпирически сложившуюся структуру: опрос, объяснение нового материала, закрепление, домашнее задание. Более того, эта структура считалась единственно возможной, и методические инструкции требовали от учителя строго придерживаться указанной последовательности действий. Однако в 70-е годы появились новые концепции обучения и образования (в том числе появились новые школьные программы и учебники), новые подходы к построению учебного процесса и методам обучения, усилились поиски путей активизации процесса обучения. Именно в это время возникли и идеи перестройки урока.

Не вдаваясь в дискуссию, возникшую в свое время на страницах педагогических изданий в связи с определением понятия «современный урок», попытаемся выделить наиболее существенные черты, характерные для этого понятия.

Прежде всего, современный урок рассматривается как *система*, все элементы которой направлены на достижение основных целей обучения, на формирование активно мыслящей, самостоятельной личности, обладающей развитыми творческими способностями. И сами компоненты системы, и их структура разными авторами определяются по-разному. Так, И. Я. Лернер компонентами процесса обучения и, следовательно, урока как части процесса обучения считает *учебный материал (его содержание), учителя и учащихся*<sup>1</sup>. М. И. Махмутов уточняет предложенную систему: *структурными компонентами процесса обучения можно считать содержание учебного материала, методы обучения, способы деятельности, формы и средства обучения*<sup>2</sup>. Более детально фиксирует компоненты урока Г. Д. Кириллова: *цель урока, содержание учебного материала, методы и приемы обучения, способы организации*<sup>3</sup>. Однако, несмотря на различия в понимании содержания системы компонентов урока, педагоги и методисты сходятся в требовании единства и взаимосвязи между всеми компонентами.

Прежде чем определить систему *современный урок физики*, остановимся на одном чрезвычайно важном вопросе. Чтобы успешно провести урок, сначала надо определить конечную цель деятельности учителя на уроке – *чего он хочет добиться*, потом установить средство – *что поможет достижению цели*, а затем определить способ – *как действовать*, чтобы достигнуть цели. Очевидно,

<sup>1</sup> См.: Лернер И. Я. Процесс обучения и его закономерности. – М., 1980.

<sup>2</sup> См.: Махмутов М. И. Современный урок. – М., 1985.

<sup>3</sup> См.: Кириллова Г. Д. Теория и практика урока в условиях развивающего обучения. – М., 1980.

что нечетко сформулированная цель урока усложняет процесс деятельности учителя и искажает заранее планируемый результат. Однако, поскольку цель урока ставится заранее, до начала его практического осуществления (речь идет и о подготовке, и о проведении урока), мы позволим себе упростить систему и не рассматривать цель как компонент урока.

Итак, *современный урок физики – это такая форма организации процесса обучения, при которой компоненты системы урока (содержание учебного материала, методы обучения и формы организации учебного процесса) существуют в строгой взаимосвязи и определяются целью урока* (схема 20).

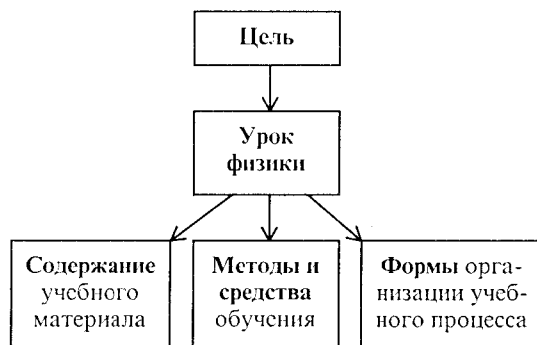


Схема 20

Говоря о *содержании учебного материала*, следует иметь в виду два требования, которые позволяют сделать урок физики истинно современным. Первое требование заключается в *соответствии содержания образования уровню современной науки – физики*. В соответствии с Законом «Об образовании» учитель физики и школьная администрация вправе сами определять требуемый в том или ином учебном заведении уровень физического образования и соответственно учебники и учебные пособия. В существующих курсах физики, изданных в центральных издательствах страны, учитывается в основном принцип научности обучения. Однако использование дополнительного учебного материала, что вполне правомерно, требует от учителя корректности и безусловной физической грамотности. Наиболее «подвижен» учебный материал прикладного характера – политехнический и профориентационный. Так, например, вопросы экологии, являющиеся актуальнейшими проблемами последнего десятилетия, достаточно слабо отражены в современных школьных курсах физики. Обсуждать вопросы механизации и электрификации, производства и передачи электроэнергии, источников энергоснабжения страны и пр. невозможно, не затрагивая проблем природоохраны. Учитель должен сам подбирать учебный материал для урока, в том числе учитывая его региональный характер.

Второе требование к содержанию учебного материала современного урока физики касается его *структурирования*. Выделив систему элементов научных знаний и способов умственной и практической деятельности, учитель должен определить логику, структуру развертывания этих элементов на уроке. Как известно, «выбор» компонентов (в данном случае элементов знаний) не определяет свойств целого (содержания). Только внутренняя организация целостной системы во взаимосвязях, взаимодействиях образующих ее элементов может определить истинную значимость содержания, выносимого на урок. Именно через структуру обучения появляется возможность формирования у учащихся представлений о методологии познания, что также является, как было показано выше, элементом содержания физического образования. Кроме того, избранный учителем для конкретного урока тип обучения (традиционное, развивающее, проблемное обучение) определяет не только структуру урока, но и структуру содержания. Более подробно проблема отбора и структурирования содержания учебного материала будет рассмотрена на примере обобщающего урока (10.4).

Второй компонент системы урока – *методы обучения* – был подробно проанализирован в третьем разделе данной книги (главы 5–7). Подчеркнем только тот печальный факт, что, как показывает практика, учитель не задумывается над самими методами, которыми пользуется на уроке. Он руководствуется зачастую собственным опытом, интуицией, здравым смыслом, в лучшем случае – рекомендациями методических пособий и руководств. Не сколько это оправданно? Очевидно, не слишком. Только знание о системе методов, методических приемах, средств обучения, их достоинствах и недостатках, целесообразности использования или иных методов и т.д. поможет сделать урок физики истинно современным.

*Формы организации учебного процесса* – третий компонент системы урока.

В зависимости от формы организации учебного процесса, структуры урока, этапов «разворачивания» учебных ситуаций урок приобретает тот или иной вид. Классификация уроков, определение их типов и видов является проблемой дидактики. Существует достаточно много различных классификаций уроков, различающихся от оснований классификации – по составу урока, этапу его проведения, его содержанию, способам проведения и т.д. Наиболее эффективной и логически стройной представляется классификация уроков *по цели организации занятий*, предложенная И.И. Махмутовым.<sup>1</sup> В соответствии с этой классификацией все уроки можно разделить на уроки:

1. *Изучения нового материала;*

<sup>1</sup> См.: Махмутов М.И. Современный урок. – М., 1985.

- совершенствования знаний;
- обобщения и систематизации;
- комбинированные;
- контроля и коррекции знаний, умений и навыков.

Главное назначение *урока изучения нового материала* (изучения!, но не объяснения, изложения, усвоения и пр.) заключается в том, чтобы добиться овладения учащимися новым материалом. Процесс достижения этой цели представляет собой последовательное решение таких задач, как *усвоение* новых знаний и способов действия, самостоятельной поисковой деятельности, *формирование* системы ценностных отношений.

Основным содержанием *урока совершенствования знаний, умений и навыков* учащихся является применение знаний на практике, их расширение и углубление, формирование умений и навыков, проверка знаний учащихся и многое другое, что способствует совершенствованию знаний школьников.

Урок обобщения и систематизации знаний, сравнительно недавно появившийся в классификации уроков как самостоятельный тип, чрезвычайно актуален в связи с новыми целями образования, поставленными в последние годы перед школой. Развитие учащихся, формирование их умственных и творческих способностей невозможно без предъявления структуры знания и отраженных в ней этапов процесса познания.

*Комбинированный урок* организуется с целью решения в комплексе задач первых трех типов уроков.

*Урок контроля и коррекции знаний, умений и навыков* служит для оценки процесса учения и его результатов, уровня усвоения знаний и сформированности умений и навыков. На уроках контроля и коррекции знаний частично реализуются и функции других типов уроков.

Очевидно, что каждый из перечисленных типов уроков в зависимости от характера деятельности учителя и учащихся может быть в свою очередь организован по-разному. Так, изучение нового материала на уроке физики можно реализовать в ходе урока-рассказа, урока-лекции, в процессе проведения и обсуждения лабораторной работы или решения задач и т.д. Следовательно, каждый тип урока включает некоторое число различных видов уроков (см. табл. 19). Число видов уроков, наблюдаемых сегодня в практике работы учителей, значительно больше, чем представлено в таблице. Творческая инициатива учителей рождает самые неожиданные и оригинальные виды уроков, которые с успехом реализуются в процессе преподавания (урок-конкурс, урок-КВН, урок-спор по законам деловой беседы, урок-загадка и многое другое).

Исходя из всего вышесказанного, основываясь на логике процесса обучения, дидактических и методических принципах обучения физике и закономерностях преподавания, можно определить *основные правила* организации современного урока физики.

Типы уроков	Виды уроков
1. Уроки изучения нового учебного материала	а) урок-лекция б) урок-беседа в) урок выполнения практических работ (поискового типа) г) урок выполнения теоретических исследований д) смешанный урок (сочетание различных видов уроков на одном уроке)
2. Уроки совершенствования знаний, умений и навыков	а) урок решения задач б) урок выполнения самостоятельных работ (репродуктивного типа – устных или письменных упражнений) в) урок – лабораторная работа г) урок-экскурсия д) семинар
3. Уроки обобщения и систематизации 4. Комбинированные уроки	Сюда входят основные виды всех пяти типов уроков
5. Уроки контроля и коррекции знаний	а) устный опрос (фронтальный, индивидуальный, групповой) б) письменный опрос (индивидуальный) в) зачет г) зачетная практическая (лабораторная) работа д) контрольная работа е) смешанный урок (сочетание первых трех видов уроков)

*Первое правило* – определить *цель* урока. Поскольку в уроке осуществляются образовательная, воспитательная и развивающая функции учебно-воспитательного процесса, целесообразно сформулировать образовательную цель (усвоение новых физических знаний, формирование умений и пр.), воспитательную цель (формирование мировоззрения, политехническое, эстетическое и нравственное воспитание и пр.) и цель развития (формирование приемов ответственной деятельности, умения самостоятельно решать проблемы и пр.).

*Второе правило* – подготовить *содержание* учебного материала, т.е. определить его объем и сложность в соответствии с поставленной целью и возможностями учащихся; установить связь с ранее изученным материалом и способами умственных и практических действий; определить систему задач, практических и самостоятельных заданий для учащихся; подготовить оборудование

для урока (демонстрационный эксперимент, раздаточные материалы и пр.).

**Третье правило** – уточнить *тип* и *вид* урока. Последовательность решения дидактических задач должна приводить к достижению всех целей урока.

**Четвертое правило** – выбрать наиболее эффективное сочетание *методов* и *приемов* обучения в соответствии с поставленными целями, содержанием учебного материала и уровнем подготовленности учащихся.

**Пятое правило** – определить *структуру* урока, соответствующую целям, содержанию и методам обучения. Урок должен характеризоваться четкостью организации отдельных этапов урока (начало урока, актуализация знаний, изучение нового материала, закрепление и повторение, контроль знаний, домашнее задание и т.д.) и целостностью. Обязательно должна быть определена единая логика развертывания деятельности учителя и учащихся, что обеспечит эффективное управление учителем учебно-познавательной деятельностью школьников.

### 10.3. Структура урока физики как целостная система

Урок как педагогическая система имеет свой состав и свою структуру. Он состоит из разных частей, компонентов и элементов (вводной части, оргмомента, опроса, объяснения, средств, приемов и способов решения задач урока и т.п.), которые связаны и взаимодействуют в определенной последовательности. Состав урока, его отдельные элементы могут рассматриваться по-разному: как этапы урока, учебные ситуации, звенья учебного процесса и пр. Не вдаваясь в дискуссию по поводу дефиниций этих понятий (что является предметом исследования педагогики), отметим самое существенное и общее для всех составных элементов требование – их взаимосвязь, обуславливающая целостность единой системы урока.

Структура урока рассматривается, вообще говоря, на трех уровнях: *дидактическом*, *логико-психологическом* и *методическом*. Поскольку нас интересует (в рамках методики преподавания физики) структура современного урока физики, ограничим себя рассмотрением структуры урока на методическом уровне.

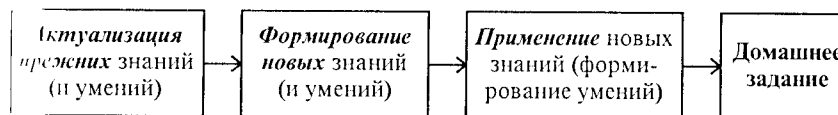
Уроки разных типов и видов имеют, безусловно, различную структуру; даже уроки одного и того же вида, решающие одни и те же дидактические задачи, использующие один и тот же учебный материал, могут иметь совершенно различный состав и структуру. Уровень подготовленности учащихся, психологическое состояние класса, место урока физики в учебном расписании школы, определяющее уровень умственной работоспособности школьников, и многое другое существенно влияют на структуру

урока. Иначе говоря, невозможно давать готовые рецепты на все случаи жизни; при подготовке урока должно проявляться педагогическое мастерство учителя, его творчество, его искусство организации урока.

Рассмотрим более подробно структуру одного из самых типичных уроков физики – урока изучения нового материала и методическую работу учителя физики, связанную с подготовкой подобного урока.

Основные компоненты общей структуры урока изучения нового материала (и одновременно основные этапы урока) приведены на схеме 21.

Схема 21



1. *Актуализация прежних знаний и способов деятельности* учащихся предполагает воспроизведение и применение ранее усвоенных знаний (в любой форме), стимулирование познавательной деятельности школьников, их мотивацию и контроль со стороны учителя.

2. *Формирование новых знаний и способов деятельности* учащихся – центральный этап урока изучения нового материала. Методика организации изучения нового материала предполагает отбор и структурирование учебного материала (определение логики и последовательности введения новых элементов знания), определение средств и методов обучения, форм организации учебного процесса.

3. *Применение новых знаний*, включающее повторение и закрепление вновь изученного материала, организуется учителем в любой целесообразной для данного урока форме, с использованием любых дидактических средств обучения. Одновременно на этом этапе урока происходит формирование умений по применению знаний либо практических умений.

4. *Домашнее задание* – обязательный компонент урока физики. Изучение физики невозможно без самостоятельной домашней работы учащихся.

Прежде всего возникает вопрос: обязательна ли предложенная последовательность названных компонентов структуры? Всегда ли этапы урока соответствуют рассмотренной структуре? Разумеется, нет. Этапы урока учитель организует, сообразуясь с самыми разными факторами (цели урока, содержание учебного материала, уровень умственного развития школьников, и т.д.), которые в сумме и определяют последовательность учебных ситуаций. Так, домашнее задание совершенно не обязательно давать в конце



урока. С него может начаться урок физики, и в каких-то случаях оно играет роль оргмомента. Можно предложить записать домашнее задание после этапа изучения нового материала. Иначе говоря, домашнее задание учитель дает в любой удобный для него момент урока.

Актуализация знаний, так же как и применение их, может перемежаться с изучением нового материала, если учитель считает подобную организацию урока целесообразной. Более того, в структуре урока изучения нового материала может «выпасть» какой-либо компонент или даже несколько. (Например, урок-лекция как один из видов урока изучения нового материала может включать только один компонент – изучение, точнее, объяснение нового материала). Однако подобные ситуации являются, пожалуй, исключением из общего правила. Большинство уроков изучения нового материала содержат все вышеназванные компоненты.

Итак, в чем же состоит работа учителя физики в процессе подготовки и проведения урока изучения нового материала? Остановимся последовательно на каждом этапе урока.

1. Многие учителя полагают, что актуализация – это то же самое, что и *опрос*, типичный для традиционной, «старой» структуры урока. Но это далеко не так. Значение самого слова «актуализация» говорит о том, что надо сделать знания актуальными, нужными для данного урока, т.е. «освежить» прежние знания и способы деятельности в памяти. Более того, актуализация предполагает и психологическую подготовку ученика: возбудить интерес к изучаемой теме, создать эмоциональный настрой и т.д. Учителю на этом этапе урока необходимо также оценить степень готовности класса и отдельных учеников к восприятию нового материала.

Какими же способами, с помощью каких методических приемов можно организовать актуализацию?

Прежде всего, вернемся к тому же опросу. Опрос проводится учителем с целью выявления того, что и как усвоил ученик из материала предшествующего урока. На практике же учитель чаще всего хочет узнать, выполнил ли школьник домашнее задание. Вот что пишет об опросе В.А.Сухомлинский: «Большой бедой многих уроков ... является расточительство времени на первом этапе урока – во время проверки домашнего задания. Как раз здесь больше всего игнорируется целенаправленность урока: учитель опрашивает в течение 15–20 минут трех-четырех учеников, ставит им оценки, класс же в это время ничего не делает... С напряжением ожидает класс, кого вызовет учитель, после того, как предыдущий ученик ответил. Но вот учитель назвал фамилию вызванного, класс облегченно вздохнул и все стали заниматься своими делами»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Сухомлинский В.А. Разговор с молодым директором школы. – М., 1974. – С. 28.

В самом деле, подобная организация устного опроса крайне неэффективна. Наиболее продуктивная часть урока, первые 20, а порой и 30 минут учебного времени, тратится на проверку и контроль знаний, а изучение нового материала, составляющее ядро урока, происходит уже в период спада умственной активности школьников. Изучение нового материала комкается, а времени на отработку и закрепление его просто не хватает. Домашнее же задание в таких ситуациях задается, как правило, после звонка. Как показывает практика работы учителей физики последних лет, именно по этому пути и идут, к сожалению, многие учителя.

Чтобы избежать подобных просчетов, рекомендуется ограничить период актуализации знаний 5–10 минутами и проводить ее в форме фронтального опроса. Насколько правомерно игнорирование устного опроса? Или, быть может, он все-таки необходим, но организовывать его нужно как-то иначе, более современно?

Как подсчитал В.Ф.Шаталов, учащиеся разговаривают в течение школьного дня в среднем две минуты (!). Для того чтобы овладеть любым учебным предметом, в том числе и физикой, необходимо овладеть языком этого предмета. Лишь только ответы на вопросы учителя или краткие высказывания недостаточны для формирования и развития у учащихся языка физики. Надо школьникам учить «говорить». Проведение устного опроса – один из путей развития речи ребенка.

Итак, опрос необходим, но организовывать его надо так, чтобы учащиеся всего класса были вовлечены в работу, чтобы происходила именно актуализация знаний всех учеников. Опыт организации современных уроков физики дает возможность использовать целый спектр приемов подобной работы. Это реферирование с дополнением ответов товарищей, коллективная оценка с обоснованием полноты ответа, подготовка вопросов со стороны класса в ходе выступления отвечающего ученика и многое другое. Оцениваются учителем в подобной ситуации не только отвечающие ученики, но и все те, кто хорошо работал и продемонстрировал знание учебного материала, умение выделить главное, существенное, умение высказать и отстаивать свою точку зрения и т.д. Таким образом, при умелой организации устного опроса учителем решается целый комплекс учебно-воспитательных задач. Не следует, однако, думать, что опрос необходимо организовывать на каждом уроке. Дело учителя определять дозу тех или иных способов актуализации знаний.

В процессе организации устного индивидуального или фронтального опроса учитель физики применяет самые разнообразные средства обучения и методические приемы. Широко используется работа с учебником (текстом, справочными материалами, заданиями и вопросами, графиками и рисунками), работа с раздаточными дидактическими материалами и пр.

Одним из способов актуализации знаний учащихся на уроках физики традиционно является решение задач. В процессе анализа и обсуждения физических задач учитель проверяет усвоение учащимися знаний и их подготовленность к изучению нового материала.

Многие учителя физики используют кратковременные практические работы, в процессе проведения которых осуществляется актуализация прежних знаний. Возможны и иные способы актуализации, в том числе и письменные работы учащихся, важно лишь, чтобы данный этап урока соответствовал своей цели – актуализации знаний и способов деятельности школьников.

2. Второй компонент структуры урока изучения нового материала – формирование новых знаний и умений учащихся – является важнейшим, ключевым моментом урока. Данный этап урока требует от школьников большого умственного напряжения. Они должны воспринять новый материал и осознать его, зафиксировать для себя самое главное и важное, увидеть взаимосвязь и логику между отдельными элементами знания, понять роль опытов и демонстраций, используемых учителем, и т.д. В зависимости от методов, применяемых учителем в процессе объяснения, учащиеся могут привлекаться к самостоятельному поиску и решению творческих проблем.

Прежде всего учитель определяет *основные элементы знаний*, которые должны быть усвоены школьниками. Это могут быть факты, понятия, физические величины, законы, знания о способах действия и пр., но в любом случае на уроке изучения нового материала их будет не более двух-трех. В этом состоит первый методический шаг в подготовке учителя.

Для введения основных новых элементов знаний учитель в процессе объяснения использует демонстрационные опыты, математические выкладки, сравнения и аналогии, иллюстрирующие учебный материал, исторические справки и многие другие средства обучения. Для того чтобы помочь школьникам отделить главное от второстепенного, увидеть взаимосвязь между главными элементами знания, главными и второстепенными, учебный материал должен быть четко структурирован. *Разработка логики, структуры учебного материала* – второй шаг в подготовительной работе учителя, связанной с содержанием нового учебного материала. Соответственно логике «разворачивания» учебного материала учитель определяет систему методов и средств, а следовательно, и учебных ситуаций, которые будут организованы на данном этапе урока.

Следующая задача, которая должна стоять перед учителем физики, заключается в том, чтобы разработать *наглядный образ* вновь изученного материала. К сожалению, многие учителя об этом не заботятся. В VII–VIII классах школьники часто уходят с урока физики с тетрадью, в которой кроме даты и темы урока ни-

чего не записано (на тех уроках, где нет решения задач). Задиктовывание формулировок или каких-либо важных положений не меняет сути дела. И формулировка, и другие утверждения есть в учебнике физики, и повторная запись их малоэффективна. В старших классах данная проблема не стоит так остро. Прежде всего, математическая логика в ряде случаев может соответствовать логике введения нового материала (понятия, закона, физической величины др.) и создавать наглядный образ. Кроме того, уровень развития мышления старших школьников гораздо выше, чем в подростковом возрасте. У учителя появляется возможность использовать обобщающие схемы и таблицы; информация, поданная в обобщенном, структурированном виде, и представляет собой подобный образ.

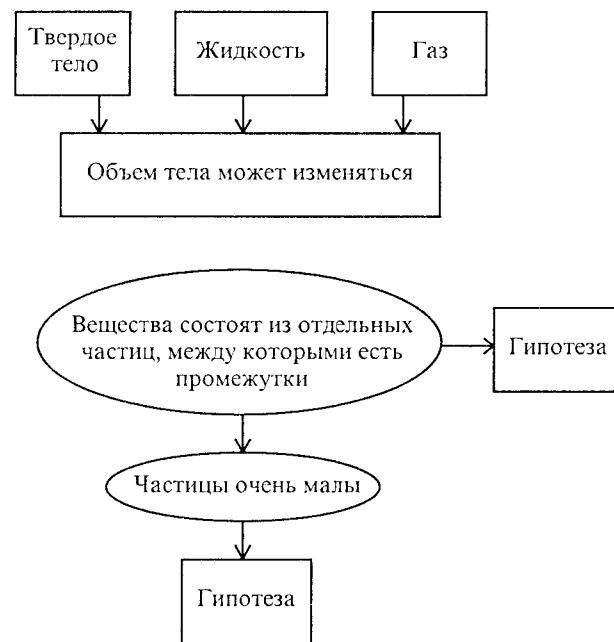
Следует также иметь в виду, что структура учебного материала, разработанная учителем «для себя» в виде плана, схемы и пр., так правило, не может быть экстраполирована на детское восприятие образа. Необходима самостоятельная разработка этого образа, который затем будет представлен на классной доске и зафиксирован в школьных тетрадях.

Остановимся на конкретном примере. Рассмотрим один из вариантов «наглядного образа», который может быть предложен учащимся в процессе изучения строения вещества. С данного урока начинается изучение первоначальных сведений о строении вещества, и по сути это вообще первый урок (после введения) физики – нового предмета для учащихся. Данный урок, как и практически любой урок новой темы курса, – это урок изучения нового материала. Анализ текста параграфа убеждает учителя физики в том, что текст состоит из двух неравных частей: первая часть – вводная, в которой в доступной для учащихся форме показываются объяснительная и предсказательная функции знания, вторая часть – по сути учебный материал, посвященный строению вещества. Очевидно, что учитель расскажет школьникам о методологическом значении физического знания, но требовать усвоения этого материала невозможно. Постепенно, в течение всего периода изучения физики (три года в основной школе, два года в средней), школьники будут приходить к пониманию значения научно-методологических функций. Иначе говоря, данный фрагмент не относится к основному учебному материалу, который должен быть понят и усвоен школьниками.

Определив основные элементы знаний, которые должны быть сформированы в процессе урока (это два утверждения: *вещества состоят из отдельных частиц, между которыми есть промежутки, и все тела состоят из очень маленьких частиц*), учитель начинает структурировать содержание учебного материала. В соответствии с текстом параграфа утверждение о том, что вещества состоят из отдельных частиц, является *гипотезой*. Само понятие ги-

потезы (не физическое, а общенаучное, точнее, методологическое!) является для учащихся новым; оно впервые вводится здесь, на страницах учебника физики. Следовательно, не являясь основным элементом физического знания, оно тем не менее должно быть понято и усвоено, т. е. отражено в «наглядном образе». Далее, для того чтобы подвести школьников к осознанию основного утверждения (вещества состоят из отдельных частиц), предварительно показывается и анализируется серия опытов, смысл которых в том, что объем тела может изменяться. Утверждение «*объем тела может изменяться*» очень важно для данного урока и должно быть зафиксировано в сознании учащихся, но оно не является новым элементом знания. Некоторые из предложенных учителем демонстрационных опытов школьники уже могли видеть на уроках природоведения (или других подобных пропедевтических курсов), многие из обсуждаемых примеров повседневной жизни им хорошо знакомы и понятны. Наконец, для введения второго утверждения (частицы очень малы) учащимся опять-таки показывается демонстрационный опыт.

Схема 22



Итак, содержание данного урока надо представить в виде наглядного образа, в котором будут представлены основные элементы знаний, их взаимосвязь и связь с демонстрационными опытами, с помощью которых вводится основное знание. Вариант

подобного образа, который учитель фиксирует на доске, а учащиеся в своих тетрадях, представлен на схеме 22.

Изображение отдельных опытов может быть сделано учащимися в классе, может быть предложено дополнить «картину» и нарисовать рассматриваемые опыты дома. Разумеется, данная схема – лишь идея, и учитель может менять и дополнять ее по своему усмотрению.

Строго говоря, на данном рисунке несколько изменена логика введения второго элемента знания, предложенная в тексте параграфа: опыт с крупинкой краски, растворенной в воде, предшествует утверждению о том, что частицы вещества очень малы. Однако нам представляется, что методически в подобной структуре процесс познания представлен в более явном виде и опыт рассматривается в своей двойной функции: и как источник знания, и как критерий его истинности. Безусловно, логика процесса познания не рассматривается с учащимися на этом уроке, но роль опыта в физике для них станет понятной уже на начальных этапах обучения физике.

Таким образом, использование «наглядных образов» позволяет сделать объяснение материала более наглядным, более понятным. Общеизвестно, что восприятие учащимися нового материала, сопровождающееся наглядными иллюстрациями, существенно повышает эффективность учебного процесса. Кроме того, подобного рода образы, раскрывающие логику и структуру процесса учебного познания, способствуют систематизации знания.

3. Третий компонент структуры урока изучения нового материала – формирование умений и навыков, т. е. отработка и применение вновь полученных знаний и способов деятельности. На данном этапе урока учитель обсуждает изученный материал, работает с текстом учебника, решает качественные и вычислительные задачи, проводит кратковременные практические работы и т. д. Может также на данном этапе проводиться обобщение и систематизация как нового материала, так и изученного ранее. Методы, приемы, средства обучения, которые учитель физики использует для организации различных учебных ситуаций на данном этапе, очень разнообразны и зависят прежде всего от мастерства самого учителя.

4. Домашнее задание – четвертый компонент методической структуры урока. Домашнее задание, домашняя самостоятельная работа учащихся является необходимой частью учебно-воспитательного процесса. Роль домашнего задания в начальной школе с тех пор дискутируется. Есть много учителей и ученых-педагогов, отрицающих домашнее задание. Однако когда речь идет об обучении физике, т. е. об учащихся VII–XI классов, аргументы в пользу необходимости самостоятельной работы учащихся в процессе выполнения домашнего задания с очевидностью преобладают. Наиболее существенные из них – воспита-

тельные: некоторые общеучебные умения должны превратиться в личностные качества школьника. Например: воспитание самостоятельности и ответственности, умение преодолевать трудности, распределять время, планировать свою деятельность и пр. Кроме того, учитель должен предоставить возможность школьникам додумать, разобраться во вновь изученном материале, принимая во внимание различную скорость восприятия нового разными учениками.

Практика работы школы показывает, что домашние задания, которые предлагают учащимся большинство учителей физики, носят стереотипно-шаблонный характер – перечень параграфов и упражнений или задач. Изображение домашнего задания в правом верхнем углу доски – плохая традиция школы. Это «слепая» часть зрительного поля, поскольку внимание распределяется по диагонали от левого верхнего края до правого нижнего. Если учитель не обратит внимания школьников на запись домашнего задания, то ученики вполне могут ее не увидеть. Большой бедой домашних заданий является негативное восприятие их со стороны учащихся. Для них это, как правило, суровая необходимость, а иногда, не без помощи учителя, и наказание. «Не успели – сами виноваты. Доделайте дома». Подобная фраза, к сожалению, из лексикона очень многих учителей.

Процесс обучения физике становится существенно более эффективным, когда учитель обдумывает не только объем, но и характер домашнего задания. *Любое домашнее задание обязательно должно быть мотивировано, учитывать интересы учащихся, их индивидуальные особенности.* Можно сформулировать несколько правил, которые должен учитывать учитель при планировании домашнего задания. Среди них:

- домашние задания должны быть разнообразны по форме и характеру предполагаемой деятельности школьников;
- домашние задания должны быть максимально дифференцированы;
- необходимо обязательно контролировать выполнение домашнего задания (самыми разнообразными способами, с оценкой или без нее и т. д.).

Иными словами, подготовка, организация, планирование домашнего задания – самостоятельный компонент структуры и этапа урока физики.

Какими же могут быть эти разнообразные формы домашнего задания? Рассмотрим, например, как можно организовать работу учащихся с текстом параграфа учебника, который практически всегда задается учащимся на дом на уроке изучения нового материала. Вместо сухого указания «параграф номер...» учитель может предложить школьникам:

- подготовить пересказ текста;
- составить план ответа;

– подготовить рассказ (о физической величине, понятии, законе) в соответствии с «обобщенным планом»;

– подготовить рассказ о самом главном в параграфе за 2–3 минуты;

– выучить наизусть (определение, формулу, вывод и т. д.);

– ответить на вопросы после параграфа;

– подготовить вопросы для своих товарищей по тексту;

– разобрать самостоятельно фрагмент параграфа (или полностью);

– разработать структурно-логическую схему учебного материала;

– составить самостоятельно задачу на рассмотренную в тексте ситуацию или формулу и т. д.

Очевидно, что перечень возможных вариантов работы с текстом параграфа чрезвычайно разнообразен. Он зависит от уровня подготовленности и обученности школьников, их познавательной активности, целеустремленности и пр. Главное при работе с текстом – разнообразие видов задания. Разнообразие побуждает заинтересованность, а заинтересованность – это уже стимул для самостоятельной деятельности.

Рассмотренные компоненты урока и предложенная структура являются типичными для данного типа урока; большинство уроков физики, на которых вводится новое знание, формируют новые способы деятельности, они строятся именно в соответствии с данной структурой. Однако в процессе обучения физике возможны нетрадиционные структуры изучения нового материала. Кроме названной выше лекции изучение нового материала может быть организовано учителем в ходе практической или лабораторной работы, на уроке решения задач, в процессе самостоятельной исследовательской работы и пр. Очевидно, что структура урока в подобных случаях несколько меняется.

#### 10.4. Обобщающий урок физики

Обобщающий урок физики – сравнительно новый тип урока, во многом признакам отличающийся от традиционного повторительно-обобщающего урока. Целью повторительно-обобщающего урока является, прежде всего, повторение и закрепление материала, а также его обобщение в том или ином систематизированном виде (чаще всего с помощью таблиц, в которые заносится выделенный школьниками учебный материал). Организуется повторительный урок в конце изучения темы или раздела курса. Целесообразность повторительно-обобщающих уроков не вызывает сомнения; они достаточно популярны среди учителей физики.

Однако *обобщающий урок физики* – это целостная система, состав и структура компонентов которой отличаются от всех дру-

гих видов и типов уроков. В чем же наиболее существенные отличия?

Во-первых, *целью обобщающего урока является обобщение знаний учащихся*. На обобщающем уроке элементы знания определенной темы или раздела курса физики должны быть представлены в виде логически замкнутой, целостной системы. Отдельные элементы системы (наблюдаемые явления, опыты, фундаментальные физические опыты, понятия, законы, методы физики и пр.) должны быть взаимно увязаны и структурированы. Причем именно структурирование знания, выстраивание его в определенной иерархической зависимости, когда знание представляется не в рядоположенном перечне элементов изучаемого материала (что, как правило, имеет место на уроках повторения), а в соответствии с его познавательным значением, и является основной отличительной особенностью обобщающего урока. Изученный школьниками материал должен предстать перед ними в виде своего рода «вида сверху», когда основной физический материал выступает явно и четко, во взаимных связях; материал же второстепенный, обусловленный, строго говоря, методической целесообразностью, уходит в тень.

Обобщение, систематизация физического знания одновременно способствуют осознанию учащимися *методологических знаний*, пониманию *логики процесса познания*. В этом состоит вторая существенная особенность обобщающего урока. Как уже говорилось ранее, содержание физического образования имеет в качестве неотъемлемого компонента знания методологического характера. Процесс познания в физике находит отражение в содержании учебного материала в самых разных формах (рассказ об истории того или иного открытия, борьбе идей и мнений, путях развития и становления физического знания и пр.), однако именно на обобщающем уроке логика процесса познания предъявляется учащимся в наиболее открытом виде.

Третьей существенной особенностью обобщающего урока физики, отличающей его от уроков повторения, является *углубление приобретенных ранее знаний*. При этом речь идет не о введении новых элементов знания (что в принципе возможно), а о понимании существенных, наиболее значимых характеристик и связей, отраженных через структуру знания.

Таким образом, *идея структурирования элементов физического знания является основной методической идеей разработки содержания обобщающего урока физики*.

Отметим также, что обобщающий урок физики не обязательно должен завершать изучение той или иной темы или раздела курса физики. Обобщающий урок может быть организован, например, на самом первом занятии: обобщенный материал темы преподносит учащимся в «готовом» виде сам учитель физики. Очевидно, что в этом случае речь идет об обобщении учебного материала, но

не знаний учащихся. Обобщение знаний может проводиться, вообще говоря, на любом этапе изучения темы на уроке любого типа.

Остановимся более подробно на разработке структуры учебного материала обобщающего урока физики. Обобщение физических знаний может осуществляться на основе различных принципов, идей и на разных уровнях: на уровне понятий, законов, теорий, отдельных физических картин мира и, наконец, на уровне единой современной физической картины мира. Рассмотрим урок обобщения знаний на уровне физической теории, поскольку она является основной структурной единицей учебного материала в школьном курсе физики. Обобщение знаний на других уровнях рассмотрено в главе 17.

Следует учитывать, что обобщение на уровне фундаментальных физических теорий (классической механики, термодинамики и статистической физики, электродинамики, квантовой физики) в школе не всегда возможно. Если обобщение классической механики и элементов молекулярно-кинетической теории доступно для учащихся – эти теории достаточно полно представлены в школьном курсе физики, то обобщение вопросов электродинамики осуществить сложно, а квантовой физики – просто невозможно. Теоретическое обобщение следует проводить прежде всего на уровне частных локальных физических теорий, таких, например, как электростатика, СТО, теория Резерфорда – Бора, теория фотоэффекта и пр., входящих в состав фундаментальных теорий.

Структура физической теории, представленная в виде *основания, ядра, выводов и интерпретации* теории, может быть использована для организации содержания обобщающего урока. Однако ввиду «статичности» подобной структуры методологического характера знания, диалектика взаимосвязей отдельных элементов знания в них отражены слабо. Подобное обобщение материала может быть полезным для учителя физики при отборе основных элементов знаний, но мало эффективно для учащихся.

Более интересной и более целесообразной в познавательном и воспитательном отношении является структура знания (на уровне теории), представленная в динамике цикла познания: *опытные факты → гипотезы → теоретические следствия → эксперимент*. Такая структура дает возможность не только повторить с учащимися основные элементы учебного материала, но и показать их методологическую значимость. Нельзя допустить, чтобы изученный материал предстал перед учениками как равнозначный перечень фактов, идей, законов и рассматривался как завершенная статическая схема, лишенная внутренних противоречий и проблем. Методологически чрезвычайно важно показать школьникам не итог познания науки, а пути ее становления, динамическую структуру знания. Ученики должны получить знание о причинах развития физики, об источнике знания и критерии его истинности, о том,

что знания объективны и содержат элементы относительного и абсолютного, о развитии знания и познаваемости мира.

Следует иметь в виду, что любая структура физической теории не абсолютна. Ее содержание (отбор исходных фактов, гипотез, теоретических следствий, экспериментальных подтверждений) определяется методической целесообразностью включения тех или иных вопросов в содержание курса, причем любого, как школьного, так и вузовского.

Например, обобщение учебного материала темы «Строение атома» в средней школе может быть проведено следующим образом (см. табл. 20).

Таблица 20

Факты	Гипотезы	Теоретические следствия	Эксперимент
Опыты Резерфорда по рассеянию $\alpha$ -частиц	Модель Томсона Планетарная модель Резерфорда Постулаты Бора	Объяснение стабильности атомов Объяснение спектральных закономерностей	Опыт Франка и Герца Лазер

При обсуждении с учащимися обобщаемого материала прежде всего подчеркивается роль исходного факта в построении теории и в познании в целом. Факты представляют собой «строительный материал», из которого затем создается наука. Фактами могут быть как наблюдения, так и специально организованные эксперименты, называемые обычно в физике фундаментальными опытами. Общим для наблюдений и экспериментов, лежащих в основе теории, является то, что их результаты не могут быть объяснены уже существующими теориями. В этот момент возникают ситуации, которые физиками обычно характеризуются как «опасные скачки» и даже «безумные скачки» в истории физики. Так, открытие электрона Томсоном, явление фотоэффекта, явление радиоактивности, термоэлектронная эмиссия и т. д. уже были известны к началу XX в. Однако кардинальным опытом, спровоцировавшим возникновение «безумного скачка», является именно опыт Резерфорда.

Далее, на основании опыта строятся две гипотезы: о планетарном строении атома – модель Резерфорда, и постулаты Бора. Учащиеся должны понимать, что гипотеза рождается из противоречия между старой теорией (старым знанием) и экспериментом. Необходимость в разрешении этого противоречия как раз и толкает науку к выдвижению гипотезы, которая превращается затем в новую научную теорию (закон), если выдерживает проверку практикой.

В курсах физики средней школы в данной теме бывает, как правило, представлена еще одна гипотеза строения атома – гипо-

теза Томсона. Данный учебный материал интересен не как иллюстрация исторического характера, а именно как пример методологического значения: показывается роль гипотезы в физике и в процессе познания в целом. Гипотеза Томсона не выдержала ни теоретической проверки, ни экспериментальной (опыт Резерфорда подтвердил ее несостоятельность).

Подтверждением правильности выдвинутых гипотез – Резерфорда и Бора и построенной на их основе теории строения атома водорода являются теоретические следствия. В соответствии с содержанием школьных курсов физики такими следствиями являются объяснение стабильности атомов и объяснение спектральных закономерностей (хотя историческая последовательность событий была несколько иной). Прямым экспериментальным подтверждением правильности разработанной теории, критерием ее истинности был опыт Франка – Герца. Изучение устройства и принципа действия лазера должно предстать перед школьниками как пример практического применения выводов теории.

Таким образом, рассмотренная структура содержания обобщающего урока физики строилась в соответствии с логикой цикла познания. Возможны и другие подходы к организации содержания обобщаемого учебного материала. Учителями физики достаточно широко используются, например, структурно-логические схемы «выстраивания» материала, на которых элементы знаний представляются во взаимосвязи и логической зависимости между изучаемыми явлениями. Образуется своего рода наглядный обобщенный образ учебного материала.

Например, содержание темы «Электростатика» (в средней школе), имеющей очень большое число новых понятий, формул, законов и поэтому достаточно сложной для учащихся, может быть представлено так, как показано на рисунке 8.

Представленная структурно-логическая схема отражает основной учебный материал в соответствии с логической последовательностью его изучения, а также связи между отдельными элементами содержания. Обобщающий урок, на котором используется подобным образом структурированное содержание, может быть проведен с использованием различных методов обучения. Для самостоятельной познавательной работы учащихся также определяется учителем и зависит от цели урока.

Еще раз отметим, что обобщение учебного материала, осуществляемое на обобщающих уроках физики, может проводиться на разных уровнях. На уровне понятий обобщается материал при рассмотрении, например, видов взаимодействия или сил, видов движений и пр. Очень важны обобщающие уроки, в которых обобщение проводится на основе рассмотрения основополагающих философских положений: материя и ее виды; связь материи и движения; законы сохранения в физике как иллюстрация несотворимости и неуничтожимости материи и т. д. Немаловажны и



обобщающие уроки политехнического характера, когда материал структурируется в соответствии с логической схемой: основные направления научно-технического прогресса → виды производства → технические объекты и процессы.

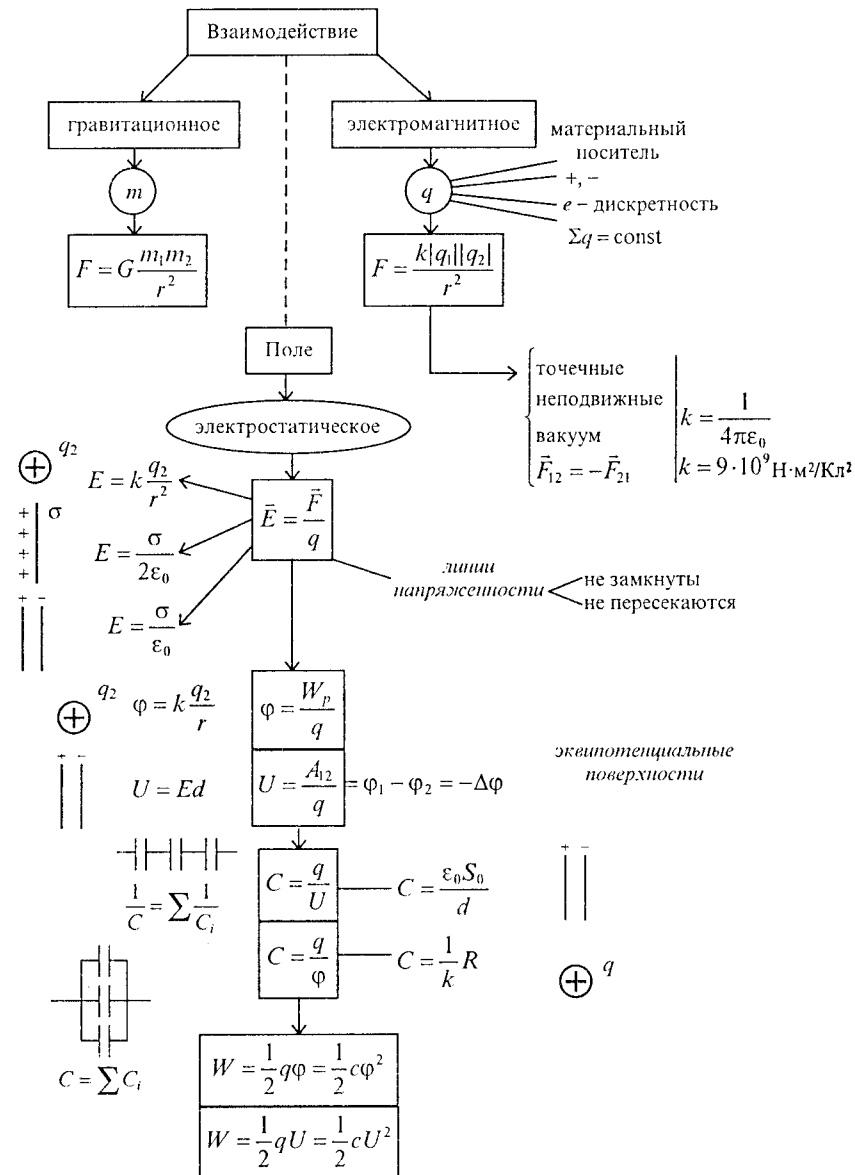


Рис. 8

Таким образом, разрабатывая обобщающий урок физики, учитель должен прежде всего решить проблему отбора и структурирования содержания учебного материала, а затем уже определять методы и приемы, которыми будет пользоваться на подобном уроке.

## 10.5. Учебные экскурсии по физике

Одной из организованных форм обучения физике в средней школе являются учебные экскурсии. До начала 90-х годов экскурсии включались в учебную программу по физике в качестве обязательной составляющей, и в каждом классе отводилось на проведение экскурсий определенное число часов. Сегодня же в существующих альтернативных вариантах программ, как правило, нет жестких требований к проведению учебных экскурсий, и в ряде программ экскурсии даже не упоминаются.

Изменения в системе обучения физике в общеобразовательных учреждениях, естественно, коснулись и экскурсий по физике. Если раньше учебные экскурсии носили в основном политехнический и профориентационный характер, то сегодня их целевой спектр значительно расширился. В частности, экскурсии по физике могут носить в условиях современной школы культурологическую, эстетическую и нравственно-этическую направленность.

Так, московские школьники, посещавшие в прежние времена музей Н.Е.Жуковского, знакомились со стендом, предназначенным для изучения гидро- и аэродинамики, с креслом пилота, с историей развития воздухоплавания в России и за рубежом. Сегодня же на этой экскурсии имеет смысл обратить внимание детей на ранее завуалированные факты из истории развития авиации в СССР и России. Например, о замечательных достижениях конструкторского бюро под руководством А.Н.Туполева, которое достаточно долгое время работало в условиях лагеря, и его сотрудники, будучи осужденными по сфальсифицированным обвинениям, создавали передовые для того времени самолеты и военные корабли.

Несмотря на указанные изменения в характере экскурсий, основы их организации, безусловно, должны отражать учебную направленность этой формы работы.

Организация и проведение экскурсии, как правило, включают четыре основных этапа:

- 1) планирование экскурсии;
- 2) непосредственная подготовка;
- 3) проведение экскурсии;
- 4) подведение итогов экскурсии.

Как любая другая форма учебной деятельности, экскурсии по физике должны быть органично включены в канву учебного процесса, поэтому планировать их следует в начале учебного года. Следует продумать цели конкретной экскурсии и в соответствии с

избранной целью определить место и время ее проведения. Тематику экскурсий целесообразно определять комплексно, соотносясь как с содержанием текущего учебного материала, так и с перспективой: опираясь на учебную программу, желательно запланировать взаимосвязанную тематику экскурсий на весь период обучения физике – сначала в основной школе, а затем на период обучения в старших классах.

Второй этап содержит два основных вида деятельности учителя. Во-первых, учитель должен решить организационные вопросы – договориться в учреждении, где проводится экскурсия, о дне и времени ее проведения, согласовать и решить вопросы финансирования экскурсии, получить разрешение на проведение экскурсии у администрации школы и т. д. Во-вторых, на этапе подготовки следует поставить определенные учебные задачи перед учащимися, составить список вопросов, ответы на которые дети должны получить во время экскурсии и которые затем послужат тезисами для обсуждения результатов экскурсии.

Учащиеся до экскурсии должны ясно представлять себе, на что им следует обратить внимание и в какой форме готовить отчет по экскурсии.

Во время третьего этапа, поскольку основные содержательные вопросы учителем уже разрешены, следует уделять особое внимание организационным вопросам. Во время проведения экскурсии учитель несет ответственность за здоровье и жизнь учащихся, по этой причине необходимо внимательно наблюдать за поведением учащихся, за соблюдением ими требований безопасности. Непосредственно перед началом экскурсии дети должны получить исчерпывающие инструкции по этому вопросу.

Заключительный этап экскурсии является чрезвычайно важным с точки зрения решения образовательных задач. Именно подведение итогов с учащимися позволяет обобщить и систематизировать увиденное ими на экскурсии, расставить нужные акценты, выделить основное.

Формы подведения итогов могут быть достаточно разнообразными: сочинения, фото- и видеорепортажи, газеты и др., но обязательно с последующими дискуссиями по их материалам.

Интересна практика организации межпредметных учебных экскурсий. В этом случае описанная работа на всех этапах проводится учителем физики совместно с коллегами.

Объектами экскурсий могут быть научные лаборатории, конструкторские бюро, музеи, выставки, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, строительные площадки, пригородные объекты.

Учебные экскурсии вносят разнообразие в учебный процесс, способствуют развитию любознательности учащихся, которая при определенной систематической работе может перерасти в устойчивый интерес к учебному предмету. По этой причине учитель

не должен отказываться от проведения учебных экскурсий по физике, даже если они не предусмотрены программой, а в меру собственных сил и возможностей конкретной школы, конкретного региона планировать и проводить учебную экскурсионную работу.

## Глава 11. ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

### 11.1. Значение факультативных занятий

Факультативные занятия были введены в практику работы школ в 1966 г. для углубления знаний учащихся по физико-математическим, естественным и гуманитарным наукам, а также для развития разносторонних способностей и интересов учащихся. Их введение было связано в определенной степени с осознанием необходимости осуществления дифференцированного подхода к учащимся, решения задачи развития их склонностей, способностей и интересов. По существу в то время, в условиях единства средней общеобразовательной школы, единства системы среднего образования, факультативные занятия являлись единственной формой дифференцированного обучения.

В настоящее время факультативные занятия проводятся в школе наряду с другими формами дифференцированного обучения (уровневой и профильной дифференциацией). Часы на их проведение входят в варьруемую часть базисного учебного плана, в то школьный компонент.

Факультативные занятия организуются на добровольной основе, учащиеся выбирают курсы, которые они будут изучать, исходя из своих интересов и способностей к тому или иному предмету и виду деятельности.

Значение факультативных занятий состоит в том, что они позволяют:

- развивать склонности и способности учащихся, давая им соответствующую интеллектуальную нагрузку;
- удовлетворять интересы учащихся;
- повышать качество подготовки учащихся к продолжению образования;
- развивать творческие способности учащихся, их самостоятельность;
- знакомить учащихся с современными достижениями науки и техники;
- формировать у учащихся общеучебные умения: готовить задания и представлять их, выполнять рефераты, работать в группе, умение работать с информацией;

– способствовать профессиональной ориентации учащихся.

На сегодняшний день разработана система факультативных курсов, в которой условно можно выделить три группы:

1. *Курсы повышенного уровня*, тесно связанные с основным курсом физики. Их основная цель – углубить знания, полученные учащимися на уроках. Данные курсы сочетают теоретическую и экспериментальную подготовку учащихся.

2. *Курсы прикладной физики*, цель которых – познакомить учащихся с важнейшими путями и методами использования достижений физической науки на практике и развить их интерес к современной технике и технологии. На факультативных курсах этого типа учащиеся изучают физические основы главных направлений научно-технического прогресса (механизации, автоматизации, материаловедения, приборостроения, энергетики), методы измерений и проведения физико-технических исследований, овладевают методами физико-технического моделирования и конструирования.

3. *Спецкурсы*, на которых более глубоко изучаются некоторые разделы физики и астрономии, играющие важную роль в формировании у учащихся научного мировоззрения. Цель этих курсов – компенсировать отсутствие некоторых важных тем в программе основного курса. К спецкурсам относятся и межпредметные факультативы, задачей которых является интеграция знаний о природе и обществе, полученных при изучении нескольких естественнонаучных и гуманитарных предметов.

Некоторые факультативные курсы изучаются в течение одного года, другие – в течение двух-трех лет. Однако в последнем случае программы каждого года автономны и ученик может начать заниматься данным курсом в любом году.

Минимальная наполняемость группы, с которой могут проводиться факультативные занятия, – 10 человек. В сельских малокомплектных школах разрешено проводить факультативные занятия при меньшем составе группы, в этих школах в группу могут быть собраны учащиеся из разных классов.

## 11.2. Содержание факультативных курсов по физике

Факультативные занятия проводятся по специальным программам. Программы ряда факультативных курсов утверждены Министерством образования и содержатся в сборниках программ. Помимо этого, учителю дано право работать по собственной программе, которая должна быть утверждена администрацией школы.

О.Ф.Кабардиным сформулированы основные принципы отбора содержания факультативных курсов по физике, которые относятся, главным образом, к курсам повышенного уровня:

– связь факультатива с основным курсом;

– отражение в содержании факультативных курсов фундаментальных физических законов и принципов (законов сохранения, принципов соответствия и симметрии и др.);

– осуществление межпредметных связей;

– реализация принципа политехнизма.

Соответственно программы факультативных курсов по своему содержанию согласованы с программами основного курса. В наибольшей степени это относится к курсам повышенного уровня. Они ориентируют учителя в первую очередь на углубленное изучение тех физических законов и явлений, которые рассматриваются на уроках и имеют большое познавательное и прикладное значение. Планирование факультативных занятий этого типа осуществляется параллельно с планированием занятий по основному курсу.

К курсам повышенного уровня относятся: «Тепловые, электрические и световые явления» (VIII класс), «Факультативный курс физики. IX класс» («Механика»), «Факультативный курс физики. X класс» («Молекулярная физика», «Электродинамика») и «Факультативный курс физики. XI класс» («Электродинамика» (продолжение), «Колебания», «Волны», «Кванты»).

Курс VIII класса позволяет дополнить и углубить знания учащихся о тепловых, электрических и световых явлениях. На занятиях рассматриваются опыты по определению размеров, масс, скоростей молекул, числа молекул в единице объема. На основе молекулярно-кинетической теории строения вещества объясняются капиллярные явления. Изучается тепловое расширение и его учет в технике. Большую образовательную ценность имеет тема «Физика атмосферы», при изучении которой интегрируются знания учащихся по физике и географии.

В темах «Электрический ток» и «Электромагнитные явления» изучаются в основном прикладные вопросы: электролиз и его применение, электроизмерительные приборы, электромагнитное реле, получение переменного тока, трансформатор и т.п., что дает возможность усилить политехническую направленность курса.

Существенно расширяется материал основного курса в теме «Оптика». В ней изучаются элементы фотометрии, законы преломления света, формула линзы, инерция зрения, разложение белого света в спектр и др.

Цель факультативного курса IX класса – углубить знания учащихся по механике, познакомить их с различными практическими способами измерения расстояний и времени, с пространственными и временными масштабами природных явлений. В кинематике большое внимание уделяется графическому представлению движения, обсуждению границ применимости классического закона сложения скоростей, предельности и инвариантности скорости света.

В теме «Динамика», наряду с другим материалом, изучается движение тел в неинерциальных системах отсчета, рассматриваются центробежные механизмы.

Новой для учащихся является тема «Вращательное движение твердых тел», в которой вводятся кинематические и динамические характеристики вращательного движения, понятие момента инерции и записывается уравнение вращательного движения. Также новой является тема «Статика», в которой рассматривается принцип минимума потенциальной энергии.

Курс IX класса начинается с темы «Строение и превращение вещества», при изучении которой большое внимание уделяется формированию у учащихся статистических представлений. В частности, формируется представление о распределении как о способе задания состояния, изучается распределение Максвелла. Серьезное внимание обращается на обсуждение границ применимости моделей молекулярной физики. Так, от модели идеального газа переходят к модели реального газа, от модели идеального кристалла к модели реального кристалла с дефектами, показывают, что для решения многих теоретических и практических задач молекулярной физики применяется термодинамический метод.

В теме «Термодинамика» более глубоко изучаются понятие теплоемкости, в частности, рассматривается зависимость теплоемкости газов от процесса изменения его состояния; понятие необратимости; второй закон термодинамики и его статистический смысл, принципы работы тепловых двигателей.

Тема «Электродинамика» включает такие вопросы, как теорема Остроградского–Гаусса, электреты и сегнетоэлектрики, пьезоэлектрический эффект, применение полупроводниковых приборов, в том числе в ЭВМ. Большое внимание в теме уделяется методам измерения электрических величин (силы тока и напряжения), магнитных величин.

В факультативном курсе XI класса углубление и расширение знаний по электродинамике осуществляется при изучении электромагнитных колебаний за счет знакомства учащихся с негармоническими колебаниями и формирования понятия о спектре негармонического колебания и гармоническом анализе периодических процессов. Задача политехнического образования решается путем знакомства учащихся с получением трехфазного тока, с асинхронным двигателем трехфазного тока и системой передачи трехфазной электроэнергии.

При изучении волновых свойств света дается представление о зонах Френеля и принципе Гюйгенса–Френеля. В теме «Кванты» расширяется материал, относящийся к доказательствам существования фотона и к доказательствам корпускулярно-волновых свойств материи. Изучаются волновые свойства электронов и соотношение неопределенностей.

Все курсы повышенного уровня обеспечены соответствующими учебниками и методическими рекомендациями по их проведению.

Основными задачами факультативных курсов по прикладной физике являются ознакомление учащихся с важнейшими путями и

методами применения физических законов и явлений на практике и главными направлениями научно-технического прогресса, развитии интереса к современной технике и производству.

Все факультативы этого типа имеют содержательную и временную связь с основным курсом физики. Более половины учебного времени отводится на выполнение практических работ, ориентированных на изучение физических принципов работы, механизмов, машин, автоматических устройств, широко применяемых в практике.

К факультативным курсам этого типа относится, например, курс «Физические величины и их измерение» (VII–VIII классы), который позволяет учащимся, интересующимся физикой, познакомиться с основными методами физической науки, овладеть измерительными и другими экспериментальными умениями.

Соответственно курс решает следующие задачи:

- познакомить учащихся с понятиями: физическая величина, измерительные приборы, методы измерения, погрешности измерений, экспериментальное исследование;

- обучить учащихся использованию измерительных приборов и сформировать понятие о точности измерений;

- научить учащихся на основе экспериментальных данных делать вывод о соответствии экспериментального исследования поставленной задаче;

- показать роль измерений в технике, сформировать представление о косвенных измерениях;

- познакомить с правилами безопасного труда и приучить учащихся к их выполнению.

Содержание курса базируется на тех физических величинах, понятия и представления о которых были сформированы у учащихся в основном курсе физики. В факультативном курсе они изучаются более глубоко с рассмотрением способов не только их прямых измерений, но и косвенных.

Методическое обеспечение курса основывается на системе демонстрационных и лабораторных исследований, в процессе выполнения которых учащиеся приобретают некоторые экспериментальные умения: планировать эксперимент, представлять результаты в виде таблиц, графиков, диаграмм.

Курс содержит введение, которое знакомит учащихся с понятием физической величины, с понятиями о прямых и косвенных измерениях величин, о системе единиц. Здесь же формируются представления о физических приборах, их шкалах, погрешностях измерений. Затем учащиеся знакомятся последовательно с величинами, описывающими механические, тепловые, электрические и физические явления, со способами их измерения, с приборами, которые используются для этих целей. В курсе изучаются некоторые величины, не подлежащие рассмотрению в основном курсе. Это относится, в частности, к фотометрическим величинам.

Продолжением этого курса является курс «Методы физико-технических исследований и измерений» (IX–XI классы), он может изучаться и теми учащимися, которые в VII–VIII классах занимались в другом курсе.

Данный курс ставит целью:

- помочь профорientации учащихся;
- сформировать представления о методе физического экспериментального исследования как об одном из методов научного познания, развить интерес к исследовательской деятельности, сформировать исследовательские умения;
- воспитать инициативность, творческое отношение к труду;
- углубить знания основного курса физики, повысить интерес к его изучению;
- расширить межпредметные связи между физикой и технологией, математикой, биологией.

В ходе изучения этого курса у учащихся формируются и развиваются умения:

- проводить физический эксперимент, измерять физические величины прямым и косвенным методами;
- моделировать физические явления и процессы, выдвигать гипотезы;
- пользоваться технической документацией на приборы и оборудование;
- подбирать приборы, конструировать, собирать и налаживать установку, обрабатывать и анализировать результаты измерений.

Курс включает теоретическую и практическую части. В теоретической части даются необходимые знания о методах и принципах экспериментальных физических исследований, а также сведения о физических принципах, лежащих в основе устройства приборов и их использования в эксперименте.

Практическая часть включает в себя фронтальные лабораторные работы, работы практикума и экскурсии.

К другим прикладным факультативным курсам относятся: «Физико-техническое моделирование» (IX–XI классы), «Курс прикладной физики с изучением основ механизации производства» (IX класс), «Курс прикладной физики на материале автоматики» (X–XI классы), «Курс прикладной физики на материале сельскохозяйственного производства» (VIII–IX классы).

К спецкурсам по физике и астрономии, а также интегрированным курсам относятся: «Оптика» (VII или VIII класс), «Элементы кибернетики» (VIII класс), «Физика и компьютер» (IX класс), «Земля во Вселенной» (VII–VIII классы), «Основы космонавтики» (X класс), «Физика космоса» (XI класс), «Строение и свойства вещества» (X класс), «Техника и окружающая среда» (X класс), «Методы решения физических задач» (XI класс), «Эволюция естественнонаучной картины мира» (XI класс). Программы этих курсов опубликованы и утверждены Министерством образования.

Факультативные курсы «Оптика» и «Физика космоса» обеспечены учебными пособиями для учащихся.

Рассмотрим содержание одного из спецкурсов – «Эволюция естественнонаучной картины мира». Программа этого курса согласована с программой основных курсов физики, химии, биологии, астрономии, обществоведения. Курс читается в то время, когда происходит систематическое повторение и обобщение учебного материала. Задача курса – сформировать у учащихся целостные представления о природе и обществе, убеждения в том, что в основе многообразных явлений лежат единые сквозные принципы.

Перед учащимися на занятиях раскрываются основные естественнонаучные идеи, общие законы наук о природе, фундаментальные теории, их роль в развитии естественнонаучной картины мира. При этом анализируются знания о природе, полученные на протяжении обучения в школе, происходит их обобщение на основе единой картины мира, которая является синтезом знаний о природе, мощью природы, построенной на основе современных знаний о ней.

В основе содержания данного факультативного курса лежит физическая картина мира и ее эволюция, поскольку физика является теоретической базой естествознания. Синтез естественнонаучного знания осуществляется из общих естественнонаучных идей, общих законов природы, фундаментальных теорий. Программа этого курса, помимо перечня подлежащих изучению вопросов, включает темы рефератов, которые самостоятельно выполняют учащиеся и вокруг которых строится обсуждение на семинарских занятиях.

Интересен опыт организации факультативных занятий в Болгарии. Там факультативные занятия проводятся уже в начальной школе и основная их цель – занять учащихся после уроков. Факультативные курсы по физике проводятся начиная с VIII класса, они имеют характер прикладных курсов и спецкурсов. Факультативные занятия по физике могут посещать не только учащиеся, получающие повышенную подготовку по физике за счет так называемых курсов свободной избираемой подготовки, но и учащиеся гуманитарной направленности. Для последних эти курсы позволят удовлетворить интерес к вопросам науки и техники и получить подготовку по физике сверх основного курса. Примерами факультативных курсов по физике являются следующие:

VIII класс – «Оптические приборы», «Тепловые машины», «Кристаллы».

IX класс – «Физика газового разряда», «Физика плазмы», «Полупроводниковые элементы и их применение в ЭВТ», «Физико-техническое моделирование», «Электрические измерения».

X класс – «Специальная теория относительности», «Атомная энергия в мирных целях», «Лазеры и лазерная технология».

XI–XII классы – «Твердотельная электроника», «Физика Земли и атмосферы», «Физика и эволюция звезд».

Эти курсы посвящены актуальным проблемам физической науки и техники и имеют ярко выраженный политехнический характер. Их изучение опирается на подготовку, полученную учащимися при изучении основного курса на соответствующих этапах обучения.

### 11.3. Методы, формы и средства обучения на факультативных занятиях по физике

На факультативных занятиях используются различные формы организации обучения, среди них могут быть как теоретические занятия: лекции, семинары, конференции, так и практические: решение задач, фронтальные лабораторные занятия, физический практикум, экскурсии.

Опыт показывает, что факультативные занятия достигают цели при сочетании различных форм организации обучения. При этом лекции целесообразны в IX–XI классах, причем доля лекционных часов в IX классе не должна быть большой. В VII–VIII классах лекционные занятия неприемлемы в силу возрастных особенностей учащихся.

Обобщение опыта проведения факультативных занятий по действующим программам факультативных курсов по физике показывает целесообразность следующего примерного соотношения между различными формами их проведения в старших классах: лекции – 20–25% всего учебного времени, семинары – 10–15%, решение задач – 15–20%, фронтальные лабораторные работы – 15–29%, физический практикум – 20–30%, экскурсии – 3–9%, зачетные занятия – 3–6%. Таким образом, более половины учебного времени рекомендуется отводить на практические занятия по решению задач и выполнению лабораторных работ.

Рассмотрим формы обучения учащихся на факультативных занятиях.

*Лекции* читаются обычно по теоретическим вопросам, они, как правило, носят ориентировочный, установочный характер. На лекции выносятся основной, узловый материал, который затем обсуждается на семинарских и практических занятиях.

На лекции могут рассматриваться практические применения физических законов, они могут посвящаться обобщению и систематизации знаний. Желательно, чтобы на лекции использовалось проблемное изложение материала, способствующее активизации познавательной деятельности учащихся.

В начале чтения лекции учащимся дается ее план, который записывается на доске, создается мотивация, ставится основная познавательная задача. У учащихся следует формировать умение конспектировать лекции. Для этого необходимо продумать заранее, какие записи должны остаться у учащихся в тетради, и учитывать это при чтении лекции, диктуя или повторяя несколько раз соответствующий материал, делая паузы.

Лекция сопровождается иллюстрациями, записями на доске, демонстрационным экспериментом. Школьная лекция отличается тем, что в нее вводятся некоторые элементы беседы, элементы практической работы учащихся, что связано с возрастными особенностями учащихся, в силу которых они не могут длительное

время слушать объяснение учителя, им необходима смена видов деятельности. Доля таких элементов обычно уменьшается в соответствии с возрастом учащихся.

*Семинарские занятия* посвящаются обсуждению теоретических вопросов, их более глубокой проработке. Возможны такие, например, темы семинарских занятий: «Применение плоских и вогнутых зеркал», «Движение тел в неинерциальных системах отсчета», «Типы кристаллических решеток» и др.

Учащимся заранее дается план семинарского занятия, в который входят вопросы, обязательные для подготовки всеми учащимися, и вопросы, которые учащиеся готовят в виде индивидуальных заданий. По каждому вопросу, обсуждаемому на семинаре, вызывается обязательная и дополнительная литература.

На семинаре учащиеся выступают с небольшими сообщениями, вокруг которых разворачивается дискуссия. Готовясь к семинару, учащиеся учатся работать с литературой, планировать свое выступление, лаконично выражать свои мысли. Работая на семинарском занятии, учащиеся приобретают умение выступать с сообщением, отвечать на вопросы, участвовать в дискуссии, критично, но доброжелательно относиться к выступлениям своих товарищей и самокритично к собственной деятельности. Целесообразно, чтобы учащиеся сопровождали свои выступления демонстрацией опытов и других средств наглядности. Определенные возможности повышения наглядности открывает использование компьютерных программ.

Одним из необычных видов факультативных занятий является *практикум по решению физических задач*. Он проводится, начиная с IX класса, в виде серии уроков решения задач по крупной теме. Например, после изучения кинематики, или динамики, или законов сохранения. В этом случае появляется возможность решать комбинированные задачи. Этим практикум по решению задач отличается от уроков решения задач при изучении основного курса физики.

На занятиях практикума по решению задач имеется возможность развивать самостоятельность учащихся, их творческие способности, соответствующим образом организуя их познавательную деятельность и предлагая нетривиальные задачи, в том числе следовательские, повышенной сложности, с неполными или избыточными данными, задачи-парадоксы. На этих занятиях появляется возможность познакомить учащихся с некоторыми специальными физическими методами решения задач, например с методом размерностей, с методом графов. Кроме того, при проведении практикума по решению задач в XI классе можно использовать более сложный математический аппарат – основы дифференциального и интегрального исчисления.

Программы факультативных курсов предусматривают такие формы занятий, как *лабораторные фронтальные работы* и *лабораторный практикум*.



Фронтальные лабораторные работы углубляют теоретический материал, позволяют формировать у учащихся первоначальные экспериментальные умения и осуществлять их подготовку к практикуму.

В число фронтальных лабораторных работ включены работы, связанные с выполнением различного рода измерений, с конструированием приборов, исследовательские работы. Например, в курсе «Механика» (IX класс) предлагаются такие работы, как «Измерение больших расстояний», «Изготовление механического стробоскопа и наблюдение с его помощью периодических процессов», «Исследование зависимости периода колебаний математического маятника от его длины» и др.

При выполнении фронтальных лабораторных работ следует обучать учащихся планированию эксперимента, поиску разных способов и методов его проведения, оценке погрешностей измерений и умению выбрать тот метод, который дает наименьшую погрешность. Полезно предлагать разным группам учащихся выполнять эксперимент по измерению одной и той же величины разными способами с использованием разного оборудования с последующим обсуждением результатов и выбором оптимального варианта.

Другой формой лабораторных занятий является физический практикум. Его проведение открывает большие возможности для индивидуализации обучения, учета интересов и склонностей учащихся. В практикуме можно поставить работы, разные по уровню сложности, по характеру деятельности учащихся, по характеру управления их деятельностью (от детальных алгоритмов до кратких указаний и формулировки познавательной задачи). Соответственно в описаниях большинства работ могут быть выделены три уровня управления деятельностью учащихся:

1. Задание сформулировано в описании в общем виде. В зависимости от сложности оборудование подбирается по описанию или учащимися самостоятельно.

2. Описание содержит указания к заданию, помогающие учащимся самостоятельно выполнять работу и содержащие необходимые дополнительные сведения.

3. В описании подробно описывается последовательность операций, которые должен выполнить учащийся.

Выделение этих уровней позволяет каждому учащемуся выбрать тот вариант инструкции, который в наибольшей степени соответствует его учебным возможностям.

Постановка практикума не требует большого числа экземпляров однотипных приборов, поскольку каждая бригада выполняет свою работу. В практикуме наряду со стандартным оборудованием целесообразно использовать самодельные установки, а также технические приборы.

Лабораторный практикум занимает разное место в разных факультативных курсах. Так, в курсе «Методы физико-технических

исследований и измерений» на него отводится 50% учебного времени, в курсе повышенного уровня – до 20%.

Тематика работ практикума достаточно разнообразна. Можно выделить пять групп работ:

1) работы, в которых экспериментально устанавливаются или проверяются важнейшие соотношения и законы физики, например «Исследование законов фотоэффекта»;

2) работы, при выполнении которых учащиеся знакомятся с методами измерений физических величин, например «Измерение скорости и ускорения при равноускоренном движении»;

3) работы, задачами которых является исследование физических характеристик различных природных объектов, например «Измерение ускорения свободного падения»;

4) работы, в которых исследуются физико-технические характеристики и параметры материалов, приборов и технических устройств, например «Определение твердости стали»;

5) работы по физико-техническому моделированию, например сборка автоматических устройств с полупроводниковыми приборами.

В качестве примера укажем лабораторные работы, которые включает практикум к факультативному курсу XI класса «Электродинамика (продолжение). Волны. Кванты», по темам «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания»:

1. Измерение магнитного потока постоянного магнита.
2. Измерение индукции магнитного поля Земли.
3. Измерение индуктивности катушки.
4. Изучение резонанса в электрической цепи.
5. Определение параметров электрической цепи «черного ящика» на переменном токе.
6. Изучение триггера в качестве логического элемента в технических средствах автоматики и вычислительной техники и др.

На факультативных занятиях нет необходимости ограничивать время на выполнение той или иной работы. Если учащийся проявляет интерес к какому-то определенному разделу физики, то можно предоставить ему возможность заниматься экспериментальной работой в области своих интересов.

Некоторые факультативные курсы содержат не физический практикум, а задания по конструированию различных устройств (факультативный курс «Физико-техническое моделирование») или дополнительно к физическому практикуму творческие и конструкторские задания (факультативный курс повышенного уровня для XI класса).

Например, в курсе повышенного уровня для XI класса предлагаются такие задания, как:

1. Изготовление и испытание установки для изучения интерференции и дифракции.

2. Изготовление и испытание модели АТС.

3. Изготовление установки по обнаружению превращения гамма-квантов в электрон-позитронные пары и др.

В курсе «Физико-техническое моделирование» учащимся предлагаются такие задания: конструирование и изготовление прибора для измерения прочности нити, модели моста, электрического датчика неэлектрической величины, электронного реле и т. п. При этом если на начальном этапе обучения объекты конструирования предлагаются учителем, то в дальнейшем учащимся предоставляется право выбора объекта в рамках заданной тематики. При конструировании сложных объектов учащимся целесообразно объединять в группы. Это позволит не только научить их работать в коллективе, но и осуществить дифференциацию обучения, предоставив каждому ученику проявить свои индивидуальные способности и интересы.

Работа по конструированию ведется по определенному плану, с которым знакомят учащихся:

1. Задание по конструированию с указанием технических условий, которым должен удовлетворять объект конструирования.

2. Разработка эскизного проекта, состоящего из краткого описания конструкции, кинематической или электрической схемы, общего вида, эскизных изображений наиболее важных узлов и деталей, необходимого минимума математических расчетов.

3. Обсуждение проекта с учителем.

4. Изготовление разработанной конструкции.

5. Испытание и исследование параметров конструкции.

В ходе обсуждения проекта учителю рекомендуется обращать внимание на понимание учащимися явлений и законов, которые лежат в основе сконструированных ими устройств, на умение оценивать их работоспособность.

Работа учащихся по изучению факультативных курсов должна определенным образом оцениваться и учитываться. Основными показателями успешности учащихся является их интерес к занятиям, появление любознательности, смекалки, интуиции. Учитель постоянно фиксирует работу, выполняемую каждым учеником во время занятий, а по окончании курса оценивает ее.

## Глава 12. ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

### 12.1. Виды и формы внеклассной работы по физике

Процесс обучения и воспитания в целом настолько сложен и многогранен, что учитель не может полноценно осуществлять его только на уроках. Чтобы привить учащимся устойчивый интерес к предмету, дополнить и углубить те знания, которые они полу-

чают на уроках, а главное, учесть и развить их индивидуальные интересы и способности, необходимо работать с учащимися и во внеурочное время.

*Внеклассная (внеурочная) работа является обязательной составной частью учебно-воспитательного процесса, осуществляемой школой, учителем.*

В педагогической и методической литературе различают применительно к деятельности учителя-предметника два типа внеклассной работы: занятия с учащимися, отстающими в своей работе от других (дополнительные занятия), и работа с учащимися, проявляющими к изучению предмета повышенный интерес и способности.

Последняя и есть собственно внеклассная работа в традиционном понимании этого термина.

Именно второму типу внеклассной работы и посвящена данная глава. Необходимо помнить, что это должна быть работа не только с учащимися, уже проявляющими повышенный интерес к изучению физики и техники, но главным образом *работа по привлечению интереса к предмету*, к учению вообще и по развитию способностей у большинства учащихся.

Внеурочная (внеклассная) работа является естественным продолжением и дополнением основных форм работы учащихся на уроке и основывается на тех же общепедагогических принципах, что и учебная (классная) работа с детьми.

Главными из них являются принципы доступности, научности и систематичности, а также принципы развивающего и воспитывающего обучения. Для внеурочной работы характерны также необходимость удовлетворения интересов и запросов учащихся, суровость выбора ими вида работы, определенная самостоятельность участников работы, учет местных условий.

Учет запросов и потребностей школьников, большее разнообразие форм и средств работы, менее жесткая (по сравнению с обычными занятиями) регламентация во времени позволяют ученикам видеть, изучать и направлять познавательные интересы учащихся благодаря возможности проводить дифференцированную и индивидуализированную работу с ними.

Правильное сочетание урочных занятий с внеклассной работой способствует формированию познавательных интересов учащихся, позволяет активизировать весь учебный процесс, придавая ему творческий характер, теснее связывая с жизненной практикой, возбуждая у учащихся потребность пополнять свои знания путем самообразования.

Эта связь является дополнительным резервом повышения качества знаний учащихся и воспитания у них инициативы, самостоятельности, чувства коллективизма и товарищества.

История развития внеурочной работы по физике и технике, изменение ее содержания и форм свидетельствуют о том, что этот

вид школьной и внешкольной деятельности всегда отражал основные тенденции развития общества, уровень развития науки, техники и производства. Он был направлен на выполнение актуальных задач образования и воспитания подрастающего поколения.

На современном этапе развития школы наиболее важными задачами внеклассной работы являются следующие:

- повышение воспитательного воздействия всех форм внеурочной деятельности;
- всемерное развитие познавательной и творческой активности учащихся;
- усиление практической направленности знаний, формирование у учащихся устойчивых умений и навыков;
- осуществление индивидуализации и дифференциации в работе с детьми;
- всестороннее развитие личности ребенка.

Особенности содержания и организации внеклассной работы на современном этапе следующие:

1. Привлечение научной, научно-педагогической общественности (преподавателей вузов, студентов, аспирантов, научных сотрудников) к работе с учащимися. Таковы, например, школьные и межшкольные научные общества учащихся (НОУ), Малые Академии, школьные отделения ВОИР, лектории, научно-технические конференции учащихся (НТКУ), турниры юных физиков (ТЮФ), заочные физико-математические школы, Интеллектуальный марафон, конкурсы журнала «Квант» и др.

2. Развертывание внеклассной работы по новым отраслям науки, техники (кружки по электронике, автоматике, кибернетике, вычислительной технике, голографии и т.п.).

3. Усиление мировоззренческого, воспитательного аспекта работы с учащимися. Это – общая гуманитаризация образования, рассмотрение физических, экологических проблем, изучение вопросов истории физики и т.п.

4. Отражение наметившейся тенденции к интеграции учебных предметов в школе и во внеклассной работе, в частности создание межпредметных кружков, проведение межпредметных конференций и т.д.

5. Поиск новых форм, приемов организации внеклассной работы, способствующих привитию интереса к предмету, формированию и развитию активности и творческих способностей учащихся (конкурсы, турниры веселых и находчивых – КВН, ТВН, диспуты, игры, недели, декады физики и техники, клубы юных физиков, «физбол» и т.п.).

Внеклассная работа может осуществляться в самых разнообразных видах и формах, которые условно можно разделить на следующие:

1. *Индивидуальная работа* – работа с отдельными учащимися с целью руководства их внеклассным чтением по физике и технике,

подготовкой на этой основе рефератов, докладов и сочинений; руководство детским творчеством – конструированием, изготовлением моделей и приборов; работа с учащимися-лаборантами по подготовке демонстрационных и лабораторных опытов и оборудованию школьных кабинетов; помощь в решении задач повышенной сложности; руководство домашним экспериментированием и исследовательской работой учащихся и т.п.

2. *Групповая работа* – систематическая работа, проводимая с небольшим постоянным коллективом учащихся и направленная на удовлетворение определенных детских интересов, приобретение новых знаний и практических умений. Проводится обычно в форме физических и физико-технических кружков, секций научных обществ учащихся, творческих групп.

3. *Массовая работа* – эпизодическая работа, проводимая с большим детским коллективом, – лекции, вечера и конференции; спортивные журналы и беседы; недели, декады, месячники физики и техники; олимпиады и конкурсы, выставки, внепрограммные экскурсии и т.п.

На практике все три вида внеклассной работы взаимосвязаны и редко практикуются как совершенно независимые.

Наиболее распространенными формами организации внеклассной работы по-прежнему являются ее традиционные формы – кружки, олимпиады и вечера. Эти виды работы будут подробнее рассмотрены ниже.

## 12.2. Кружки по физике и технике

Одной из основных форм внеклассной работы является *предметный кружок: физический, физико-технический, технический*. Он обусловлен тем, что в отличие от вечеров и олимпиад кружок работает регулярно с постоянным составом учащихся и подталкивает учителя решать широкий круг учебно-воспитательных задач не эпизодически, а в определенной системе в течение всего учебного года (и даже нескольких лет).

Гибкость организационных форм кружковой работы, возможность варьировать содержание занятий и расстановку учащихся при выполнении тех или иных заданий открывают большие перспективы осуществления индивидуального подхода к учащимся. Максимальный учет склонностей и возможностей каждого ученика – залог лучших результатов в деле развития их способностей и формирования у них устойчивого интереса к определенным областям физики и техники. Тематика работы кружков может быть очень разнообразной и позволяет отвечать на самые различные запросы детей.

Три главных направления внеклассной работы – образовательное, конструктивно-техническое и учебно-исследовательское – наиболее полно проявляются именно в работе кружков.

Содержание занятий кружка общеобразовательного типа направлено обычно на углубление и расширение знаний и умений, получаемых на уроке. Планы работы кружков такого типа могут быть как тесно связанными с программой учебной работы, так и более автономными.

Занятия кружка могут быть объединены общей темой, например: «Физика мира», «О большом и малом», «Физика XX века», «История физики и техники», «Физика вокруг нас» и т.п.

В тех школах, где не проводятся факультативные занятия по физике, на занятиях кружков можно рассматривать наиболее важные и интересные вопросы из программы факультативов, например: «Методы физико-технических исследований и измерений», «Оптика», «Основы космонавтики», «Физико-техническое моделирование» и т.д., и использовать соответствующие пособия.

В практике организации кружковой работы у учителя часто возникают вопросы: с какого класса начинать работу и идти ли на внеклассных занятиях от физики к технике или от техники к физике? Что касается возраста учащихся, с которого целесообразно начинать кружковую работу, то это решается в каждом конкретном случае. Такой кружок, как «Электрифицированная игрушка», предполагает работу с учащимися V–VI классов. В этом случае и в других подобных технических приложения являются исходными. Широко известна практика, когда учащиеся VII–VIII классов, участвуя в работе кружка, собирают радиоприемники, управляемые игрушки, увлекаются изготовлением моделей и т.п., хотя физических знаний у них недостаточно.

Основываясь на интересе школьников к техническому моделированию и конструированию, можно подвести их к выводу о том, что для успешной работы необходимо приобрести соответствующие научные знания.

В старших классах наиболее дееспособными оказываются кружки, творчество школьников в которых базируется на теории учебного предмета. Кружки, работающие по таким программам, как правило, сохраняются в полном составе.

Руководитель школьного физико-технического кружка, выбирая увлекательную тему и разрабатывая ее, должен так строить работу, чтобы учащиеся, сталкиваясь с цепочкой трудностей – проблем и решая их (теоретически и практически), осуществляли творческую деятельность.

Как может быть развита на кружковых занятиях интересная для школьников тема творческого конструирования, подробно рассказывается в неустаревающей книге В.Г.Разумовского [39].

Одной из важных форм внеклассной работы со школьниками является привлечение их к участию в техническом творчестве. Наибольшей популярностью в структуре технического творчества пользуется электронное направление, в котором одно из первых мест занимают кружки «Электронная автоматика», «Основы

электроники», «Физика и кибернетика», «Физика и вычислительная техника», «Физика и электронные игры» и др. Устойчивый интерес к этой области электроники вызван внедрением электронных автоматических устройств во все сферы науки, производства и быта. Выпуск промышленностью широкой номенклатуры интегральных микросхем и их доступность позволяют не только проводить занятия со школьниками на качественно новом уровне, но и создавать конструкции, изготовление которых в условиях кружка ранее было невозможно.

В рамках кружка по электронике для учащихся VII–VIII классов выполняются краткосрочные программы, учитывающие изменяющиеся интересы и теоретический уровень подготовки учащихся. Интерес детей вызывают, например, следующие темы: автоматическая подача звонков в школе, автоматические устройства к школьному новогоднему вечеру и т.п. Лабораторный практикум работает под девизом: «Хочешь собрать свою ЭВМ?» По итогам работы кружка проводится тематический вечер. Например, «Электроника и музыка» с использованием электронных устройств, изготовленных в кружке (терменвокс, музыкальный трекер, приставки для звукотехнических эффектов и т.п.).

Для старших классов может работать физико-технический кружок, знакомящий учащихся в теории и на практике с блоками электронно-вычислительной техники. Кружок выполняет функцию связующего звена между естественнонаучной подготовкой и трудовым обучением, предполагающим овладение умениями изготовления и эксплуатации микропроцессорной и вычислительной техники.

При организации кружка необходимо заинтересовать учащихся и показать им, что эта работа не является дублированием классных занятий; четко сформулировать цели и раскрыть характер предстоящей работы.

Программы для кружков<sup>1</sup> составлены преимущественно в двух вариантах – на 35 и 70 часов в год. Занятия проводятся один или два раза в неделю по 45 минут (для старшеклассников целесообразно организовывать еженедельные двухчасовые занятия). Число членов каждого кружка не должно быть больше 12–15 человек. Работа организуется в творческих группах по 2–3 человека.

На занятиях значительная часть времени посвящается индивидуальной работе учащихся, меньшая часть – докладом, выступлением, отчетам кружковцев. В промежутках между занятиями учитель проводит индивидуальные консультации.

<sup>1</sup> Подробные программы различных кружков и материалы к занятиям можно найти в следующей литературе: Программы: Физико-технические кружки. Физические и вычислительно-технические кружки (М., 1987); Программы: Технические кружки по электронике, автоматике, информатике, вычислительной и микропроцессорной технике, кибернетике (М., 1987); Браверман Э.Э., Данишеников В.С. Внеурочная работа по физике в кружках, играх, эстафетах (М., 1994).

К организационной работе кружка следует привлекать самих учащихся, выбрав старосту, его заместителей, секретаря кружка. На занятиях желательно создавать атмосферу свободного обмена мнениями и активной дискуссии. Для распространения влияния кружковой работы на большее число учащихся можно сделать посещение занятий кружка открытым для всех учащихся. Кружок (особенно кружок старшеклассников) может стать центром всей внеклассной работы по физике и технике в школе. Участники широко привлекаются к организации и проведению олимпиадных вечеров, выставок и т. п.

### 12.3. Вечера и конференции по физике и технике

Среди проводимых в школе массовых мероприятий по физике наибольшей популярностью у школьников пользуются физические вечера и конференции.

*Главной целью любого вечера является привитие интереса к занятиям физикой, стимулирование учащихся к более глубокому и всестороннему изучению предмета.*

Разнообразие тематики и форм организации школьного вечера дает учителю большие возможности для удовлетворения самых различных интересов школьников. Удачно проведенный вечер оставляет сильное впечатление, привлекает внимание к определенным проблемам и может послужить для некоторых учащихся началом серьезных увлечений физикой и техникой.

Большое значение имеют подбор темы и название вечера. Тема вечера должна быть связана с учебной программой и доступна для понимания учащихся, быть интересной и увлекательной для детей данного возраста. Дело учителя тактично подсказать тему и увлечь ею учеников.

Темой вечера (или конференции) могут послужить:

- памятные даты и знаменательные события в науке и технике («День радио», «Вечер, посвященный Дню космонавтики» и т. п.);
- крупные достижения науки и техники («Лазеры – чудо XX века», «Низкие температуры в науке и технике» и т. п.);
- жизнь и деятельность великих отечественных и зарубежных ученых («М. В. Ломоносов – наш первый университет», «Жизнь и деятельность И. Ньютона» и т. д.);
- отдельные темы или разделы школьной программы («Трение», «Закон сохранения и превращения энергии», «В мире электрических зарядов и полей», «Электрические и магнитные поля на службе человека» и т. п.);
- вопросы, раскрывающие роль физики в жизни человека и развитии техники («Физика вокруг нас», «Физика и медицина», «Физика и музыка», «Роль физики в развитии транспорта», «Атмосферное давление и жизнь на Земле» и т. п.).

Вечер (конференция), как всякое массовое мероприятие, требует очень четкой организации. Цель вечера – раскрыть в строгой последовательности и интересной форме целую тему. Поэтому порядок выступления должен быть хорошо продуман, а сами выступления должны быть краткими и четкими. Если этого не сделать, то вечер может затянуться и вместо пробуждения интереса вызовет обратную реакцию. Наступит утомление, и все труды по его подготовке пропадут зря. Вечер покажется детям скучным.

Длительность вечера не должна превышать 1,5–2 часов. Если вечер будет непродолжительным, но очень интересным, то он усилит интерес учащихся к физике и следующего вечера они будут ждать с нетерпением, будет больше желающих принять участие в его подготовке и проведении.

Конференция (вечер) является итогом большой творческой работы коллектива, поэтому важно развивать у учащихся чувство ответственности за порученное дело, формировать умение вовремя прийти на помощь товарищу.

Методика подготовки и форма проведения вечера (конференции) могут быть различными в зависимости от темы и поставленной цели. Вечера и конференции чаще всего организуют в традиционной форме чередующихся сообщений учащихся с широким использованием демонстрационных опытов и технических средств<sup>1</sup>.

Название «конференция», а не «вечер» оправдывается прежде всего выбором более серьезной темы, а также временем и формой ее проведения. Конференция старшеклассников часто является итогом их работы по изучению большого раздела или темы курса физики в течение нескольких месяцев или даже итогом работы всего учебного года. В старших классах полезно проводить конференции, содержание которых позволило бы объединить материал нескольких разделов школьного курса физики (и не только физики), показывало бы взаимосвязь наук. Такие конференции служат эффективной формой углубления и повторения знаний, а также несут новую информацию. Кроме того, они имеют большое мировоззренческое, воспитательное значение, показывая, как открываются новые перспективы в познании природы, какими методами познания пользуются ученые, демонстрируя яркие примеры единства естествознания.

Примером такой конференции может служить конференция на тему «Голубое небо» («Почему небо имеет голубой цвет»). При ответе на вопрос о причинах голубизны неба пересекаются многие научные направления: оптика и термодинамика, учение о теплотемкости и теории рассеяния света, классическая и квантовая теория света, наука о строении молекул, физика и химия. Ниже приведен примерный план такой конференции:

<sup>1</sup> См.: Юфанова Л. И. Занимательные вечера по физике в средней школе. – М., 1990.

1. Краски небосвода (строки А. Фета, Ф. Тютчева и др.).
2. Солнечные лучи и воздух (первое объяснение Эйлера синевы – из книги «Письма, написанные одной немецкой принцессе о предметах физики и философии»).
3. Рассеяние света (Рэлей, трудности его теории).
4. Однородность и неоднородность газов и жидкостей (Смолуховский, Эйнштейн).
5. Вечный двигатель, закон сохранения энергии (Майер, Джоуль, Гельмгольц).
6. Второе начало термодинамики.
7. Флуктуации. Теплосмкость (Дебай).
8. Связь рассеяния света и теплоемкости (Мандельштам).
9. Модуляция радиоволн. Работы Мандельштама и Ландсберга по комбинационному рассеянию света.
10. Работа Рамана (Нобелевская премия).
11. Световые волны и кванты.
12. «Голос» молекул.

Одна из наиболее любимых школьниками форм проведения вечеров – конкурсы, вечера-турниры. Такой вечер, проводимый обычно в форме соревнований двух-трех команд, популярен среди школьников тем, что он является одновременно соревнованием, игрой и веселым представлением. Команды формируются в составе 10–12 человек, каждая из которых готовится заранее. В ходе вечера-соревнования участники команд соревнуются в ответах на вопросы, в постановке опытов, разыгрывают инсценировки и т.п. При этом важно, чтобы каждый из предлагаемых по сценарию конкурсов нес определенную познавательную нагрузку, а при оценке ответов на первое место ставилась физическая сущность ответа.

Успех команды зависит от слаженности в работе не только членов команды, но и ее болельщиков, составляющих вместе с командой единый коллектив, что позволяет вовлекать в работу большое число учащихся.

Такая форма работы с успехом практикуется как в младших, так и в старших классах.

В VII–VIII классах популярны вечера занимательной физики<sup>1</sup>. На таком вечере показывают занимательные опыты из различных разделов курса, проводят физические викторины, делают короткие сообщения, разыгрывают небольшие инсценировки. Программа такого вечера должна быть хорошо продумана, чтобы предложенные опыты, вопросы, задачи не носили беспорядочный, случайный характер, а были связаны единым сценарием. Основной принцип отбора материала – его содержательность. Иначе вечер рискует превратиться в нагромождение эффектных зрелищ и утратит свое познавательное значение.

<sup>1</sup> См.: Горев Л.А. Занимательные опыты по физике. – М., 1985; Битлов И.Ф. Физические викторины в средней школе. – М., 1976; Перельман Я.И. Занимательные задачи и опыты. – М., 1972.

Успех вечера в немалой степени зависит от оформления помещения, в котором он проходит. Ведь каждый вечер, каким бы содержательным он ни был, все-таки своеобразный праздник, и нужно стремиться сделать его ярким и интересным, не похожим на обыкновенный урок. Яркие афиши, плакаты с высказываниями ученых, газеты, стенды, оформленная сцена, демонстрационные приборы и ТСО – все это неперенные атрибуты оформления помещения, где проходит вечер. Необходимо подвести итоги вечера, наградить победителей, выпустить газету или стенд с освещением итогов вечера.

## 12.4. Олимпиады по физике

Важной формой развития интереса учащихся к физике и их творческих способностей являются физические олимпиады. Такое название исторически получили конкурсы по решению задач.

Олимпиады – общепризнанная и наиболее массовая форма внеклассной работы. Их организуют в настоящее время во всех регионах страны по многим предметам.

Олимпиады пользуются популярностью у школьников, так как дают им возможность испытать свои силы и поучаствовать в соревнованиях.

Важно, что цели олимпиад не только выявление наиболее одаренных учащихся, но и создание условий для пробуждения интереса к изучению физики у большого числа учеников. Работает принцип «в олимпиаде есть победители, но нет побежденных», поскольку для формирования личности учащихся важна не только победа в олимпиаде, но и участие в ней.

При организации и проведении олимпиад преследуются следующие дидактические и воспитательные цели:

- развитие устойчивого интереса к предмету;
- систематизация и повторение ранее изученного материала;
- развитие у школьников рационального физического мышления;
- воспитание таких качеств, как настойчивость, целеустремленность, умение преодолевать трудности;
- оказание помощи учащимся старших классов в выборе профессии.

По результатам олимпиад появляется возможность рекомендовать наиболее способную молодежь в вузы страны.

Олимпиады по физике имеют уже свою историю<sup>1</sup>. Олимпиадное движение зародилось и первое время развивалось в комплексе ра-

<sup>1</sup> См.: Всероссийские олимпиады школьников по физике / Под ред. О.Ю.Овчинникова. – М., 1988; Слободяцкий И.Ш., Орлов В.А. Всесоюзные олимпиады по физике. – М., 1982.



боты с абитуриентами, исходя из потребностей конкретных вузов нескольких крупных городов.

Подготовительная работа большого числа энтузиастов олимпиад (особенно студентов и преподавателей МФТИ, МГУ, ЛГУ, НГУ, МПГУ и творческих учителей) создала благоприятные условия для проведения олимпиад по физике и математике уже в масштабах всей страны.

Начиная с 1964 г. проводились единые Всероссийские олимпиады, на заключительный тур которых приглашались команды всех союзных республик, а с 1967 г. – Всесоюзные физико-математические олимпиады.

С 1992 г., соблюдая традиции Всесоюзных олимпиад, проводятся Всероссийские олимпиады школьников. В настоящее время это хорошо организованное мероприятие, одна из форм совместной работы школ, органов народного образования, научных учреждений и высших учебных заведений.

Единая система организации Всероссийской олимпиады тесно связана с другими массовыми видами внеурочной, внешкольной работы по физике, например: с заочными физико-математическими олимпиадами; заочными конкурсами по решению задач, проводимыми журналом «Квант»; олимпиадами, проводимыми ЦТ; соросовскими олимпиадами и т. д.<sup>1</sup>

Олимпиады по физике проводятся в настоящее время в пять этапов.

I этап – школьные олимпиады. Проводятся они силами учителей в первом полугодии учебного года, и участвовать в них могут все желающие учащиеся.

II этап – районные (городские для небольших городов) олимпиады. Этот этап проводится в декабре–январе по заданиям, составленным краевыми, областными оргкомитетами, а для Москвы и Санкт-Петербурга – городскими оргкомитетами.

III этап – краевые, областные (для Москвы и Санкт-Петербурга – городские) олимпиады. Организуют и проводят этот этап областные комитеты в январе–феврале. На основании Положения о проведении Всероссийских олимпиад часть заданий составляется членами оргкомитета областной олимпиады, а другая часть берется из сборника заданий, присланных жюри Всероссийской олимпиады.

IV этап – зональный. Он проводится в марте (в дни школьных каникул) одновременно в четырех зонах: северо-западной, центральной, юго-западной и сибирской. Для этого этапа задачи утверждают Центральным оргкомитетом Всероссийской олимпиады.

V этап – заключительный. Он проводится в апреле в одном из городов России, и в нем участвуют победители зональных олим-

<sup>1</sup> Победители этих конкурсов получают право участвовать в областных, зональных турах и заключительном туре олимпиад наравне с победителями районных и городских олимпиад.

пиад – по 7–8 человек от каждого класса. Команды Москвы и Санкт-Петербурга участвуют в заключительном туре самостоятельно.

Победители олимпиады награждаются дипломами I, II и III степеней, похвальными грамотами, ценными подарками и специальными призами (библиотечки по физике и математике, измерительные приборы и др.).

Специальные призы даются школьникам за лучшее решение задачи, а также самому молодому участнику и т. п.

Все участники получают памятные значки.

Ученики IX–X классов, награжденные дипломами I и II степеней, получают приглашение участвовать в заключительном туре олимпиады следующего года. Ученики выпускного класса, награжденные дипломами I и II степеней, получают рекомендации в вузы физико-математического профиля. Из победителей Всероссийской олимпиады отбираются кандидаты в команду России на международную олимпиаду по физике. Члены этой команды принимаются в соответствующие учебные заведения без экзаменов.

Олимпиады на III, IV и V этапах обязательно проводятся в два тура. В первом туре выполняются письменные работы – теоретические задачи, во втором – экспериментальные практические задания. Важно, что все участники теоретического тура допускаются до экспериментального. Это способствует развитию экспериментальных умений учащихся и позволяет более объективно провести отбор призеров олимпиады.

Теоретические задания можно условно разделить на две категории. Первая – это задания, которые «уводят» учащихся в мир идеализированных моделей. Это своего рода головоломки. Для их решения, кроме хорошего знания законов физики, нужно уметь провести смекалку, умение выбрать нетривиальный способ решения.

Вторая категория – задания, приближенные к практике, рожденные под влиянием физических опытов или при наблюдении явлений природы. В таких задачах рассматриваются не идеализованные схемы, а реальные физические объекты.

Экспериментальные задания также можно условно разделить на несколько типов:

– измерение какого-либо параметра физического тела или систем тел (плотности, массы, электрического сопротивления, индуктивности и т. д.);

– выявление и исследование какой-либо зависимости (КПД лампы накаливания от угла наклона, сопротивления лампы от тока, частоты колебаний струны от ее натяжения и т. д.);

– определение кинематической, электрической или оптической величины, скрытой в «черном ящике», и нахождение параметров этой величины;

– конструирование действующей модели технического устройства.

Экспериментальное задание обычно предполагает несколько способов его выполнения. Ученик должен провести анализ каждого из них, оценить точность полученных результатов и выбрать оптимальный способ.

Экспериментальные задачи Международной олимпиады, как правило, представляют собой обширное исследование, выполняемое на современном оборудовании с использованием современных экспериментальных методик.

При проведении олимпиад в последние годы стали использовать еще и тесты. Они позволяют проверить уровень знаний участников по большому количеству разделов, способствуют более объективному определению победителей. Каждый тест состоит из 10 заданий. Время, выделенное на его решение, 45 минут. Результаты, полученные при проверке тестов, во многом совпадают с результатами, показанными участниками при решении олимпиадных задач.

Важной методической проблемой, еще недостаточно изученной, является сопоставление и отбор задач, предлагаемых участникам олимпиад с учетом их объективного уровня трудности<sup>1</sup>.

Олимпиадные задачи должны быть доступными, не выходить за рамки школьной программы, не требовать для своего решения громоздких и сложных вычислений и вызывать у школьников живой интерес.

Можно принять следующее определение: *олимпиадные задачи – это задачи повышенной сложности, нестандартные по условию и методам их решения.*

Решение таких задач требует от учащихся ясного понимания основных законов физики, творческого умения применять эти законы, развитого ассоциативного мышления, внимания, воли в преодолении трудностей и твердых навыков в решении обычных школьных задач.

К задачам *повышенной сложности* в основном относят:

- задачи, допускающие различные подходы к их решению;
- задачи, решение которых требует привлечения материала из нескольких разделов курса физики или других учебных предметов (например, астрономии, химии и т. д.);
- задачи с элементами альтернативы;
- задачи, решение которых требует вероятностных рассуждений и введения определенных предположений;
- задачи с представленными в их условии завуалированными данными;

<sup>1</sup> Частично эту задачу решают сборники олимпиадных задач (Лукашик В.И. Физическая олимпиада. – М., 1987; Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Международные физические олимпиады школьников. – М., 1985), а главным образом диссертационные исследования, например: Овчинников О.Ю. Олимпиады по физике как средство развития интереса к предмету и творчества учащихся. – М., 1985.

– задачи, в которых обнаруживается противоречие между результатами вычислений и «здравым смыслом» (физические парадоксы и софизмы).

Особую ценность представляют задачи, в определенной степени посильные каждому ученику и в то же время содержащие элементы, которые могут быть замечены лишь самым наблюдательным учеником.

Заключительный этап Всероссийской олимпиады проводят во второй половине апреля, т.е. до завершения прохождения всей программы.

Несмотря на это, предложенная Министерством образования России программа заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике включает некоторые вопросы, изучаемые в IV четверти или в курсе астрономии. В IX классе могут быть предложены задачи по всему материалу курса физики основной школы; в X классе к этому добавляют темы, изученные в X классе; в XI классе могут быть предложены задачи по всему материалу курса физики средней школы (исключая темы «Физика атомного ядра» и «Элементарные частицы»).

Программа включает также некоторые вопросы, выходящие за рамки общеобразовательной программы средней школы, но изучаемые в школах и классах с углубленным изучением физики. Поэтому участники заключительного этапа олимпиады должны уделять серьезное внимание самостоятельной подготовке.

Наиболее ответственным моментом при проведении олимпиады является проверка и оценка работ участников теоретического и экспериментального туров, выработка единых критериев оценки решения задач. Как показывает практика, результаты работ участников олимпиады близки между собой. Определить победителя можно только после тщательного анализа лучших работ.

В положении о Всероссийских физико-математических олимпиадах предложены следующие критерии оценки знаний:

- правильно и исчерпывающе выполненное задание оценивается в 10 баллов;
- при наличии недочетов в правильно выполненном задании выносятся 2 балла, но в отдельных случаях, при оригинальном решении и незначительности допущенных недостатков, возможно вынесение только одного балла;
- задание, выполненное не до конца, при правильном ходе решения и допущенной ошибке оценивается в 4 балла;
- задание, выполненное не до конца, с грубой ошибкой, оценивается в 2 балла;
- совсем не выполненное задание оценивается в 0 баллов;
- задание считается решенным, если оно оценено не менее чем в 6 баллов.

Приведенные выше критерии не являются достаточно точными, но даже такая простая шкала оценок позволяет сравнивать результаты участников олимпиады из разных зон.

При оценке выполнения экспериментальных заданий учитываются: теоретическая обоснованность работы, выбор метода ее выполнения, процесс проведения измерений и анализ результатов выполнения работы.

Учитывается также качество оформления отчета о проделанной работе и соблюдение правил безопасного труда.

При подведении итогов каждой задаче присваивается коэффициент сложности. Обычно значение коэффициента выбирается после проверки решения всех задач. Задача, с которой справилось минимальное число участников, получает максимальный коэффициент.

В последние годы стали проводить разбор олимпиадных задач и их обсуждение; сравнивать различные способы решения той или иной задачи.

Участнику олимпиады предоставляется возможность оспорить правильность оценки работы, обсудить свое решение с членами жюри.

Ниже приведены в качестве примера образцы олимпиадных задач.

#### *Теоретические задачи*

1. Тело начинает скользить вниз по шероховатой наклонной плоскости и ударяется о стенку, поставленную перпендикулярно направлению движения. После удара тело поднялось до половины первоначальной высоты.

Считая, что при ударе потери скорости не произошло, определите, что заняло больше времени – подъем или спуск? Во сколько раз? (Областной тур. IX класс.)

2. Два шарика одинакового размера с массами  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) связаны между собой нитью, длина которой значительно превышает радиусы шариков. Шарик сбросили с достаточно большой высоты. Определите натяжение нити при падении шариков в воздухе через достаточно большое время после бросания. (Областной тур. IX класс.)

3. На поверхности масла (налитого в цилиндрический сосуд) плавает кусочек водяного льда. Температура всей системы  $0^\circ\text{C}$ . Как изменится уровень масла и давление на дно, когда лед растает, а образовавшаяся вода опустится на дно сосуда? (Районная олимпиада. IX класс.)

4. Плоская льдина с площадью поперечного сечения  $S = 1 \text{ м}^2$  и толщиной  $H = 0,4 \text{ м}$  плавает в большом озере. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы полностью погрузить льдину в воду? (Областная олимпиада. X класс.)

5. В термос, содержащий  $m_1 = 500 \text{ г}$  воды при температуре  $t_1 = +10^\circ\text{C}$ , поместили  $m_2 = 100 \text{ г}$  льда при температуре  $t_2 = -20^\circ\text{C}$ . Определите температуру смеси и ее агрегатное состояние по установлению теплового равновесия. (Областной тур. IX класс.)

6. Как измерить сопротивление резистора, имея источник постоянного тока с неизвестными характеристиками, вольтметр и амперметр с неизвестным внутренним сопротивлением? (Областной тур. IX класс.)

7. Тетраэдр из прозрачного материала лежит на газете. При каких значениях показателя преломления материала текст будет виден через боковую грань (при условии, что в глаз попадают лишь лучи, не испытавшие ни одного отражения)? (Областной тур. XI класс.)

#### *Экспериментальные задания*

1. Определите коэффициент трения песка о песок.

Оборудование: ящик с сухим песком, тонкий металлический стержень, линейка, воронка.

2. Определите плотность воздуха при атмосферном давлении.

Оборудование: шар для взвешивания воздуха, весы и разновес, насос, сосуд с водой, измерительный цилиндр.

## Раздел VI

### ПРОВЕРКА ДОСТИЖЕНИЯ УЧАЩИМИСЯ ЦЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

#### Глава 13. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕРКИ ДОСТИЖЕНИЯ УЧАЩИМИСЯ ЦЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

##### 13.1. Значение и функции проверки и оценки достижений учащихся

В процессе обучения осуществляется целенаправленное управление познавательной деятельностью учащихся со стороны учителя. Одним из важных звеньев этого процесса является проверка достижений учащихся, которая позволяет установить уровень сформированных у учащихся знаний и умений на том или ином этапе процесса обучения, их соответствие требованиям на каждом этапе, а в итоге требованиям Государственного образовательного стандарта. Получив объективную картину качества усвоения учащимися учебного материала, учитель может целесообразно строить дальнейшее обучение и своевременно его корректировать. В этом одна из важнейших функций проверки знаний учащихся, называемая *контролирующей*.

Помимо контролирующей функции проверка знаний и умений выполняет *обучающую* функцию. В частности, при проверке знания учащихся уточняются, систематизируются. Отвечая на поставленные учителем вопросы, учащиеся учатся выделять главное, основное в учебном материале; применяя знания, они приобретают определенные умения.

Проверка знаний и умений позволяет *развивать познавательные способности учащихся*: восприятие, внимание, память, мышление, речь. Нельзя не согласиться с утверждением, что «проверка – специфическое незаменимое звено обучения, этап познавательного процесса, когда мыслительная и речевая активность учащихся очень высоки и школьники обучаются, исходя из достигнутого ими понимания вопроса, в частности на своих ошибках»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Дайри Н.Г. Проблемы текущей проверки знаний учащихся по истории: Экспериментальные исследования в старших классах средней школы. – М., 1958. – С. 278.

Проверка знаний и умений выполняет и определенные *воспитывающие* функции. Она дисциплинирует учащихся, приучает их к систематической регулярной работе, развивает чувство ответственности за свой труд. Проверка знаний способствует формированию таких черт личности, как настойчивость в преодолении трудностей, воля, упорство.

При классно-урочной системе организации учебного процесса проверка знаний содействует развитию у учащихся чувства товарищества, выработке у них умений слушать ответы других учащихся, принимать участие в дискуссии, критически осмысливать свои высказывания и высказывания других учащихся и выражать свое отношение к ним.

Для того чтобы проверка знаний и умений выполняла свои функции, чтобы по ее результатам можно было судить, насколько достижения учащихся соответствуют требованиям, она должна быть *регулярной, объективной и всесторонней*.

##### 13.2. Методы, формы и средства проверки знаний и умений учащихся по физике

В зависимости от цели урока или цели проверки могут использоваться различные методы, формы и средства его проведения. Традиционные методы проверки знаний и умений представлены на схеме 23.

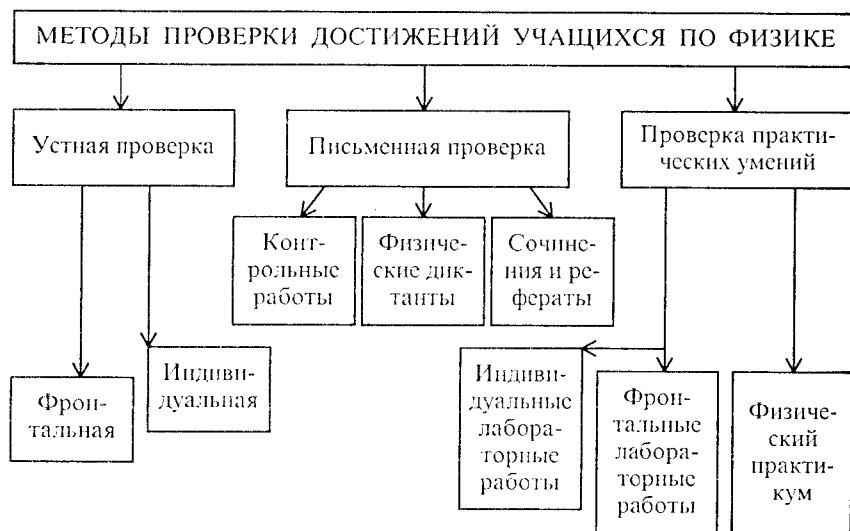
Кроме традиционных методов проверки знаний и умений в настоящее время все большее распространение получает проверка с помощью *заданий тестового типа, или тестовая проверка*.

*Под тестом понимается форма контроля знаний учащихся, обеспечивающая объективную и унифицированную проверку знаний, основанную на предъявлении большого числа заданий, требующих либо дачи краткого ответа, либо выбора ответа из числа данных.*

Тесты позволяют количественно измерять уровень знаний учащихся, что важно, поскольку в этом случае обеспечивается необходимая точность и объективность проверки.

Используемые в практике работы школы задания не совсем соответствуют требованиям, предъявляемым к тестам, и это несоответствие проявляется прежде всего в том, что они не отнесены к определенной норме, что затрудняет строгий количественный учет. В дальнейшем нами *под тестами будут пониматься задания тестового типа или задания для оперативного контроля*.

По структуре различают тесты со свободным ответом (вопросы открытого типа) и с выбором ответа (вопросы закрытого типа). Задания первого типа требуют от учащихся самостоятельного формулирования краткого ответа на вопрос, или заполнения пропуска в предложении, или завершения предложения. Например: «Какими способами можно изменить внутреннюю энергию



тела?» или «Обогревание жилых помещений основано на явлении...».

Тест второго типа представляет собой вопрос с набором ответов к нему, из которого учащиеся выбирают правильный (иногда их может быть несколько) и полный ответ. В свою очередь эти тесты делятся на альтернативные, множественного и перекрестного выбора. Альтернативные тесты предполагают выбор ответа из двух возможных (да-нет, либо-либо). Например: «Тела при нагревании... А – расширяются, Б – сжимаются».

Тесты множественного выбора содержат ряд ответов, среди которых один абсолютно правильный, другие – неполные, неточные или содержат типичные ошибки учащихся. Целесообразно ставить такие вопросы, чтобы для выбора можно было дать ответы, которые являются правильными для других ситуаций и тоже должны быть усвоены учащимися. Например: «Как записывается закон Кулона для вакуума в СИ?»

$$A. F = \frac{q_1 q_2}{r^2}; B. F = \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}; B. F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon r^2}; G. F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon_0 r^2} \gg$$

Этот тест не содержит абсурдных, нелепых ответов, каждая формула представляет собой закон Кулона, записанный для разных условий: для вакуума в системе СГСЕ, для среды в системе СГСЕ, для вакуума в СИ, для среды в СИ.

Ошибочных ответов не содержит и тест перекрестного выбора. Он представляет собой группу однородных заданий и группу ответов, среди которых нужно найти ответ, соответствующий каж-

дому заданию. Например: «Какие соотношения характеризуют участок цепи: при последовательном соединении резисторов; при параллельном соединении резисторов?»

$$A. I = I_1 + I_2; B. I = I_1 = I_2; B. U = U_1 = U_2; G. U = U_1 + U_2;$$

$$D. R = R_1 + R_2; E. R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \gg$$

При выполнении таких заданий выборочный метод дает возможность быстрее усваивать изучаемые явления, понятия и законы, лучше понимать их общие и отличительные черты, легче классифицировать конкретные явления по тем или иным основаниям.

Указанная классификация тестовых заданий содержит в своей основе формальный признак. Задания могут также различаться по характеру деятельности учащихся при их выполнении. Исходя из этого, можно выделить задания на узнавание явления, объекта, закона среди данных, на отнесение данного явления к соответствующей категории, на нахождение примера, подтверждающего данное правило, и т.п.

Интересные задания тестового типа предложены известным методистом Д.И.Пеннером; они сгруппированы в программы разного типа: программы отбора, группировки, программы на соотношение, на перенос, эвристические программы<sup>1</sup>.

В настоящее время разработаны специальные контролирующие программы, позволяющие с помощью компьютера с использованием заданий тестового типа достаточно оперативно осуществлять проверку знаний учащихся и сразу же информировать учащихся и учителя о результатах учебной деятельности.

## Глава 14. МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ДОСТИЖЕНИЯ УЧАЩИМИСЯ ЦЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

### 14.1. Деятельность учителя при подготовке к проверке достижений учащихся

Проверка знаний и умений учащихся наиболее полно выполняет свои функции в том случае, если она проводится в определенной системе, в связи со всем учебным процессом, поскольку только при применении различных методов проверки, их разумное сочетание позволяет всесторонне проверить знания и умения учащихся и дать им объективную оценку. Поэтому проверка знаний и умений

<sup>1</sup> См.: Пеннер Д.И., Худайбердиев А. Физика: Программированные задания для VI–VIII классов. – М., 1973.

учащихся должна планироваться и представлять собой определенную систему.

Составляя календарно-тематические планы, учитель предусматривает в них место и метод проверки, определяет, какие знания и умения должны быть проверены. Для этого проводится структурный и содержательный анализ темы и выделяются те элементы знаний (явления, понятия, величины, зависимости, законы, приборы и т.д.), которые на том или ином этапе обучения должны быть усвоены учащимися, и те умения (конкретные предметные и общеучебные), которые у них должны быть сформированы. Затем определяется требуемый уровень усвоения того или иного элемента знаний и сформированности того или иного умения. Так, в некоторых случаях учащиеся должны уметь воспроизводить элементы знаний, в других – применять их к объяснению известных явлений, в третьих – переносить изученное на область новых неизвестных пока явлений. То же относится и к умениям: в одних случаях учащиеся должны уметь выполнять деятельность по образцу под руководством учителя, в других случаях – выполнять деятельность по образцу самостоятельно, в третьих – переносить умения в знакомую ситуацию, в четвертых – переносить умения в незнакомую ситуацию. Например, учащиеся VIII класса изучают понятие напряжения. На первом этапе они должны знать определение этого понятия, его буквенное обозначение, его единицы. Для проверки усвоения понятия на этом уровне достаточно ставить перед учащимися вопросы, ответы на которые требуют воспроизведения знаний. Например: «Какая физическая величина называется напряжением?»; «Что такое I V?» Однако понятие напряжения можно считать усвоенным, если учащиеся понимают его физический смысл и умеют применять понятие к решению задач. Это уже следующий этап усвоения понятия, и здесь недостаточно заданий только на воспроизведение знаний, необходимо использовать задания, проверяющие умения учащихся пользоваться понятием. Например: «Что означает выражение: напряжение на участке цепи 40 В?»; «В каком случае при перемещении по участку цепи заряда 10 Кл совершается большая работа: при напряжении на этом участке 127 В или 220 В?»

Далее учитель решает, где, на каком уроке и с помощью какого метода следует проверять знания и умения учащихся.

Проверка и оценка знаний и умений учащихся могут проводиться на различных этапах учебного процесса. В дидактике различают *предварительную, текущую, периодическую и итоговую проверки.*

*Предварительная проверка* проводится с целью выявления исходного уровня знаний учащихся перед объяснением нового материала. *Текущая проверка* осуществляется на всех этапах усвоения учебного материала. *Периодическая проверка* проводится после изучения темы, раздела курса физики или в конце учебной

четверти. *Итоговая проверка* имеет место в конце изучения курса (в конце учебного года). В дальнейшем мы будем выделять текущую и итоговую проверки, понимая под текущей проверкой систематический учет знаний учащихся, а под итоговой – учет знаний учащихся после изучения темы, раздела, в конце четверти или учебного года.

Для текущей проверки знаний и умений целесообразно использовать устный опрос (индивидуальный у доски или фронтальный), физические диктанты, кратковременные контрольные работы, тесты, индивидуальные или фронтальные лабораторные работы и опыты.

При итоговой проверке наиболее эффективны индивидуальный устный опрос, часовые контрольные работы, сочинения и рефераты, фронтальные и индивидуальные лабораторные работы, физический практикум. К организационным формам итоговой проверки знаний и умений относятся также зачет (обычно тематический) и экзамен.

Для устной проверки выделяются наиболее важные и существенные вопросы; их число определяется временем, которым располагает учитель на уроке. Поставив перед учащимися вопрос, учитель отмечает, какие положения необходимо раскрыть при ответе. Например, рассказывая о законе Гей-Люссака, ученик должен: а) дать определение изобарного процесса, б) сформулировать условия, при которых он протекает, в) сформулировать закон Гей-Люссака, г) записать формулу закона и пояснить ее, д) начертить график зависимости объема данной массы газа от температуры при постоянном давлении, е) пояснить зависимость с точки зрения молекулярно-кинетических представлений, ж) определить границы применимости закона.

Составление такого плана позволяет обучать учащихся умению строить ответ; четко, правильно и лаконично выражать свои мысли. Это очень важная задача, так как если учащийся не умеет кратко отвечать, то на уроке учителю приходится тратить время на постановку дополнительных вопросов, на выделение главных положений в ответе. Кроме того, отсутствие у учащихся умения строить ответ не позволяет им активно участвовать в беседе, в обсуждении и решении определенных задач. Чтобы обучать учащихся умению отвечать, полезно, объясняя новый материал, выделять главное, основное в нем. Можно предлагать учащимся при подготовке домашнего задания составлять план ответа. Выполняя такое задание, они не только учатся выделять главные мысли, но и определять последовательность их изложения. Такие планы помогут учащимся в дальнейшем при повторении соответствующего учебного материала.

Устные ответы у доски должны сопровождаться рисунками, чертежами, графиками, демонстрацией опытов. Ученику, отвечающему у доски, необходимо предоставить время для обдумыва-



ния ответа. В это время можно провести с классом фронтальный опрос, проверить выполнение домашнего задания или решить задачу вместе с учеником, вызванным для этой цели к доске.

Следует отметить, что при устной проверке, особенно индивидуальной, существует опасность снижения активности класса, так как во время опроса большая часть учащихся выступает в роли пассивных слушателей. Поэтому при проведении устной проверки учитель должен активизировать познавательную деятельность учащихся. С этой целью полезно предлагать им рецензировать ответы своих товарищей, исправлять и дополнять их. За правильные и существенные дополнения следует выставлять оценки.

При фронтальном опросе учащиеся обычно отвечают с места, вопросы в этом случае должны требовать краткого ответа. В качестве примера рассмотрим построение фронтального опроса на уроке, посвященном уравнению Менделеева–Клапейрона. Цель проверки – обобщить и актуализировать имеющиеся у учащихся знания, необходимые для изучения нового материала. В связи с этим могут быть поставлены следующие вопросы:

1. Какой газ называется идеальным? 2. Какие параметры характеризуют состояние газа? 3. Как читается и записывается уравнение состояния идеального газа? 4. Как называется константа « $k$ » в уравнении состояния идеального газа? 5. Каковы ее значение и физический смысл? 6. Что называется концентрацией газа? 7. Чему равна постоянная Авогадро и как она связана с числом молекул? 8. Что называется количеством вещества, какова его единица?

Набор вопросов представляет собой некую систему, так как вопросы взаимосвязаны и расположены в той последовательности, в какой ответы на них будут использованы при объяснении нового материала. Этот опрос позволяет логично перейти к объяснению темы урока, поставить перед учащимися познавательную задачу и установить связь между изученным и новым материалом.

Успех и эффективность проверки знаний во многом определяются качеством задаваемых вопросов. Все вопросы должны быть строго целенаправленными и требовать однозначного ответа. Наряду с вопросами, предполагающими простое воспроизведение знаний, перед учащимися необходимо ставить вопросы, развивающие их мышление. В этом отношении весьма эффективными являются вопросы, требующие объяснения сущности и причины того или иного явления, сравнения явлений с целью определения существенных признаков, а также сходства или различия.

Для проверки знания учащимися определений, смысла физических величин, их единиц, умения читать графики и т. д. используются физические диктанты. Проводятся они следующим образом: учитель читает начало предложения, а учащиеся записывают его и заканчивают. Чтобы индивидуализировать работу учащихся и уменьшить вероятность списывания, целесообразно проводить многовариантные физические диктанты. Например, чертят на

доске или проецируют на экран графики зависимости проекции скорости от времени (разные для каждого варианта) (рис. 9).

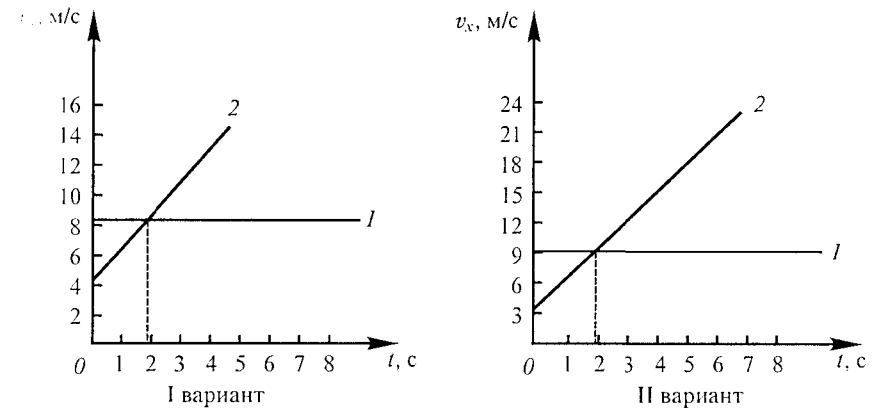


Рис. 9

К этим графикам даются одинаковые задания, и их читает учитель: 1. Данные графики выражают зависимость между ... . 2. График 1 является графиком зависимости проекции скорости от времени при ... движении. 3. Уравнение этого движения имеет вид: ... . 4. График 2 является графиком зависимости проекции скорости от времени при ... движении. 5. Уравнение этого движения имеет вид ... . 6. Точка пересечения графиков означает ... . 7. За первые 2 с движения перемещение первого тела равно ... .

Иногда используют магнитофон, на котором предварительно записаны вопросы. После каждого вопроса следует пауза, необходимая для того, чтобы учащиеся успели записать ответ.

Для проверки знаний учащихся и их интеллектуальных умений проводят контрольные работы. Они могут быть как кратковременными, рассчитанными на 10–15 мин, так и длительными, рассчитанными на урок. Кратковременные контрольные работы используются, как правило, для текущей проверки и служат цели определения уровня знаний только что изученного материала или умения учащихся решать типичные задачи на применение только что изученного закона. Обычно кратковременные контрольные работы проводятся без предупреждения.

При завершении изучения определенной темы курса физики проводится контрольная работа, рассчитанная на урок. Цель такой работы – проверить знание учащимися темы в целом и умения решать не только тренировочные, но и комбинированные задачи по теме; в нее наряду с вычислительными целесообразно включать графические и качественные задачи. В конце учебного года в каждом классе обычно проводится обобщающая контрольная работа, цель которой – проверить прочность знаний

учащихся по основным вопросам, изученным в данном классе, и качество сформированных умений.

Для обеспечения большей самостоятельности учащихся при выполнении контрольной работы составляют несколько вариантов заданий (4–6). Эти варианты должны быть равноценными и содержать типичные задачи, соответствующие требованиям стандарта, а также более сложные, комбинированные. Для индивидуализации процесса проверки знаний целесообразно подготовить дополнительные задания для хорошо успевающих учащихся.

Контрольные работы должны быть проверены к следующему уроку, иначе утрачивается обучающая функция проверки. Результаты выполнения работ необходимо тщательно анализировать, причем следует обращать внимание учащихся не только на допущенные ошибки, но и на хорошо выполненные и оформленные работы. Это поможет реализации обучающей и воспитывающей функций проверки.

Оперативно проверить знания можно с помощью заданий тестового типа. Ниже приведен пример одного из вариантов тестов.

1. Какие параметры состояния газа при изобарном процессе изменяются; не изменяются?

А. Давление. Б. Температура. В. Объем. Г. Масса.

2. Какие из формул выражают закон Бойля–Мариотта?

А.  $PV = \text{const}$ . Б.  $V = V_0(1 + \alpha t)$ . В.  $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$ . Г.  $\frac{V}{T} = \text{const}$ .

3. Какие из приведенных ниже соотношений правильны?

А.  $20 \text{ К} = 293^\circ\text{С}$ . Б.  $40^\circ\text{С} = 313 \text{ К}$ . В.  $-15^\circ\text{С} = 288 \text{ К}$ .

Г.  $30 \text{ К} = -243^\circ\text{С}$ . Д.  $60 \text{ К} = 213^\circ\text{С}$ .

4. Какие из графиков соответствуют изотермическому процессу (рис. 10)?

5. На рисунке 11 изображены графики 1, 2 изобарных процессов для одной и той же массы газа.

Изобара 1 соответствует:

А. Меньшему давлению. Б. Большему давлению. В. Меньшему объему. Г. Меньшей температуре.

Аналогично составляются и другие варианты. Тестовая проверка может проводиться как при машинном, так при безмашинном обучении.

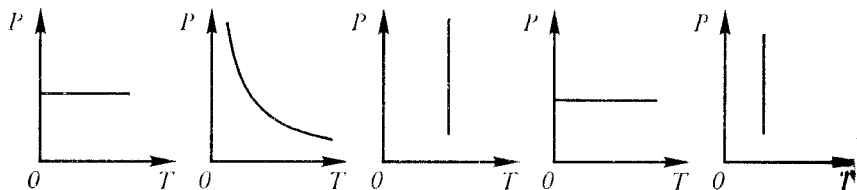


Рис. 10

При безмашинной проверке с использованием заданий с выбором ответа учащийся получает карточку, представляющую собой сетку (рис. 12). Выбрав, например, на второй вопрос ответ В, ученик помечает клеточку, находящуюся на пересечении второго горизонтального и четвертого вертикального рядов. При проверке учитель накладывает на карточки с ответами учащихся перфокарту, имеющую отверстия в местах, соответствующих правильным ответам.

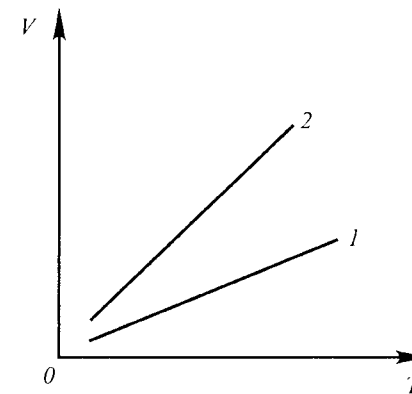


Рис. 11

Вместо специальной карточки

можно использовать лист бумаги, на котором учащиеся записывают краткие ответы напротив номеров вопросов. Учитель заготавли-

Номер вопроса	Выбранный ответ				
	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Рис. 12

такую же лист с номерами правильных ответов и имеет возможность довольно быстро осуществить проверку и в этом случае.

## 14.2. Особенности проверки знаний и умений учащихся по физике в основной и средней школе

При определении метода или формы проверки знаний и умений учитель должен учитывать, помимо рассмотренных в предыдущих параграфах факторов, и возрастные особенности учащихся.

Устная проверка приемлема на любом этапе обучения физике. Однако учащиеся средних классов затрудняются построить связный рассказ о физическом явлении, они слабо владеют терминологией, в начале изучения физики еще не умеют объяснять явления, поэто-

граммой для повторения материала, целесообразно отводить для этой цели в четвертой четверти время на каждом уроке. Учащимся следует завести специальную тетрадь для подготовки к экзаменам и записывать в ней планы ответов на вопросы билета и основные тезисы, а также решение задач.

### 14.3. Проверка сформированности мировоззрения

Мировоззрение человека – столь сложное личностное образование, что получение однозначных и тем более количественно выраженных данных о состоянии мировоззрения вряд ли вообще возможно. На уроках физики можно лишь попытаться получить некие суждения о сформированности фундамента мировоззрения в рамках естественнонаучного и некоторых элементов гносеологического аспекта мировоззрения, о наличии определенных взглядов и убеждений учащихся (касающихся понимания природы и процесса ее познания), а также о сформированности отдельных черт мышления учащихся.

Следует иметь в виду, что знания человека очень мало говорят о решении человеком принципиальных мировоззренческих проблем и о том, как человек будет действовать в реальной ситуации мировоззренческого выбора, т.е. о том, каково в действительности мировоззрение человека. Применительно к процессу обучения физике взгляды и убеждения можно рассматривать лишь как наличие эмоциональной окраски мировоззренческого знания, готовности и умения отстаивать свою точку зрения. Мировоззренческий аспект работы учителя физики по развитию мышления учащихся, как было показано в 2.4, во многом определяется формированием умения оперировать диалектическим противоречием.

С этих позиций рассмотрим упрощенный подход к проблеме проверки сформированности мировоззрения учащихся, а именно применение специальных заданий. Эти задания могут быть предложены в устной и письменной формах, они должны органично вписываться в урок физики, и по результатам их выполнения можно сделать некоторые выводы о знаниях, взглядах и убеждениях учащихся.

Такие задания должны образовывать систему, соответствующую системе работы по формированию мировоззрения, и удовлетворять следующим требованиям:

- 1) система заданий должна включать подсистемы, соответствующие трем компонентам формирования мировоззрения (см. 2.4);
- 2) система заданий может ограничиться рассмотрением вопросов в рамках естественнонаучного и отдельных элементов гносеологического аспектов мировоззрения;
- 3) в систему должны войти задания, охватывающие три группы философских обобщений о материальности, диалектичности и познаваемости мира;

Таблица 21

Компонент (уровни мировоззрения) сформированности	I	II	III
Знания	Воспроизведение	Применение без философской терминологии	Применение с формулировкой философского положения
Взгляды и убеждения	Уверенность в истинности знаний	Готовность отстаивать свои взгляды	Применение знаний при наличии препятствий
Диалектическое мышление	Работа с противоречием «и – и»	Работа с противоречиями «и – и», «ни – ни»	Работа с противоречиями «и – и», «ни – ни» одновременно

4) подсистемы в рамках различных компонентов формирования мировоззрения должны быть многоуровневыми.

Последнее требование означает, что целесообразно выделить уровни, на которых могут быть сформированы знания, взгляды и убеждения, диалектическое мышление. Условимся о выделении трех уровней для каждого компонента мировоззрения. Эти уровни представлены в таблице 21.

Рассмотрим примеры заданий разных типов.

1. Какие два фактора обеспечивают существование земной атмосферы? Что произойдет, если одна из причин «исчезнет»?

Это задание предназначено для изучения сформированности обобщенных знаний на уровне применения без использования философской терминологии и проверяет понимание таких обобщений, как причинно-следственные связи явлений и единство и борьба противоположностей.

2. Верно ли утверждение «Частицы газов и жидкостей движутся, а частицы твердого тела – нет»?

Этот вопрос можно отнести к заданиям, выявляющим взгляды и убеждения на уровне уверенности в истинности знаний о движении как неотъемлемом атрибуте материи и о разнообразии форм движения материальных объектов. Эти обобщения относятся к типу обобщений о материальности мира.

3. Почему мы уверены в том, что тела состоят из частиц, непрерывно и хаотически движущихся и взаимодействующих, ведь их никогда не видим невооруженным глазом?

Формулировка этого задания моделирует ситуацию спора, порождает «возражение». Поэтому можно считать, что данный вопрос проверяет сформированность взглядов и убеждений на уровне готовности отстаивать свою точку зрения, в данном слу-

чае по вопросу об опыте как источнике знаний и критерии их истинности.

4. Какой из законов Ньютона является самым главным?

Это задание сформулировано так, будто действительно можно назвать «главный» закон, и, следовательно, можно отнести задание к тем, которые требуют применения знаний о неразрывной связи, равноправии законов Ньютона, составляющих систему законов, при наличии преграды, препятствия, определенной «провокационности». Знания при этом относятся к группе обобщений о познаваемости мира.

5. Что такое электрический заряд – свойство или физический объект?

Этот вопрос позволяет вскрыть наименее диалектичное из возможных противоречий вида «и то, и другое» на примере рассмотрения разнообразия материальных объектов. В то же время можно отнести это задание и к заданиям о группе обобщений о познаваемости мира, поскольку для его выполнения необходимо понимание закономерностей процесса познания, а именно того, что в системе понятий отражаются объективные стороны материального мира и что в ряде случаев один и тот же термин обозначает разные понятия.

6. Что такое электромагнитная волна – физический объект или процесс?

Это задание одновременно требует применения знаний с формулировкой философского обобщения, в данном случае о единстве материи и движения, и работы с противоречием «и–и», т.е. выявляет как обобщенные знания так и диалектичность мышления.

7. Какая из формул для напряженности электрического поля

$$\text{верна: } E = \frac{kq}{r^2}, \quad F = \frac{U}{d}?$$

Выполнение задания предполагает умение «видеть» противоречия «и–и», «ни–ни», поскольку каждая из формул верна соответственно для поля точечного заряда и для однородного поля и в то же время неверна для других видов полей. По содержанию этот вопрос относится к группе обобщений о познаваемости мира, поскольку он отражает проблему конкретности истины.

8. Выберите верный вариант ответа на вопрос «Что такое свет?».

Варианты ответов: **А.** Электромагнитные волны; **Б.** Поток частиц – фотонов; **В.** И то, и другое; **Г.** Ни то, ни другое; **Д.** Ни один из ответов не подходит.

При выполнении этого задания учащиеся должны показать понимание единства и борьбы противоположностей и владение диалектическим противоречием на самом высоком уровне – «и то, и другое, ни то, ни другое одновременно».

Из анализа приведенных примеров хорошо видно, что сложно разделить задания на воспроизведение и применение знаний, поскольку это зависит от того, что и в каком плане обсуждалось учителем и учениками на уроке. Сложно также четко определить, к какой группе обобщений относится идея, положенная в основу того или иного задания, поскольку все группы обобщений переплетаются и проникают друг в друга. Сложно разграничить разные уровни сформированности убеждений и диалектического мышления.

Все приведенные выше характеристики заданий являются весьма условными.

Очень важен вопрос о том, как такие задания проверять и оценивать. В качестве одного из возможных вариантов может выступать метод поэлементного анализа ответа для сравнения с эталонным. Учитель, читая письменный ответ учащегося или слушая его устный ответ, мысленно представляет себе «идеальный» с его точки зрения ответ, который можно назвать эталонным. Этот эталонный ответ включает определенные элементы знаний. Элементы знаний в ответе ученика могут присутствовать в иной последовательности, нежели предполагает учитель, каждый элемент знаний может быть раскрыт с разной степенью полноты, глубины и правильности. Учитель может отметить для себя, как отражен в ответе ученика тот или иной элемент знаний, например, оценив наличие этого элемента знаний так – «плюс», «плюс-минус», «минус-плюс», «минус». По общему числу плюсов и минусов может быть выставлена общая отметка за ответ, например, по пятибалльной шкале.

Рассмотрим вариант поэлементного анализа эталонного ответа на вопрос «Существуют ли силы и массы действительно, или это мы придумали такие величины? Ответ поясните».

Элементы знаний:

1. Масса – характеристика свойства тел – инертности.

2. Сила – характеристика действия одного тела на другое при взаимодействии.

3. Физические величины количественно характеризуют объективно существующие свойства объектов и явлений.

4. Названия величин могли бы быть и другими.

5. Единицы величин можно выбирать разные.

Приведенный поэлементный анализ не является единственно возможным.

Воспитательное значение использования заданий мировоззренческого характера очень велико, поскольку, выполняя их, учащиеся получают возможность размышлять над противоречивыми и неоднозначными проблемами.

Любое задание мировоззренческого характера, предъявляемое учащемуся, может выполнять как контролирующую, так и обучающую функцию. Преобладание одной из них часто очень спорно. Поэтому проверка результатов работы по формированию ми-

ровоззрения учащихся при обучении физике лишь весьма условно может быть выделена в самостоятельный компонент деятельности учителя физики.

#### 14.4. Проверка практических умений по физике

В Государственном образовательном стандарте и в учебных программах по физике определены практические умения, которыми должны овладеть учащиеся на каждом году обучения. Поэтому проверка качества сформированных у учащихся практических умений является составной частью всей системы проверки. Осуществить ее можно в форме индивидуальных и фронтальных опытов и лабораторных работ, а также в форме работ физическо-го практикума.

При индивидуальной проверке вызванный к доске ученик выполняет экспериментальное задание, а все учащиеся класса внимательно следят за ответом и комментируют его. Задания могут быть самыми разнообразными: от определения цены деления шкалы приборов и их показаний до выбора приборов для проведения того или иного опыта, планирования его и выполнения. Характер задания зависит от того, какое умение и на каком уровне должно быть сформировано и проверено.

Фронтальную проверку практических умений можно осуществлять в процессе выполнения обычных лабораторных работ либо при выполнении контрольных лабораторных работ. Например, к моменту выполнения в VIII классе лабораторной работы «Определение удельной теплоемкости твердого вещества» учащиеся должны уметь пользоваться весами, мензуркой, термометром — эти умения могут контролироваться. При выполнении лабораторной работы «Измерение сопротивления проводника» (VIII класс) учащиеся должны уметь собирать электрическую цепь, включать в нее амперметр и вольтметр, соблюдая полярность, пользоваться этими измерительными приборами. Все эти умения могут здесь контролироваться.

Если учащиеся выполняют контрольную лабораторную работу, то они получают специальные карточки с заданиями, которые могут заключаться в выполнении одного опыта или целой лабораторной работы. Чтобы обеспечить самостоятельность учащихся при выполнении контрольной лабораторной работы, им предлагают разные варианты заданий либо одинаковые задания, но с различными приборами и материалами.

Наблюдая за работой учащихся, проверяя их письменные отчеты, учитель получает представление о том, насколько полно сформированы у них практические умения.

Чтобы провести целенаправленное наблюдение за работой учащихся и четко фиксировать их достижения, необходимо выде-

лить те умения, которые подлежат контролю в данной работе, и направить все внимание на фиксацию характера выполнения действий, связанных именно с этими умениями. Например, при выполнении практических заданий, связанных с измерением ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, могут быть проверены такие умения, как: обращение с источником тока, сборка электрической цепи, включение в цепь амперметра и снятие его показаний, включение в цепь вольтметра и снятие его показаний, вычерчивание схем электрических цепей, вычисление погрешности измерений. Помимо этого, если соответствующим образом было построено обучение, можно проверить умение учащихся планировать данную экспериментальную работу, умение отобрать приборы для ее выполнения и обосновать свой выбор.

Во время выполнения работы учитель наблюдает за учащимися и на листе с их фамилиями делает соответствующие пометки, например: «перепутал полярность при включении амперметра или вольтметра в цепь», «неправильно включил амперметр», «неправильно определил цену деления шкалы вольтметра» и т.п.

Большие возможности для проверки практических умений учащихся дает физический практикум. Практикум решает свои задачи от фронтальных лабораторных работ, задачи. Поэтому он позволяет проверять и иные умения. Например, при выполнении задания по определению индуктивности катушки можно контролировать умения учащихся пользоваться авометром, собирать цепь с источником переменного тока, включать амперметр и вольтметр в цепь переменного тока и снимать показания этих приборов. При изучении второго закона Ньютона с помощью прибора по кинематике и динамике можно проверить умения оценивать силу трения, измерять время с помощью секундомера или метронома, измерять расстояние с помощью линейки, хронометризовать начало отсчета времени и начало движения тела, оценить погрешность прямых измерений и полученного результата.

Оценка практических умений проводится в этом случае так же, как и при выполнении фронтальных лабораторных работ.

#### 14.5. Методика проведения зачета по физике

Зачет является одной из форм итогового контроля и оценки знаний и умений учащихся. Урок, организованный в форме зачета, ставится, как показала практика работы учителей физики, все более значимым видом урока контроля и коррекции знаний. В чем же состоит отличие зачета от традиционно принятых форм контроля? Оно объясняется интересом учителей к этому новому виду урока?

Прежде всего привлекает в зачете возможность *массовой проверки знаний и умений* учащихся. Контролируются и оцениваются

на таком уроке все ученики класса. Если раньше считалось, что на зачет приглашаются только школьники, не оцененные по каким-то темам или отдельным вопросам темы, не написавшие письменную контрольную работу, не выполнившие какие-либо практические работы, или же ученики, желающие пересдать ранее оцененный учителем материал, то сегодня *это урок, на котором обобщаются и оцениваются все ученики*. При этом зачет – именно урок, нашедший свое место в системе других видов уроков. Вынесение зачета на внеурочное время (как это часто практиковалось раньше) нецелесообразно, так как приводит к перегрузке и учителей и учеников, нарушает ритм работы и учащихся и школы в целом.

*Достаточно высокая степень объективности* оценок учащихся также является существенным положительным моментом зачета. Объясняется это тем, что, во-первых, при массовой проверке знаний учитель, как правило, использует *помощников*: это могут быть наиболее успевающие школьники класса, ЭВМ или же «безлидерные» внутригрупповые обсуждения с коллективной оценкой каждого. В итоге зачетного урока у учителя чаще всего работа оказывается по несколько оценок каждого ученика, поставленных разными помощниками. Во-вторых, на зачет обычно выносятся *учебный материал целой темы, нескольких тем или же достаточно большого числа вопросов логически замкнутого учебного цикла*. Учащиеся готовят и повторяют всю тему, а спрашиваются – в зависимости от формы организации зачетного урока – либо по всей теме (что предпочтительнее), либо по узловым вопросам, выбор которых случаен. В итоге оценка, полученная каждым школьником, в наибольшей степени соответствует его истинным знаниям. Доля случайности, типичная для эпизодических ответов в период изучения темы, практически сводится к нулю или же становится минимальной.

Достоинством зачета является также и то обстоятельство, что на таком уроке происходит *комплексная проверка* достижений учащихся: оцениваться могут не только теоретические знания, но и умения, как практические, так и общеучебные (умение решать задачи, различные экспериментальные умения, умение составить план ответа или практической работы, умение работать с книгой, справочником как на занятии, так и дома и многое другое в зависимости от целей урока и требований программы).

Опыт работы учителей и появившиеся за последнее время публикации показывают, что существует очень много форм организации зачетных уроков. Большая вариативность зачетов позволяет учителю организовать урок, учитывая особенности класса, уровень его подготовки и обучаемости, способность школьников участвовать в коллективном обсуждении, их умение взаимодействовать с лидером или «экзаменатором» и т.д. Кроме того, удачно организованные зачетные уроки всегда вносят *элемент новизны* в учебный процесс, чем повышают интерес школьников к предмету

и различивают их ответственность при подготовке к итоговому зачету, т.е. в целом оказывают благоприятное воспитательное воздействие на учащихся.

И, наконец, следует еще отметить, что зачет – как почти все другие формы проверки знаний и умений учащихся – выполняет не только контролирующую, но и обучающую функцию. Особенно ярко бывают выражены обучающие функции зачетного занятия в тех случаях, когда в него привносятся элементы обобщающего урока. Обобщение и систематизация учебного материала, завершено естественно могут проводиться и на зачетном уроке. Поскольку подобный урок, как правило, является завершением изучения отдельной темы или раздела. Возможность не просто повторить учебный материал, но создать учащимся условия взглянуть на него с иных позиций, увидеть не только отдельные элементы, но и всю систему знания, понять значение каждого компонента этой системы, их иерархическую зависимость – вот к чему должен стремиться учитель при организации зачетного урока. Однако совершенно очевидно, что подобные уроки организовать очень трудно, да и не любой материал, вынесенный на зачет, может быть проконтролирован на обобщающем уровне.

В выпускных классах основной или средней школы следует использовать зачетные уроки для подготовки к выпускным экзаменам (если таковые предполагаются), обобщая по возможности материал текущий и пройденный ранее – на предыдущих этапах изучения физике.

Итак, *зачет – это массовая форма проверки знаний и умений учащихся, организуемая на уроке в учебное время*. В зависимости от цели урока и объема контролируемого учебного материала на зачет выделяется 1–2 учебных часа.

Важным моментом организации зачета – и для учителя и для учащихся – является подготовка к нему.

Организация зачетного урока требует от учителя физической и кропотливой подготовки, которую следует осуществлять с самого начала изучения темы, по которой учащиеся будут сдавать зачет.

Прежде всего необходимо *определить наиболее важные вопросы учебного материала, которые будут вынесены на зачет*. Эти вопросы должны быть предъявлены учащимся заранее, может быть, несколько уроков или же в самом начале изучения темы. Некоторые учителя предпочитают использовать для этой цели постоянное место в кабинете физики типа стенда «Материал для зачета». На этом же стенде, если в этом есть необходимость, может быть представлен и перечень задач, которые учащимися должны быть решены при подготовке к зачету. Часть этих задач, а в каких-то случаях и все, решаются в процессе изучения материала в классе или дома; главное здесь заключается в том, что школьники зачетные задачи знают, какие типы задач будут включены в зачет. К зачету



учителем должны быть подготовлены все дидактические материалы, раздаточный материал, лабораторное и демонстрационное оборудование и пр., т. е. все, что будет использовано на уроке.

Особой задачей учителя при подготовке к зачету является *выделение среди учеников класса и подготовка группы помощников* (если их помощь потребуется на уроке). Число помощников (ассистентов) может быть разным, и зависит оно от формы организации зачета и особенностей контролируемого учебного материала. Учитель должен удостовериться в знаниях своих помощников, проинструктировать каждого о его деятельности во время зачета. Некоторые учителя готовят для своих ассистентов специальные карточки, в которых во время зачета фиксируются фамилии отвечающих учеников, номера вопросов, оценки за ответы, вносятся какие-либо замечания. Эти карточки могут вручаться и отвечающему ученику, двигающемуся по определенному «маршруту» во время зачета. В конце зачета учитель собирает карточки и ставит итоговую оценку (она может быть не одна).

Выбор помощников – всегда психологически трудный для учащихся момент, и в отношениях отвечающих учеников и опрашивающих их «экзаменаторов» могут возникнуть сложности: и ложное чувство товарищества, и неприятие лидера и пр. Однако практика работы учителей показывает, что тактичная и разумная политика учителя, утверждающего своих помощников, может снять подобного рода конфликты. Желательно менять состав помощников при подготовке последующих зачетных уроков.

Следующий важный момент подготовки учителя к уроку – это *разработка «маршрута»* каждого ученика во время зачета и *определение времени для каждого вида работы*. Учитель должен до минуты рассчитать каждый этап урока и работу каждого ученика и требовать неукоснительного соблюдения «маршрута» и режима – в противном случае может произойти срыв всей тщательно спланированной работы на уроке.

Начинающему учителю следует иметь в виду, что подготовка школьников к зачету – это не только организация самого зачетного урока. Для успешной работы во время зачета школьники должны уметь очень кратко и четко излагать самое главное. Научить этому – дело учителя, и, чтобы добиться подобного умения от учащихся, нужна постоянная систематическая работа, включающая работу с планами ответов, со структурно-логическими схемами, опорными блоками и другими методическими приемами, используемыми затем во время зачета. Также очень важно сформировать у учащихся умение слушать, анализировать и оценивать работу товарищей. Подобное умение, как правило необходимое на зачете, также требует от учителя систематической отработки в процессе обучения.

Подготовка учащихся к зачетному уроку в основном заключается в повторении учебного материала в соответствии с предложенным учителем планом или системой вопросов. Она может

включать и подготовку к решению задач, и повторение лабораторных или практических работ. Возможны и специальные задания перед зачетом, предполагающие, например, составление какой-то таблицы обобщающего характера, повторение экзаменационного материала или материала других тем или разделов. Поскольку зачетный урок может включать элементы самостоятельной домашней работы – сообщение докладов, интересной дополнительной информации, результатов каких-либо исследований, подготовка к зачету требует и индивидуальной работы некоторых школьников под руководством учителя.

*Формы организации зачета по физике* могут быть самыми разными – все зависит от содержания проверяемого учебного материала, уровня подготовленности класса и умения работать на зачетном уроке и, конечно, мастерства учителя. Рассмотрим некоторые наиболее отработанные виды зачетных уроков.

*Комбинированный зачетный урок* – один из самых распространенных видов зачета – предполагает проверку как теоретического материала, так и умения решать задачи и выполнять практические или лабораторные работы. В зависимости от характера учебного материала время, отводимое на выполнение каждой части работы, может быть разным. Устный теоретический материал принимают у учащихся и оценивают помощники учителя; лабораторные и экспериментальные работы могут принимать также специально подготовленные ассистенты либо сам учитель. Проверку решающих на зачете задач можно предоставить учителю, помощникам, а еще лучше – компьютеру. Последний быстрее всех и, главное, эффективнее справится с возложенной на него задачей и освободит учителя. Таким образом, каждый отвечающий школьник проделывает поэтапно через все три вида деятельности и получает как минимум 3 оценки. Если же устный ответ принимают несколько «экзаменаторов» (каждый свой вопрос или группу вопросов), то число оценок будет больше. Основная задача учителя на уроке заключается в контроле за соблюдением «маршрута» и времени работы на отдельных этапах, а также в помощи в случае необходимости как опрашиваемым, так и своим ассистентам.

В начале урока учитель объясняет порядок работы, указывает места дислокации и задачи каждого помощника, а в самом конце урока – собирает все оценки, объявляет общую оценку каждого ученика и подводит итоги работы.

Аналогичным образом может быть организована работа по проверке только теоретического материала или теоретического материала и умения решать задачи по определенной теме. *Важно помнить, чтобы деятельность учащихся на уроке не была однообразной*, например только ответ экзаменаторам. И задания, и формы контроля должны быть разными, в совокупности решающими основную задачу – проверки знаний и умений учеников по всему материалу темы.

В слабом классе или в классе, учащиеся которого еще не овладели навыками работы на зачете при устной проверке теоретического материала, можно в начале урока провести предварительное прослушивание самих «экзаменаторов» у доски. Контролировать и оценивать отвечающих «экзаменаторов» может учитель, или класс, слушающий и анализирующий рассказ, или же взаимный контроль нескольких «экзаменаторов». После этого «экзаменаторы» приступают к работе в группах или к поочередному индивидуальному опросу остальных учеников.

Как показывает практика работы учителей физики, возможна организация и *экспериментальных уроков-зачетов*. Это может быть, например, зачет по эксперименту. Учащиеся должны продемонстрировать знание устройства и принципа действия каких-либо приборов, технических установок; умения пользоваться приборами, производить измерения, собирать цепи, читать и строить графики, подготовить и провести лабораторную работу или решить экспериментальную задачу и т.д. Поскольку выполнение лабораторных работ и экспериментальных заданий требует значительных затрат времени и ученик, как правило, не всегда может выполнить все работы, учитель должен обеспечить случайность и равновероятность выбора того или иного задания.

Можно, наконец, организовать и чисто *письменный зачет*. Задания для учащихся на таком уроке должны быть обязательно разнообразными. Это может быть и письменный ответ на теоретический вопрос, и решение задачи, и работа с различными дидактическими материалами и другие методические средства контроля. Письменный зачет ни в коем случае не должен превращаться в написание сочинения «на тему ...». Однако в любом случае письменный зачет – гораздо менее эффективная и менее интересная для школьников форма контроля знаний.

Укажем в заключение еще на один методический прием, который может быть использован на зачете и сделает его более эффективным.

В предложенных выше вариантах видов зачетных уроков действуют ассистенты – помощники учителя. Выбор помощников – дело сложное и порой небезболезненное для класса. Как показывает опыт работы учителей, без «экзаменаторов» можно обойтись.

Учитель, например, предварительно организует в классе группы школьников – по 4 человека в каждой (ученики двух друг за другом стоящих столов). В каждую группу обязательно входят учащиеся с разной подготовкой по физике, но лидер группы не выделяется учителем. На уроке, в удобный для учителя момент, школьники включаются в обсуждение вопросов, данных учителем. Обсуждение вопросов ведется коллективно, а затем коллективно выставляются оценки. Как правило, оценки в этом случае бывают наиболее объективными, все работает на равных условиях и могут сравнивать свои знания. Затем учитель собирает само-

оценки учеников и приступает к «защите» полученных оценок, вызывая по своему усмотрению тех или иных учащихся к доске (из равных групп) и обсуждая вопросы – все или наиболее существенные, узловые. Выставленные за ответы оценки также обсуждаются со всем классом. В тех случаях, когда класс подтверждает правильность выставленной группой оценки, отвечающий ученик тем самым добивается права считать все оценки в группе верными, и учитель их выставляет или учитывает при дальнейшем движении по «маршруту». Если же ответ представителя группы оказывается хуже и не подтверждает оценки, то снижаются отметки всех членов этой группы. Надо сказать, что подобное случается крайне редко. При такой организации опроса контроль «экзаменатора» заменяется самоконтролем учащихся.

#### 14.6. Оценка знаний и умений учащихся по физике

Знания учащихся оцениваются по пятибалльной системе. При выставлении оценок учителя руководствуются определенными критериями, к которым относятся объем, глубина и осознанность знаний, умение анализировать и обобщать изученный материал и пользоваться приобретенными знаниями в познавательной и практической деятельности.

Ориентирами для учителя при оценивании знаний могут служить примерные нормы оценки знаний и умений по физике, приведенные в общеобразовательной программе, разработанной коллективом сотрудников Института общего среднего образования РАО. В программе, в частности, выделены знания и умения, которые учитываются при оценке.

К ним относятся знания:

о *физических явлениях*:

- признаки явления, по которым оно обнаруживается;
- условия, при которых протекает явление;
- связь данного явления с другими;
- объяснение явления на основе научной теории;
- примеры учета и использования его на практике;

о *физических опытах*:

цель, схема, условия, при которых осуществлялся опыт, ход и результаты опыта;

о *физических понятиях*, в том числе и о *физических величинах*:

- явления или свойства, которые характеризуются данным понятием (причиной);
- определение понятия (величины);
- формулы, связывающие данную величину с другими;
- единицы физической величины;
- способы измерения величины;

о *законах*:

формулировка и математическое выражение закона;

- опыты, подтверждающие его справедливость;
- примеры учета и применения на практике;
- условия применимости (для старших классов);
- о физических теориях:*
- опытно обоснование теории;
- основные понятия, положения, законы, принципы;
- основные следствия;
- практические применения;
- границы применимости (для старших классов);
- о приборах, механизмах, машинах:*
- назначение;
- принцип действия и схема устройства;
- применение и правила пользования прибором.

Оценке подлежат следующие умения:

- применять понятия, законы и теории для объяснения явлений природы и техники;
  - самостоятельно работать с учебником;
  - решать задачи на основе известных законов и формул;
  - пользоваться справочными таблицами физических величин.
- При оценке лабораторных работ учитываются умения:
- планировать проведение опыта;
  - собирать установку по схеме;
  - пользоваться измерительными приборами;
  - проводить наблюдения, снимать показания измерительных приборов, составлять таблицы зависимости величин и строить графики;
  - оценивать результаты измерений и вычислять погрешности измерений (для старших классов);
  - составлять краткий отчет и делать выводы по проделанной работе.

В программе приводятся примерные нормы оценок за *устные ответы* учащихся.

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения;
- правильно выполняет чертежи, схемы и графики, сопутствующие ответу;
- строит ответ по собственному плану, сопровождает рассказ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации при выполнении практических заданий;
- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов.
- выполнил лабораторную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- самостоятельно и рационально смонтировал необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда;
- в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления;
- правильно выполнил анализ погрешностей.

Оценка знаний и умений учащихся должна сопровождаться разбором положительных и отрицательных сторон в знаниях учащихся. В этом случае учащиеся смогут уяснить требования учителя к их знаниям и будут стремиться работать в соответствии с ними. Оценка должна быть справедливой, объективно отражающей знания учащегося; недопустимо формальное отношение учителя к оценке знаний учащихся. Следует помнить, что оценка является определенным воспитательным фактором, поэтому она в ряде случаев может носить поощрительный характер и стимулировать желание учащихся добиваться хороших результатов в учебе.

Все данные учета знаний и умений учащихся выставляются в журнал и в ученический дневник. Важно, чтобы учащиеся знали, какие оценки и за что им выставляются. Что касается числа оценок, то всесторонность и надежность учета требуют, чтобы у каждого учащегося их было по возможности больше; однако нельзя впадать в другую крайность – ставить оценку за каждое произнесенное слово. Это может привести к тому, что сложится впечатление о легковесности оценки, о возможности получить ее без особого труда, в то время как отметка должна быть объективным показателем достижений учащихся и качества их повседневной учебной работы.

## Раздел VII

### ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ФИЗИКЕ

#### Глава 15. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

##### 15.1. Индивидуализация и дифференциация обучения

**Понятие дифференцированного обучения и его формы.** Важной педагогической задачей является учет в обучении индивидуальных особенностей учащихся. Необходимость этого осознавалась и осознается как педагогами-практиками, так и педагогами-исследователями.

Требование учета индивидуальных особенностей учащихся находит свое отражение в *индивидуализации и дифференциации* обучения, которые являются осуществлением в обучении дидактических принципов индивидуального и дифференцированного подходов. В настоящее время не существует единых общепринятых определений понятий «индивидуализация» и «дифференциация» обучения. Так, некоторые исследователи употребляют их как синонимы, другие используют один из них, но в достаточно широком смысле. В частности, по их мнению, индивидуализация обучения может проявляться в варьировании темпа учения, целей, методов обучения, учебного материала, требуемого уровня успеваемости и т.п. К этому добавляется и формирование групп на основании общих признаков.

В работах И. Унт индивидуализация понимается как учет в процессе обучения индивидуальных особенностей учащихся во всех его формах и методах, независимо от того, какие особенности и в каких формах учитываются, а дифференциация – как такой учет индивидуальных особенностей учащихся, при котором они группируются на основании каких-либо особенностей для отдельного обучения. При таком подходе индивидуализация является более общим понятием, чем дифференциация, и включает в себя последнее.

Существует наиболее распространенный подход, при котором общим (родовым) понятием является понятие дифференциации обучения, включающее в себя понятие индивидуализации как видовое. В этом случае *учебно-воспитательный процесс, для которого характерен учет типичных индивидуальных особенностей учащихся*

*называют дифференцированным, а обучение в условиях этого процесса – дифференцированным обучением.*

Различают при этом *внутреннюю и внешнюю дифференциацию.*

*Под внутренней дифференциацией* понимают такую организацию обучения, при которой учет индивидуальных особенностей учащихся осуществляется в рамках их обучения в обычных группах (классах). Все учащиеся работают по одинаковым учебным планам, программам, учебным пособиям, но учитель использует индивидуальные методы, средства и формы обучения. При этом возможно образование временных групп внутри класса для проведения учебной работы в них на разных уровнях. Внутреннюю дифференциацию в рамках рассматриваемого подхода называют *индивидуализацией* обучения.

Таким образом, внутренняя дифференциация может осуществляться как *в традиционной форме учета индивидуальных особенностей учащихся* (индивидуальный подход к учащимся), так и в форме *уровневой дифференциации* на основе соответствующего планирования результатов обучения. *Уровневая дифференциация предполагает такую организацию обучения, при которой учащиеся, изучая по одной программе, имеют право и возможность усваивать ее на различных планируемых уровнях, но не ниже уровня обязательных требований.* Этот подход отличается от принятого ранее, при котором внутренняя дифференциация при использовании методов и средств обучения, учитывающих индивидуальные особенности учащихся, приводила их к одному и тому же результату.

В настоящее время при обучении физике в основной школе выделено, как правило, два уровня: основной и повышенный, а в старшей школе – три уровня: первый уровень соответствует стандарту (или минимальным требованиям к подготовке учащихся), на этом уровне учаются, как правило, учащиеся, не имеющие способностей к изучению физики; третий уровень соответствует требованиям к подготовке учащихся, имеющих явно выраженные способности к изучению физики; второй уровень соответствует требованиям к учащимся, проявляющим средние способности к изучению физики.

*Внешняя дифференциация – такая организация учебного процесса, при которой учащиеся объединяются в специальные группы в соответствии с их интересами, способностями и склонностями.* Обучение в этих группах осуществляется по особым программам учебным пособиям.

Внешняя дифференциация, предполагая создание на основе определенных принципов относительно стабильных групп, в которых содержание образования и предъявляемые учащимся требования различаются, может осуществляться в рамках либо *селективной (жесткой)*, либо *элективной (гибкой)* системы. В первом случае в качестве форм дифференцированного обучения выделяют *профильное обучение и обучение в школах и классах с углубленным изучением физики*, во втором – *факультативные занятия*

тия, внеклассная работа, изучение предметов по выбору на базе ш-вариантного ядра. Перечисленные формы дифференцированного обучения приведены на схеме 24.

Схема 24



Различие между обучением в профильных классах и классах с углубленным изучением физики связано со степенью специализации и проявляется в широте и глубине курса физики. В курсе физики для классов с углубленным ее изучением в отличие от курса физики для классов физико-математического профиля представлено больше элементов физических знаний. Углубленное изучение физики предполагает достаточно высокий уровень подготовки учащихся, что ограничивает число таких классов и школ и соответственно число учащихся. Профильное обучение является в этом смысле более демократичной и более массовой формой дифференцированного обучения.

Внешняя и внутренняя дифференциация часто используются в сочетании. Так, например, в классах физико-математического профиля всегда обучаются учащиеся с разными индивидуальными особенностями (индивидуальные интересы, скорость реакции,

темперамент и т.п.), что должно учитываться путем индивидуального подхода к ним.

Анализ педагогической практики показывает, что в настоящее время существует достаточно много разнообразных профилей обучения (физический, математический, физико-математический, физико-технический, естественнонаучный, биолого-химический, гуманитарный, исторический, экономический и т.д.). Естественно, не разработать свою программу и свой учебник физики для каждого из профилей практически невозможно. Поэтому целесообразно выделить ограниченное число профилей, для которых целесообразна разработка специальных программ, а при преподавании физики в классах остальных профилей учесть их специфику осуществив путем использования связанного с особенностями профиля учебного материала и соответствующих методов обучения.

Таким образом, по отношению к обучению физике целесообразно выделить пять основных профилей обучения: физико-математический, биолого-химический, технический, гуманитарный и основной, или общеобразовательный, для тех учащихся, у которых нет ярко выраженных способностей и интересов ни к одному из учебных предметов.

**Психолого-педагогические основы дифференцированного обучения.** В основе дифференцированного обучения лежит учет психологических особенностей учащихся, и прежде всего таких, которые влияют на их учебную деятельность и от которых зависят результаты обучения. Таких особенностей достаточно много. Наиболее значимым для успешной организации обучения является такое качество учащихся, как уровень умственного развития, под которым понимают как обучаемость (предпосылки к учению), так и обученность (приобретенные знания).

Под обучаемостью понимают «систему интеллектуальных свойств личности, формирующихся качеств ума, от которых зависят продуктивность учебной деятельности...»<sup>1</sup>. Уровень и специфика обучаемости определяются рядом качеств ума, к которым относятся скорость усвоения, гибкость мышления, глубина ума, осознанность мыслительной деятельности, самостоятельность ума и т.п.

Понятие обучаемости в узком смысле, учитывающее лишь специфику мышления, рассматривают как *общие умственные способности*, под которыми понимают обычно комплекс способностей, необходимых для успешного осуществления учащимися учебной деятельности. Иными словами, *общие умственные способности* — это *такие психические свойства личности, которые являются условием успешного выполнения учебной деятельности*.

Наряду с общими выделяют *специальные способности*, определяющие успешность выполнения отдельных, особых видов деятельно-

<sup>1</sup> Калыкова З.И. Психологические принципы развивающего обучения. — М., 1979. —

сти (способность к изучению математики или истории, способность к занятиям музыкой или живописью и т.д.). Существуют различные точки зрения на происхождение способностей; в настоящее время доминирует такая, в соответствии с которой способности не даются человеку в готовом виде природой, однако существуют определенные генетически обусловленные задатки или предпосылки развития способностей. Именно *общие и специальные умственные способности являются одним из оснований дифференциации учащихся*. Возможность дифференциации учащихся по способностям определяется наличием у них разных способностей, а необходимость – задачей создания оптимальных условий для развития способностей.

При дифференциации по способностям учащиеся распределяются по группам в зависимости либо от их общих способностей, либо от специальных. В первом случае учитывается успеваемость учащихся за предыдущие годы, и они объединяются в классы с высоким средним баллом, менее высоким и т.д. Во втором случае учащиеся группируются по способности к изучению того или иного предмета.

Специальные способности так же, как и общие, имеют свою структуру. В частности, литературные способности характеризуются поэтическим восприятием, образным мышлением и образной памятью, творческим воображением; способности к изучению истории – логическим восприятием, логическим и диалектическим мышлением, наличием объемной многосторонней памяти; технические способности – пространственным, техническим мышлением, мануальной ловкостью; математические способности – легкостью и широтой обобщений, глубиной анализа, математическим складом ума; естественнонаучные способности – аналитико-синтетическим восприятием, теоретическим и диалектическим мышлением, словесно-смысловой и образной памятью. Эти особенности специальных способностей учащихся должны учитываться при выборе профиля или направления обучения, а также учитываться и развиваться в процессе обучения.

Важным для организации дифференцированного обучения, особенно в его жестких формах, является вопрос о том, к какому возрасту у большинства учащихся формируются и развиваются способности. Как показывают исследования психологов, способности к тому или иному виду деятельности начинают формироваться и ярко проявляться в подростковом возрасте. Это объясняется тем, что именно в подростковом возрасте возникают глубокие, действенные, устойчивые интересы, формируется сознательное, активное отношение к окружающему, развивается творческое мышление<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> См.: Крутецкий В.А. Психология обучения и воспитания школьников. – М., 1976. – С. 114–115.

На успешность учебной деятельности влияет *мотивация*, т.е. направленность личности на определенные стороны учебной деятельности. Выделяют две большие группы мотивов: познавательные и социальные. Среди познавательных мотивов наиболее действенным является *познавательный интерес*. *Под познавательным интересом к предмету понимается «избирательная направленность психических процессов человека на объекты и явления окружающего мира, при которой наблюдается стремление личности заниматься именно данной областью»<sup>1</sup>.*

Различие познавательных интересов учащихся дает возможность объединять их в группы по качеству или характеру познавательного интереса. Необходимость такого объединения определяется созданием оптимальных условий для поддержания и развития познавательных интересов, а следовательно, для успешной учебной деятельности. В этом случае учащиеся дифференцируются по интересу к тому или иному предмету: математике, физике, биологии и т.п.

Еще одним основанием для дифференциации учащихся является *проектируемая профессия*. В этом случае осуществляется группировка учащихся по интересу к тому или иному виду деятельности: музыке, живописи, техническому труду, работе в области физики, биологии и пр.

Как показывает опыт и исследования психологов, способности и интерес к изучению того или иного предмета или к тому или иному виду деятельности чаще всего совпадают, поскольку внутренними основаниями для выбора профессии выступают обычно склонности, желания, интересы. Так, учащийся имеющий способности к физике, с интересом изучает этот предмет и свои будущие профессиональные намерения связывает с работой в области физики. Учащийся подросткового возраста оценивает различные виды деятельности с точки зрения интересов, затем с точки зрения своих способностей, а затем с точки зрения системы ценностей.

Чем старше школьники, тем чаще у них совпадают интересы, способности и профессиональные намерения. Данные педагогических исследований показывают, что до VIII класса у 3/4 учащихся не обнаруживается никакой связи между учебными интересами и профессиональными намерениями. В IX классе – наоборот: в 3/4 случаев выбор профессии отчетливо связан с интересом к конкретному учебному предмету; к XI классу число таких учащихся еще увеличивается [21].

Таким образом, основаниями для дифференциации могут служить общие и специальные способности учащихся, их интересы и проектируемая профессия. У большинства учащихся они форми-

<sup>1</sup> Маркова А.К. Формирование мотивации учения в школьном возрасте. – М., 1983. – С. 14.



руются к 14–15-летнему возрасту и у учащихся старших классов, как правило, связаны между собой. Именно этот возраст, соответствующий обучению учащихся в X–XI классах, следует считать (в большинстве случаев) оптимальным для начала массовой внешней дифференциации.

## 15.2. Развивающее обучение

Идея развивающего обучения, сегодня получившая международное признание, имеет отечественное происхождение и обязана разработкам Л.С.Выготского, относящимся к 20–30-м годам нашего века. Он же дал и четкое определение того, что следует понимать под развивающим обучением, что впоследствии, к сожалению, обросло огромным количеством интерпретаций, зачастую искажающих оригинальную идею.

В самом общем виде развитие можно определить как комплексную совокупность изменений, происходящих с течением времени в строении тела, психике и поведении человека в результате биологических процессов в организме и воздействий окружающей социальной среды. Оставляя в стороне всю совокупность вопросов, связанных с этим процессом, отметим только, что наиболее влиятельной на сегодняшний день моделью человеческого развития является модель экологических систем У.Бронфенбреннера, трактующая развитие как динамический, идущий в двух направлениях взаимодополнительный процесс. Растущий индивидуум активно структурирует свою многоуровневую жизненную среду и в то же время сам испытывает активное воздействие со стороны элементов этой среды и взаимосвязей между ними. Экологическая среда развития ребенка состоит из четырех вложенных одна в другую систем:

1) *микросистема*, имеющая отношение к ближайшему окружению (семья, детский сад, школа);

2) *мезосистема*, образуемая взаимосвязями нескольких микросистем (другие семьи, соседи, различные образовательные учреждения);

3) *экзосистема*, охватывающая уровни социальной среды и общественные структуры, которые находятся вне сферы непосредственного опыта индивида (место работы и друзья родителей, средства массовой информации, учреждения здравоохранения);

4) *макросистема*, включающая в себя жизненные ценности, законы и традиции той культуры, в которой живет индивидуум.

Таким образом, ребенок, прежде всего, является социальным существом, который взаимодействует со своим окружением, в результате чего совершается обучение. Основы такого подхода и были заложены Л.С.Выготским. Центральное место в его исследованиях занимает поиск ответа на вопрос: как человек коллективно (социально) осваивает мир. Выготский пришел к выводу,

что мир приобретает смысл для ребенка только благодаря усвоению значений (знаний), разделяемых окружающими людьми.

Все вместе люди создают коллективно используемые знания, которые передаются от поколения к поколению. Развитие понимания мира и компетенции человека происходит в основном через совместное обучение под руководством знающего взрослого и более знающих соучеников, которые не только организуют и способствуют участию в этом процессе, но и руководят им, что дает возможность лучше понимать мир и достигать все большего мастерства.

Для рассмотрения этого процесса Выготский определил два уровня когнитивного развития<sup>1</sup>. Первый уровень – это уровень *актуального* развития ребенка, определяемый его способностью самостоятельно решать задачи. Второй уровень – это уровень его *потенциального* развития, определяемый характером задач, которые ребенок мог бы решить под руководством взрослых или в сотрудничестве с более компетентными сверстниками. Расстояние между этими двумя уровнями Выготский назвал *зоной ближайшего развития*. Таким образом, для полного понимания когнитивного развития детей и соответствующего построения обучения необходимо знать как актуальный, так и потенциальный уровень их развития. Такое обучение и именно в указанном смысле было названо Л.С.Выготским развивающим. Отсюда также берет начало широкоизвестное утверждение, что «обучение ведет за собой развитие».

Когнитивное развитие вплетено в социальный и культурный контексты жизни ребенка. Его знания появляются в результате сотрудничества со взрослыми и более компетентными сверстниками. Этот подход описывается как «ученичество в мышлении». Детям дозволяется под руководством более сведущих «мастеров» участвовать в образцовом процессе. Учителя и товарищи организуют участие ребенка в этой деятельности, обеспечивая ему поддержку и ставя перед ним задачи. Они прокладывают маршрут от нынешнего уровня понимания к новому уровню понимания и умений, таким образом постепенно увеличивая степень участия ребенка и его ответственность. Обобщая, можно сказать, что развивающее обучение учитывает факт *социального* построения и приобретения знаний<sup>2</sup>.

Уточнив, какой смысл вкладывается в понятие развивающего обучения, рассмотрим технологию его построения, а также перспективные техники реализации, принимая во внимание положение, что развивающее обучение представляет собой одну из пло-

<sup>1</sup> См.: *Выготский Л.С.* Собр. соч.: В 6 т. – М., 1982. – Т. 2.

<sup>2</sup> Другим вариантом организации развивающего обучения является техника сотрудничества в обучении, разработанная и примененная Э.Аронсоном с коллегами и известная как метод «ажурной пилы». См., например: *Аронсон Э.* Общественное образование. – М., 1998.

дотворных форм организации образовательного процесса, ориентированную, прежде всего, на организацию познавательной активности учащихся и направленную на развитие его когнитивных способностей.

Преподавание физики предоставляет широкие возможности для использования именно этого метода построения образовательного процесса, с одной стороны, в силу самого аналитического характера физического материала, составляющего основу естественнонаучного понимания природы, а с другой стороны, благодаря построению общеобразовательной программы данной дисциплины.

Как уже отмечалось, существует несколько техник организации развивающего обучения, которые опираются на различные теоретические основания. Теория и методика обучения физике довольно интенсивно развиваются в этом направлении, и в последние годы были получены перспективные результаты, многие из которых базируются на социально-когнитивной концепции *научения через моделирование*, развиваемой американским психологом А. Бандурой<sup>1</sup>. Рассмотрим ее конкретное применение к преподаванию физики.

Моделирование позволяет организовать эффективное обучение через его информативную функцию, т.е. во время анализа примера учащиеся приобретают в основном символические образы моделируемой физической ситуации, которая служит прототипом для соответствующего явления или понятия. Развивающее обучение через моделирование определяется четырьмя взаимосвязанными компонентами:

- 1) понимание модели;
- 2) запоминание модели;
- 3) извлечение из памяти необходимого материала;
- 4) переход от модели к конкретной ситуации (задаче).

В процессе *понимания* физической модели учащийся обращает внимание на ее типичные характеристики и свойства, фиксирует существующие между ними связи и закономерности. При этом недостаточно просто показать демонстрацию, учитель должен подробно пояснить, на что следует обратить внимание, чтобы извлечь нужную информацию для правильного дальнейшего использования модели. Таким образом, правильная организация внимания учащихся влияет на адекватность понимания модели и на те знания, которые приобретаются в результате ее изучения. Среди детерминант внимания, влияющих на моделирование, ассоциативные модели оказываются наиболее существенными. При этом большую роль играют функциональная значимость и доступность модели для конкретного учащегося.

Поняв модель, учащийся *запоминает* как ее, так и соответствующие ей типичные физические величины и свойства. По сути, на этом этапе заканчивается стадия усвоения и создаются предпо-

<sup>1</sup> См.: Хьелл, Д., Зиглер, А. Теория личности. – СПб., 1997.

сылки для последующего использования изученного физического материала в новых ситуациях, т.е. разворачивается процесс развивающего обучения.

Эта репрезентация может осуществляться двумя способами. Первый способ – *образное кодирование*. По мере того как учащийся изучает модель, в процессе научения возникают стойкие и легко воспроизводимые физические образы того, что было усвоено. Мысленные образы должны формироваться таким образом, чтобы ссылки на известные физические явления вызывали целостную картину ситуации. Как известно, визуальные образы играют решающую роль в научении через моделирование.

Второй репрезентативный способ заключается в *вербальном кодировании* наблюдаемого физического явления. Наблюдая модель, учащийся про себя может повторять ее основные характеристики. Такие вербальные коды в большой степени соответствуют усвоению материала через изучение примера, потому что они обеспечивают связь с информацией, полученной ранее.

*Извлечение из памяти* необходимого материала как раз и представляет собой перевод информации, символически закодированной в памяти, в определенные действия. При этом надо иметь в виду, что, несмотря на то, что учащийся может тщательно запомнить все, относящееся к изученной модели физической ситуации, и повторять это в уме неоднократно, может оказаться, что у него не достигнуто правильное физическое понимание. В таких случаях недостаточно простого наблюдения за демонстрацией модели, необходима длительная практика в выполнении необходимой последовательности действий и коррекция со стороны учителя на основе информативной обратной связи. В этом случае наблюдение и намеренный повтор в уме соответствующих проблеме физических свойств и характеристик будут способствовать успешному усвоению материала, так как можно, по крайней мере, пытаться начать решение задачи.

*Переход от модели к конкретной задаче* касается закрепления материала, что обеспечивает в том числе и контроль полученных знаний. Позитивное подкрепление увеличивает степень усвоения материала, а также влияет на процессы внимания и запоминания. Когнитивная репрезентация определенной физической модели в виде закодированной информации, хранящейся в долговременной памяти, служит важным ориентиром в составлении последовательной и непротиворечивой физической картины мира, а также избавляет от многих ошибок.

Развивающее обучение посредством моделирования способствует развитию и навыков самоконтроля адекватности собственных физических знаний учащегося. В этом процессе можно выделить пять основных этапов.

1. Определение границы применимости модели – начальная степень самоконтроля. Для ее реализации необходимо определе-

ние области применимости и допустимости применения определенной физической модели в новой, незнакомой конкретной ситуации.

2. Сбор основных данных о физической ситуации. Учащийся должен выявить четкие характеристики задачи, чтобы выяснить, какую из известных ему моделей он может использовать для ее решения.

3. Разработка алгоритма разрешения проблемной ситуации и планирование его реализации.

4. Выполнение и оценка правильности найденного решения, его соответствия заданным условиям задачи.

5. Адаптация (и модификация в случае необходимости) имеющейся модели, т.е. уточнение условий, при которых она считается применимой.

Развитие процедуры самоконтроля, достигаемое при данном способе построения развивающего обучения, позволяет учащимся составить представление о *степени эффективности* усвоения ими физического материала с точки зрения правильности применимости имеющихся знаний. Иными словами, речь идет о представлениях учеников относительно их способности применительно к конкретной физической задаче или ситуации использования имеющихся знаний.

Осознание эффективности использования физических знаний проявляется в:

– способности к непосредственно применить физическую модель к незнакомой ситуации;

– умении обосновать и объяснить другим учащимся применение соответствующей модели к заданным условиям;

– эмоциональном подъеме.

Не стоит сбрасывать со счетов эмоциональные переживания учащегося. Человек с большей вероятностью добивается успеха, если он не напряжен и не испытывает эмоционального дискомфорта. Любой способ, снижающий уровень стресса, повышает эффективность обучения.

Осознание способности справиться с предложенными задачами содействует формированию чувства удовлетворения от учебной деятельности. То, как учащийся оценивает эффективность собственных усилий, определяет для него ограничение или расширение его образовательной мотивации, усилия, которые ему придется приложить для преодоления препятствий, настойчивость, с которой он будет решать предложенные задачи.

Ученик, осознающий эффективность своих познаний, будет более заинтересован в дальнейшем расширении кругозора и углублении уровня знаний именно по той дисциплине, в которой он успешен. Напротив, низкая оценка эффективности, связанная с ожиданием провала, обычно приводит к неудачам и снижает мотивацию к овладению материалом.

Таким образом, грамотно организованное учителем развивающее обучение физике приводит не только к прочному владению учащимися изучаемым материалом, но и к их уверенности в собственных силах. А учащиеся, верящие в свои способности разрешить поставленные перед ними задачи, более настойчивы в достижении целей, несмотря на препятствия, и более успешны и заинтересованы в глубоком овладении предметом.

### 15.3. Проблемное обучение

Одной из наиболее эффективных педагогических систем, реализующих идеи и принципы развивающего обучения, является *проблемное обучение*.

Развитие школьников в процессе обучения физике – развитие их познавательных, творческих способностей, развитие мышления – одна из центральных задач учебно-воспитательного процесса. Великий русский психолог С.Л. Рубинштейн показал в своих работах, что развитие ребенка не совпадает с содержанием знаний и способов деятельности. Развитие школьника обуславливает не само содержание образования, а только специально организованное. Именно проблемное обучение как специально конструируемая педагогическая и методическая система способствует реализации принципа развития учащихся в процессе обучения.

Основная идея проблемного обучения базируется на закономерностях творческой познавательной деятельности, разработанных в трудах С.Л. Рубинштейна, А.В. Брушлинского, А.М. Матюшкина<sup>1</sup> и др. Логика творческого познавательного процесса может быть представлена в виде трех этапов деятельности.

Первый этап характеризуется возникновением у субъекта понятия чувства затруднения, первоначальным анализом его и формулировкой проблемы.

Второй этап – это поиск пути решения. Поиск совершается в виде анализа проблемы на основе имеющихся знаний или в процессе экспериментального исследования.

Третий этап – решение проблемы и его проверка. На этом этапе принцип решения реализуется в виде определенных результатов: получение нового знания, обоснование и разработка конструкции и т.д. Полученные результаты проверяются теоретически и экспериментально, определяется их согласованность с другими знаниями.

Проблемное обучение начало реализовываться в практике работы школы в 60–70-х гг., после выхода книги польского пси-

<sup>1</sup> См.: Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М., 1968; Брушлинский А.В. Психология мышления и кибернетика. – М., 1972; Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – М., 1972.

холога В.Оконя<sup>1</sup> и публикаций российских педагогов И.Я.Лернера<sup>2</sup>, М.И.Махмутова<sup>3</sup> и др., раскрывавших сущность проблемного обучения с позиций педагогики.

Вот, например, как определяет проблемное обучение В.Оконя: «Под **проблемным обучением** мы разумеем совокупность таких действий, как организация проблемных ситуаций, формулирование проблем (постепенно к этому приучаются сами ученики), оказание ученикам необходимой помощи в решении проблем, проверка этих решений и, наконец, руководство процессом систематизации и закрепления приобретенных знаний»<sup>4</sup>. Следовательно, **цель проблемного обучения** не просто усвоение школьниками знаний, умений и навыков, но и развитие их интеллектуальных, познавательных и творческих способностей.

Основными понятиями концепции проблемного обучения являются **проблемная ситуация, проблема и проблемная задача**.

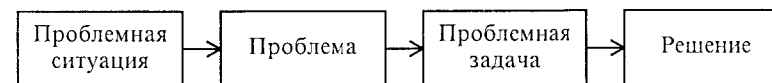
**Проблемная ситуация** представляет собой затруднение, «препятствие», возникающее перед субъектом в процессе познания и провоцирующее его личностную заинтересованность в осознании ситуации и ее преодолении. Проблемная ситуация в учебном процессе должна обеспечивать активное проявление интереса учащихся к изучаемому вопросу и включение их в познавательный поиск.

Однако если у субъекта нет исходных знаний для поиска путей преодоления затруднения, то проблемная ситуация не принимается субъектом к решению, не отражается на его мышлении. Обязательным условием включения познающего субъекта (ученика) в процесс познания является нахождение проблемы в «зоне ближайшего развития».

Осознание и принятие ситуации приводят к перерастанию проблемной ситуации в **проблему**. Именно с этого момента начинается мыслительная деятельность ученика, и, используя имеющиеся знания и умения, последний определяет для себя исходные параметры и искомые неизвестные, иначе говоря, превращает проблему в **проблемную задачу**. Для любого познающего субъекта, в том числе и для ученика, к решению принимается только проблемная задача, которая через логическую цепочку (гипотеза → ее проверка, экспериментальная или теоретическая, в случае неудачи – новая гипотеза → новая проверка и т.д.) приводит к искомому результату.

Схематически последовательность этапов проблемного обучения выглядит следующим образом (схема 25).

Итак, начальным этапом проблемного обучения является проблемная ситуация, от успешности организации которой зависит



вовлечение ученика в познавательный процесс, его настойчивая личностная заинтересованность в разрешении предложенной задачи. Именно, как в ситуации с детской загадкой, ученик должен быть «озадачен», крайне заинтересован и должен понимать, что решение где-то рядом, надо только подумать.

Принципиальные подходы к созданию проблемных ситуаций рассматриваются прежде всего в работах психологов. Так, С.Л.Рубинштейн писал: «Особенно острую проблемность ситуации приобретает при обнаружении в ней противоречий. Наличие в проблемной ситуации противоречивых данных с необходимостью порождает процесс мышления, направленный на их снятие»<sup>1</sup>. Ввести учащихся в проблемную ситуацию – это значит натолкнуть их на противоречие. В зависимости от предметного содержания образования типы противоречий, используемых для создания проблемных ситуаций, бывают разными.

Для создания проблемных ситуаций на уроках физики могут быть использованы три типа противоречий:

- 1) противоречия между жизненным опытом учащихся и научными знаниями;
- 2) противоречия между ранее полученными учащимися знаниями и новыми;
- 3) противоречия объективной реальности, нашедшие отражение в системе физического знания, в том числе и противоречия самого процесса физического познания.

Противоречия между жизненным опытом учащихся и научными знаниями являются самыми яркими примерами противоречий, используемых для создания проблемных ситуаций (особенно на начальных этапах изучения физики). Собственный жизненный опыт школьников, лежащий в основе их «житейского» мышления, подсказывает им очевидное решение проблемы. Именно поэтому полученный неожиданный результат вызывает у учеников сильный эмоциональный всплеск и желание понять возникшую ситуацию. Рассмотрим некоторые примеры подобных проблемных ситуаций.

Процесс формирования представления учащихся о строении вещества, о существовании атомов и молекул всегда очень сложен на начальных этапах изучения физики. Невидимый, ненаглядный микромир с трудом осознается школьниками. Поэтому учителя максимально стараются использовать эксперимент. Один из таких демонстрационных экспериментов часто используется для создания проблемной ситуации. В длинную стеклянную трубку налива-

<sup>1</sup> См.: Оконя В. Основы проблемного обучения. – М., 1968.

<sup>2</sup> См.: Лернер И.Я. Проблемное обучение. – М., 1974.

<sup>3</sup> См.: Махмутов М.И. Организация проблемного обучения в школе. – М., 1977.

<sup>4</sup> Оконя В. Основы проблемного обучения. – С. 68.

<sup>1</sup> Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии. – М., 1976. – С. 15.

ется вода и подкрашенный спирт в равных объемах. Фиксируется верхний уровень жидкостей. Затем после перемешивания жидкостей внимание учащихся обращается на тот факт, что уровень смеси «вдруг» понизился. В сознании учеников 1 + 1 всегда равно двум и исключений быть не должно. Именно то, что результирующий объем смеси жидкостей не равен сумме первоначальных объемов, и провоцирует возникновение проблемной ситуации.

При изучении кинематики в основной школе введение понятия средней скорости можно сопроводить проблемной ситуацией, задав вопрос типа: «От Москвы до Санкт-Петербурга поезд движется со скоростью 60 км/ч, а от Санкт-Петербурга до Москвы – со скоростью 40 км/ч. Какова средняя скорость движения поезда?» Здравый смысл сразу же подсказывает школьникам ответ на подобный вопрос. Каково же бывает изумление учеников, когда учитель называет подобный ответ неправильным и предлагает решить задачу не в уме, а используя формулу средней скорости. Опять-таки противоречие очевидного предполагаемого результата и полученного в соответствии с физическим знанием является причиной для создания проблемной ситуации.

Ничто не убеждает школьника в истинности своего суждения больше, чем собственный практический опыт (эксперимент). При обсуждении вопроса о тепловом равновесии (после осознания школьниками научного положения о том, что все тела неживой природы после длительного контакта имеют одинаковую температуру) учащимся можно предложить потрогать различные тела, находящиеся на их столах. Испытываемые ощущения от контакта руки с металлическим предметом, стеклянным шариком, деревянным бруском непременно вызовут изумление у школьников. Возникшее противоречие может послужить началом проблемного обучения.

Использование противоречий между имеющимся у учащихся «старым» багажом знаний и «новыми» знаниями также создает возможности для организации проблемных ситуаций на уроках физики.

Например, используя демонстрационный эксперимент (рис. 13), можно создать проблемную ситуацию на уроке, посвященном изучению зависимости сопротивления проводника от температуры.

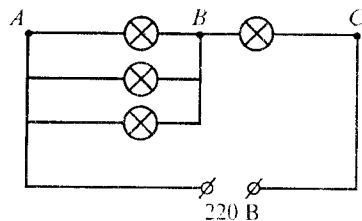


Рис. 13

Поскольку все лампы в цепи одинаковые, учащиеся без труда рассчитывают напряжение на участках AB и BC. Напряжения соответственно должны быть равны 55 В и 165 В. Однако результаты эксперимента не соответствуют данным теоретического расчета. Если использовать лампы по 40 Вт, то вольтметры покажут 40 В и 180 В. Никакие по-

торы эксперимента, замены ламп или приборов не изменяют показания вольтметров и не дают возможность получить предполагаемый результат. Возникает проблемная ситуация [15].

Можно создать проблемную ситуацию, используя противоречие между ранее полученным учениками знанием и новым на уроке, посвященном изучению средней скорости. Если в пропедевтическом курсе физики средняя скорость обычно вводится как отношение пути (величины сугубо положительной) ко времени, затраченному на ее прохождение ( $v_{\text{ср}} = S/t$ ), то в средней школе средняя скорость определяется как величина векторная. В связи с этим можно продолжить разговор с учащимися о средней скорости, приведенный выше, и еще раз задать вопрос о правильности полученного значения скорости поезда, движущегося из Москвы до Санкт-Петербурга и обратно. В соответствии с новым пониманием средней скорости как величины векторной средняя скорость должна быть равна нулю. Какой же ответ верен? Возникает противоречие, которое и служит началом новой проблемной ситуации. Данный пример интересен и тем, что в процессе поиска учащиеся приходят к ответу, диалектическому по своему характеру: и тот и другой ответ верен. Проблемное обучение не просто способствует развитию творческой активности школьников, но и развивает их научное мышление.

Интересен пример проблемной ситуации, использующий противоречие второго типа, который организуется в процессе решения задачи [15]. Как и в предыдущем примере, противоречие возникает из-за недопонимания учащимися различия между понятиями «путь» и «перемещение». Школьникам предлагается решить задачу: «Тело, брошенное вертикально вверх, на высоте 6 м оказалось через 4 с. С какой скоростью оно было брошено? С какой скоростью надо бросить тело, чтобы на той же высоте оно оказалось через 2 с?» После решения задачи и получения числового ответа ученики оказываются перед очевидным с точки зрения здравого смысла противоречием. Тело, брошенное с большей скоростью (21,5 м/с), окажется на высоте 6 м через 4 с, а если начальная его скорость равна 13 м/с, то на той же высоте оно будет его через 2 с. Возникает проблемная ситуация.

Проблемные ситуации, использующие противоречия третьего типа, основываются на существующих в окружающем мире диалектических противоречиях и противоречиях, возникающих в процессе его познания и нашедших отражение как в истории физики, так и в самой системе физического знания.

Общеизвестно противоречие, которое возникает в сознании школьников при изучении корпускулярных и волновых свойств света. В их понимании свет в процессе распространения представляет собой электромагнитную волну (проявляются волновые свойства – интерференция, дифракция и т. д.); при взаимодействии с веществом свет есть поток частиц (проявляются его корпус-

кулярные свойства – фотоэффект, эффект Комптона и т.д.). Противоречие между двумя моделями может быть использовано для создания проблемной ситуации, в процессе решения которой школьники приходят к пониманию единой природы света.

В процессе изучения явления фотоэффекта проблемную ситуацию можно организовать, используя несовместимость классической электродинамики и экспериментально наблюдаемой независимости фототока насыщения от светового потока. Изучение специальной теории относительности может начаться с анализа противоречия классической электродинамики и механики Ньютона, иллюстрируемого историческими опытами и фактами, и т.д.

Методика организации проблемного обучения требует от учителя физики серьезной подготовки и значительного мастерства (в том числе и актерского). Одну и ту же проблему, одно и то же противоречие можно превратить в проблемную ситуацию, но можно и не вызвать того эмоционального всплеска и активного интереса со стороны школьников, которого требует проблемная ситуация. Обсуждая, например, относительность кинетической энергии (относительность потенциальной энергии для школьников более очевидна), учитель может ограничиться вопросом: зависит ли значение кинетической энергии от системы отсчета, с которой связано тело? После обсуждения учащиеся вспоминают о зависимости скорости от избранной системы отсчета и приходят к необходимому заключению. Очевидно, что в данном случае учитель ставит перед учащимися учебную проблему и они ее решают. Однако к проблемному обучению данный учебный фрагмент не имеет никакого отношения: не была создана проблемная ситуация. Если же переформулировать вопрос и задать его в следующем виде: «Движущееся тело в системе отсчета, связанной с Землей, обладает кинетической энергией, а в системе, связанной с самим телом, – нет. Так обладает это тело кинетической энергией или нет?», то появляется возможность для организации проблемной ситуации через противоречие (в самом деле, есть кинетическая энергия или ее нет?).

Иначе говоря, сам характер постановки вопроса, его формулировка определяют возможность включения учащихся в активный поиск ответа. Необходима своего рода «провокация» со стороны учителя, хорошо обыгранная и предъявленная, чтобы создать проблемную ситуацию.

Проблемное обучение, как было показано в приведенных выше примерах, может быть организовано на уроках физики с помощью самых разных средств обучения: с помощью демонстрационного эксперимента или фронтального опыта, в процессе решения задачи или обсуждения какого-либо вопроса и пр. Проблемное обучение может быть включено в ткань любого урока, на любом его этапе – и при изучении нового материала, и при его закреплении, и в процессе актуализации имеющихся знаний и т.д.

Однако необходимо иметь в виду, что далеко не всегда, ни на любом физическом материале, ни на любом уроке можно создать проблемную ситуацию и включить учащихся в процесс активного, творческого мыслительного процесса. Подготовка урока, использующего проблемное обучение, – это достаточно сложная методическая проблема.

#### 15.4. Деятельностный подход в обучении физике

Деятельностный подход к психике человека разрабатывался в науке, конкретно в нашей стране, в основном в течение XX столетия. Применительно к процессу обучения в середине века этот подход привел к созданию известным психологом П.Я.Гальпериным теории поэтапного формирования умственных действий и понятий. Эта психологическая теория объясняет природу усвоения человеком социального опыта и дает основания для разработки методики обучения любому предмету.

Положения этой теории не могут быть использованы непосредственно учителем при подготовке уроков. Их применение к организации учебного процесса по любому предмету, в том числе и по физике, осуществляется в два этапа. На первом этапе разрабатываются модели учебного процесса, связанные с решением отдельных дидактических задач, например: изучение нового материала (объектов, явлений, законов и т.п.), обучение решению задач и т.д. В результате этих исследований получают обобщенные представления о целях, методах и средствах обучения физике на деятельностной основе. На втором этапе полученные обобщенные представления используются учителем при разработке конкретных уроков, создании собственной системы работы.

Рассмотрим специфику организации учителем учебного процесса по физике с опорой на обобщенные представления, которые накоплены в методической науке и являются инструментом в руках учителя.

Организация учебного процесса включает постановку целей, выбор содержания, выбор метода обучения, подбор и разработку необходимых для достижения поставленных целей дидактических средств.

Деятельностный подход к постановке целей любого урока заключается в том, что помимо новых знаний учитель определяет действия, которые адекватны этим знаниям и выполнению которых предстоит научиться учащимся. Естествен вопрос: «Какие действия адекватны изучаемым в школьном курсе физики знаниям?» В результате педагогических исследований эти действия выявлены на основе методологических знаний.

Большое число элементов знания, которые изучаются в школьном курсе физики, принято делить на следующие основные груп-



пы: понятия о физических объектах, физических явлениях, физических величинах; физические законы; научные факты; физические теории; измерительные приборы и технические устройства. Каждый элемент знания является результатом определенной деятельности, которую принято называть *деятельностью по созданию знания*. Далее каждый элемент знания применяется в конкретных ситуациях либо для распознавания ситуаций, соответствующих знанию, либо для воспроизведения таких ситуаций. Таким образом, каждому элементу знания могут быть адекватны три вида деятельности: 1) «создание» знания; 2) распознавание ситуаций, соответствующих знанию; 3) воспроизведение ситуаций, соответствующих знанию. В таблице 22 указаны обобщенные виды деятельности, адекватные перечисленным выше типам знания.

Таблица 22

Тип знания	Деятельность, адекватная знанию данного типа
Понятие о физическом объекте	Создание понятия о физическом объекте Распознавание реальных объектов, соответствующих понятию Создание объектов, соответствующих понятию
Понятие о физическом явлении	Создание понятия о физическом явлении Распознавание явления в конкретных ситуациях (КС) Воспроизведение явления в КС
Понятие о физической величине	Создание понятия о физической величине Определение значения физической величины в КС Воспроизведение КС с заданным значением физической величины
Физический закон	Установление физического закона Нахождение значений величин, входящих в закон, в КС Объяснение и предсказание поведения объектов КС Воспроизведение КС, подчиняющихся закону
Научный факт	Установление научного факта Распознавание КС, соответствующих научному факту Воспроизведение КС, соответствующих научному факту
Физическая теория	Создание физической теории Объяснение известных явлений, законов Предсказание новых объектов, явлений, законов Объяснение и предсказание поведения объектов в КС (качественные задачи) Нахождение величин, характеризующих явление, в КС (расчетные задачи)
Измерительные приборы и технические устройства	Разработка измерительного прибора или технического устройства Измерение величин в КС или эксплуатация технического устройства

На основе таких представлений о знаниях и адекватных им видах деятельности учитель при подготовке любого урока может определить его образовательные цели – новые знания и цели развития – адекватные знаниям действия. Для этого он конкретизирует указанные в таблице 22 виды деятельности. Например, на уроке по теме «Отражение и преломление света» учащиеся должны усвоить понятия «отражение света», «преломление света», а также научиться «создавать» указанные понятия.

Содержание школьного курса физики представлено в программах и учебниках. Однако в них не раскрывается содержание действий по созданию и применению знаний. Поэтому учителю при подготовке любого урока необходимо раскрыть содержание видов деятельности, указанных в целях развития.

*Содержание деятельности – это последовательность действий по достижению цели деятельности, причем такая, что результат каждого предыдущего действия используется как предмет или средство при выполнении следующего.* В таблице 23 в качестве примера приведено обобщенное содержание деятельности по созданию понятия о физическом явлении. Готовясь к уроку, учитель конкретизирует общую логическую схему для изучаемого на данном уроке знания. Пример конкретизации для явления отражения света приведен также в таблице 23.

Таблица 23

Обобщенное содержание деятельности по созданию понятия о физическом явлении	Содержание деятельности по созданию понятия «отражение света»
Обнаружение явления в единичной ситуации	Световой пучок лазера изменяет направление распространения в воздухе при падении на стеклянную пластинку, отражается от нее
Постановка общей познавательной задачи «Что это за явление?»	Постановка общей познавательной задачи «Что такое отражение? Каковы существенные признаки этого явления?»
Постановка познавательной задачи «С какими объектами происходят обнаруженные изменения?»	
Проведение серии экспериментов с различными объектами в тех же условиях, что и в единичной ситуации	
Формулировка обобщенного суждения об объекте, с которым произошло явление	

Обобщенное содержание деятельности по созданию понятия о физическом явлении	Содержание деятельности по созданию понятия «отражение света»
Постановка познавательной задачи № 2 «При взаимодействии с какими объектами происходит явление?»	Постановка познавательной задачи № 2 «Только ли при падении из воздуха на поверхность стекла свет изменяет направление распространения в воздухе?»
Проведение серии экспериментов с разными воздействующими объектами	Проведение серии экспериментов с разными парами сред (воздух – вода, масло, дерево и др., стекло – вода, масло, дерево, металлы и др.)
Формулировка обобщенного суждения об объекте, взаимодействие с которым приводит к явлению	Формулировка обобщенного суждения о том, что при падении на поверхность, разделяющую два вещества, свет изменяет направление распространения
Подбор названия новому объекту	Подбор названия указанной поверхности – граница раздела двух сред
Составление определения	Составление определения понятия «граница раздела двух сред»
Постановка познавательной задачи № 3 «При каких условиях взаимодействие объектов приводит к явлению?»	Постановка познавательной задачи № 3 «В каких условиях свет, падая на границу раздела двух сред, отражается от нее?»
Проведение серии экспериментов в разных условиях взаимодействия	Проведение экспериментов при падении света под разными углами
Формулировка обобщенного суждения об условиях взаимодействия объектов	Формулировка суждения о том, что при любом расположении границы раздела по отношению к пучку света отражение происходит
Формулировка обобщенного суждения о явлении	Формулировка суждения о том, что при падении света на границу раздела двух сред происходит изменение направления распространения света в первой среде
Подбор термина для обозначения явления	Действие не имеет смысла, так как термин уже известен
Составление определения	Отражение света – это явление изменения направления распространения света в некоторой среде при его падении на границу раздела двух сред

При деятельностном подходе учитель не выбирает метод обучения, а разрабатывает сам в соответствии с поставленными целями программу деятельности своей и учащихся. *Под программой деятельности учителя и учащихся будем понимать последовательность организующих действий учителя и действий учащихся, которые составляют содержание видов деятельности, указанных в целях развития.* Эта программа может быть представлена кратко (свернуто) в виде структуры урока и отдельных его частей и развернуто в виде сценария урока с достаточно подробными рассуждениями учителя и ожидаемыми рассуждениями учащихся. В результате педагогических исследований установлены процедуры разработки структуры и сценария уроков разных типов. Поясним подход к разработке структуры урока.

Поскольку знания и опыт приобретаются человеком только через собственную деятельность, основными этапами урока естественно являются этапы, каждый из которых посвящается усвоению одного вида деятельности, указанного в целях развития. Урок при этом должен, кроме того, содержать как минимум два вспомогательных этапа. Во-первых, в начале урока проводится актуализация ранее усвоенных знаний и действий, на которые опирается изучение нового материала. Во-вторых, завершается урок контролем усвоения нового материала, осознанием учащимися собственных достижений.

Каждый из основных этапов урока имеет свою структуру – ряд подэтапов. Обязательными подэтапами являются мотивация усвоения нового (осознается только то, что является целью деятельности!) и организация деятельности учащихся. В таблице 24 приведены обобщенная структура урока и пример ее конкретизации для урока на тему «Отражение и преломление света».

При деятельностном подходе в обучении физике используются те же дидактические средства, что и при любых других подходах: экспериментальные установки, физические задачи, компьютерные программы и т. д. Однако имеется определенная специфика в подборе традиционных дидактических средств при организации урока на деятельностной основе. Так, при объяснении учителем какого-либо физического явления достаточно проиллюстрировать это явление на одной экспериментальной установке, с одним объектом. Если же учитель организует деятельность учащихся по созданию понятия о явлении, необходима серия экспериментов с разными объектами, при разных воздействиях и в разных условиях. И значит, учителю требуется разработать несколько экспериментальных установок, воспроизводящих одно и то же явление. Например, традиционно отражение и преломление света демонстрируется на границе раздела воздух–стекло или воздух–вода. Для организации «открытия» учащимися этого явления необходимы эксперименты и с другими средами. При разработке экспериментальных установок учитель может опираться на известный обобщенный прием.

Таблица 24

Обобщенная структура урока	Структура урока на тему «Отражение и преломление света»
Актуализация ранее усвоенных знаний и действий, на которые опирается изучение нового материала	Актуализация знаний о законе прямолинейного распространения света, содержании деятельности по созданию понятия о физическом явлении и умения изображать световой пучок с помощью лучей
Организация усвоения новых знаний и действий: мотивация усвоения нового организация деятельности учащихся	Мотивация создания понятий «отражение света» и «преломление света» Организация деятельности учащихся по созданию понятия «отражение света» Организация деятельности учащихся по созданию понятия «преломление света»
Контроль усвоения учащимися новых знаний и действий	Контроль понимания учащимися логики открытия явлений отражения и преломления света, знания понятий «отражение света», «преломление света»

Для организации деятельности учащихся по распознаванию ситуаций, соответствующих тому или иному элементу физического знания, используют физические задачи. При деятельностном подходе такие задачи должны иметь не только положительный ответ, но и отрицательный и неопределенный. Поскольку в задачах приводятся задачи лишь с положительным ответом, учителю необходимо составить задачи с отрицательным и неопределенными ответами. В настоящее время разработаны обобщенные приемы составления таких задач, а также задачки и рабочие тетради, содержащие подборки задач, предназначенных для усвоения элементов знаний по разным темам<sup>1</sup>.

Кроме традиционных средств при деятельностном подходе применяются специальные средства для управления процессом усвоения знаний и действий. Необходимость использования таких средств сводится к следующему. Если при традиционном обучении учитель предпочитает объяснять материал, считая его недоступным для самостоятельного изучения, то при деятельностном подходе учитель ищет такие средства поддержки, которые позволят учащимся выполнить запланированные действия само-

<sup>1</sup> См., например: *Пронеткова Л.А.* Задачник-помощник по физике. – Вып. 1: Механические колебания. – М., 1992.

стоятельно. Например, при обучении учащихся решению задач по той или иной теме школьного курса физики существенную помощь им оказывают обобщенные методы решения. Эти методы учитель может сообщить учащимся с необходимыми разъяснениями. Однако их использование наиболее эффективно, если метод решения задач определенного типа выделяется самими учащимися. На начальных этапах обучения для организации деятельности учащихся по составлению метода решения задач можно использовать набор карточек, на которых выписаны отдельные действия, составляющие метод. Учащимся предлагается установить последовательность действий, разложив карточки по порядку.

Таким образом, суть деятельностного подхода в обучении физике состоит в том, что на любом занятии организуется деятельность самих учащихся по созданию и (или) применению отдельных элементов или системы физических знаний. Самостоятельное выполнение учащимися запланированных действий обеспечивается предварительно разработанной учителем программой деятельности на уроке и специально подобранными дидактическими средствами.

## Глава 16. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ УЧИТЕЛЕМ

Планирование работы учителем – необходимый элемент его деятельности. Тщательное планирование поможет учителю целенаправленно и своевременно решать стоящие перед обучением физике задачи.

Исходными документами для планирования работы учителя являются учебный план школы, программа курса физики.

Раньше планирование работы учителя было довольно просто осуществить, так как все школы работали по одним учебным планам, одинаковым программам и стабильным учебникам. Примерное планирование курса физики публиковалось в журнале «Физика в школе».

В настоящее время в условиях работы общеобразовательных учреждений по разным учебным планам и возможности выбирать программы курса физики и учебники учитель сам должен осуществлять планирование учебного процесса.

Планирование работы учителем физики позволяет заранее предусмотреть содержание уроков, формы работы учащихся на уроке и дома, систему общих и индивидуальных заданий, физической демонстрационный эксперимент, фронтальные лабораторные работы, физический практикум, технические средства обучения, контроль знаний.

Обычно учитель составляет планы трех видов: годовой, календарно-тематический, поурочный.

## 16.1. Годовой и календарно-тематический планы

*Годовой план* – расположение учебного материала по четвертям. Чтобы составить годовой план, учитель должен изучить учебную программу, учесть число недель в каждой четверти и число уроков по физике в каждом классе.

Учебный год продолжается, как правило, с 1 сентября по 25 мая (34 недели). Он разбит на четверти следующим образом:

I четверть: 1 сентября – 4 ноября (9 недель);

II четверть: 10 ноября – 28 декабря (7 недель);

III четверть: 11 января – 23 марта (10 недель);

IV четверть: 1 апреля – 25 мая (8 недель).

При составлении годового плана учитель должен предусмотреть определенный резерв времени, так как могут быть различные сбои в плане из-за болезни учителя, объявленных карантинных, переноса праздничных дней и т.п.

Форма годового плана произвольная, т.е. такая, которая окажется наиболее удобной учителю. Целесообразной является форма, приведенная в таблице 25. В ней приведен пример годового плана по физике для VII класса.

Таблица 25

Четверть	Число часов в четверти	Тема	Число часов на тему
I	18	Введение	2
		Первоначальные сведения о строении вещества	6
		Взаимодействие тел	10
II	14	Взаимодействие тел	7
		Резерв	3
		Давление твердых тел, жидкостей и газов	4
III	20	Давление твердых тел, жидкостей и газов	17
		Резерв	3
IV	16	Работа и мощность. Энергия	9
		Резерв	7

После того как составлен годовой план, учитель приступает к планированию учебного материала по каждой теме, т.е. составляет календарно-тематический план.

*Календарно-тематический план* – это распределение по урокам учебного материала каждой темы. Как правило, календарно-тематический план составляется на полугодие или год и утверждается администрацией школы.

При составлении календарно-тематического плана следует иметь в виду, что каждый отдельный урок является звеном в общей системе занятий, он опирается на предыдущие и готовит последующие уроки. Поэтому поставленные образовательные задачи могут быть успешно решены при планировании системы уроков по теме, что обеспечивает взаимосвязь уроков и позволяет всесторонне изучить тему. В этой системе каждый отдельный урок имеет свою конкретную цель.

При составлении календарно-тематического плана в каждой теме или разделе необходимо выделить знания, подлежащие усвоению и определяющие содержание учебного материала, а также умения, которые должны быть сформированы у учащихся. При этом важно определить не только объем знаний и умений, но и необходимый уровень их усвоения на каждом этапе. Большую роль при составлении календарно-тематических планов играет определение последовательности подачи всех элементов знаний. Эта последовательность подчиняется общей логике изложения темы.

Календарно-тематический план позволяет своевременно организовать повторение материала, предусмотреть демонстрационный эксперимент к каждому уроку, самостоятельную работу учащихся, продумать для них индивидуальные задания. Такой план дает возможность учителю заранее подготовиться к различным видам работы на уроке. На основании календарно-тематического плана учитель составляет график контрольных мероприятий, заявку на фото- и видеофильмы.

Единой общепринятой формы календарно-тематического плана не существует, возможная форма приведена в таблице 26.

Таблица 26

Дата урока	Примерная дата урока	Тема и основные задачи урока	Краткое содержание урока	Форма урока	Повторение	Формы и содержание проверки знаний	Физический эксперимент	Упражнения	Домашнее задание
	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Иногда в календарно-тематические планы включают и другие вопросы, например: межпредметные связи, связь с жизнью, способ введения новой темы и др.; а иногда некоторые разделы приведенной схемы объединяются, например: 2-й и 3-й, 4-й и 5-й. Конечно, все это не является принципиальным. Главное, что тематический план должен отражать организацию работы на уроке и дать возможность учителю разнообразить формы и методы обучения, избежать шаблона в преподавании, заранее наметить и

подготовить работу с книгой, с дидактическими карточками, с раздаточным материалом, продумать фронтальные опыты и т. д.

Прежде чем составлять календарно-тематический план, учитель должен ознакомиться с программой и содержанием соответствующей темы в школьном учебнике. Следующим этапом является изучение наиболее целесообразных методов раскрытия содержания темы, формирования у учащихся знаний. Необходимо знать, какие технические средства обучения могут быть использованы при изучении темы, какие дидактические материалы, упражнения и задачи позволяют наиболее эффективно организовать обучение. Составляя календарно-тематический план, учитель должен также ознакомиться с программами и учебниками по другим предметам, в частности по математике, природоведению, химии, для того чтобы знать, на какой материал из предшествующих курсов он может опереться при объяснении темы.

Календарно-тематические планы облегчают подготовку учителя к уроку, по мере приобретения учителем опыта работы они расширяются и совершенствуются.

## 16.2. Подготовка учителя к уроку. План и конспект урока

Одним из самых ответственных этапов деятельности учителя является его подготовка к каждому конкретному уроку. Тем, какая подготовительная работа проведена учителем, во многом определяется успех достижения поставленных целей на самом уроке.

При подготовке к уроку учитель прежде всего выявляет цели и задачи урока. На каждом отдельном уроке решается обычно не одна, а несколько задач, и это естественно, поскольку формирование, например, умений способствует усвоению и закреплению знаний, формирование знаний у учащихся связано с развитием их мышления и происходит при изучении конкретного учебного материала. Однако учитель должен выделить основную для каждого урока задачу и направить организацию урока, методы работы на решение этой основной задачи. При постановке же большого числа задач на уроке ни одна из них не сможет быть полностью до конца решена.

После определения задач урока учитель отбирает необходимый для усвоения фактический материал. С этой целью он прежде всего внимательно изучает учебник и устанавливает объем и содержание материала, а также устанавливает, какие дополнительные сведения необходимо привлечь при его объяснении. Работа с учебником позволяет учителю выявить сложные для понимания учащихся вопросы, заострить на них внимание на уроке, проанализировать определения с точки зрения их точности и доступности для учащихся и, наконец, составить для учащихся задания по работе с учебником в классе и дома. Далее изучается научная

научно-популярная литература, в которой содержится фактический материал, полезный для учителя.

Затем решается вопрос о том, как наиболее целесообразно организовать познавательную деятельность учащихся при усвоении конкретного материала, т. е. определяется структура урока и методы его проведения. С этой целью учитель изучает методическую литературу.

Готовясь к уроку, учитель определяет методы изучения нового материала, проверки знаний и умений; подбирает демонстрационный эксперимент и средства наглядности; отбирает задачи и упражнения. Выбирая методы обучения, эксперимент, упражнения, учитель должен учитывать уровень познавательных возможностей всей класса в целом, а также отдельных учащихся и в соответствии с их способностями и подготовкой подбирать разноуровневые задания, чтобы иметь возможность осуществить внутреннюю дифференциацию на уроке.

При подготовке к уроку учитель должен решить все задачи и упражнения, которые он собирается предложить учащимся. Только в этом случае он сможет правильно составить необходимую систему задач и упражнений и оперативно проверять и корректировать решение задач учащимися.

Перед уроком необходимо подобрать оборудование для демонстрационных опытов и фронтальных лабораторных работ и сделать соответствующие опыты. Заранее должны быть отобраны и просмотрены кино- и видеофильмы, компьютерные программы и другие средства наглядности, которые используются на уроке. Если учитель планирует и проведение фронтальной лабораторной работы, то следует подготовить заранее оборудование в необходимом числе экземпляров, проверить его исправность и сделать работу. Для проведения контрольной или самостоятельной работы учитель составляет варианты заданий, учитывая индивидуальные особенности учащихся. Предварительно обдумывается и домашнее задание, причем, помимо общего, предусматриваются и индивидуальные задания, например: решить задачу повышенной сложности, проделать домашний опыт, подготовить доклад или сообщение.

После того как проведена вся эта работа, учитель приступает к составлению плана урока. *Цель планирования урока – привести в систему всю подготовительную работу, так организовать учебный процесс, чтобы создать оптимальные условия для решения учебно-познавательных задач данного урока в данном конкретном классе с учетом не только особенностей учебного материала, но и уровня подготовки учащихся, их способностей, интересов, материальной обстановки конкретной школы.*

План урока должен иметь следующие элементы:

тема и задачи урока;

этапы урока с указанием времени проведения каждого из них;

- методы и содержание проверки знаний;
- последовательность и методы изучения нового материала;
- перечень демонстраций с необходимыми данными;
- перечень ТСО и других средств наглядности;
- задачи и упражнения с их решением;
- домашнее задание.

В качестве примера приведем план урока по теме «Закон Ома для участка цепи» (X класс). Этот урок проводится в тем «Законы постоянного тока», до изучения ЭДС и закона Ома для полной цепи. Зависимость силы тока от сопротивления проводника объясняется на основе электронных представлений.

УРОК №... **Тема урока:** Закон Ома для участка цепи.

#### Цели

**образования:** формирование представлений о зависимости сил тока от напряжения на участке цепи и его сопротивления, механизме протекающих при этом процессов в проводнике под действием сил электрического поля;

**воспитания:** показ роли физического эксперимента и физической теории в изучении физических явлений;

**развития:** развитие мышления учащихся при установлении причинно-следственных связей; при изучении функциональных зависимостей типа  $y = kx$  и  $y = b/x$ .

#### План урока

1. Организационный момент – 2 мин.
2. Проверка знаний и их актуализация – 5 мин.
3. Объяснение нового материала – 25 мин.
4. Закрепление – 10 мин.
5. Подведение итогов урока и домашнее задание – 3 мин.

#### Оборудование к уроку

Источник питания ВС-4-12, магазин сопротивлений, реостат, демонстрационный амперметр и вольтметр, провода.

#### Проверка знаний (фронтальная)

1. Что называют силой тока?
2. Что называют напряжением?
3. Что называют сопротивлением?
4. Чем обусловлено наличие у проводника сопротивления электрическому току?
5. От чего зависит сопротивление проводника?

#### Объяснение нового материала

1. Демонстрация зависимости силы тока от напряжения при постоянном сопротивлении участка цепи.
2. Демонстрация зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на этом участке.

3. Закон Ома для участка цепи:  $I = \frac{U}{R}$  (формулировка).

4. Границы применимости закона Ома для участка цепи.

5. Основные положения электронной теории и модель электропроводности металлов.

6. Вывод на основе электронных представлений зависимости

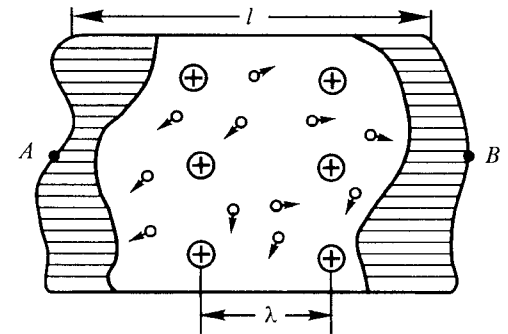


Рис. 14

$$I = \frac{e^2 n \lambda S}{2 m v_{\text{тепл}} l} U.$$

Этот фрагмент плана будет выглядеть следующим образом:

Сила тока в проводнике (изучено на предшествующем уроке):  $I = env_{\text{др}} S$ , где  $e$  – заряд электрона,  $n$  – концентрация электронов,  $S$  – площадь поперечного сечения проводника (рис. 14).

Поле действует на электрон с силой  $F$ :

$$F = eE; \quad E = \frac{U}{l},$$

где  $U$  – разность потенциалов между точками  $A$  и  $B$ ,  $l$  – длина проводника.

Ускорение электронов:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eU}{lm},$$

где  $m$  – масса электрона.

Средняя скорость дрейфа электронов:

$$v_{\text{др}} = \frac{at}{2} = \frac{eUt}{2lm}.$$

Если  $\lambda$  – длина свободного пробега, то время между двумя последовательными столкновениями

$$t = \frac{\lambda}{v_{\text{тепл}}}, \quad \text{откуда } v_{\text{др}} = \frac{eU\lambda}{2lmv_{\text{тепл}}}.$$

Окончательно имеем

$$I = \frac{eneU\lambda S}{2lmv_{\text{тепл}}} = \frac{e^2 n \lambda S}{2lmv_{\text{тепл}}} U,$$

$$\frac{2mv_{\text{тепл}}}{e^2 n \lambda} = \rho; \quad I = \frac{1}{\rho} \frac{S}{l} U; \quad I = \frac{U}{R}.$$



### **Закрепление изученного материала**

1. Сформулировать закон Ома для участка цепи.
2. Построить по данным проведенных опытов график зависимости  $I(U)$  при  $R = \text{const}$  и  $I(R)$   $U = \text{const}$ .

Решить задачу.

Найти скорость упорядоченного движения электронов в проводнике площадью поперечного сечения  $5 \text{ мм}^2$  при силе тока  $10 \text{ А}$ , если концентрация электронов проводимости  $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ .

### **Задание на дом**

1. Вывод зависимости  $I$  от  $U$  и  $R$  с учетом электронных представлений.

2. Задачи на изученный материал.

Как видим, план урока довольно краткий; его можно расширить, расписав подробно вывод зависимости силы тока от напряжения на концах проводника.

Учителя, начинающие свою профессиональную деятельность, составляют конспекты уроков, в которые план урока входит составной частью. Конспект значительно полнее урока; в него входят содержание организационного момента; вопросы к учащимся и предполагаемые ответы на них; подробное изложение нового материала; схемы экспериментальных установок; примерное расположение записей на доске; фамилии учащихся, которые будут опрошены на уроке, и т. д.

Написание конспекта урока позволяет продумать в деталях все, что говорится учащимся, логику урока и отдельных его этапов, записи на доске.

## **Глава 17. ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

### **17.1. Формирование у учащихся физических понятий**

Физическая наука как система знаний о мире (об определенных его сторонах, аспектах, областях) создала и оперирует множеством понятий, среди которых понятия философского уровня (движение, взаимодействие, причина, следствие и пр.), общенаучные понятия (симметрия, сохранение, энергия, элементарность и др.), собственно физические понятия, применяемые не только в физике, но и в других естественных науках (скорость, масса, сила, электрический заряд, электромагнитная волна и пр.).

Физические понятия, изучаемые в школьном курсе физики, можно разделить на понятия об объектах (например: твердое тело, маятник, проводник, электрическое поле), о явлениях (например:

равномерное движение, теплопроводность, электрический ток, фотоэффект, радиоактивный распад) и физические величины (например: перемещение, скорость, энергия, температура, напряженность электрического поля, период полураспада). Кроме того, есть понятия, которые нельзя отнести ни к одной из этих групп. Например: траектория, инертность, относительность, дискретность. Можно сказать, что эти понятия отражают отдельные свойства, стороны, аспекты, особенности физических объектов и явлений. К этой группе понятий относятся и понятия математические, которые широко применяются в физике, поскольку математика в отношении физики выступает в роли языка физической науки.

Процесс формирования физических понятий может происходить двумя путями.

**Первый путь** начинается с наблюдений объектов и явлений, накопления эмпирического материала, в итоге приводящего к выводу о необходимости ввести новое понятие. Этот путь можно назвать «восхождением от конкретного к абстрактному». Например, наблюдение самых разных изменений положений тел друг относительно друга с течением времени, организуемое учителем с помощью демонстрационного и фронтального эксперимента или ранно-звуковых пособий, подводит учащихся к введению понятия «механическое движение».

**Второй путь**, называемый «восхождением от абстрактного к конкретному», предполагает первоначальное введение обобщенного понятия и дальнейшее наполнение его конкретным содержанием. Например, в начале изучения темы «Механические колебания» можно ввести понятие механического колебания вообще как периодически повторяющегося в пространстве и во времени движения при постоянной смене последовательности прохождения механической системой любых двух своих состояний. Затем следует организовать изучение учащимися различных характеристик механического колебания и закономерностей их изменений для самых разных видов механических колебаний.

Второй путь может быть реализован лишь на базе предшествующего эмпирического опыта учащихся. Априорного (доопытного) появления понятий естественные науки не приемлют.

В реальности оба пути тесно переплетаются. Так, например, до введения понятия «механическое колебание» целесообразно осуществить на уроке наблюдение учащимися различных колебательных движений («восхождение от конкретного к абстрактному»), а после введения понятия механического колебания изучение разных видов колебаний нитяного, пружинного маятников, систем маятников позволит учащимся обогатить содержание введенного понятия и введение понятия будет доведено до уровня его применения.

В целом процесс формирования понятий, как правило, проходит ряд этапов.

Во многих случаях довольно ярко выраженным бывает *этап обоснования необходимости введения понятия* (этап накопления опытных данных о физических объектах и явлениях). Этот этап завершается *определением понятия*, введением термина (слова или словосочетания) для обозначения понятия и формулировкой суждения или собственно определения понятия, раскрывающего его содержание, позволяющего отличить вновь введенное понятие от уже известных.

Существуют понятия разной степени *общности*, или, как говорят, *понятия различаются объемом*. Одно понятие может «входить» в другое. Например, понятие равномерного движения менее общее по сравнению с понятием механического движения, понятие электрического поля менее общее по сравнению с понятием электромагнитного поля. Объем понятия менее общего меньше, чем объем понятия более общего.

При введении понятия менее общего даются так называемые родо-видовые определения понятий: указывается ближайший род понятия (т.е. понятие более общее по отношению к вновь вводимому и в то же время такое, чтобы между ним и определяемым понятием нельзя было «разместить» еще одно понятие, промежуточное по степени общности) и видовые отличия нового понятия.

Например, по отношению к понятию «конвекция» более общими выступает как понятие «теплопередача», так и понятие «способ изменения внутренней энергии». Определение конвекции должно включать ближайший род понятия, т.е. начинаться со слов «конвекция – это вид теплопередачи...». Далее будут следовать слова, говорящие о том, что отличает конвекцию от других видов теплопередачи (теплопроводности и излучения), а именно слова «... при котором перенос энергии осуществляется неравномерно нагретыми слоями жидкости или газа».

Структура родо-видовых определений физических величин имеет свою специфику. После указания рода (векторная или скалярная физическая величина) в определении должно быть сказано, для характеристики какого свойства объекта или явления введена данная величина, и лишь затем должны быть приведены признаки, по которым данная величина отличается от других. Например, определение электрической емкости может выглядеть так: «Электрическая емкость – это скалярная физическая величина, характеризующая свойство проводника или системы проводников, разделенных слоем диэлектрика, накапливать электрический заряд и равная отношению заряда на проводнике к потенциалу проводника или заряда на одном из проводников к разности потенциалов между проводниками, образующими систему».

Для многих фундаментальных достаточно общих физических понятий нецелесообразны или даже невозможны строгие родо-видовые определения (они оказываются слишком сложными, неконкретными, непродуктивными). К таким понятиям, не требую-

щим строгих определений, в физике можно отнести, например, понятия электромагнитной волны, электрического заряда, энергии, температуры. Для этих и подобных понятий родо-видовые определения заменяются описаниями, характеристиками, т.е. перечислением того, что учащемуся известно о данном физическом объекте, явлении, величине, свойстве.

Среди различных понятий, изучаемых в школьном курсе физики, особое место занимают *модели различных физических объектов и процессов*. Моделирование как процесс построения мысленной модели физического объекта и явления для их изучения и объяснения является необходимым этапом научного познания. Бесконечный и непрерывный материальный мир в принципе не может изучаться во всем своем многообразии одновременно. Наука рассматривает отдельные стороны, аспекты, свойства материального мира, что отражается в форме научных абстракций, научных понятий. Реальные объекты и явления в процессе познания заменяются мысленными моделями или идеализированными объектами, обладающими лишь частью бесконечного набора свойств материальных объектов. Таким образом, в процессе познания бесконечное превращается в конечное, непрерывное в дискретное, сложное в простое.

В физической науке при создании модели происходит абстрагирование, отвлечение от действительности, выделение сторон главных, существенных для данного этапа и уровня познания объекта и явления. После построения модели происходит изучение этой модели, а не реального объекта или явления. Правомочность выводов, полученных при изучении модели, проверяется при выяснении соответствия этих выводов научному эксперименту либо результатам их практического применения.

Изучаемые на уроках физики объекты и явления можно, в частности, разделить на вещественные макрообъекты и физические явления, воспринимаемые непосредственно органами чувств, и чувственно невоспринимаемые микрообъекты и полевые объекты, а также микроявления.

Модели непосредственно воспринимаемых объектов и явлений могут быть получены с помощью *предельного перехода*. В этом случае осуществляется рассмотрение некоторого набора объектов или явлений, обладающих определенным свойством, в порядке убывания или возрастания этого свойства. Далее должна быть совершена мысленная операция – должен быть сделан вывод о существовании мысленного объекта или явления, либо лишеного данного свойства, либо обладающего им в наивысшей степени. Таким путем можно вводить модели материальной точки (идеального объекта, не имеющего пространственной протяженности, но способного двигаться и взаимодействовать), математического маятника (системы из материальной точки и нити, не обладающей двумя измерениями из трех, массой и не способной растягивать-

ся), равномерного движения (явления, не имеющего такого свойства, как изменение скорости) и многие другие.

Модели микрообъектов и микроявлений, не оказывающих непосредственного воздействия на органы чувств, могут быть получены путем *приписывания* некоторых свойств микрообъекту или микроявлению. Так можно ввести модели идеального газа, электронного газа, движения электрона по атомной орбите в теории Бора. Однако есть модели микрообъектов, которые нельзя получить путем приписывания. К таким моделям относятся, в частности, модели электрона, кванта электромагнитного поля – фотона. Нельзя получить путем приписывания и модель такого макроскопического объекта, как электромагнитное поле. Модели электрона, кванта, электромагнитного поля появились в науке как *теоретические конструкции*. Дальнейшее развитие физики (в ее экспериментальной части и практических приложениях) подтвердило правомерность и плодотворность использования этих моделей и, следовательно, существование соответствующих объектов.

Введение моделей разных видов происходит по-разному. Если вводится модель для вещественного макрообъекта или наблюдаемого непосредственно физического явления, то целесообразно организовать наблюдение объектов или явлений, причем очередность этого наблюдения определить, исходя из степени выраженности некоторого свойства, общего для этих объектов или явлений. В итоге таких наблюдений учащиеся смогут при незначительной помощи учителя сделать вывод о том, что можно говорить об объекте или явлении, вообще не обладающем данным свойством или обладающем им в «бесконечно большой» степени. Например, можно подобрать различные отражающие поверхности и расположить их по мере убывания отражающей способности (или возрастания поглощательной способности) вплоть до поверхности, вызывающей ощущение черного цвета. Учащимся не трудно будет сделать вывод о том, что можно представить себе поверхность, совсем не способную отражать электромагнитное излучение. Учителю останется лишь сообщить, что тело, поглощающее полностью падающее на него электромагнитное излучение, называется абсолютно черным телом.

При построении модели микрообъекта или микропроцесса путем приписывания происходят два процесса: абстрагирование и собственно приписывание. В начале на основе предшествующего опыта с опорой на имеющиеся знания учащихся необходимо договориться, от существования каких свойств у моделируемых объектов и явлений можно отвлечься, абстрагироваться. То, что осталось после абстрагирования, следует приписать будущей модели.

Так, при построении модели идеального газа можно в ходе беседы с учащимися выяснить, целесообразно ли рассматривать наличие у частиц газа формы, возможности химических превращений, пусть малых, но конечных размеров и пр. В итоге рассужде-

ний необходимо прийти к выводу о том, что частицы газа можно считать материальными точками (ведь именно движение тел, которые допускают использование модели материальной точки, изучено учащимися в разделе «Механика», который, как правило, предшествует «Молекулярной физике»), и таким образом приписать идеальному газу первое свойство: этот газ имеет в качестве частиц материальные точки. Рассматривая принципиальную возможность сталкиваться для частиц газа, учащиеся должны прийти к выводу о возможности абстрагироваться от характера этих соударений и, следовательно, приписать соударениям частиц газа другой характер как самый «удобный» для дальнейших рассуждений. Затем должны последовать выводы о возможности отвлечься от взаимодействия частиц газа путем притяжения и учитывать лишь отталкивание при соударениях. Эта возможность возникает, поскольку расстояния между частицами в газе велики по сравнению с размерами самих частиц. На основании того, что знаем из всех видов механических движений наиболее хорошо известны равномерное и равноускоренное, подчиняющиеся законам Ньютона, можно подвести учащихся к выводу о целесообразности приписать движению частиц газа такое свойство, как подчинение законам Ньютона. Так будет завершено построение модели идеального газа как системы способных к упругим соударениям материальных точек, подчиняющихся законам динамики Ньютона. На основе этой модели могут быть получены уравнения, связывающие параметры газа, и далее возможна опытная проверка справедливости этих уравнений, в конечном счете подтверждающая правомерность самой модели идеального газа.

Когда на уроке идет речь о таких объектах, как электрон, квант, электромагнитное поле и пр., т.е. фактически вводятся особые модели – теоретические конструкции, для которых необходимо специально обосновывать само существование материальных объектов – прообразов данных моделей, то наиболее приемлемым путем введения соответствующих понятий при изучении физики в школе выступает использование исторического материала, показывающего появление их в истории науки. Обычно в практике работы учителя поступают именно так, не говорят вообще о моделях электрона, кванта, поля, а рассматривают историю развития знаний об этих объектах и обосновывают их материальность.

Обсуждение технологии введения идеальных моделей показывает, как сложным образом переплетаются в реальном учебном процессе оба рассмотренных выше способа введения понятий (от конкретного к абстрактному и от абстрактного к конкретному), а также то, что в ряде случаев оба способа уступают место такому способу введения понятия, как опора на историко-научный материал.

Самую многочисленную группу понятий, изучаемых в школьном курсе физики, составляют *физические величины*. Это особые

понятия, поскольку в них в единстве сочетаются качественная и количественная характеристики свойств объектов и явлений. В науке физическая величина определяется как свойство, общее в качественном отношении множеству объектов или явлений, но индивидуальное для каждого объекта или явления в количественном отношении. На уровне школьного курса физики целесообразно в соответствии с принципом доступности различать свойство (например, инертность) и характеризующую его физическую величину (для инертности это масса).

Для физических величин так же, как и для других видов понятий, существуют два пути введения величин: эмпирический и теоретический, что соответствует восхождению от конкретного к абстрактному и наоборот.

При введении физической величины эмпирическим путем целесообразно придерживаться следующих этапов:

- наблюдение физических объектов и явлений;
- обнаружение нового свойства у одного объекта или явления;
- обнаружение этого свойства у других представителей данной группы объектов или явлений;
- обнаружение разной степени проявления свойства у разных объектов или явлений;
- вывод о необходимости введения новой физической величины;
- введение названия новой величины;
- введение словесного определения величины и (если это возможно) определительной формулы.

Например, при введении понятия индукции магнитного поля в соответствии с приведенными этапами необходимо вначале пронаблюдать действие магнитного поля на проводник с электрическим током, затем обнаружить это действие на разных проводниках. Далее необходимо обнаружить, что это действие будет разным для разных магнитных полей (например, полей, связанных с разными постоянными магнитами). На этом этапе необходимо будет убедиться в том, что отношение силы, действующей на проводник с током в расчете на единицу длины и единичную силу тока, остается постоянным для конкретного магнитного поля и оказывается разным для разных магнитных полей. Именно это одновременно убедит в разной степени проявления свойства у разных магнитных полей и позволит вплотную подойти к получению определительной формулы для индукции магнитного поля через силу Ампера, силу тока в проводнике и длину части проводника, расположенного перпендикулярно линиям магнитной индукции в однородном магнитном поле. Более коротким в данном случае оказывается теоретический путь введения физической величины, поскольку если на опыте установить то, что сила Ампера прямо пропорциональна силе тока в проводнике и длине той части его, которая находится в однородном магнитном поле, то простейшие теоретические рассуждения покажут постоянство отношения для данного

магнитного поля силы Ампера к силе тока в проводнике и длине проводника. Это и будет основанием для определения понятия индукции магнитного поля.

Не менее ответственным, чем этап введения нового понятия, и значительно более длительным является *этап применения понятия* для анализа конкретных физических ситуаций в таких формах, как выполнение различных упражнений, экспериментальных заданий, решения разных физических задач (качественных, количественных, графических), написание рефератов, подготовка докладов. На этом этапе происходит в полном смысле слова овладение понятием через установление его взаимосвязей с ранее изученными и вновь вводимыми и через получение с помощью данного понятия конкретных теоретических и практических результатов, которые ожидаются в той или иной учебной или повседневной ситуации.

На этапе применения понятия происходит *развитие понятия*, обогащение его содержания, поскольку во многих случаях совершается перенос понятия, введенного для определенного круга явлений, на другие группы явлений. Так, например, обычно напряженность электрического поля вводят для поля точечного электрического заряда, а потом рассматривают напряженность других видов электрического поля, включая электрическое поле как неотъемлемую составляющую переменного электромагнитного поля. Или, скажем, масса, введенная как характеристика инертных свойств тел, рассматривается далее как характеристика свойств гравитационных и как величина, связанная с количеством вещества и энергией.

В процессе применения понятия неоднократно проводится обобщение знаний учащихся. Для целого ряда понятий, например таких, как энергия, электромагнитное поле, колебание, организуются специальные обобщающие уроки, на которых в наиболее совершенной форме устанавливаются связи данного понятия с другими, более и менее общими.

Применение и развитие понятия приводят к тому, что оно усваивается на новых, более высоких уровнях. Если вначале непосредственно после введения понятия можно говорить лишь об усвоении понятия *на уровнях узнавания и воспроизведения*, то далее достигаются *уровни применения в знакомой и новой ситуациях*, а при определенных условиях и целенаправленной работе учителя может быть достигнут и *творческий уровень усвоения понятия*.

Судить об усвоении понятия учитель может, в частности, предлагая учащимся рассказать о физическом объекте, явлении, величине по обобщенным планам, некоторые из которых приводятся во многих программах по физике. К ним можно добавить следующие планы:

*Вещественный объект*

1. Свойства данного объекта и величины, их характеризующие.
2. Явления, в которых объект может участвовать.

3. Способы «изготовления» данного объекта.

4. Применение объекта.

#### *Полевой объект*

1. Вещественный объект, с которым связан данный полевой объект.

2. Способы обнаружения данного вида поля.

3. Свойства поля и их характеристики (физические величины).

4. Графическое представление поля.

5. Применение поля на практике.

#### *Модель вещественного объекта*

1. Определение модели.

2. Свойства материального объекта, которыми обладает модель.

3. Свойства материального объекта, которыми не обладает модель.

4. Условия, при которых модель может «заменить» материальный объект.

Приведенные и подобные этим обобщенные планы полезны, однако наиболее полную и достоверную информацию об усвоении понятий может дать лишь анализ результатов применения учащимися этих понятий для объяснения и предсказания реальных физических явлений.

## **17.2. Обобщение и систематизация знаний учащихся по физике**

Задачами обучения физике, как уже говорилось, являются формирование у учащихся глубоких, прочных и действенных знаний основ физики и их практических применений, знаний о методах естественнонаучного познания и структуре научного знания, развитие их мышления и т. д. Один из путей решения этих задач – организация специальной работы по систематизации и обобщению знаний.

*Под систематизацией понимают мыслительную деятельность, в процессе которой изучаемые объекты организуются в определенную систему на основе выбранного принципа.*

При систематизации осуществляются такие мыслительные операции, как анализ и синтез, сравнение и классификация, в ходе которых учащиеся выделяют сходство и различие между объектами и явлениями, группируют их в соответствии с выбранными признаками или основаниями, устанавливают причинно-следственные связи, сущностные отношения между объектами и явлениями. В процессе систематизации знаний устанавливаются не только смысловые, причинно-следственные, но и структурные связи, в частности связи между компонентами структуры элементов физического знания: связи внутри физических понятий, зако-

нов, теорий, картины мира. В этом случае решается задача формирования системности знаний учащихся.

*Методологической основой систематизации знаний учащихся является принятый в науке системный подход – методологическое средство изучения интегрированных объектов и интегральных зависимостей и взаимодействий, который позволяет, с одной стороны, дать общее представление о процессе, явлении, объекте, а с другой стороны, увидеть их компоненты, связи между ними, место данной системы в составе другой, более сложной системы.*

*Объективной научной основой систематизации знаний учащихся являются особенности физической науки и физики – учебного предмета, отличающейся логической стройностью как самого научного знания, так и процесса его становления.*

*Дидактической основой систематизации знаний являются закономерности усвоения учащимися знаний и способов деятельности, отраженные в принципе систематичности и последовательности в обучении, а также в принципе системности.*

*Психологической основой систематизации знаний является образование ассоциативных связей: локальных, частносистемных, внутрисистемных и межсистемных (см. 4.5). В первых трех случаях систематизация носит, главным образом, внутрисистемный характер; в четвертом – межпредметный. Соответственно можно выделить несколько уровней систематизации знаний по физике:*

- уровень научных фактов (явлений, процессов);
- уровень физических понятий, в том числе физических величин;
- уровень физических законов (разной степени общности);
- уровень физических теорий;
- уровень общенаучных методологических принципов;
- уровень физической картины мира.

Помимо этого, может осуществляться систематизация знаний на основе тех или иных стержневых идей курса, в частности, целесообразна систематизация прикладных знаний в соответствии с основными направлениями научно-технического прогресса, мировоззренческих и методологических знаний в соответствии с циклом научного познания или на основе философских категорий материи, движения, пространства-времени, взаимодействия, представления о которых развиваются по мере изучения курса физики и др.

В случае систематизации знаний на межпредметном уровне речь должна идти соответственно об общих естественнонаучных понятиях, законах, теориях, о естественнонаучной картине мира.

Уровень систематизации знаний зависит от того, на каком этапе изучения курса физики ее проводят. Так, в конце изучения темы систематизируют знания о физических явлениях, понятиях, величинах и законах; в конце изучения разделов – о физических явлениях; в конце изучения всего курса – о физической картине мира.

Дидактическая роль систематизации знаний заключается в том, что объединение в систему знаний о фактах, явлениях, зако-

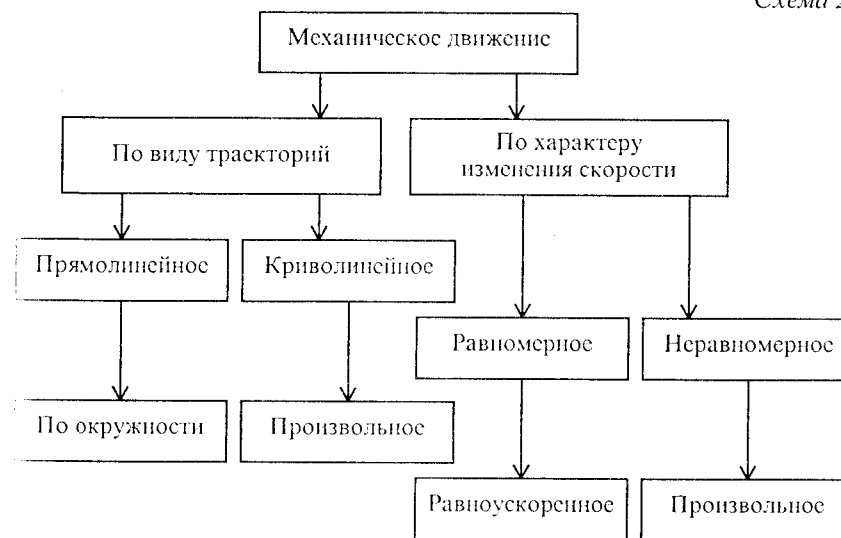
нах, принципах позволяет раскрыть новые, неизвестные учащимся до этого связи и отношения между ними, сделать обобщения мировоззренческого и методологического характера и превращает таким образом систематизацию в средство познания. Уровень сформированности у учащихся системы знаний является важным показателем их интеллектуального развития, он определяет возможности учащихся справляться с новыми познавательными задачами, перестраивать знания, включать их в новые системы, т.е. служит показателем возможности учащихся осуществлять творческую деятельность. В процессе систематизации внимание и деятельность учащихся направлены на выделение главного, на объединение множества изолированных фактов в группы, что позволяет упорядочить знания, разгрузить память, более полно охватить и осмыслить информацию. При этом часто происходит обобщение знаний учащихся, заключающееся в «мысленном объединении предметов или явлений, сходных по каким-либо существенным признакам. Обобщение предполагает первоначальное изучение объектов, выделение в них общего и особенного, объединение их в группы по отобранным признакам, разделение на виды и т.д.»<sup>1</sup>.

Обобщение знаний – переход на более высокую ступень абстракции путем выделения общих признаков (свойств, отношений, связей и т.п.) объектов и явлений. Обобщение знаний приводит к существенному изменению их качества, к усвоению ядра знаний, их системы. В этом смысле обобщение тесно связано с принципом генерализации, который предполагает, что результатом обучения учащихся является такая система знаний, в которой частное подчинено общему, несущественное и второстепенное – главному.

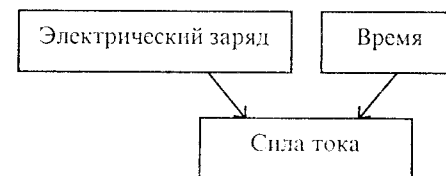
Обобщению знаний и умений учащихся по физике способствуют так называемые обобщенные планы изучения тех или иных элементов знаний, формирования тех или иных экспериментальных умений, разработанные А.В. Усовой [45], а также планы, приведенные в 17.1.

Существует несколько видов систематизации знаний. Важнейшим является классификация – вид систематизации, при котором объединение объектов происходит на базе определенных существенных признаков, что позволяет выделить существенное, общее, что объединяет объекты в систему (родовые признаки), и их специфические различия (видовые признаки). Примером классификации может служить систематизация знаний о механическом движении, в процессе которой выделяются по различным признакам разные виды механического движения: в зависимости от формы траектории, от характера изменения скорости (схема 26).

<sup>1</sup> Основы методики преподавания физики в средней школе / Под ред. А. В. Перышкина, В. Г. Разумовского, В. А. Фабриканта. – М., 1984. – С. 219.



Другим видом систематизации является установление логико-качественных связей, отраженных в определении понятий. Например, сила тока определяется как физическая величина, численно равная заряду, проходящему через поперечное сечение проводника в единицу времени. Связь между тремя понятиями, отраженными в определении, представлена на схеме 27.



Систематизация знаний может быть направлена на установление причинно-следственных связей между явлениями. В частности, после изучения первоначальных сведений о строении вещества учащимся можно предложить объяснить ряд явлений на основе тех или иных положений молекулярно-кинетической теории и составить соответствующую таблицу.

Систематизация может осуществляться путем сравнения, т.е. установления сходства, различия или аналогии между объектами и явлениями. При этом сходство или различие не только устанавливается, но и объясняются их причины. Примером может служить сравнение электростатического и гравитационного полей, электростатического и магнитного полей и т.п.



Результаты работы по обобщению и систематизации знаний могут быть оформлены в виде схем, таблиц, диаграмм, опорных конспектов.

Рассмотрим примеры систематизации и обобщения знаний учащихся.

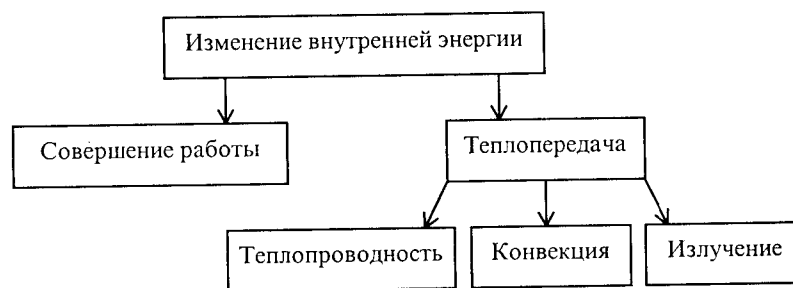
На уровне научных фактов может быть осуществлена систематизация знаний учащихся о фундаментальных опытах по электродинамике, и результаты работы представлены в виде таблицы (см. табл. 27).

Таблица 27

Название опыта	Год	Цель постановки опыта	Результат
Опыт Кулона	1785	Исследование взаимодействия электрических зарядов	Закон взаимодействия точечных неподвижных электрических зарядов
Опыт Эрстеда	1820	Исследование взаимосвязи электрических и магнитных явлений	Действие электрического поля на магнитную стрелку
Опыт Ампера	1820	Исследование взаимодействия проводников с током	Закон взаимодействия проводников с током
Опыт Фарадея	1831	Исследование взаимосвязи магнитных и электрических явлений	Явление и закон электромагнитной индукции

На уровне явлений и характеризующих их понятий может быть осуществлена систематизация знаний учащихся, например, о способах изменения внутренней энергии (схема 28).

Схема 28



Примером систематизации знаний о физических величинах может служить таблица 28.

Таблица 28

Название величины	Обозначение величины	Что характеризует величина	Единица величины	Прибор, способ измерения величины	Какая это величина: относительная или инвариантная
Масса	$m$	Свойство тел, является мерой инертности и мерой гравитации	кг	Взвешивание на рычажных весах Взаимодействие	Инвариантная
Сила	$F$	Взаимодействие, является его мерой	Н	Динамометр	Инвариантная

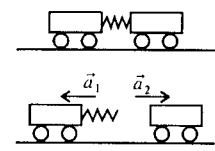
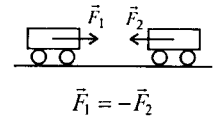
Такая систематизация проводится при изучении или после изучения динамики. При этом данная таблица может служить продолжением таблицы, систематизирующей знания о кинематических величинах. В конце изучения курса физики знания о понятии массы можно обобщить уже на более высоком уровне, включив в содержание этого понятия то, что масса является мерой количества вещества при рассмотрении изменения состояния макроскопических систем и мерой энергии при анализе ядерных превращений. То же относится и к понятию силы. В конце изучения курса физики обобщаются знания учащихся о фундаментальных взаимодействиях.

Систематизация знаний на уровне физических законов может быть проведена после изучения законов динамики Ньютона. Результат этой работы целесообразно представить в виде опорного конспекта (см. схему 29).

Систематизация знаний на уровне физических теорий может быть проведена в соответствии со структурными элементами теорий, рассмотренными в 4.1. Аналогично знания о физической картине мира могут обобщаться в соответствии с ее понятийной структурой (см. 4.1).

Полезной представляется работа по обобщению знаний учащихся на уровне общенаучных методологических принципов, к которым относятся принципы соответствия, дополнительности, причинности, симметрии. Эту работу можно провести на межпредметной основе. Частным случаем принципа симметрии является принцип относительности. Обобщение знаний о нем можно проводить как по ходу изучения тем или разделов курса физики (после изучения механики, электродинамики, теории относительности), так и в конце изучения курса физики.

При обобщении знаний учащихся их деятельность на уроке может быть организована по-разному, так же как возможны разные методы этой работы. В частности, урок может быть проведен

З А К О Н Ы  Н Ь Ю Т О Н А	1-й Явление инерции	ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА	Легат в основе движения: транспорта, спутников, ракет, планет, деталей станков и др.
	2-й	ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ	
	Масса – $m$ (кг) мера инертности    $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$  $\vec{F} = m\vec{a}$	Сила – $F$ (Н) мера взаимодействия сила упругости $F_x = -kx$ сила тяжести $F = mg$ сила трения $F = \mu N$  Силы: – приложены к разным телам – одной природы – равны по модулю – противоположны по направлению <b>СКЛАДЫВАТЬ НЕЛЬЗЯ!</b>	
3-й	  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ГАЛИЛЕЯ	

в форме лекции, однако познавательная активность учащихся в этом случае недостаточно высока. Другим вариантом является использование на уроке метода беседы, во время которой происходит построение схем, заполнение обобщающих таблиц. Целесообразно проведение обобщающих занятий в виде семинаров, на которых учащиеся выступают с самостоятельно подготовленными сообщениями. Полезны задания обобщающего характера, для выполнения которых учащимся необходимо воспользоваться дополнительной литературой: справочниками, энциклопедиями, учебными пособиями. К таким заданиям относится, например, следующее: составить таблицу типов тепловых двигателей, использующихся в народном хозяйстве, с указанием их мощности, коэффициента полезного действия и области применения, положив в основу классификации принцип их работы. Аналогичную таблицу можно составить при обобщении знаний о свойствах механических и электромагнитных волн, указав в ней названия волн (излучений), диапазон частот, среду, в которой они распространяются, воздействие на человеческий организм, область примене-

ния. Таблицы, предложенные учащимися, обсуждаются на уроке. В результате этого обсуждения выбирается наиболее удачный вариант или составляется сводная таблица.

Примеры проведения обобщающих занятий по темам «Механика и механизация производства», «Основные законы электродинамики и их технические применения», «Физика и научно-технический прогресс», «Физическая картина мира» приведены в ряде пособий<sup>1</sup>.

### 17.3. Деятельность учителя физики по формированию научного мировоззрения учащихся

Фундаментом мировоззрения является система обобщенных знаний. Это означает, что:

– при формировании знаний учащихся о важнейших физических понятиях и идеях выделяются их мировоззренческие аспекты (например, при введении понятия импульса можно остановиться на том, что это понятие отражает связь материи и движения, так как импульс определяется как произведение массы – характеристики материального объекта и скорости – характеристики движения);

– дается диалектико-материалистическое истолкование явлений и законов природы и учащиеся подводятся к самостоятельным обобщениям философского характера (например, изучая с учащимися закон Ома для полной цепи, можно обратить их внимание на то, что этот закон связан с законом сохранения и превращения энергии и, следовательно, с идеей неуничтожимости и несотворимости движения и материи);

– формируются знания учащихся о методах физического исследования, об общей картине мира и отдельных этапах познания природы физической наукой (например, на основе организации всех видов учебного физического эксперимента обсуждаются особенности экспериментального метода познания в науке);

– проводится специальная работа по обеспечению усвоения знаний мировоззренческого характера и по проверке усвоения этих знаний.

Для формирования личных взглядов и убеждений учащихся учитель должен отказаться от догматического стиля в преподавании и основные усилия направить на организацию познавательной деятельности учащихся, причем важно, чтобы учащиеся не только самостоятельно работали для получения того или иного знания, но и усваивали саму деятельность, в ходе которой это знание может быть добыто. Ведь в основе убеждения лежит уверенность в

<sup>1</sup> См.: Методика преподавания физики в средней школе: Частные вопросы / Под ред. С.Е. Каменецкого, Л.А. Ивановой. – М., 2000; Современный урок физики в средней школе / Под ред. В.Г. Разумовского, Л.С. Хижняковой. – М., 1983.

истинности знания. Эта уверенность не может появиться, если знания «даются» в готовом виде или не ясен путь их получения самим учеником. Кроме того, учителю необходимо в своей работе *максимально использовать различные способы воздействия на эмоциональную сферу учащихся, ибо без эмоций не происходит формирования взглядов и убеждений.*

Например, на уроке в одной из московских школ при изучении явления электромагнитной индукции учитель намеренно допускал ошибки, аналогичные тем, которые имели место в истории науки, и вносил магнит в катушку при разомкнутом ключе и лишь потом замыкал цепь с гальванометром. Учитель изображал стремление найти неисправность в установке и «играл» огорчение от неудач. Как актер в театре, учитель подвел учащихся к эмоциональной кульминации урока, изобразил крайнее огорчение и, отвернувшись, в сердцах выхватил магнит из катушки, которая на сей раз будто бы случайно была соединена с гальванометром. Отклонение стрелки прибора вызвало у учащихся бурную эмоциональную реакцию, ведь они тоже расстроились, потому что опыт не получался, и даже допускали скептические высказывания типа: «Никакого индукционного тока нет!» И пусть на этом уроке было шумно, главное – учащиеся переживали ситуацию, принимали происходящее на уроке близко к сердцу. Тем самым урок несомненно способствовал формированию убежденности учащихся в том, что опыт является источником знаний.

Большую роль призвано сыграть рассмотрение ошибок и заблуждений, имевших место в ходе развития физической науки, поскольку, прежде чем учить отстаивать свою позицию, целесообразно показать уже происходившую в истории науки борьбу по той или иной проблеме.

Основным же в работе учителя по формированию взглядов и убеждений учащихся должно быть специальное создание на уроках ситуаций, в которых учащиеся вынуждены будут, преодолевая некоторые препятствия, отстаивать свою точку зрения.

Ситуации, в которых учащиеся должны отстаивать свою точку зрения, могут быть смоделированы в форме диспута с вымышленным собеседником. Например, учащимся может быть предложено задание: «Ответьте вашему собеседнику, если он утверждает, что частицы жидкости и газа движутся, а частицы твердого тела – нет».

Вооружить учащихся умением преодолевать препятствия могут и задания со скрытой «провокационностью». Например, предлагая учащимся ответить на вопрос: «Куда направлена и к чему приложена сила, действующая со стороны проводника с током на магнитное поле?» – учитель создает ситуацию, когда ученик вынужден обнаружить знание того, что третий закон Ньютона выполняется лишь в рамках концепции дальнего действия и, следовательно, не может быть применен к взаимодействию вещественного и полевого объектов. Но кроме того, попав в эту ситуацию,

ученик должен обнаружить и убежденность в том, что истина конкретна (в данном случае у третьего закона Ньютона есть сфера действия, и нет ничего удивительного в том, что существуют случаи, когда этот закон не может быть применен).

С целью развития диалектического мышления учитель должен, прежде всего, создавать на уроках ситуации с диалектическим противоречием. Диалектическое противоречие предполагает «подчинение» ситуации формуле «и то, и другое» – «ни то, ни другое одновременно» в отличие от формулы «или – или».

Поясним сказанное на примерах. При решении физических задач часто приходится сравнивать разные значения физических величин. Отвечая на вопрос, какое из значений больше, учащиеся разрешают формально-логическое противоречие (либо  $A > B$ , либо  $B > A$  – других вариантов нет). Есть более сложный вид противоречий (можно условно назвать его промежуточным между формально-логическим и диалектическим), когда на вопрос типа «или – или» следует ответ «и то, и другое». Например, обсуждая с учащимися явление трения, учитель традиционно задает вопрос: «Хорошо, что существует трение, или плохо?» – и в ответ учащиеся рассказывают о том, когда с трением приходится бороться, а когда без трения не обойтись. К такому же виду противоречий можно отнести и те, что «подчиняются» формуле «ни то, ни другое». Скажем, на вопрос о вреде или пользе инертности можно дать ответ: «Инертность и не вредна, и не полезна (ни то, ни другое), инертность – это свойство тел, а вот учитывать его можно по-разному». Собственно диалектическое противоречие можно выявить, например, путем постановки вопроса: «К каким колебаниям, свободным или вынужденным, следует отнести автоколебания?» В результате обсуждения этого вопроса с учащимися должен быть получен вывод о том, что автоколебания одновременно обладают свойствами и свободных, и вынужденных колебаний, не являясь ни теми, ни другими. Автоколебания – диалектическое единство противоположностей – свободы и необходимости.

При проведении работы по формированию мировоззрения учащихся на уроках физики следует иметь в виду, что можно создавать у них представления о природе и ее познании, не формулируя никаких философских обобщений, не употребляя философских терминов. Это должно происходить за счет характера, содержания, стиля трактовки основных вопросов курса физики. Однако нельзя полностью отказываться от использования философской терминологии на уроках физики. Постоянно имея в виду опасность вульгаризации при использовании философских понятий, необходимо корректно формулировать на доступном для учащихся уровне философские выводы при изучении той или иной группы физических явлений.

Например, изучая с учащимися понятие удельной теплоемкости (как, впрочем, и любую другую физическую величину), нельзя

начинать с определения физической величины, а следует, как это рекомендуется в различных методических пособиях, с помощью серии экспериментов подвести учащихся к идее об «острой необходимости» введения этой величины, введения не из прихоти учителя, а потому, что опыт говорит о существовании нового свойства вещества, требующего своего описания и количественного выражения. При этом на уроке не следует произносить слова: «Практика – источник знаний. Истина объективна». Сама организация урока должна показать учащимся, что новое знание появляется в результате изучения материального мира, а не «из головы».

Знание учителем философской категории может способствовать выбору рациональной методики формирования физических понятий. Например, если иметь в виду смысл категории взаимодействия (действуют только материальные объекты, действия взаимны, изменения происходят с самими материальными объектами), то становится понятно, почему не стоит при изучении механики вводить составляющие силы, различные скатывающие силы и пр. Ведь если мы хотим, чтобы при изучении механики у учащихся формировалось представление о категории взаимодействия, необходимо добиваться понимания ими того, что каждая сила – характеристика действия одного тела на другое. А разве можно для силы, «скатывающей» тело с наклонной плоскости, указать тело, со стороны которого она действует? Опираясь на знание категории «взаимодействие», учитель должен продумать и методику формирования понятия взаимодействия у учащихся при изучении следующих за механикой разделов курса. Ведь изучаемыми материальными объектами могут выступать не только макротела, как в механике, но и микротела – в молекулярной физике, и тела и поля – в электродинамике. Рассматривая молекулярные, электромагнитные явления, учитель должен показать учащимся, что при взаимодействии изменяются оба материальных объекта.

Методологическое осмысление учебного материала поможет учителю правильно формулировать вопросы к учащимся и не огорчаться, если в ответ произносится вовсе не то, что он ожидал. Например, на вопрос типа «Объясни, почему ...» может последовать, по крайней мере, три типа ответов: ученик либо укажет причину рассматриваемого явления, либо раскроет его микромеханизм, либо сведет данное явление к знакомому из предыдущего опыта. Учитель же может ожидать только раскрытия причин явления и на другие ответы реагировать как на неверные. Зная, что выявление причины в физических явлениях требует рассмотрения взаимодействий, приводящих к тому или иному физическому явлению, нельзя, например, спрашивать учащихся о причине явления диффузии и ожидать при этом рассказа о проникновении частиц одного вещества в межмолекулярные промежутки другого. Движение частиц вещества – это микромеханизм явления диффу-

зии, но не его причина, поскольку не может быть взаимодействия между микро- и макроуровнями одного и того же объекта.

Стремление учителя формировать у учащихся понимание важнейшего положения о практике как источнике и критерии истинности знаний поможет учителю ограничить использование на уроке учебного физического эксперимента только в качестве иллюстрации знаний, сообщаемых в готовом виде. Учебный эксперимент должен выступать средством получения новых знаний (при эмпирическом пути познания) или средством проверки правильности полученных теоретически выводов (при теоретическом пути познания).

Знания учащихся по физике станут более глубокими и осмысленными, если учитель «не забудет» о рассмотрении границ применимости любого физического знания (от теории до закона и каждого отдельного понятия). Это рассмотрение выступает конкретным проявлением на уроках физики внимания к философской проблеме конкретности истины. Если учащиеся с помощью учителя «увидят», как развиваются знания о физических объектах и явлениях не только в истории науки, но и в процессе их изучения физики, то это будет вкладом физики как учебного предмета в формирование у учащихся понимания диалектики абсолютной и относительной истин и одновременно поможет собственно усвоению знаний.

В целом деятельность учителя физики по формированию научного мировоззрения учащихся может быть представлена следующим образом.

При подготовке к уроку учитель:

а) проводит анализ учебного материала с методологических позиций;

б) формулирует «мировоззренческую» цель урока с учетом конечных целей формирования мировоззрения (какое именно философское обобщение целесообразно формировать на данном уроке), содержания учебного материала, возрастных возможностей учащихся, закономерностей преобразования знаний в убеждения;

в) конкретизирует содержание учебного материала для данного урока и выбирает методы обучения.

Цель урока должна быть сформулирована так, чтобы можно было подобрать средства для ее достижения и проверить результаты работы. Например, цель урока об удельной теплоемкости, о котором уже шла речь, может быть сформулирована так: «Добиться усвоения учащимися знания того, что необходимость введения понятия удельной теплоемкости обусловлена объективно существующими свойствами вещества».

Цель урока, на котором изучается понятие взаимодействия, можно сформулировать следующим образом: «Формировать убеждение учащихся в том, что взаимодействие в механике приводит к появлению ускорения, т.е. к изменению движения, а не к самому движению, путем создания на уроке ситуации преодоления пре-

пятства, связанного с «аристотелевским» пониманием движения». Цель урока об автоколебаниях, о которых мы также уже говорили, может звучать так: «Формировать диалектическое мышление учащихся путем включения их в работу с противоположностями свободы и необходимости на примере изучения автоколебаний».

Цели уроков, связанные с формированием системы обобщенных знаний на различных уровнях усвоения, следует отнести к познавательным целям уроков; цели, направленные на формирование взглядов и убеждений, – к воспитательным, на развитие диалектического мышления учащихся – к развивающим.

В ходе проведения урока учитель:

а) организует в соответствии с целью урока изучение нового материала (или его систематизацию, обобщение и пр.) учащимися. Если поставлена цель добиться усвоения знаний на уровне воспроизведения, то можно ограничиться объяснением материала учителем; если же цель урока включает формирование взглядов и убеждений, можно организовать проблемную беседу, диспут и т. п.;

б) организует самостоятельную познавательную деятельность учащихся на уроке с помощью специальных заданий мировоззренческого характера. Эти задания призваны решать одновременно две задачи – включать учащихся в деятельность, в которой происходит формирование их мировоззрения, и помогать учителю проверять результативность своей работы в данном направлении.

Итак, в процессе обучения физике в школе учитель может направить свои усилия на формирование системы знаний, системы взглядов и убеждений учащихся и развитие их диалектического мышления. В этой работе целесообразно учитывать два принципа:

1) вся работа на уроке может быть пронизана идеей формирования мировоззрения учащихся, все виды деятельности учителя и учащихся должны быть подчинены цели формирования мировоззрения, и поэтому нет специально направленной на достижение только этой цели деятельности;

2) в решении поставленной задачи необходимо осуществление единства цели, методов, средств и результата

Учет первого принципа означает подчинение всех этапов урока по физике задаче формирования мировоззрения в сочетании с умением выделить те этапы и виды деятельности, где данная задача играет ведущую роль по сравнению с другими учебно-воспитательными задачами. Учет второго принципа определяет содержание практической деятельности учителя по формированию мировоззрения учащихся.

#### 17.4. Формирование у учащихся обобщенных умений

Деятельностный подход к организации учебного процесса позволяет не только успешно решать проблему эффективного усвое-

ния знаний всеми учащимися, но и формировать у учащихся умение самостоятельно, осознанно, грамотно планировать свою деятельность при решении различных задач. Достигается это формированием у учащихся обобщенных умений.

В программе любого учебного предмета, и в частности физики, обязательно перечисляются умения, которыми должны овладеть учащиеся при изучении данного предмета: пользоваться мензуркой, амперметром, термометром и т. п., решать задачи с использованием формул, строить изображение предмета в линзе и т. п. Эти умения (действия, виды деятельности) являются частными, так как относятся к одной формуле, измерительным приборам одного типа, одному оптическому прибору. Но так как измерительных приборов, используемых в физическом эксперименте, много, формул тоже много, то возникает вопрос: где взять время для специального формирования всех этих частных видов деятельности? Этот вопрос может быть успешно решен через выделение действий, которые являются общими для всех частных видов деятельности. Так, каждый измерительный прибор используется для определения значения конкретной физической величины в заданной ситуации. Процедура снятия показаний любого измерительного прибора со шкалой и указателем одинакова: 1) устанавливают, какую физическую величину и в каких единицах измеряет данный прибор; 2) находят цену деления шкалы прибора; 3) находят значение физической величины, соответствующее положению указателя на шкале прибора. Эти три действия в указанной последовательности представляют собой содержание общего приема (способа, метода), который можно назвать «Снятие показаний измерительного прибора, имеющего шкалу». Формирование такого обобщенного приема (обобщенного умения) занимает значительно меньше времени, чем формирование частных приемов деятельности. Если учащиеся владеют этим обобщенным приемом, то они легко и правильно будут снимать показание любого измерительного прибора.

Решение проблемы формирования обобщенных умений требует поиска ответа на следующие вопросы: 1) обобщенные приемы деятельности каких видов следует формировать у учащихся при обучении физике; 2) каково должно быть содержание этих обобщенных приемов (из каких действий они должны состоять и в какой последовательности выполняться); 3) какова должна быть методика формирования обобщенных приемов деятельности?

При обучении школьному курсу физики (независимо от программы этого курса) можно обучать учащихся обобщенным приемам всех видов деятельности, адекватных физическим знаниям (см. табл. 22); общему методу поиска решения физических и технических (прикладных) задач; методам работы с готовой информацией (классификация; систематизация; обобщение; составление обзора); методам научного общения (подготовка доклада, со-

общения, реферата, статьи; выступление с докладом, сообщением; построение ответа на заданную тему; участие в научной дискуссии).

Содержание многих из названных видов деятельности смоделировано, т.е. установлено, из каких действий они состоят, в какой последовательности эти действия должны выполняться и каков способ выполнения каждого действия. При выделении этого содержания учителям должно быть использовано в следующем действии в качестве предмета или средства действия, анализировались оригинальные работы ученых-физиков, изучалась логика – наука. Пример обобщенного содержания деятельности приведен на схеме 30.

Формирование обобщенных приемов деятельности осуществляется в три этапа. На первом этапе главным действующим лицом является учитель: он, зная обобщенное содержание деятельности, задает учащимся серию вопросов, побуждающих их к выполнению тех или иных (а по возможности, и всех) действий, но в конкретной ситуации. Получается, что учащиеся участвуют в создании понятия конкретного физического явления (теплопроводности, фотоэффекта, дисперсии света и т.п.), в решении конкретных задач, в распознавании конкретных ситуаций, соответствующих научному знанию, и т.д. Обязательным элементом этого этапа являются домашние задания типа: выделить систему действий, выполняющуюся на данном уроке при ... (решении задач, создании понятия, распознавании ситуации, соответствующей тому или иному знанию, и т.п.). Такие задания побуждают учащихся рефлексировать действия, которые они выполняли на уроке. Результаты выполнения этого задания обсуждаются на следующем уроке, и отредактированная система действий выписывается каждым учеником на отдельный лист бумаги. Так у учащихся накапливается рабочий материал для второго этапа в виде нескольких планов действий по выполнению однотипных заданий.

На втором этапе учащиеся самостоятельно выделяют обобщенное содержание деятельности данного вида: сравнивают содержание деятельностей, выполненных на первом этапе, и находят в них общие действия. Эти общие действия называются общими словами, безотносительно к конкретной ситуации. Такая работа необходима для того, чтобы содержание обобщенного приема было осмыслено учащимися. После этого проводится специальная работа по усвоению этого содержания: учащимся выдается «россыпь текста» (карточки с названием действий, составляющих содержание обобщенного приема) и предлагается «выложить» обобщенное содержание данной деятельности, т.е. расположить названия действий в последовательности, позволяющей получить заданный результат. Затем учащиеся должны получить несколько заданий (с указанием конкретной ситуации) и снова «выложить» общую систему действий по их выполнению. Обобщенный план деятельности по выполнению одного из заданий каждый ученик





проговаривает вслух своему соседу по парте. Такая работа позволяет добиться того, что каждый учащийся осмыслит и присвоит себе обобщенный прием.

На третьем этапе учащиеся должны научиться самостоятельно планировать и выполнять аналогичную деятельность в конкретных различных ситуациях. Для этого учитель сначала показывает, как, руководствуясь общей системой действий, можно спланировать свои действия по выполнению данного конкретного задания. Этот образец деятельности учащиеся сначала самостоятельно повторяют для той же самой конкретной ситуации, затем еще на 3–4 заданиях. В случае затруднения ученик может обратиться к учителю.

Таблица 29

Номер этапа	Тема урока	Деятельность учащихся
1	1. Зависимость изменения температуры тела при нагревании от количества теплоты, необходимого для этого нагревания 2. Энергия топлива	1. Участие в «открытии» законов совместно с учителем 2. Выполнение домашних заданий: выделить действия, которые мы выполняли при «открытии» данного закона
2	1, 2. Общая логическая схема деятельности по выявлению устойчивых связей и отношений между физическими величинами эмпирическим путем	Составление общей логической схемы деятельности по «открытию» эмпирических законов и выполнение деятельности по ее усвоению
3	1. Плавление и отвердевание кристаллических тел 2. Испарение 3. Кипение. Удельная теплота парообразования 4. Взаимодействие заряженных тел 5. Закон Ома для участка цепи 6. Зависимость сопротивления проводника от его длины и площади поперечного сечения	Тренировка в самостоятельном планировании деятельности по «открытию» эмпирических законов Освоение способов выполнения действий: формулирование ПЗ №1 (схема 30) проектирование ЭУ составление программы проведения экспериментов формулирование единичных и общих выводов обработка результатов экспериментов

Для применения такой методики необходимо проанализировать содержание школьного курса физики с тем, чтобы подобрать место и время проведения каждого этапа. При этом нужно учесть, что для проведения первого этапа необходимо не менее двух уроков, на которых учащиеся участвовали бы в выполнении деятельности данного вида, причем эти уроки должны следовать друг за другом с небольшим промежутком. Для тренировки в применении

обобщенного приема (третий этап) необходимо, чтобы соответствующие задания могли появиться не менее пяти раз и тоже с небольшими промежутками. Второй этап не связан с учебным материалом и должен проводиться после самостоятельного выделения учащимися содержания деятельности в конкретной ситуации (после завершения первого этапа). Так, анализ содержания базового курса физики показывает, что обучение обобщенному приему выявления устойчивых связей и отношений между физическими величинами без изменения этого содержания целесообразно провести в VIII классе, выделив для каждого этапа уроки, указанные в таблице 29.

Такое обучение обобщенным приемам деятельности формирует у учеников совершенно новые качества: они начинают с повышенным интересом относиться к урокам физики; свободно могут выражать свои мысли, не боясь сказать неправильно; хорошо понимают, какие действия и в какой последовательности нужно выполнить, чтобы получить ответ на поставленный вопрос, приобретают прочные знания.

### 17.5. Обучение учащихся решению физических задач

**Значение решения задач при обучении.** В самом широком смысле задачей считают проблему и определяют ее как некую систему, связанную с другой системой – человеком. Из большой совокупности задач выделяют учебные задачи. *Физической задачей называется небольшая проблема, которая решается на основе методов физики, с использованием в процессе решения логических умозаключений, физического эксперимента и математических действий.* Она предъявляется учащимся для того, чтобы ее решение обеспечивало достижение целей обучения. Задается задача в основном словесно, но может сопровождаться рисунками, схемами, графиками. Она не всегда формулируется в физических терминах, так что часто возникает необходимость формулировать ее с применением соответствующих физических понятий. Физические задачи являются неотъемлемым звеном учебного процесса, обучение учащихся их решению относится к практическим методам обучения.

Часто учителя физики полагают, что обучение учащихся решению задач – одна из основных задач всего учебного процесса по физике. Это, с одной стороны, верно, а с другой – ошибочно. Учащиеся обязательно должны решать задачи, так как в противном случае они не усвоят понятия и законы физики либо их знания будут формальными. В процессе решения задач знания учащихся конкретизируются, создается понимание сущности явлений, физические понятия и величины приобретают реальный смысл, у ученика появляется способность рассуждать, устанавливать причинно-следственные связи, выделять главное и отбрасывать несущественное. Решение задач позволяет сделать знания

учащихся осознанными, избавить их от формализма. Но решение задач не должно превращаться в самоцель, поскольку основное значение этого вида учебной деятельности – углубление знаний учащихся, развитие их мышления, формирование умения анализировать задачную ситуацию и находить пути ее решения, а также умения творчески подходить к возникающим проблемам.

Таким образом, решение физических задач имеет *образовательное значение*, так как оно способствует усвоению учащимися курса физики. Обучение учащихся решению задач позволяет формировать у них определенные виды деятельности, связанные с применением знаний в конкретных ситуациях. Эти виды деятельности могут формироваться как на алгоритмическом, так и на творческом уровне.

Обучение решению задач по физике имеет и *воспитательное значение*, так как позволяет влиять на воспитание личности ученика. Для развития личности ученика важна сама деятельность по решению задач, когда ученик должен проявить волю, настойчивость, усидчивость, самостоятельность.

Очень большое значение имеет решение задач для *развития учащихся*, для развития их логического мышления, для формирования умения делать индуктивные и дедуктивные умозаключения, использовать аналогии и эвристические приемы. В процессе решения задач могут быть созданы проблемные ситуации.

Решение задач имеет и *политехническое значение*. В задачах с политехническим содержанием приводятся сведения о технических объектах, выявляются основы их работы, взаимосвязь элементов этих технических объектов.

**Классификация физических задач.** Физические задачи классифицируются по содержанию, целевому назначению, глубине исследования вопроса, способам решения, способам задания условия задачи, по степени сложности и т. п.

По *содержанию* физические задачи делят в зависимости от физического материала, в них рассматриваемого: на задачи по механике, задачи по молекулярной физике, задачи по электродинамике и задачи по квантовой физике. Однако есть задачи, в которых используются сведения из нескольких разделов курса физики, их называют комбинированными или комплексными.

По *содержанию* различают также задачи абстрактные и конкретные. В абстрактных задачах данные величины приведены в общем виде без указания их конкретного значения. Например: «Тело массой  $m$  под действием силы  $F$  движется в течение времени  $t$ . Какой путь  $s$  пройдет тело за это время, если его начальная скорость равна 0?» В задачах с конкретным содержанием приведены значения физических величин.

В зависимости от содержания задачи могут быть политехническими, историческими, содержащими сведения исторического характера, относящиеся к физике, занимательными.

Так как в последнее время все больше внимания уделяется общекультурному компоненту физики, то составляются задачи, условие которых отражает элементы физики в культуре, искусстве, архитектуре, поэзии и др.

Существующие задачки по физике содержат задачи всех указанных выше типов, кроме того, имеются и специальные задачки, посвященные, например, занимательным задачам, политехническим и др.

По *степени сложности*, или характеру умственной деятельности, физические задачи делят на простые и сложные. Сложность задачи оценивается по числу операций, которые необходимо выполнить при ее решении. Простые задачи требуют применения для своего решения изученных формул, знания единиц физических величин и сводятся к простейшим вычислениям в одно действие. Учителя физики часто называют такие задачи тренировочными и применяют их непосредственно на уроке для закрепления изученного материала. Деятельность учащихся в этом случае носит репродуктивный характер.

Сложные задачи – это задачи, решение которых предполагает выполнение нескольких действий.

К сложным относятся комбинированные задачи, решение которых требует применения знаний из разных разделов курса физики. В этом случае выполняется продуктивная деятельность и у учащихся формируется продуктивное мышление.

Особый класс задач составляют творческие задачи, при решении которых у учащихся формируются умения самого высокого уровня. В творческих задачах обычно формулируются требования, но отсутствуют прямые и косвенные указания на то, какие законы следует применять для их решения.

Творческие задачи могут быть исследовательскими, при решении которых получается ответ на вопрос «Почему?», и конструкторскими, решение которых дает ответ на вопрос «Как сделать?». К этой же категории задач относятся и так называемые олимпиадные задачи.

В зависимости от *способа выражения условия* выделяют текстовые, экспериментальные, графические задачи и задачи-рисунки.

По *основному способу решения* задач целесообразно выделить качественные (задачи-вопросы), вычислительные, графические и экспериментальные задачи. Качественные задачи предполагают, что при их решении не выполняются вычисления, анализ задачной ситуации осуществляется на качественном уровне. При решении вычислительных задач выполняются вычисления; при решении экспериментальных задач применяют физический эксперимент; при решении графических задач используют графики.

**Технология решения физических задач.** Под технологией решения задачи понимают совокупность приемов и операций, выполнение

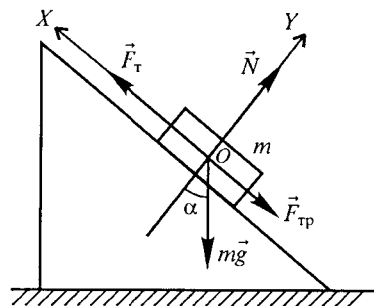


Рис. 15

которых приводит к ответу на вопрос задачи, к нахождению связи между искомым и заданным в ее условии.

В психологии процесс мышления чаще всего определяется как аналитическо-синтетический. Логические приемы, осуществляемые при решении задач, также в себя включают анализ и синтез, которые сопровождают друг друга. В то же время аналитический и синтетический приемы часто рассматривают отдельно,

хотя это деление является условным.

При использовании *аналитического приема* решение задачи начинают с анализа вопроса задачи и записи формулы, в которую входит искомая величина. Затем для величин, содержащихся в этой формуле, записывают уравнение, устанавливающее их связь с величинами, заданными в условии.

При использовании *синтетического приема* решение задачи начинают с выяснения связей величин, данных в условии задачи, с другими до тех пор, пока в уравнение в качестве неизвестной не войдет искомая величина.

Приведем пример.

**Задача.** Тело движется равномерно вверх по наклонной плоскости. Найдите КПД наклонной плоскости, если ее длина 1 м, высота 0,6 м и коэффициент трения равен 0,1.

Проанализировав условие задачи, записывают его и делают необходимый чертеж, на котором изображают силы, действующие на тело:  $m\vec{g}$  — сила тяжести,  $\vec{N}$  — сила реакции опоры,  $\vec{F}_{тр}$  — сила трения,  $\vec{F}_т$  — сила тяги, направленная вверх вдоль наклонной плоскости (рис. 15). Систему отсчета связывают с землей, ось  $X$  направляют вдоль наклонной плоскости вверх, ось  $Y$  перпендикулярно ей.

*Аналитический прием решения задачи*

Записывают формулу КПД:  $\eta = \frac{A_n}{A_c} \cdot 100\%$ , где  $A_n$  — полезная работа по подъему груза,  $A_c$  — вся совершенная работа.

$A_n = mgh$ , где  $m$  — масса тела,  $g$  — ускорение свободного падения,  $h$  — высота наклонной плоскости.

$A_c = F_t l$ , где  $F_t$  — сила тяги,  $l$  — длина наклонной плоскости.

Чтобы найти  $F_t$ , записывают уравнение движения:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} + \vec{F}_т = 0; \quad \vec{F}_т = mg \sin \alpha + \vec{F}_{тр}.$$

Уравнение в проекции на ось  $OX$ :

$$-mg \sin \alpha + F_t - F_{тр} = 0; \quad F_t = mg \sin \alpha + F_{тр}.$$

Уравнение в проекции на ось  $OY$ :

$$-mg \cos \alpha + N = 0; \quad N = mg \cos \alpha.$$

Учитывая, что  $F_{тр} = \mu N$ , записывают:

$$F_t = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Окончательно записывают:

$$\eta = \frac{mgh}{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)l} = \frac{h}{l(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}.$$

Выражают  $\sin \alpha$  и  $\cos \alpha$  через длину и высоту наклонной плоскости:

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}; \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}.$$

Вычисления дают  $\eta = 88\%$ .

*Синтетический прием решения задачи*

Решение начинают с записи уравнения движения, из которого находят силу тяги:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} + \vec{F}_т = 0.$$

Записав уравнение в проекциях на координатные оси, получают:

$$F_t = mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Затем записывают уравнение для совершенной работы:

$$A_c = F_t l = mg l (\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Выражают  $\sin \alpha$  и  $\cos \alpha$  через длину и высоту наклонной плоскости:

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}; \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}.$$

Записывают формулу полезной работы:

$$A_n = mgh,$$

а затем выражение для КПД:

$$\eta = \frac{A_n}{A_c} \cdot 100\%;$$

$$\eta = \frac{mgh}{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)l} = \frac{h}{l(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{h}{h + \mu \sqrt{l^2 - h^2}}.$$

Таким образом, при решении задачи аналитическим приемом прослеживается следующая логика рассуждений: записывают сначала формулу

$\eta = \frac{A_n}{A_c} \cdot 100\%$ , затем формулу полезной работы  $A_n = mgh$ , формулу со-

вершенной работы  $A_c = F_t l$ , определяют силу тяги  $F_t = mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$ , подставляют выражения для полезной работы и совершенной работы в формулу для КПД, выполняют вычисления.

При решении задачи с помощью синтетического приема выполняют следующую последовательность действий: записывают уравнение движения тела, из него выражают силу тяги, записывают формулы совершенной и полезной работы, затем формулу КПД, в которую подставляют выражения для работы.

Еще раз подчеркнем, что деление приемов решения задач на аналитический и синтетический является условным; операции анализа и синтеза сопутствуют друг другу и тесно переплетаются.

Рассмотрим приемы решения качественных задач. При их решении с помощью индукции и дедукции строятся логические умозаключения. При этом анализ и синтез так тесно связаны друг с другом, что можно говорить об аналитико-синтетическом методе решения задач.

Решение простых качественных задач при хорошем знании физического материала не представляет для учащихся больших затруднений. Проиллюстрируем это на примере.

**Задача.** Как может человек быстро удвоить давление, производимое им на пол?

Анализируя условие задачи, вспоминают формулу давления  $P = \frac{F}{S}$ , где  $F$  – модуль силы давления, а  $S$  – площадь, на которую

эта сила действует. Как же удвоить давление? Есть два пути: увеличить в два раза силу  $F$  или уменьшить также в два раза площадь  $S$  (при том же значении  $F$ ). Применяя эти знания к задаче (рассматривается человек), ученик приходит к выводу: надо либо дать человеку в руки груз, масса которого равна массе человека, либо просить человека встать на одну ногу, сохраняя равновесие.

Задачу можно решить устно, а можно записать формулу давления и проанализировать ее.

Рассмотрим пример более сложной качественной задачи.

**Задача.** Дана электрическая цепь (рис. 16). Как изменятся показания приборов в цепи, если ползунок реостата передвигать влево? вправо?

Решение задачи начинают с анализа схемы: называют элементы цепи, обсуждают способ их соединения. Анализируют изменения, которые произойдут в цепи при перемещении ползунка реостата влево. Приходят к выводу, что сопротивление реостата уменьшится. Если двигать ползунок вправо, сопротивление увеличится.

Вспоминают закон Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U}{R}$$

Анализируя формулу, приходят к выводу, что при уменьшении сопротивления сила тока возрастает, при увеличении сопротивления сила тока уменьшается. Это дает ответ на вопрос, как будут

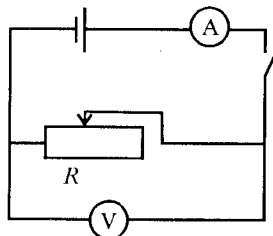


Рис. 16

меняться показания амперметра. Но как будут меняться показания вольтметра? Известно, что  $U = IR$ , но использование этого равенства не позволяет ответить на вопрос: как меняется напряжение при изменении  $R$  и  $I$ ? Надо анализировать задачу дальше. В цепи есть источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$ , поэтому надо применить закон Ома для полной цепи:

$$\mathcal{E} = IR + Ir$$

Учитывают, что  $IR = U$  (искомая величина) и  $\mathcal{E} = \text{const}$ . При перемещении ползунка реостата влево уменьшается  $R$ , но увеличивается  $I$ , следовательно, увеличивается  $Ir$ , а  $U$  уменьшается (показания вольтметра уменьшаются). Аналогично устанавливают, что при движении ползунка реостата вправо показания вольтметра увеличиваются.

Рассмотренная задача является качественной, так как при ее решении не выполнялись вычисления.

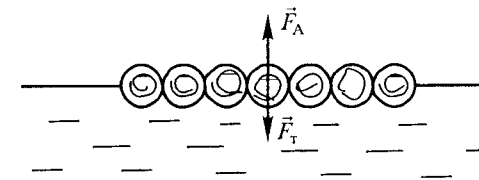


Рис. 17

При решении физических задач могут быть использованы *арифметический, алгебраический, графический, геометрический* способы.

Рассмотрим *арифметический способ*. Этот способ предполагает решение задачи по вопросам, по действиям. Записывают формулу и сразу же вычисляют содержащуюся в ней неизвестную величину. Несмотря на то что учащиеся к моменту решения физических задач уже изучили основы алгебры, этот способ решения сохраняется на основном этапе изучения физики.

Приведем пример.

**Задача.** Какой максимальной массы груз может выдержать в пресной воде плот, связанный из 25 сосновых бревен? Объем каждого бревна в среднем  $0,8 \text{ м}^3$ .

Проанализировав текст данной задачи, записывают кратко ее условие. Затем анализируют условие задачи и делают необходимый чертеж, на котором изображают действующие на плот силы ( $F_T$ ,  $F_A$ ) (рис. 17). Говорят о том, что грузоподъемность пловца равна разности этих сил.

*Арифметическим путем* задачу решают следующим образом:

1. Каков объем всех бревен пловца?

$$V_{\text{пл}} = nV_1;$$

$$V_{\text{пл}} = 0,8 \text{ м}^3 \cdot 25 = 20 \text{ м}^3.$$

2. Чему равна масса пловца?

$$m_{\text{пл}} = \rho_{\text{д}} V;$$

$$m_{\text{пл}} = 500 \text{ кг/м}^3 \cdot 20 \text{ м}^3 = 10000 \text{ кг}.$$

3. Какова сила тяжести, действующая на плот?

$$F_T = m_{пл} g;$$

$$F_T = 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 10000 \text{ кг} = 98000 \text{ Н}.$$

4. Какова Архимедова сила, действующая на плот?

$$F_A = \rho_b g V;$$

$$F_A = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 20 \text{ м}^3 = 196000 \text{ Н}.$$

5. Каков вес груза, который может выдержать плот?

$$P = F_T - F_A;$$

$$P = 196000 \text{ Н} - 98000 \text{ Н} = 98000 \text{ Н}.$$

6. Какова масса груза?

$$m_{гр} = \frac{P}{g};$$

$$m_{гр} = 98000 \text{ Н} / 9,8 \text{ Н/кг} = 10000 \text{ кг}.$$

Решение довольно длинное, включающее сравнительно большое количество вычислений.

*Алгебраический путь* решения задачи выглядит проще.

После анализа задачной ситуации записывают:  $P = F_T - F_A$ .

Зная, что  $F_A = \rho_b g V$ , а  $V = nV_1$ , записывают:  $F_A = \rho_b g nV_1$ ;  $F_T = m_{пл} g$ ,  $m_{пл} = \rho_d V = \rho_d nV_1$ , т.е.  $F_T = \rho_d nV_1 g$ .

Окончательно получают:  $P = \rho_b g nV_1 - \rho_d nV_1 g = gnV_1(\rho_b - \rho_d)$ .

Поскольку масса груза  $m_{гр} = \frac{P}{g}$ , то  $m_{гр} = nV_1(\rho_b - \rho_d)$ ,  $m_{гр} = 25 \cdot 0,8 \text{ м}^3 \cdot (1000 \text{ кг/м}^3 - 500 \text{ кг/м}^3) = 10000 \text{ кг} = 10 \text{ т}$ .

Алгебраический путь более экономный, однако он требует определенных знаний по математике.

При решении задач *геометрическим способом* используются известные учащимся соотношения из геометрии.

Проиллюстрируем это примером.

**Задача.** Посредине троса длиной 10 м подвесили фонарь массой 10 кг. Определите силу натяжения троса, если стрела прогиба троса 0,5 м.

После анализа условия задачи его кратко записывают, затем проводят анализ задачной ситуации и выполняют рисунок с обозначением на нем действующих сил (рис. 18).

На фонарь действуют сила тяжести  $\vec{F}_T = m\vec{g}$  и силы натяжения троса  $\vec{T}_1$  и  $\vec{T}_2$ , равные по модулю:  $T_1 = T_2 = T$ . Фонарь находится в равновесии, следовательно,  $\vec{F}_T + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$ .

Систему координат связывают с фонарем, ось  $OX$  направляют по

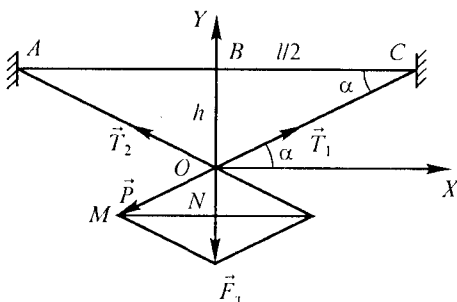


Рис. 18

горизонтали вправо, ось  $OY$  – вертикально вверх. Условие равновесия фонаря в проекциях на эти оси имеет вид:

$$T_{1x} \cos \alpha + T_{2x} \cos \alpha = 0; \quad 2T \cos \alpha = 0.$$

$$F_{Ty} + T_{1y} \sin \alpha + T_{2y} \sin \alpha = 0; \quad -mg + 2T \sin \alpha = 0.$$

Из треугольника  $BOC$  находят:

$$\sin \alpha = OB/OC = 2hl/l \quad (OC \approx BC).$$

С учетом этого получают:

$$-mg + 2T \frac{2h}{l} = 0, \quad \text{откуда } T = \frac{mgl}{4h}.$$

Можно решить задачу, используя подобие треугольников  $BOC$  и  $MON$ . Треугольник  $MON$  образован половиной силы тяжести, действующей на фонарь, и силой  $P$ , действующей на трос (равной по модулю  $T$ ). Учитывая, что  $ON = \frac{F_T}{2}$  (половина диагонали ромба), получают:  $\frac{2h}{l} = \frac{F_T}{2T}$ . Откуда  $T = \frac{mgl}{4h}$ .

Рассмотрим *графический* способ решения задач. В этом случае объектом исследования является график. В одних задачах он задается условием и график надо проанализировать, как говорят, «прочитать график». В других задачах график должен построить сам учащийся по тем данным, которые приведены в условии задачи или которые он получает в результате решения задачи.

Рассмотрим задачу, решаемую графическим способом.

**Задача.** По графику (рис. 19) опишите движение тела, определите время, проекцию перемещения и проекцию ускорения на отдельных участках движения тела.

При анализе условия, во-первых, устанавливают, что на графике приведена зависимость проекции скорости тела  $v_x$  от времени. Начальная скорость  $v_{0x} = 0$  (при  $t = 0$ ). Вначале тело движется с ускорением, так как проекция его скорости возрастает от нуля до  $v_{1x}$ . Если график – прямая линия, то движение равноускоренное и проекция его ускорения  $a_x = v_x / t_1$ , а проекция перемещения численно равна площади треугольника  $OAD$ . Проекция перемещения  $S_{1x} = \frac{v_{1x} t_1}{2} = \frac{a_{1x} t_1^2}{2} = \frac{a_{1x} t_1^2}{2}$ . Это и есть формула

проекции перемещения для данного вида движения. В течение промежутка времени  $t_2 - t_1$  проекция скорости  $v_{1x}$  не менялась, т.е. тело двигалось равномерно. Проекция перемещения  $S_{2x}$  за это время численно равна площади прямоугольника  $ABCD$ , а проекция перемещения за время  $t_2$  – площади трапеции  $OABC$ .

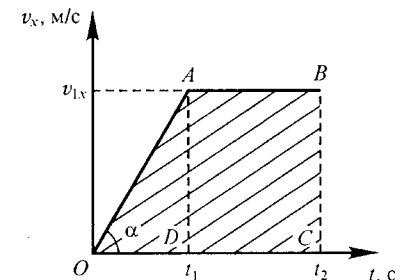


Рис. 19

**Технология обучения учащихся решению физических задач.** *Технология обучения учащихся решению физических задач представляет собой систему приемов, реализация которых приводит к формированию у учащихся умений решать задачи.*

Решение любой задачи включает в себя несколько *этапов*. При обучении учащихся необходимо прежде всего сформировать у них представления об этих этапах и необходимости следовать им при решении задачи.

*Первый этап* решения задачи – чтение и уяснение условия.

Условие задачи читает либо сам ученик, либо учитель. Текст задачи читается без спешки, при необходимости повторяется, учащимся разъясняются неизвестные термины и понятия. Полезно проанализировать условие, определив, какое явление описано в задаче, что дано, что надо найти. На первых этапах обучения решению задач полезно просить учащихся пересказать условие задачи.

*Второй этап* решения задачи – краткая запись условия задачи. Условие записывают столбиком, при необходимости оставляют место для записи табличных данных, потребность в которых устанавливается при анализе задачной ситуации.

*Третий этап* решения задачи – перевод заданных значений физических величин в Международную систему единиц (СИ). К неукоснительному выполнению этого этапа следует приучать учащихся с начальных классов, что обусловлено в том числе и затруднениями, испытываемыми учащимися при выполнении этой работы. В дальнейшем допустимо использование внесистемных единиц, разрешенных к употреблению.

*Четвертый этап* решения задачи – анализ описанной в ней задачной ситуации. Итогом выполнения этого этапа является модель задачной ситуации.

В ходе анализа устанавливают, какой физический объект описывается в задаче, какие происходят изменения состояния объекта, что является их причиной. Анализ задачной ситуации сопровождают рисунком, схемой, чертежом. В задачах по механике выбирают систему отсчета, анализируют взаимодействия, изображают силы.

Важным при анализе задачной ситуации является обсуждение всех допущений, которые делают при ее решении (факторов, которыми можно пренебречь), например пренебрежение размерами тела (материальная точка), массой нити, связывающей движущееся тела (одинаковость ускорений тел), теплообменом с окружающей средой (изолированная система) и т.п.

*Пятый этап* решения задачи – создание математической модели решения задачи (составление плана решения, запись уравнений, решение задачи в общем виде, т.е. получение выражения, связывающего искомую величину с данными).

*Шестой этап* решения задачи – вычисление. Перед выполнением вычислений целесообразно осуществить проверку полученного

выражения по единицам величин. Такая проверка позволяет подставить в расчетную формулу лишь численные значения величин без соответствующих единиц. Если проверка не осуществляется, то учащиеся должны подставлять в формулу значения величин (численные значения с соответствующими единицами).

*Седьмой этап* решения задачи – проверка ответа и его анализ. При анализе ответа устанавливают его реальность и его изменение при учете тех факторов, которыми пренебрегали при составлении физической модели задачной ситуации.

Рассмотрим пример.

**Задача.** Рассчитайте длину маятника с периодом колебаний 2 с. Изготовьте его. Зависит ли период колебания маятника от массы маятника и амплитуды колебаний?

*Первый этап* – устанавливают, что в задаче описан процесс колебаний маятника, задан период колебаний, необходимо найти длину маятника.

*Второй этап* – кратко записывают условие задачи.

Дано

$$T = 2\text{ с}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$l = ?$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

$$[l] = [T]^2 [g]; [l] = \frac{\text{с}^2 \text{М}}{\text{с}^2} = \text{м.}$$

$$l = \frac{4 \cdot 9,8}{4 \cdot 9,86} = 0,993(\text{м}).$$

Ответ:  $l = 1 \text{ м.}$

*Третий этап* – перевод значений величин в СИ не требуется.

*Четвертый этап* – на рисунке (рис. 20) изображают маятник и действующие на него силы, обсуждают допущения:

пренебрегают массой нити;

пренебрегают размерами шарика;

пренебрегают сопротивлением воздуха;

считают, что ускорение свободного падения равно  $9,8 \text{ м/с}^2$ ;

считают углы отклонения от положения равновесия малыми.

*Пятый этап* – записывают формулу периода колебаний математического маятника, из которой выражают длину. Решение в общем виде записывают справа от условия.

*Шестой этап* – осуществляют проверку правильности конечной формулы по единицам величин и выполняют вычисления. Из записанной формулы следует, что период колебаний математического маятника не зависит от его массы и амплитуды.

*Седьмой этап* – анализируют ответ, в ходе анализа выясняют, что при тех же допущениях на полюсе маятник будет иметь большую длину, на экваторе меньшую. При учете сопротивления воздуха маятник с периодом колебаний 2 с должен иметь мень-

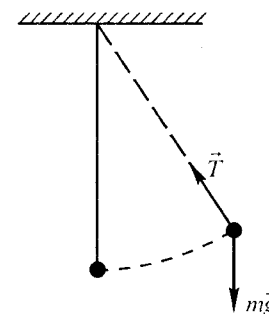


Рис. 20



шую длину. Если маятник не является математическим, то следует его рассматривать как физический.

Этапы решения задачи представляют собой определенную последовательность действий и в этом смысле могут рассматриваться как алгоритм. Этот алгоритм является общим и содержит последовательность действий, не зависящую от того, к какому разделу курса физики относится задача. Возможно составление частных алгоритмов решения задач или последовательности действий при решении задач по тому или иному разделу курса физики, по той или иной теме.

Алгоритм, который используется в обучении, отличается от математического алгоритма меньшей жесткостью. Поэтому его называют *алгоритмическим предписанием* или *предписанием алгоритмического типа*.

*Алгоритмическое предписание* – точное, общепринятое выполнение в определенной последовательности элементарных операций для решения любой из задач, принадлежащих к некоторому классу или типу.

В качестве примера приведем алгоритм решения задач на газовые законы.

1. Чтение и разъяснение условия задачи.
2. Краткая запись условия задачи.
3. Перевод значений величин в СИ.
4. Анализ задачной ситуации:
  - выделить объект (газ), состояние которого исследуется;
  - сделать рисунок, отметив параметры, характеризующие каждое состояние газа;
  - установить, какие параметры газа изменяются;
  - переформулировать условие задачи на языке физической модели.
5. Создание математической модели задачи:
  - записать уравнение Клапейрона, если не меняются масса и состав газа;
  - записать формулу одного из газовых законов, если не меняются масса и состав газа и один из параметров его состояния;
  - записать уравнение Менделеева–Клапейрона, если меняются масса и состав газа, а также параметры его состояния;
  - записать дополнительные уравнения;
  - выразить искомую величину.
6. Выполнение вычисления.
7. Проверка и анализ ответа.

Работа по формированию у учащихся алгоритмического приема решения задач может быть построена по-разному в зависимости от уровня подготовки учащихся.

В классе с сильным составом учащиеся сами составляют и записывают алгоритмическое предписание, решив задачи самостоятельно или с помощью учителя. В классе, учащиеся которого не

обладают высокими физико-математическими способностями, учитель дает алгоритмическое предписание в готовом виде и показывает его применение к решению задачи. В классе со слабым составом учащихся предписание дается в готовом виде и отрабатывается каждое его действие.

Полезно на первых этапах обучения учащихся решению задач определенного класса повесить плакат с последовательностью действий или выписать их на доске.

Применение алгоритмических предписаний имеет определенные границы. В частности, такие детализированные предписания при обучении учащихся решению творческих задач невозможны и нецелесообразны, хотя общие этапы деятельности могут быть определены и в этом случае.

При анализе задачной ситуации может быть использован *метод графов*. Он позволяет лучше уяснить аналитико-синтетический прием решения задачи, наглядно представить процесс анализа задачи, последовательность действий при ее решении.

*Граф* – это совокупность множества точек (вершин) и множества прямых (ребер), соединяющих эти точки. *Ориентированный граф* – такой, ребра которого имеют определенное направление.

Рассмотрим применение метода графов на примере следующей задачи.

**Задача.** Сила тока в спирали нагревателя 0,6 А. Сопротивление спирали 60 Ом. Определите изменение температуры воды массой 6 кг, если нагреватель работал 7 мин.

При анализе задачи выясняют, что вода нагревается за счет энергии, выделяющейся при прохождении по спирали электрического тока. При этом считают, что все выделяющееся количество теплоты пошло на нагревание воды, и пренебрегают потерями на нагревание сосуда, в который налита вода, окружающего воздуха и др.

Рассуждения ведутся в следующей логической последовательности: чтобы найти разность температур  $\Delta t$ , нужно знать количество теплоты ( $Q_n$ ), полученное водой, ее массу ( $m$ ) и удельную теплоемкость ( $c$ ). Чтобы найти количество теплоты ( $Q_{от}$ ), отданное спиралью при прохождении по ней электрического тока, нужно знать сопротивление спирали, силу тока и время ее работы  $t$ .

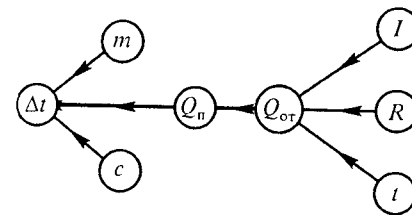


Рис. 21

По ходу рассуждений выстраивают граф (рис. 21), вершинами которого являются физические величины, а ребрами – связи между ними. После построения графа ребрам приписывают направления соответствующего поиска решения задачи.

Затем записывают уравнения, число которых равно числу вершин графа, в которые входят или из которых выходят не менее двух ребер. В данной задаче таких вершин три, следовательно, и уравнений – три:

$$Q_{от} = I^2 R \tau; Q_n = Q_{от}; Q_n = cm \Delta t.$$

Окончательно

$$\Delta t = \frac{I^2 R \tau}{cm}.$$

**Система работы учителя по обучению учащихся решению задач.** Физические задачи решают на всех основных видах занятий – на уроках физики, на внеклассных занятиях, на внешкольных мероприятиях.

Задачи занимают разное место на уроке в зависимости от той дидактической цели, которую преследует их решение. Тренировочные вычислительные и простые качественные задачи решают после объяснения нового материала для его иллюстрации и закрепления.

Задачи решают в начале урока при повторении учебного материала или проведении проверки усвоения материала, в конце урока при закреплении изученного материала. Перед объяснением нового материала задачи решают и для актуализации знаний учащихся, и для создания проблемной ситуации.

Для обучения учащихся решению задач проводят, как правило, специальные уроки, которые находят отражение в календарном плане учителя.

Процесс обучения учащихся решению задач планируется так же, как и любая деятельность учителя. При этом формирование умения решать задачи следует начинать с простых задач, постепенно шаг за шагом усложняя их. В противном случае учащимся приходится прикладывать большие усилия для преодоления возникающих трудностей. Подбирая задачи по возрастанию степени сложности, учитель выстраивает определенную систему. Примером такой системы может служить система задач по динамике, приведенная ниже:

- задачи на движение одного тела при действии силы тяжести;
- задачи на движение одного тела при действии силы упругости;
- задачи на движение одного тела при действии силы трения;
- задачи на движение одного тела в вертикальном направлении, в горизонтальном направлении, на наклонной плоскости при действии двух сил;

- задачи на движение одного тела при действии трех сил;
- задачи на движение связанных тел: в вертикальном направлении; в горизонтальном направлении; одного – в горизонтальном направлении, другого – в вертикальном; одного – в вертикальном направлении, другого – на наклонной плоскости.

Физические задачи широко применяются при проверке знаний и умений учащихся. Чаще всего это осуществляется в виде контрольных работ.

Много задач учащиеся решают самостоятельно в виде домашних заданий. Учитель практически каждое теоретическое домашнее задание комбинирует с физическими задачами по изучаемому материалу. В ряде случаев целесообразно давать учащимся рекомендации по решению задач, которые предложены в качестве домашнего задания. Сложные задачи, оказавшиеся трудными для учащихся при решении их дома, надо решить в классе на следующем уроке. Можно предложить показать решение задачи ученика, сумевшего решить ее, либо решить самому учителю на доске с соответствующими пояснениями.

Задачи решают и на внеклассных занятиях. Это может быть кружок по решению задач для учащихся, интересующихся физикой, занятия с учащимися по подготовке к экзамену по физике (если он запланирован) или при подготовке желающих учеников к конкурсным (вступительным) экзаменам в вузы. В этих случаях решают в основном сложные задачи. Задачи решаются и на факультативных занятиях по физике.

## 17.6. Формирование у учащихся экспериментальных умений

**Значение и виды самостоятельного эксперимента учащихся по физике.** При обучении физике в средней школе экспериментальные умения формируются при выполнении самостоятельных лабораторных работ.

Обучение физике нельзя представить только в виде теоретических занятий, даже если учащимся на занятиях показываются демонстрационные физические опыты. Ко всем видам чувственного восприятия надо обязательно добавить на занятиях «работу руками». Это достигается при выполнении учащимися лабораторного физического эксперимента, когда они сами собирают установки, проводят измерения физических величин, выполняют опыты. Лабораторные занятия вызывают у учащихся очень большой интерес, что вполне естественно, так как при этом происходит познание учеником окружающего мира на основе собственного опыта и собственных ощущений.

Значение лабораторных занятий по физике заключается в том, что у учащихся формируются представления о роли и месте эксперимента в познании. При выполнении опытов у учащихся фор-

мируются экспериментальные умения, которые включают в себя как интеллектуальные умения, так и практические. К первой группе относятся умения: определять цель эксперимента, выдвигать гипотезы, подбирать приборы, планировать эксперимент, вычислять погрешности, анализировать результаты, оформлять отчет о проделанной работе. Ко второй группе относятся умения: собирать экспериментальную установку, наблюдать, измерять, экспериментировать.

Кроме того, значение лабораторного эксперимента заключается в том, что при его выполнении у учащихся вырабатываются такие важные личностные качества, как аккуратность в работе с приборами; соблюдение чистоты и порядка на рабочем месте, в записях, которые делаются во время эксперимента, организованность, настойчивость в получении результата. У них формируется определенная культура умственного и физического труда.

В практике обучения физике в школе сложились три вида лабораторных занятий:

- фронтальные лабораторные работы по физике;
- физический практикум;
- домашние экспериментальные работы по физике.

**Фронтальные лабораторные работы по физике.** *Фронтальные лабораторные работы – это такой вид практических работ, когда все учащиеся класса одновременно выполняют однотипный эксперимент, используя одинаковое оборудование.*

Идея их введения в учебный процесс была выдвинута достаточно давно, но в программу курса физики они были внесены лишь в 1927 г. и не сразу были реализованы в практике работы. При этом возникли как организационные и методические проблемы, так и проблемы технические, конструкторского и производственного характера. В практику обучения физике фронтальные лабораторные работы вошли только в 50-е годы XX столетия в результате огромной работы, которую провели А.А. Покровский и Б.С. Зворыкин, создавшие комплект приборов для проведения этих работ, наладившие их выпуск промышленностью (Главучтехпромом) и решившие массу методических проблем.

Фронтальные лабораторные работы выполняются чаще всего группой учащихся, состоящей из двух человек, иногда имеется возможность организовать индивидуальную работу. Соответственно в кабинете должно быть 15–20 комплектов приборов для фронтальных лабораторных работ. Всего таких приборов более 1000.

К приборам для фронтальных работ предъявляются определенные требования: они должны быть легкими, дешевыми, простыми в эксплуатации, иметь малые габариты, могут не иметь высокого класса точности.

При хранении приборов их не следует комплектовать по работам, во-первых, потому, что в этом случае общее число комплек-

тов будет очень большим и они будут занимать много места, и, во-вторых, потому, что одни и те же приборы, как правило, используются в нескольких работах. Поэтому приборы комплектуются не по работам, а в виде совокупности одинаковых приборов, т.е. вместе собираются вольтметры, амперметры, все реостаты, все весы и т.п.

Хранят приборы в специальных ящиках, которые называются укладками. Укладка – это ящик с низкими бортами, в котором умещаются все приборы. Укладки с приборами размещаются на полках в шкафах, которые, как правило, располагаются в классе-аудитории, чтобы приборы было удобнее выставлять на столы и убирать, привлекая к этому учащихся.

Названия фронтальных лабораторных работ приводятся в учебных программах. Их достаточно много, они предусмотрены практически по каждой теме курса физики. Фронтальные лабораторные работы не очень сложны по содержанию, тесно связаны хронологически с изучаемым материалом и рассчитаны, как правило, на один урок.

Фронтальные лабораторные работы весьма разнообразны, их можно классифицировать и выделить *группы работ* по:

– наблюдению физических явлений (взаимодействие магнитов, интерференция и др.);

– ознакомлению с приборами и выполнению с их помощью прямых измерений (измерение силы тока, напряжения, массы тела и др.);

– выполнению косвенных измерений физических величин (измерение сопротивления проводника с помощью амперметра и вольтметра, измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока и др.);

– установлению зависимостей между физическими величинами, описывающими какой-то физический процесс (исследование зависимости между силой тока и напряжением, между параметрами состояния идеального газа и др.);

– сборке и ознакомлению с принципом действия некоторых технических установок и приборов (сборка электромагнитного реле, детекторного радиоприемника и др.).

В зависимости от дидактических задач, которые решаются с помощью фронтальных лабораторных работ, их можно разделить на *иллюстративные* (проверочные) и *исследовательские* (эвристические).

Иллюстративные работы выполняются с целью «проверки» изученных закономерностей или полученного дедуктивного вывода.

Исследовательские работы выполняются с целью проверки гипотез и получения новых знаний, они могут служить основой индуктивного вывода.

Например, лабораторная работа по изучению законов последовательного соединения проводников как иллюстративная про-

водится после объяснения учителем и выполнения им соответствующего демонстрационного эксперимента. Если она проводится как исследовательская работа, то учащиеся сами в ходе ее выполнения приходят к законам последовательного соединения проводников. При этом учитель организует деятельность учащихся таким образом, чтобы они проходили все этапы процесса исследования: постановка задачи – выдвижение гипотезы – выбор экспериментальных средств (приборов) – планирование эксперимента – выполнение эксперимента – анализ результатов – выводы.

Таблица 30

Этап	Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Подготовка	1. Определение дидактической цели выполнения лабораторной работы и ее места в структуре урока 2. Разработка плана (конспекта) урока 3. Подбор приборов. Проверка их исправности, осуществление эксперимента 4. Вычисление погрешностей эксперимента, выбор оптимального метода выполнения эксперимента	1. Повторение теоретического материала 2. Повторение правил действия с приборами, используемыми в лабораторной работе 3.* Решение задачи, аналогичной той, которая будет решаться экспериментально 4. Составление плана выполнения работы
Выполнение	1. Проведение вводной беседы 2. Организация деятельности учащихся 3. Наблюдение за работой учащихся, оказание им необходимой помощи 4. Фиксация результатов работы учащихся	1. Выполнение работы 2. Оформление отчета о работе 3. Фиксация результатов и их анализ
Подведение итогов	1. Оценивание работы учащихся 2. Организация анализа и обсуждения результатов работы Рефлексия (оценка собственной деятельности)	1. Участие в обсуждении результатов работы 2. Рефлексия (анализ собственной деятельности)

Инструкции по выполнению лабораторных работ содержатся в учебниках физики, однако в зависимости от дидактической цели их выполнения, от подготовленности учащихся, от уровня формируемых у них умений учитель либо предлагает пользоваться готовой инструкцией, либо вырабатывает план выполнения работы совместно с учащимися, либо предлагает им сделать это самостоятельно.

Проведение любой фронтальной лабораторной работы включает три этапа: подготовку, выполнение, подведение итогов. На

каждом из этих этапов учителем и учащимися выполняется определенная деятельность, она представлена в таблице 30 (действия, отмеченные звездочкой, выполняются в зависимости от дидактической задачи).

При проведении вводной беседы учитель выявляет подготовленность учащихся к сознательному выполнению работы, определяет вместе с ними ее цель, обсуждает ход выполнения работы, правила работы с приборами, методы вычисления погрешностей измерений.

Отчет учащихся о работе должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель.
3. Перечень приборов и материалов.
4. Рисунок установки, схему цепи (там, где это необходимо).
5. Таблицу значений измеряемых величин с указанием их единиц и погрешностей измерений.
6. Вычисления (необходимые формулы и расчеты).
7. Вычисление погрешностей результата.
8. Анализ результатов и выводы.

Дискуссионным является вопрос о том, когда выставлять на ученические столы приборы. Лучше, чтобы они были выставлены до начала урока, однако решение этого вопроса зависит от конкретной работы, от дисциплинированности учащихся. В том случае, когда учащиеся выполняют достаточно много лабораторных работ, привыкли к тому, что у них на столах стоят приборы, и не отвлекаются, выставлять приборы следует на перемене. В противном случае приборы выставляются на ученические столы на уроке непосредственно перед началом работы с ними.

Рассмотрим в качестве примера выполнение работы «Исследование зависимости КПД наклонной плоскости от ее высоты».

Дидактические цели этой работы могут быть следующими:

– формирование умения выполнять косвенные измерения и вычислять их погрешности (полагаем, что умения пользоваться динамометром и линейкой сформированы);

– формирование исследовательских умений:

- выдвигать гипотезу,
- подбирать приборы для ее проверки,
- планировать эксперимент,
- осуществлять эксперимент, делать выводы;
- формирование на уровне понимания знания о том, что КПД наклонной плоскости тем больше, чем больше ее угол (высота при неизменной длине).

Для выполнения работы готовится следующее оборудование:

- штатив с лапкой,
- широкая деревянная линейка или доска длиной 50 см,
- деревянный брусок с отверстием и крючком,
- учебный динамометр,
- набор грузов (по 3 груза массой 100 г),
- измерительная лента-линейка.

На уроке перед выполнением лабораторной работы учитель записывает на доске ее название и ставит перед учащимися познавательные задачи, которые записывает как цели работы:

- измерить КПД наклонной плоскости;
- установить, зависит ли КПД от массы тела и если да, то как;
- установить, зависит ли КПД от высоты (угла) наклонной плоскости и если да, то как.

Далее учитель обсуждает с учащимися план решения этих задач.

В процессе беседы повторяют понятие КПД наклонной плоскости. Если на дом была задана задача на определение КПД наклонной плоскости, то обсуждение состоится на базе этой задачи.

Далее перед учащимися ставят вопрос: как практически определить КПД наклонной плоскости? В процессе обсуждения выясняют, какие измерения следует выполнять, какие для этого необходимы приборы, какой должна быть экспериментальная установка и в какой последовательности выполняется работа.

Во время обсуждения учащиеся делают в тетради необходимые записи (название, цель работы, приборы, схема экспериментальной установки).

На доске и в тетради чертится таблица, в которую будут записываться результаты измерений. Величины в таблице целесообразно представлять в той последовательности, в какой они будут измеряться (таблица 31).

Таблица 31

Величины	$N$	$F_T, Н$	$h, м$	$F, Н$	$l, м$	$\eta$
I	1					
	2					
	3					
II	1					
	2					
	3					

При обсуждении способа решения второй познавательной задачи учащихся просят выдвигать гипотезы. Их может быть, по крайней мере, три:

- 1) КПД не зависит от массы тела;
- 2) КПД увеличивается с увеличением массы тела;
- 3) КПД уменьшается с увеличением массы тела.

Учащиеся предлагают проверить их, для чего увеличивают массу тела и соответственно действующую на него силу тяжести, помещая в отверстия бруска грузы. При этом не меняют высоту и длину наклонной плоскости. Результаты измерений заносятся в первую часть таблицы (I).

Далее обсуждается третья познавательная задача; учащиеся выдвигают следующие гипотезы:

- 1) КПД не зависит от высоты наклонной плоскости при неизменной длине (от угла);
- 2) КПД увеличивается с увеличением угла наклонной плоскости;
- 3) КПД уменьшается с увеличением угла наклонной плоскости.

Учащиеся предлагают проверить эти гипотезы, изменяя высоту наклонной плоскости. При этом неизменными остаются ее длина и масса тела. Результаты заносят во вторую часть таблицы (II).

Результаты прямых измерений должны быть записаны с учетом погрешности.

Измерение КПД представляет собой косвенное измерение. Метод расчета его погрешности определяется, исходя из подготовки учащихся по математике и умений оценивать точность косвенных измерений. Можно рекомендовать либо метод подсчета значащих цифр, либо метод границ погрешностей, дав соответствующую формулу. При этом следует вычислять погрешность каждого полученного результата.

Рассмотренная лабораторная работа позволяет наглядно показать, что вывод о справедливости той или иной гипотезы может быть сделан только в том случае, когда определен интервал значений КПД.

В крайнем случае погрешность измерений может быть вычислена учителем и интервал значений КПД дан учащимся в готовом виде.

После того как учащиеся выполняют измерения и вычисления, полученные результаты обсуждаются и объясняются, делаются выводы, принимаются или отвергаются те или иные гипотезы.

**Физический практикум.** Физический практикум в программу по физике был введен только в 1957 г., хотя передовые учителя начали проводить физический практикум значительно раньше. Практически этот вид занятий стал внедряться после того, как были разработаны необходимое оборудование, методика проведения этих работ. В решении этой проблемы велика роль А.А.Покровского и И.М.Румянцева [34].

Физический практикум проводится с целью повторения, углубления, расширения и обобщения полученных знаний из разных тем курса физики; развития и совершенствования у учащихся экспериментальных умений путем использования более сложного оборудования, более сложного эксперимента; формирования у них самостоятельности при решении задач, связанных с экспериментом.

Физический практикум не связан по времени с изучаемым материалом, он проводится, как правило, в конце учебного года, иногда – в конце первого и второго полугодий, и включает серию опытов по той или иной теме.

Таблица 32

Занятие	Бригада														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
II	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	1	1	1
III	3	3	3	4	4	4	5	5	5	3	3	3	2	2	2
IV	4	4	4	5	5	5	1	1	1	2	2	2	3	3	3
V	5	5	5	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4

Работы физического практикума учащиеся выполняют в группе из 2–3 человек на различном оборудовании; на следующих за-

нятиях происходит смена работ, что делается по специально составленному графику. Составляя график, учитывают число учащихся в классе, число работ практикума, наличие оборудования. В таблице 32 приведен пример такого графика, составленный исходя из следующих данных: в классе 30 учащихся, в практикум входят 5 работ, в каждой группе работают по 2 человека, каждая лабораторная работа может быть представлена в трех экземплярах.

На каждую работу физического практикума отводятся 2 учебных часа, что требует введения в расписание сдвоенных уроков по физике. Это представляет затруднения. По этой причине и из-за недостатка необходимого оборудования практикуют одночасовые работы физического практикума. Следует отметить, что предпочтительными являются двухчасовые работы, поскольку работы практикума сложнее, чем фронтальные лабораторные работы, выполняются они на более сложном оборудовании, причем доля самостоятельного участия учеников значительно больше, чем в случае фронтальных лабораторных работ.

Физические практикумы предусмотрены в основном программами IX–XI классов. В каждом классе на практикум отводится примерно 10 часов учебного времени.

В качестве примера приведем перечень работ физического практикума, предлагаемых в IX классе:

1. Изучение прямолинейного равноускоренного движения.
2. Измерение ускорения свободного падения тела.
3. Проверка постоянства отношения ускорений двух тел при взаимодействии.
4. Измерение массы тела.
5. Изучение второго закона Ньютона.
6. Изучение движения тела под действием силы тяжести.
7. Изучение закона сохранения импульса.
8. Изучение закона сохранения механической энергии.
9. Исследование зависимости мощности на валу электродвигателя от нагрузки.
10. Изучение свободных и вынужденных колебаний.

Программой на проведение этого практикума отводится 10 часов учебного времени. Учитель может поставить все 10 работ и проводить одночасовые занятия. Если организованы двухчасовые занятия, то можно либо выбрать пять работ, либо объединить близкие по тематике работы.

Как видно из приведенного перечня, работы практикума посвящены либо косвенным измерениям физических величин, либо изучению зависимостей между величинами, характеризующими то или иное явление.

Несмотря на то, что изучаемые зависимости уже известны учащимся и в этом смысле работы носят иллюстративный характер, но тем не менее деятельность учащихся может быть организована в логике экспериментального исследования. В этом случае

они планируют эксперимент, подбирают и обосновывают выбор приборов и т.д.

Для проведения практикума используется специальное оборудование, оно более сложное, чем для фронтальных работ, более точное. В кабинете следует иметь по 2–3 комплекта оборудования для каждой работы практикума. Комплектуется и хранится оборудование по работам; оно может быть собрано в специальные ящики, подобные укладкам для приборов к фронтальным лабораторным работам.

Проведение практикума так же, как и фронтальных лабораторных работ, включает три этапа: подготовку, выполнение, подведение итогов. Деятельность, которая выполняется учителем и учащимися на этих этапах, представлена в таблице 33.

Таблица 33

Этап	Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка оборудования</li> <li>2. Выполнение работ, определение погрешности, оптимальной методики выполнения эксперимента</li> <li>3. Подготовка описаний-инструкций</li> <li>4. Составление графика работы</li> </ol>	<p>Готовятся в соответствии с графиком:</p> <p>повторение теоретического материала;</p> <p>знакомство (повторение) с теорией соответствующего эксперимента (приборы и установка, правила пользования приборами, методика проведения эксперимента);</p> <p>оформление тетради</p>
Выполнение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение вводной беседы на первом занятии по следующему плану: <ul style="list-style-type: none"> <li>задачи практикума;</li> <li>содержание практикума;</li> <li>организация работы;</li> <li>приемы измерений и вычисление погрешностей;</li> <li>требование к отчетам;</li> <li>правила безопасного труда</li> </ul> </li> <li>2. Проверка подготовленности учащихся к выполнению работ</li> <li>3. Наблюдение за работой учащихся</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отчет о подготовке к выполнению работы</li> <li>2. Самостоятельное выполнение работы либо по готовой инструкции, либо самостоятельно разработанной</li> <li>3. Вычисление погрешностей измерений, анализ результатов</li> </ol>
Подведение итогов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверка и оценка работы учащихся</li> <li>2. Рефлексия</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка и представление отчета о работе</li> <li>2. Рефлексия</li> </ol>



Инструкция, которую готовит учитель по каждой работе, должна содержать: название, цель (познавательную задачу), список приборов и оборудования, краткую теорию, описание неизвестных учащимся приборов, план выполнения работы, требование к отчету. В зависимости от уровня экспериментальных умений учащихся те или иные элементы инструкции опускаются. Целесообразно составлять инструкцию в трех вариантах, рассчитанных на разную степень самостоятельности учащихся, с включением в них дополнительных заданий для успешно занимающихся учащихся.

Отчет учащихся о работе должен содержать: название работы, цель работы, список приборов, схему или рисунки установки, план выполнения работы, таблицу результатов, формулы, по которым вычислялись значения величин, вычисления погрешностей измерений, выводы.

При оценке работы учащихся в практикуме следует учитывать их подготовку к работе, отчет о работе, уровень сформированности умений, понимание теоретического материала, используемых методов экспериментального исследования.

Учитель может выставлять оценку за каждую работу, за группу близких по тематике работ, одну оценку за весь практикум.

**Домашние экспериментальные работы.** *Домашние лабораторные работы – простейший самостоятельный эксперимент, который выполняется учащимися дома, вне школы, без непосредственного контроля со стороны учителя за ходом работы.*

Главная задача экспериментальных работ этого вида:

- формирование умения наблюдать физические явления в природе и в быту;
- формирование умения выполнять измерения с помощью измерительных средств, использующихся в быту;
- формирование интереса к эксперименту и к изучению физики;
- формирование самостоятельности и активности.

Домашние лабораторные работы могут быть классифицированы в зависимости от используемого при их выполнении оборудования:

- работы, в которых используются предметы домашнего обихода и подручные материалы (мерный стакан, рулетка, бытовые весы и т.п.);
- работы, в которых используются самодельные приборы (рычажные весы, электроскоп и др.);
- работы, выполняемые на приборах, выпускаемых промышленностью.

Уже достаточно давно рекомендовано учащимся иметь домашнюю лабораторию. В нее включались в первую очередь линейки, мензурка, воронка, весы, разновесы, динамометр, трибометр, магнит, часы с секундной стрелкой, железные опилки, трубки, провода, батарейка, лампочка. Однако, несмотря на то, что в набор включены весьма простые приборы, это предложение не получило распространения.

Для организации домашней экспериментальной работы учащихся можно использовать так называемую мини-лабораторию, предложенную учителем-методистом Е.С.Объедковым, в которую входят многие предметы домашнего обихода (бутылочки от пенициллина, резинки, пипетки, линейки и т.п.), что доступно практически каждому школьнику. Е.С.Объедков разработал весьма большое число интересных и полезных опытов с этим оборудованием.

Кроме того, промышленностью выпускаются различные конструкторы (по оптике, электричеству, электромагнетизму), которые могут быть использованы для домашнего эксперимента.

В последнее время появились фирмы, выпускающие школьное оборудование в виде как комплектов, так и отдельных приборов. Простейшие из этих приборов могут оказаться доступными для личного приобретения учащимися и войти в состав домашней лаборатории.

Появилась также возможность использовать ЭВМ для проведения в домашних условиях модельного эксперимента. Понятно, что соответствующие задания могут быть предложены тем учащимся, у которых дома есть компьютер и программно-педагогические средства.

Таким образом, в настоящее время имеются большие возможности для организации домашней экспериментальной работы учащихся. Наибольший интерес она вызывает у учащихся основной школы, которым могут быть предложены следующие, например, работы:

- измерение скорости равномерного движения;
- измерение вместимости сосуда;
- измерение толщины листа бумаги;
- измерение работы электрического тока;
- наблюдение зависимости скорости диффузии от температуры и т.п.

Учащимся старших классов целесообразно предлагать работы более высокого уровня: конструкторские, исследовательские.

Результаты выполненных работ должны быть соответствующим образом оформлены (так, как это делается при выполнении фронтальных лабораторных работ). Их следует обязательно обсудить и проанализировать на уроке.

**Погрешности измерений и их оценка.** Точные числа получают в результате подсчета каких-нибудь предметов, объектов (10 стульев, 20 столов и т.п.) либо по установке или договоренности: например, будем считать 270 точным числом. Иногда пишут 270 (точно). Если же значение величины получено в результате измерений и действий над этими измеренными величинами, то результат никогда не может быть точным, это принципиально: во всех случаях получается результат с какой-то погрешностью.

Измерения бывают *прямыми* и *косвенными*. *Прямое измерение* – такое, в процессе выполнения которого значение физической величины измеряется непосредственно с помощью прибора, например: силы тока – амперметром, длины – линейкой, скорости – спидометром и т.п.

Пусть при измерении получено значение физической величины  $A_0$ , тогда результат измерения записывается в виде  $A = A_0 \pm \Delta A$ , где  $\Delta A$  – абсолютная погрешность измерения, выражаемая в тех же единицах, что и  $A_0$ . Выражение  $\delta A = \frac{\Delta A}{A_0}$  называют относительной погрешностью; относительная погрешность обычно выражается в десятичных дробях или процентах ( $\delta A = \frac{\Delta A}{A_0} \cdot 100\%$ ).

Выражение  $A = A_0 \pm \Delta A$  означает, что значение  $A$  измеряемой величины лежит в интервале значений, границами которого являются  $A_0 - \Delta A$  и  $A_0 + \Delta A$ . Этот интервал можно изобразить графически на числовой оси (рис. 22). Более точными измерениями этот интервал можно уменьшать, но ликвидировать его принципиально нельзя.

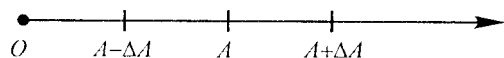


Рис. 22

*Косвенное измерение* – такое, при котором значение измеряемой величины получают на основе прямых измерений величин, связанных с измеряемой величиной определенной зависимостью.

Например, измерение сопротивления проводника – косвенное, значение сопротивления получают как частное от деления значения напряжения на значение силы тока, полученных при прямых измерениях:

$$R = \frac{U}{I}; \quad U = U_0 \pm \Delta U; \quad I = I_0 \pm \Delta I; \quad R = R_0 \pm \Delta R.$$

Погрешности измерений делят на *систематические* и *случайные*.

*Систематические* погрешности – те, которые остаются постоянными по значению и по знаку либо меняются по определенному закону при повторных измерениях одной и той же величины одним и тем же прибором. Их причинами являются несовершенство приборов, метода, неправильная установка прибора, влияние температуры, влажности и др.

К систематическим погрешностям относятся:

– *инструментальные*, возникшие вследствие несовершенства конструкции прибора;

– *погрешности метода*, возникающие из-за несовершенства метода измерений.

Инструментальная погрешность указывается в паспорте к прибору.

Погрешности метода можно уменьшить, выбрав такой метод проведения эксперимента, в котором погрешность минимальна. Например, при измерении удельной теплоемкости вещества следует горячее тело опускать в холодную воду, а не холодное тело – в горячее. В то же время погрешность метода полностью устранить зачастую не удастся. В школьных лабораторных работах она не учитывается.

*Случайные погрешности* – такие, которые при повторных измерениях принимают различные взаимно несвязанные значения. Их причинами являются несовершенство органов чувств, непостоянство измеряемой величины, дискретность значений величин на шкале приборов и др.

К случайным погрешностям относятся:

– *погрешность среднего арифметического*, возникающая при многократных измерениях одной и той же величины с помощью одного и того же измерительного прибора (толщина проволоки в разных местах, длина стола, измеренная с разных сторон, и др.);

– *погрешность отсчета*, возникающая при снятии показания прибора; она принимается равной половине цены деления, исключение составляет секундомер, у которого она равна цене деления.

При вычислении погрешности среднего арифметического определяется среднее арифметическое значение измеряемой величины, отклонение значений от среднего арифметического и среднее отклонение. Полученная погрешность складывается с другими.

Следует иметь в виду, что метод среднего арифметического нельзя применять, если измерение обладает свойством воспроизводимости (например, измерение массы одного и того же тела на одних и тех же весах). Кроме того, нельзя вычислять среднее арифметическое значений величины, полученных разными учащимися, поскольку каждый из них работает со своей экспериментальной установкой и со своими приборами.

В школьных лабораторных работах учитывают, главным образом, погрешность отсчета (0,5 цены деления), погрешность среднего арифметического в тех работах, где это имеет смысл.

В работах практикума учитывают и инструментальную погрешность. Суммарная погрешность не превышает цены деления шкалы.

При вычислении погрешности косвенного измерения используют три метода:

метод подсчета значащих цифр;

метод границ;

метод границ погрешностей (метод оценки).

Рассмотрим эти методы на примере конкретной лабораторной работы.

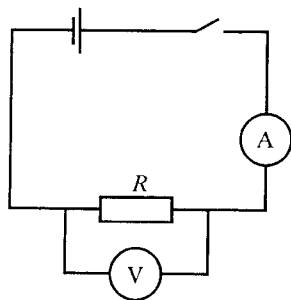


Рис. 23

Предположим, что измеряется сопротивление резистора методом вольтметра и амперметра (рис. 23).

При замыкании цепи амперметр покажет значение силы тока в ней, а вольтметр – значение напряжения на резисторе сопротивлением  $R$ .

Эти три величины связывает между собой закон Ома для участка цепи:  $I = \frac{U}{R}$ ,

откуда  $R = \frac{U}{I}$ . Напряжение измеряется с

погрешностью  $\Delta U$ , а сила тока –  $\Delta I$ . Вычислим погрешность измерения  $R$  ( $\Delta R$ ).

*Метод подсчета значащих цифр*

Пусть в эксперименте получены следующие значения:  $I = 1,5 \text{ А}$ ;  $U = 2,6 \text{ В}$ . С учетом погрешности измерений  $I = (1,5 \pm 0,05) \text{ А}$ ;  $U = (2,6 \pm 0,1) \text{ В}$ . Тогда  $R = 2,6 \text{ В} / 1,5 \text{ А} = 1,73 \text{ Ом}$ .

В значении напряжения две значащие цифры и в значении силы тока – две, поэтому в результате должно остаться столько значащих цифр, сколько их в числе с наименьшим числом значащих цифр, т.е. тоже две. Используя правило округления, получаем  $R = 1,7 \text{ Ом}$ .

*Метод границ*

При использовании метода границ находят верхнюю и нижнюю границы измеряемой величины. При этом нужно помнить правила определения границ значений величин (см. табл. 34).

Таблица 34

Действие над величинами	Верхняя граница (в)	Нижняя граница (н)
$A = B + C$	$A_v = B_v + C_v$	$A_n = B_n + C_n$
$A = B - C$	$A_v = B_v - C_n$	$A_n = B_n - C_v$
$A = BC$	$A_v = B_v C_v$	$A_n = B_n C_n$
$A = B/C$	$A_v = B_v / C_n$	$A_n = B_n / C_v$

Вычислим погрешность измерения сопротивления методом границ. Находим верхнюю и нижнюю границы:

$$R_v = \frac{U_v}{I_n} = \frac{U + \Delta U}{I - \Delta I}; R_v = \frac{2,7 \text{ В}}{1,45 \text{ А}} = 1,86 \text{ Ом};$$

$$R_n = \frac{U_n}{I_v} = \frac{U - \Delta U}{I + \Delta I}; R_n = \frac{2,5 \text{ В}}{1,55 \text{ А}} = 1,61 \text{ Ом}.$$

Значение сопротивления  $R$  находим как полусумму верхней и нижней границ:

$$R = (R_v + R_n)/2; R = (1,86 \text{ Ом} + 1,61 \text{ Ом})/2 = 1,735 \text{ Ом} \approx 1,7 \text{ Ом}.$$

Абсолютная погрешность  $\Delta R = \frac{R_v - R_n}{2}$  (рис. 24);  $\Delta R = 2,86 \text{ Ом} - 1,61 \text{ Ом} = 0,125 \text{ Ом} \approx 0,1 \text{ Ом}$ .

Таким образом, получаем  $R = (1,7 \pm 0,1) \text{ Ом}$ . Относительная погрешность  $\delta R = \Delta R/R = 0,1 \text{ Ом} / 1,7 \text{ Ом} = 0,06$ .

*Метод границ погрешностей (метод оценки)*

Вычисление погрешности измерений этим методом основано на операции дифференцирования.

В таблице 35 приведены формулы для расчета погрешности косвенных измерений методом оценки.

Таблица 35

Действие над величинами	Относительная погрешность
$A = B + C$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B + \Delta C}{B + C}$
$A = B - C$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B + \Delta C}{B - C}$
$A = BC$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}$
$A = \frac{B}{C}$	$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}$
$A = B^n$	$\frac{\Delta A}{A} = n \frac{\Delta B}{B}$
$A = \sin x$	$\frac{\Delta A}{A} = \text{ctg} \Delta x$
$A = \text{tg} x$	$\frac{\Delta A}{A} = 2 \Delta x / \sin 2x$

Покажем применение метода оценки на примере определения сопротивления.

$$\delta R = \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I}; \delta R = \frac{\Delta R}{R} = \frac{0,1}{2,6} + \frac{0,05}{1,50} = 0,038 + 0,033 = 0,07;$$

$$R = \frac{U}{I} = 1,73 \text{ Ом}.$$

$$\Delta R = \delta R \cdot R = 1,73 \text{ Ом} \cdot 0,07 = 0,12 \text{ Ом} \approx 0,1 \text{ Ом}.$$

$$R = (1,7 \pm 0,1) \text{ Ом}.$$

При подготовке лабораторной работы и выборе метода ее проведения учитель вычисляет погрешности методом оценки. Соответственно он определяет, какое измерение дает большую погрешность, какой прибор целесообразно применять, чтобы уменьшить погрешность того или иного измерения.

Метод, который используют учащиеся, зависит от их подготовки по математике. На первом этапе изучения физики (VII класс) следует пользоваться методом подсчета значащих цифр. В VII–IX классах можно применять метод границ, в старших классах – метод оценки. При этом формулы для расчета погрешности даются учащимся в готовом виде.

Таким образом, учащиеся должны иметь следующие знания и умения, связанные с оценкой результатов лабораторных работ.

Знать понятия: измерение; прямое измерение; косвенное измерение; абсолютная ошибка; относительная ошибка. Понимать, что ни одно измерение не может быть выполнено точно; находить причины погрешностей измерений. Уметь: определять погрешность прямого измерения; записывать результат прямого измерения с учетом погрешности; записывать результат косвенного измерения, пользуясь методом подсчета значащих цифр; вычислять погрешность косвенного измерения методом границ (VIII–IX классы); вычислять погрешность косвенного измерения методом оценки (IX–XI классы).

Все знания и умения, кроме двух последних, начинают формировать у учащихся с первых уроков физики, с первых экспериментальных работ.

### 17.7. Деятельность учителя физики при демонстрации опытов

#### Значение демонстрационного эксперимента и требования к нему.

Демонстрационный эксперимент является одной из составляющих учебного физического эксперимента и представляет собой воспроизведение физических явлений учителем на демонстрационном столе с помощью специальных приборов. Он относится к иллюстративным эмпирическим методам обучения.

Роль демонстрационного эксперимента в обучении определяется той ролью, которую эксперимент играет в физике-науке как источник знаний и критерий их истинности, и его возможностями для организации учебно-познавательной деятельности учащихся.

Значение демонстрационного физического эксперимента заключается в том, что:

– учащиеся знакомятся с экспериментальным методом познания в физике, с ролью эксперимента в физических исследованиях (в итоге у них формируется научное мировоззрение);

– у учащихся формируются некоторые экспериментальные умения: наблюдать явления, выдвигать гипотезы, планировать

эксперимент, анализировать результаты, устанавливать зависимости между величинами, делать выводы и т. п.

Демонстрационный эксперимент, являясь средством наглядности, способствует организации восприятия учащимися учебного материала, его пониманию и запоминанию; позволяет осуществить политехническое обучение учащихся; способствует повышению интереса к изучению физики и созданию мотивации учения.

Демонстрационные опыты должны удовлетворять следующим требованиям:

– *выразительность* опыта – он должен достаточно просто и отчетливо показать сущность изучаемого процесса, явления;

– *убедительность* опыта – просмотр опыта не должен приводить к двойственному или неправильному толкованию, а убедительно показывать то, что следовало показать;

– *надежность* опыта, т. е. возможность повторного его показа (надежность – это и уверенность учителя в том, что опыт будет осуществлен);

– *кратковременность* – опыт не должен занимать на уроке много времени;

– *занимательность* – опыт должен вызывать у учащихся интерес;

– *видимость* – опыт должен быть отчетливо виден всем учащимся в классе;

– *соответствие правилам безопасного труда.*

Вопрос о продолжительности опыта не имеет однозначного ответа. Действительно, обычно принято считать, что опыт должен быть кратковременным (1–3 мин), однако часто возникает потребность повторить его несколько раз или вернуться к нему в конце обсуждения изучаемого вопроса. Иногда оказывается целесообразным использование одной экспериментальной установки для обсуждения серии проблем, для организации на ее основе экспериментальных упражнений.

Примером может служить урок известного методиста Н. П. Третьякова, который работал на уроке с опытом по явлению электромагнитной индукции в течение всех 45 минут, показав учащимся, что  $\mathcal{E}_{\text{инд}}$  зависит от индукции поля  $\vec{B}$ , в котором движется проводник, от активной длины этого проводника  $l$ ; от скорости движения проводника в магнитном поле  $\vec{v}$ , а также от угла между направлениями вектора скорости  $\vec{v}$  и вектора магнитной индукции поля  $\vec{B}$ . В итоге было показано, что  $\mathcal{E}_{\text{инд}} \sim B v \sin \alpha$ . Конечно, в зависимость  $\mathcal{E}_{\text{инд}}$  от  $\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – угол между  $\vec{v}$  и  $\vec{B}$ , ученикам пришлось поверить, а все остальное на уроке было показано обоснованно и достоверно.

Таким образом, демонстрационные опыты должны показываться столько времени, сколько требуется для обеспечения эффектив-

ного усвоения знаний учащимися. Но опыт – это не фокус, который должен быть очень кратковременным, чтобы зрители увидели происходящее, но при этом не поняли, как это произошло.

Одно из самых существенных требований к демонстрациям – их *видимость*. Частично это требование удовлетворяется автоматически, так как оно учитывается при конструировании демонстрационных приборов (размеры приборов, раскраска и расцветка шкал приборов и др.).

Преподаватель при демонстрации опытов не должен загораживать собой приборы. Лучше всего ему находиться сбоку от установки или за ней. Элементы экспериментальной установки следует показывать указкой (или ручкой), но не рукой.

Существуют специальные приемы, увеличивающие видимость и выразительность опытов. Рассмотрим некоторые из них.

Во-первых, установки с большим числом деталей следует располагать на демонстрационном столе на разных уровнях, применяя специальные подставки. Если установка более сложная, например демонстрация работы счетчика Гейгера со счетным устройством, то важно расположить приборы так, чтобы само расположение выделяло среди них самые важные. В этом и подобных случаях полезно вычерчивать принципиальную схему установки.

Во-вторых, очень важно хорошее освещение демонстрационного стола и выделение при этом нужного элемента в установке. Это достигается дополнительными лампами подсветки, разумным направлением их лучей, применением специальных экранов (с подсветом или без подсвета).

В-третьих, в опытах с водой и другими жидкостями целесообразна подкраска жидкости, что достигается с помощью флуоресцирующих красителей. Можно использовать и свекольный сок, так как он не оставляет следов на стекле после опыта.

В-четвертых, разные электрические цепи собирают проводниками разного цвета, например: одни – белыми проводами, другие – красными или черными. При необходимости раскрашивают некоторые детали приборов, устанавливая на них легкие, но хорошо видимые флажки, находят способы, чтобы сделать демонстрируемый опыт хорошо видимым, убедительным, понятным.

#### **Подготовка учителя к проведению демонстрационных опытов.**

При подготовке демонстрационного эксперимента к уроку учитель обычно выполняет следующую последовательность действий:

- определяет дидактическую цель опыта и его место в структуре урока или этапе урока;
- четко формулирует, какое явление, или свойство вещества, или устройство собирается демонстрировать;
- определяет элементы экспериментальной установки: объект исследования, воздействующий элемент, управляющий элемент, индикатор;

- составляет принципиальную схему экспериментальной установки;

- определяет методом прикидки параметры элементов экспериментальной установки;

- выбирает вариант экспериментальной установки и подбирает приборы, руководствуясь их эксплуатационными возможностями и дидактическими требованиями к демонстрационному эксперименту;

- собирает демонстрационную установку;

- продумывает расположение приборов на демонстрационном столе и подбирает средства, позволяющие обеспечить наилучшую видимость демонстрации.

Каждый демонстрационный опыт должен готовиться и проверяться заранее, до урока. Готовую демонстрацию можно перенести на подвижный столик, а непосредственно перед уроком вынести в класс и переставить на демонстрационный стол.

Если в кабинете есть лаборант и он помогает готовить эксперимент, то учитель перед уроком должен проверить установку, ее работоспособность. Помощь учителю при подготовке демонстраций к уроку могут оказать пособия [8, 9, 24].

Экспериментальные характеристики приборов содержатся в заводском описании к ним; эти описания следует изучить и хранить, составив их опись.

Целесообразно составлять картотеку демонстрационных опытов, отмечая на карточках параметры элементов демонстрационной установки, делая заметки, касающиеся ее эффективного функционирования.

**Технология проведения опытов.** Технология демонстрационного опыта предполагает определение этапов этой работы, которые должны следовать один за другим и при их правильном выполнении привести к конечному, запланированному результату.

Демонстрационный эксперимент может использоваться на уроках физики для решения таких дидактических задач, как:

- мотивация изучения нового материала;
- выдвижение познавательной задачи;
- создание проблемной ситуации;
- проверка гипотезы;
- получение индуктивного вывода;
- проверка дедуктивного вывода (теоретического предсказания, выведения следствия и т. п.);
- иллюстрация объяснения учителя.

Независимо от целей демонстрации опытов можно указать общую систему действий, которые выполняет учитель, показывая опыт учащимся:

- создание мотивации и организация внимания учащихся;
- формулирование познавательной задачи;
- описание экспериментальной установки;

- выделение объекта наблюдения;
- выполнение эксперимента, при необходимости его повторение;
- фиксация результатов эксперимента;
- анализ результатов и обсуждение выводов.

В зависимости от целей опыта и подготовки учащихся учитель выполняет эти этапы сам или привлекает учащихся, что предпочтительнее. В любом случае учащихся следует привлекать к выдвижению гипотезы, к обоснованию выбора приборов для экспериментальной установки, к фиксации и анализу результатов опыта.

На базе показанного опыта учащимся могут быть предложены как качественные, так и количественные задачи, экспериментальные задания. Если учитель запланировал такую работу, то экспериментальная установка со стола не убирается, а используется либо для постановки задачи, либо для проверки ответа на поставленный вопрос. Эксперимент может провести сам учитель либо вызванный ученик.

После того как потребность в установке отпадает, ее убирают со стола, не дожидаясь окончания урока. Ненужная установка, оставленная на демонстрационном столе, будет отвлекать внимание учеников, мешать сборке других установок, заслонять собой поверхность доски.

**Правила безопасного труда при проведении демонстрационных опытов.** При работе в школьном физическом кабинете и, в частности, при демонстрации опытов необходимо соблюдать правила безопасного труда.

Основную опасность несут *поражения электрическим током*. Напряжения 220 В и 127 В можно применять в различных установках, если нет оголенных частей, находящихся под напряжением, розетки, вилки и все соединяющие провода находятся в полной исправности. Но большинство опытов ставят при преобразованных напряжениях: 6 В, 12 В. Такие напряжения считаются безопасными.

Учитель физики должен знать и понимать, что дело не в значении напряжения, а в значении силы тока. Сила тока  $I = 0,1$  А является не только опасной, но и смертельной для человека, если этот ток прошел через жизненно важные органы человека. Но

$$I = \frac{U}{R},$$

где  $R$  – сопротивление того участка человеческого тела,

через который проходит ток. Значение сопротивления  $R$  зависит от состояния кожи человека, от ее влажности, даже от состояния человека (возбуждения, нервного напряжения). Соответственно, чем меньше сопротивление тела человека, тем больше при том же напряжении сила тока. Известны летальные случаи от поражения током не только при напряжении 220 В, но и даже при 12 В.

Поэтому необходимо запомнить и выполнять следующие правила:

- все соединения в приборах и установках производить только при отключенном приборе (установке) от сети, от источника питания;

- при работающем приборе (установке) не касаться оголенных контактов;

- не допускать к работающим демонстрационным установкам учащихся (во фронтальных лабораторных работах и в большинстве работ физического практикума учащиеся работают с источниками питания с весьма низким напряжением);

- следить, чтобы ваши руки были сухими, обувь исправной (желательно на резиновой подошве), пол, на котором вы стоите, был сухим.

Вторая опасность – *это газ*. Он при горении дает высокую температуру, чего надо опасаться. Опасен газ и возможностью взрыва, что чаще всего происходит при смеси газа с воздухом (~ 4% газа) и наличии источника огня. В настоящее время в физических кабинетах газ практически не применяют. Если он подведен к вашему столу, то следует соблюдать осторожность. Особенно опасна утечка газа. К столам учащихся газ подводить не следует.

Третья опасность – *приборы, работающие при высоких напряжениях и при высокой температуре*. Опасность представляют лопающиеся колбы с кипятком, «взрывающиеся» вакуумные приборы, телевизионные трубки и т.п. При работе с такими приборами следует использовать защитные экраны.

Четвертая опасность – *это пары различных кислот и щелочей*. С ними надо работать на специальных подносах, лить воду в кювету очень тонкой струйкой.

Нужно помнить и о *токсичности паров ртути*. Проводить в школе опыты со ртутью (например, опыт Торричелли) категорически запрещено. Чтобы полностью исключить попадание паров ртути в кабинет, следует отказаться и от применения ртутных термометров, заменив их на спиртовые или электронные.

Пятая опасность – *это излучения различных видов*. В методической литературе можно встретить рекомендации по применению в опытах по геометрической и волновой оптике лазеров. При этом необходимо иметь в виду, что прямое попадание луча лазера в глаз человека может иметь весьма печальные последствия.

Следует помнить также о вреде рентгеновских и ультрафиолетовых лучей. Рентгеновская трубка, дуговая и ртутно-кварцевая лампы исключены из перечня учебного оборудования, хотя в старых физических кабинетах они остались.

С вредными для организма излучениями можно встретиться и при проведении опытов по атомной и ядерной физике. Мощность излучения радиоактивных препаратов, используемых в этих опытах, должна строго соответствовать требованиям санитарных норм.



## 17.8. Компьютерные технологии обучения физике

*Компьютерные технологии обучения* – это такая система обучения, одним из технических средств которой является компьютер. Реализовать компьютерную технологию обучения возможно лишь при наличии соответствующего учебно-методического комплекса, а также компьютерной грамотности учителя и его учеников.

*Компьютерная грамотность* – это знания и умения, которые позволяют учителю и учащимся использовать ЭВМ в качестве обучающего средства. Учитель и его ученики должны иметь практические навыки обращения с ЭВМ, знать общие принципы построения и функционирования ЭВМ, понимать значение, роль и применение компьютерной техники в различных областях человеческой деятельности.

Кроме компьютерной грамотности учитель должен обладать *компьютерной культурой* – культурой комплексного использования электронно-вычислительной техники в учебно-воспитательном процессе, умело определять место и время применения компьютерной техники в обучении, грамотно дозировать ее использование на уроках и во внеурочных мероприятиях.

Основными педагогическими целями использования компьютерных технологий в обучении физике являются следующие:

1. Развитие творческого потенциала обучаемого, его способностей к коммуникативным действиям, умений экспериментально-исследовательской деятельности, культуры учебной деятельности; повышение мотивации обучения.

2. Интенсификация всех уровней учебно-воспитательного процесса, повышение его эффективности и качества.

3. Реализация социального заказа, обусловленного информатизацией современного общества (подготовка пользователя средствами компьютерных технологий).

Социально-психологической характеристикой стиля обучения в условиях функционирования компьютерных технологий является развитие и саморазвитие потенциальных возможностей обучаемого и его творческой инициативы. Это обеспечивается предоставлением возможности для самостоятельного извлечения знаний и информации; самостоятельного выбора режима учебной деятельности.

Рассмотрим применительно к школьному курсу физики, какими средствами могут быть реализованы изложенные выше современные подходы к обучению.

При формировании у учащихся умений экспериментально-исследовательской деятельности используется учебное оборудование, сопрягаемое с ЭВМ, позволяющее изучать реально протекающие процессы и явления путем сбора, регистрации и обработки информации, получаемой непосредственно самим учеником, для последующего формирования выводов и обобщений. К тако-

му оборудованию относится, например, «Персональная компьютер-лаборатория», в состав которой входит набор датчиков с блоком интерфейса.

Использование такой лаборатории в учебном процессе основано на интеграции возможностей сенсорики (техники конструирования и использования датчиков физических величин) и учебного оборудования, сопрягаемого с ЭВМ. Использование датчиков и устройств для регистрации и измерения физических величин (например, светового потока, температуры, давления, влажности и др.) и устройств, обеспечивающих ввод и вывод аналоговых и дискретных сигналов, для связи с комплектом оборудования, подключаемого к ЭВМ, позволяет визуализировать на экране различные физические закономерности в виде моделей, графиков, диаграмм, динамически изменяющихся в зависимости от изменения входных параметров. При этом средства информационного технологического предоставления возможность проведения десятков экспериментальных срезов за сравнительно небольшой отрезок времени при незамедлительной обратной связи и визуализации результатов экспериментов на экране.

Использование этого оборудования позволяет организовать самостоятельную познавательную работу учащихся по изучению явлений окружающей действительности. Возможны разные варианты организации работы учащихся: выполнение исследования под руководством и по инструкции учителя; можно предложить учащимся самостоятельно выдвигать гипотезы, а исследование проводить по плану, предложенному учителем. Возможен вариант, при котором учащиеся сами составляют план исследования, выполняют его и делают выводы. В этом случае репродуктивный метод обучения заменяется самостоятельным приобретением знаний на основе осуществления экспериментально-исследовательской деятельности, подводящей обучаемого (при соответствующей методике) к самостоятельному открытию изучаемой закономерности.

Таким образом, процесс сообщения готовых знаний и их экспериментальная проверка (развитие компонентов репродуктивного и продуктивного типов мышления) в традиционной методике заменяются экспериментально-исследовательской деятельностью, обеспечивающей самостоятельное открытие обучаемым закономерности или свойств изучаемых объектов (развитие компонентов теоретического типа мышления).

При выполнении исследования может быть организована индивидуальная, групповая, коллективная экспериментально-исследовательская деятельность.

Например, исследуя зависимость высоты звукового тона от частоты колебаний, предоставляют обучаемому возможность, десятки раз изменяя высоту тона, визуализировать на экране дисплея синусоидальный график колебаний различной частоты. При этом обучаемый самостоятельно приходит (в первом приближе-

нии) к выводам о зависимости вида графика гармонических звуковых колебаний от высоты звукового тона.

При обучении физике широко используются моделирующие компьютерные программы, так как многие фундаментальные физические эксперименты и некоторые процессы не могут быть продемонстрированы в средней школе из-за их сложности и отсутствия соответствующих специальных учебных приборов. Эффективным приемом в этом случае является моделирование с помощью ЭВМ, при котором отражаются реальные данные, соответствующие иллюстрациям результатов работ ученых по изучению того или иного физического процесса или фундаментального эксперимента.

При разработке или анализе моделирующей программы следует придерживаться следующих принципов:

моделирующая программа должна соответствовать принципу научности содержания материала;

моделирующая программа должна быть по содержанию доступной для учащихся средней школы;

моделирующая программа должна быть составлена с учетом психолого-педагогических особенностей восприятия информации.

Моделирующие программы на занятиях по физике в средней школе рекомендуется использовать лишь в тех случаях, когда они являются дополнением к реальным экспериментам, поскольку только работа с приборами дает учащимся необходимые умения и навыки. Моделировать физические процессы целесообразно, если эксперименты нельзя провести с оборудованием кабинета физики или их запрещают правила безопасного труда. Кроме моделирующих широко используются обучающие и контролирующие программы разных типов.

В содержании курса физики, а также в методике ее преподавания заложены большие возможности для формирования алгоритмической культуры. В качестве примера предлагаем разработанный алгоритм решения задач по кинематике движения тела по окружности.

При изучении механики в теме «Криволинейное движение» обычно решаются вычислительные задачи преимущественно на равномерное движение по окружности. В этих задачах главное внимание обращают, как правило, на расчет угла поворота, угловой скорости или периода обращения, линейной скорости.

Для формирования у учащихся умения решать задачи по этой теме нетрудно составить общий алгоритм, по которому могут решаться все задачи этого типа.

Типы задач, с которыми приходится иметь дело, определяются деревом признаков, а точнее, признаковым составом каждой ветви дерева. Число типов определяется возможными парами сочетаний производных величин, используемых в задаче. При движении точки по окружности таких величин 4 ( $n$  – частота вращения,  $T$  – период,  $v$  – линейная скорость,  $a$  – ускорение), поэтому воз-

можных типов задач, включающих комбинации этих величин ( $nT$ ,  $nv$ ,  $na$ ,  $Ta$ ,  $Tv$ ,  $va$ ), шесть.

При составлении алгоритма решения необходимо выделить основные, базовые величины, через которые будут определяться все остальные, производные величины. В данном случае базовых величин 3:  $N$  – число оборотов,  $R$  – радиус окружности, по которой движется тело, и  $t$  – время движения.

Далее задача решается по следующему алгоритму:

1. После прочтения условия задачи выясняют, какие величины даны в задаче и какие требуется определить. Из этих величин выделяют производные величины.

2. Задачу выражают через базовые ( $N$ ,  $t$ ,  $R$ ) и производные ( $a$ ,  $v$ ,  $T$ ,  $n$ ) величины.

3. Производные величины выражают через базовые, используя основную формулу:

$$a = \frac{(2\pi \frac{N}{t} R)^2}{R},$$

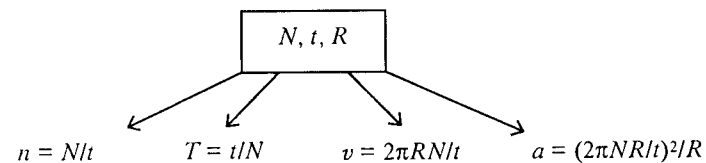
из которой можно «увидеть» все производные величины:

$$v = 2\pi \frac{RN}{t}; \quad T = \frac{t}{N}; \quad n = \frac{N}{t}.$$

4. Выразив производные величины через базовые, получают уравнения, решение которых методом постановки относительно искомой величины и дает ответ на вопрос задачи.

Соотношение базовых и производных величин можно выразить схемой 31.

Схема 31



Рассмотрим в качестве примера решение следующих задач.

**Задача 1.** На точильном круге имеется штамп – 40 м/с, диаметр 250 мм.

Какое максимальное число оборотов в секунду допустимо развивать двигателю, на вал которого будет насажен круг?

Применим алгоритм:

1. В задаче упомянуты физические величины –  $v$ ,  $R$ ,  $n$ .

2. Из них производными величинами являются  $v$  и  $n$ .

3. Определим производные величины через базовые:

$$v = 2\pi \frac{RN}{t}; \quad n = \frac{N}{t}.$$

4. Искомая величина –  $n$ .

5. Решение относительно производной величины:

$$v = 2\pi \frac{RN}{t}; \quad n = \frac{v}{2\pi R}.$$

**Задача 2.** На кольцевых гонках мотоциклист двигался со скоростью 120 км/ч. За какое время он преодолет один круг, если диаметр кроссового кольца 200 м?

Применим алгоритм:

1.  $v, R, T$ .

2.  $v, T$ .

3.  $v = 2\pi \frac{RN}{t}; \quad T = \frac{t}{N}$ .

4.  $T$ .

5.  $T = \frac{2\pi R}{v}$ .

Приведенный алгоритм позволяет решать все типы задач этой темы. Кроме того, он дает возможность составить одну общую компьютерную программу, с помощью которой возможны контроль и обучение по данной теме.

Рассмотренный алгоритм показывает возможность применения компьютерных технологий для обучения решению физических задач. Подобной алгоритмизации подвержено большинство физических задач.

В последнее время все более широкое распространение получают технологии, основанные на использовании экспертных обучающих систем (ЭОС). В соответствии с обучающими функциями, которые могут реализовать ЭОС, педагогически целесообразно преобладание систем, в которых рассуждения основываются на строгой логике.

Являясь средством представления знаний, ЭОС организуют диалог между пользователем и системой, способной по его требованию объяснить ход рассуждений при решении той или иной учебной задачи в виде, понятном обучаемому. Формируются ЭОС как совокупность трех подсистем: подсистемы общения (машина ввода + модуль извлечения знаний), подсистемы объяснений (интерфейс), подсистемы накопления знаний (база знаний).

ЭОС располагают возможностью пояснений стратегии и тактики решения задач из изучаемой предметной области при диалоговой поддержке процесса решения; контроля уровня знаний,

умений и навыков с диагностикой ошибок обучаемого и оценкой достоверности контроля; автоматизации процесса управления самой системой в целом. Ориентируя обучаемого на самостоятельную работу, ЭОС инициируют процесс познавательной деятельности, повышают мотивацию обучения за счет вариативности самостоятельных работ и возможности самоконтроля.

Эффективным средством представления знаний может служить учебная база данных (УБД), ориентированная на некоторую предметную область. УБД располагает возможностью формирования наборов данных (по определенным признакам), обработки имеющихся наборов данных (поиск, выбор, сортировка, анализ и изменение информации по заданным признакам), использования модуля сервисной технологии, позволяющего применение редактора образов, редактора текста, контроля решений, регламента работы.

Перечисленные возможности УБД можно использовать в процессе самостоятельного усвоения учащимися новых для них понятий, для выработки умений по обработке учебной информации.

Возможности учебной базы знаний (УБЗ), ориентированной на некоторую предметную область, предполагают реализацию идей самообразования на основе выбора обучаемым приемлемого для него режима учебной деятельности.

В УБЗ предполагается наличие:

– учебной базы данных для определенной предметной области, содержащей описание основных понятий предметной области, их определений, стратегию и тактику решения задач, комплекс предлагаемых упражнений, примеров или задач определенной предметной области;

– методики обучения, ориентированной на некоторую модель обучаемого, содержащую информацию об уровнях знаний обучаемого (начальном, промежуточных и сформированных в процессе обучения);

– базы данных о возможных ошибках обучаемых и путях их преодоления;

– базы данных о процессе обучения, содержащей стратегические и тактические приемы, ответственные за результативность предлагаемой методики обучения.

При работе с УБЗ обеспечиваются проверка правильности ответов обучаемых об объектах изучения, формирование (при необходимости) правильных ответов, управление учебным процессом. Реализация сценария обучения обычно производится специальной управляющей программой.

По своим дидактическим функциям обучающие программные системы (типа ЭОС, УБД, УБЗ) наиболее близко подходят к естественному обучению типа «учитель – ученик». Это создает веские предпосылки для организации процесса самообучения в рамках методической системы, заложенной в той или иной обучающей системе. С помощью таких обучающих систем имеется возмож-

ность выработки у учащихся умения самостоятельно переносить усвоенные знания в новую ситуацию; видения вариативности методов решения поставленной задачи.

Используя обучающие системы, оказывающие определенное педагогическое воздействие, необходимо, во-первых, учитывать начальный уровень обучаемого и его мотивационную готовность к общению с системой; во-вторых, прогнозировать результаты педагогического воздействия, предусматривая, какие знания, умения, навыки должен или может приобрести обучаемый, какое развивающее воздействие на него окажет общение с системой и какова целесообразность этого воздействия; в-третьих, обеспечивать вариативность в подаче учебного материала (визуально-объяснительная, описательная, проблемная и т. д.); в-четвертых, обеспечивать деятельностный подход к обучению; в-пятых, предусматривать возможность поэтапного отслеживания продвижения обучаемого в учении.

Использование возможностей компьютерных технологий в учебно-воспитательном процессе активизирует процессы развития компонентов операционального, наглядно-образного, теоретического типов мышления; способствует развитию творческого, интеллектуального потенциала обучаемых.

При этом возможности компьютерных технологий используются не столько для поддержки традиционных форм и методов обучения, сколько для реализации идей развивающего обучения, интенсификации всех уровней учебно-воспитательного процесса, подготовки подрастающего поколения к условиям жизни в информационном обществе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Анофрикова С. В., Проценкова Л. А.* Методическое руководство по разработке фрагментов уроков с использованием учебного физического эксперимента. – М., 1989.
2. *Бабанский Ю. К.* Методы обучения в современной общеобразовательной школе. – М., 1985.
3. *Бугаев А. И.* Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические основы. – М., 1981.
4. Внеурочная работа по физике / Под ред. О. Ф. Кабардина. – М., 1983.
5. *Волковичский Р. Ю.* Об изучении основных принципов физики в средней школе. – М., 1982.
6. *Голин Г. М.* Вопросы методологии физики в курсе средней школы. – М., 1987.
7. *Давыдов В. В.* Виды обобщений в обучении. – М., 1972.
8. Демонстрационные опыты по физике в VI–VII классах средней школы / Под ред. А. А. Покровского. – М., 1974.
9. Демонстрационные опыты по физике в VIII–X классах средней школы / Под ред. А. А. Покровского. – М., 1978. – Ч. I, II.
10. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики / Под ред. М. Н. Скаткина. – М., 1982.
11. *Ефименко В. Ф.* Методологические вопросы школьного курса физики. – М., 1976.
12. *Зверев И. Д., Максимова В. Н.* Межпредметные связи в современной школе. – М., 1981.
13. *Знаменский П. А.* Методика преподавания физики. – Л., 1954.
14. *Зорина Л. Я.* Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. – М., 1988.
15. *Иванова Л. А.* Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики. – М., 1983.
16. *Извозчиков В. А., Ревунов А. Д.* Электронно-вычислительная техника на уроках физики в средней школе. – М., 1988.
17. *Исаев Д. А.* Методические рекомендации для учителей по проведению занятий курса «Физика – химия» в 5–6 классах. – М., 1991.
18. Кабинет физики средней школы / Под ред. А. А. Покровского. – М., 1982.
19. *Каменецкий С. Е., Орехов В. П.* Методика решения задач по физике в средней школе. – М., 1987.
20. Контроль знаний по физике / Под ред. В. Г. Разумовского, Р. Ф. Кривошаповской. – М., 1982.

21. Ланина И.Я. Не уроком единым: Развитие интереса к физике. – М., 1991.
22. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. – М., 1981.
23. Малафеев Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе. – М., 1991.
24. Марголис А.А., Парфентьева Н.Е. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. – М., 1977.
25. Методика факультативных занятий по физике / Под ред. О.Ф.Кабардина, В.А.Орлова. – М., 1988.
26. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – М., 1989.
27. Межпредметные связи курса физики средней школы / Под ред. Ю.И.Дика, И.К.Турышева. – М., 1987.
28. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе. – М., 1977.
29. Обьедков Е.С. Ученический эксперимент на уроках физики. – М., 1996.
30. Оконь В. Введение в общую дидактику / Пер. с польск. – М., 1990.
31. Оноприенко О.В. Проверка знаний, умений и навыков учащихся по физике. – М., 1988.
32. Орлов В.А. Тесты по физике для IX–XI классов. – М., 1994.
33. Основы методики преподавания физики в средней школе / Под ред. А.В.Перышкина, В.Г.Разумовского, В.А.Фабриканта. – М., 1984.
34. Практикум по физике в средней школе (пособие для учителей) / Под ред. А.А.Покровского. – М., 1973.
35. Программно-методические материалы. Физика. 7–11 классы / Сост. В.А.Коровин, Ю.И.Дик. – М., 1998.
36. Программы средней общеобразовательной школы. Физика и астрономия / Сост. Ю.И.Дик, А.А.Пинский. – М., 1992 (и последующие годы).
37. Пурьшева Н.С. Дифференцированное обучение физике в средней школе. – М., 1993.
38. Разумовский В.Г. Физика в средней школе США. – М., 1973.
39. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. – М., 1975.
40. Сердинский В.Г. Экскурсии по физике в средней школе. – М., 1991.
41. Соколов И.И. Методика преподавания физики в средней школе. – М., 1951.
42. Теоретические основы общего среднего образования / Под ред. В.В.Краевского, И.Я.Лернера. – М., 1983.
43. Турдикулов Э.А. Экологическое образование и воспитание учащихся в процессе обучения физике. – М., 1988.
44. Урок физики в современной школе: Творческий поиск учителей. – М., 1993.
45. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных навыков и умений на уроках физики. – М., 1988.
46. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М., 1986.
47. Усова А.В., Завьялов В.В. Учебные конференции и семинары по физике в средней школе. – М., 1975.
48. Учебное оборудование по физике в средней школе / Под ред. А.А.Покровского. – М., 1973.
49. Физика и научно-технический прогресс / Под ред. В.Г.Разумовского. – М., 1988.
50. Фронтальные лабораторные работы по физике в средней школе / Под ред. А.А.Покровского. – М., 1974.
51. Шаронова Н.В. Методика формирования научного мировоззрения учащихся при обучении физике. – М., 1994.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
Введение .....	5
1. Методика обучения физике как одна из педагогических наук .....	5
2. Методология педагогического исследования .....	8
3. Документы, регламентирующие учебный процесс в средних общеобразовательных учреждениях .....	16
4. Этапы развития методики обучения физике в России .....	22
5. Актуальные проблемы теории и методики обучения физике .....	27
 <b>Раздел I. Цели обучения физике в средних общеобразовательных учреждениях</b>	
Глава 1. Цели обучения физике как системообразующий фактор .....	29
1.1. Способы задания целей обучения .....	29
1.2. Социально-личностный подход к заданию целей обучения физике .....	31
1.3. Таксономии целей обучения физике .....	34
Глава 2. Основные цели обучения физике .....	38
2.1. Формирование глубоких и прочных знаний .....	38
2.2. Политехническое обучение и профессиональная ориентация .....	40
2.3. Формирование научного мировоззрения .....	49
2.4. Развитие мышления учащихся .....	53
2.5. Экологическое образование учащихся в процессе обучения физике .....	60
2.6. Формирование у учащихся мотивов учения и познавательных интересов .....	65
 <b>Раздел II. Содержание и структура курса физики средних общеобразовательных учреждений</b>	
Глава 3. Система физического образования в общеобразовательных учреждениях .....	69
3.1. Варианты систем физического образования .....	69
3.2. Пропедевтика физических знаний в курсе естествознания .....	71
Глава 4. Курс физики основной и средней школы .....	74
4.1. Физическая картина мира как предмет изучения в школьном курсе физики .....	74
4.2. Принципы отбора содержания курса физики и его структурирования .....	82
4.3. Содержание курса физики основной школы .....	92
4.4. Содержание курса физики средней (полной) школы .....	99
4.5. Связь содержания курса физики с содержанием других учебных предметов .....	106

4.6. Физическое образование в зарубежной школе .....	115
--	-----

## Раздел III. Методы обучения физике

Глава 5. Теоретические основы методов обучения физике .....	127
5.1. Методы и методические приемы обучения физике .....	127
5.2. Классификация методов обучения .....	129
5.3. Взаимосвязь методов обучения и методов научного познания .....	132
Глава 6. Дидактическая система методов обучения .....	142
6.1. Объяснительно-иллюстративный метод .....	142
6.2. Репродуктивный метод .....	144
6.3. Метод проблемного изложения учебного материала .....	145
6.4. Эвристический метод .....	146
6.5. Исследовательский метод .....	148
Глава 7. Частно-методическая система методов обучения .....	149

## Раздел IV. Средства обучения физике

Глава 8. Школьный физический кабинет и его оборудование .....	154
8.1. Общие сведения .....	154
8.2. Помещение и основное оборудование школьного физического кабинета .....	155
8.3. Основные типы школьных физических приборов и их особенности .....	158
8.4. Освоение новых учебных приборов .....	163
8.5. Технические средства обучения (ТСО) .....	166
8.6. Работа с классной доской .....	173
8.7. Таблицы и модели .....	174
Глава 9. Средства новых информационных технологий при обучении физике .....	175
9.1. Компьютеры в обучении физике .....	176
9.2. Современный учебно-методический комплекс для обучения физике .....	180
9.3. Телекоммуникационные сети как средство обучения физике .....	184

## Раздел V. Формы организации учебного процесса по физике

Глава 10. Формы организации обязательных учебных занятий .....	187
10.1. Виды организационных форм обучения физике .....	187
10.2. Современный урок физики .....	189
10.3. Структура урока физики как целостная система .....	194
10.4. Обобщающий урок физики .....	203
10.5. Учебные экскурсии по физике .....	209
Глава 11. Факультативные занятия по физике в средних общеобразовательных учреждениях .....	211
11.1. Значение факультативных занятий .....	211
11.2. Содержание факультативных курсов по физике .....	212
11.3. Методы, формы и средства обучения на факультативных занятиях по физике .....	218



Глава 12. Внеклассная работа по физике.....	222
12.1. Виды и формы внеклассной работы по физике .....	222
12.2. Кружки по физике и технике .....	225
12.3. Вечера и конференции по физике и технике.....	228
12.4. Олимпиады по физике.....	231

## Раздел VI. Проверка достижения учащимися целей обучения физике

Глава 13. Теоретические основы проверки достижения учащимися целей обучения физике.....	238
13.1. Значение и функции проверки и оценки достижений учащихся .....	238
13.2. Методы, формы и средства проверки знаний и умений учащихся по физике .....	239
Глава 14. Методика проверки достижения учащимися целей обучения физике.....	241
14.1. Деятельность учителя при подготовке к проверке достижений учащихся .....	241
14.2. Особенности проверки знаний и умений учащихся по физике в основной и средней школе .....	247
14.3. Проверка сформированности мировоззрения .....	250
14.4. Проверка практических умений по физике.....	254
14.5. Методика проведения зачета по физике.....	255
14.6. Оценка знаний и умений учащихся по физике.....	261

## Раздел VII. Технологии обучения учащихся физике

Глава 15. Теоретические основы технологий обучения физике.....	264
15.1. Индивидуализация и дифференциация обучения.....	264
15.2. Развивающее обучение .....	270
15.3. Проблемное обучение .....	275
15.4. Деятельностный подход в обучении физике .....	281
Глава 16. Планирование работы учителем .....	287
16.1. Годовой и календарно-тематический планы .....	288
16.2. Подготовка учителя к уроку. План и конспект урока .....	290
Глава 17. Технологии организации учебной деятельности учащихся при обучении физике.....	294
17.1. Формирование у учащихся физических понятий .....	294
17.2. Обобщение и систематизация знаний учащихся по физике .....	302
17.3. Деятельность учителя физики по формированию научного мировоззрения учащихся.....	309
17.4. Формирование у учащихся обобщенных умений.....	314
17.5. Обучение учащихся решению физических задач.....	319
17.6. Формирование у учащихся экспериментальных умений .....	333
17.7. Деятельность учителя физики при демонстрации опытов .....	348
17.8. Компьютерные технологии обучения физике.....	354
Литература.....	361

*Учебное издание*

**Каменецкий Самуил Ефимович  
Пурьшева Наталья Сергеевна  
Важеевская Наталья Евгеньевна и др.**

**Теория и методика обучения физике  
в школе: Общие вопросы**

*Учебное пособие*

Редактор *В. А. Обменина*  
Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*  
Компьютерная верстка: *Е. В. Поляченко*  
Корректоры *В. Н. Рейбекель, Н. А. Григорьева*

Диaposитивы предоставлены издательством.

Подписано в печать 04.08.2000. Формат 60×90/16. Гарнитура «Таймс».  
Бумага тип. № 2. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,0. Тираж 30 000 экз.  
(1-й завод 1 – 10 000 экз.). Заказ № 2776.

ЛР ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».  
105043, Москва, ул. 8-я Парковая, 25. Тел./факс: (095) 165-4666, 367-0798, 305-2387

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.  
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.