

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Рязанский государственный университет  
имени С.А. Есенина»

А.В. Ельцов

Интегративный подход  
как теоретическая основа осуществления  
школьного физического эксперимента

Монография

Рязань  
2007

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22  
Е 58

**Научный редактор:**

*В.А. Степанов*, д-р физ.-мат. наук, проф.

**Рецензенты:**

*Л.К. Гребенкина*, д-р пед. наук, проф.

*Б.С. Кирьяков*, д-р пед. наук, проф.

*Н.В. Коненков*, д-р физ.-мат. наук, проф.

**Е 58** **Ельцов, А.В.**  
Интегративный подход как теоретическая основа осуществления школьного физического эксперимента : монография / А.В. Ельцов ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2007. — 248 с.

ISBN 978—5—88006—466—3

Исследуемая проблема необходимости интеграции предметных, психолого-педагогических и методических знаний с предметными знаниями обусловлена объективно существующим интегративным характером личности, преподаваемой науки, всего образовательного процесса. Содержание монографии, исходя из требований максимальной сопряженности профессиональных и личностных качеств подрастающего поколения в различных видах практической деятельности, направлено на усиление образовательного и развивающего потенциала физики, обеспечение преемственности формирования научных знаний и умений, единства традиционных и современных информационных технологий обучения во время осуществления школьного физического эксперимента.

Работа адресована преподавателям и учителям физики, аспирантам и студентам, специалистам в области профессионального образования.

Ключевые слова: *интеграция, физика, эксперимент, развитие, современные технологии обучения.*

**ББК 74.262.22**

ISBN 978—5—88006—466—3

© Ельцов А.В., 2007

© Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», 2007

## ВВЕДЕНИЕ

---

---

Процесс интеграции нашей страны в мировую экономическую и информационную систему, интеграционные тенденции развития наук, интеграция педагогического знания во все сферы человеческой жизни определяют стратегию развития образования, которое призвано удовлетворить потребность общества в специалистах, способных реализовать свой творческий потенциал как в собственных интересах, так и в интересах общества, умеющих адаптироваться к быстро изменяющимся условиям, обладающих интегративным стилем мышления, критически относящихся как к своему окружению, так и к самим себе.

Стремительный рост объема информации, внедрение и постоянное обновление производственных технологий выдвигают необходимость рассмотрения обучения как процесса, основу которого составляет самостоятельный поиск информации из всевозможных источников, ее извлечение, критическое осмысление и адекватное преобразование для создания новых знаний и обмена ими в процессе коммуникаций.

Новые требования общества к обучению, разъяснение его целей создают предпосылки для разрешения противоречия между требованием максимальной сопряженности профессиональных и личностных качеств выпускника образовательного учреждения и недостаточной реализацией используемых условий для его целостного становления.

Необходимым условием на данном этапе развития общества является непрерывность системы образования, обеспечивающая преемственность формирования научных знаний и умений, позволяющая применять их в различных видах практической деятельности.

В последние десятилетия отмечается снижение качества общего среднего образования. Это касается всех естественнонаучных дисциплин, и физики в частности, что приводит к падению мировоззренческого уровня развития учащихся, отсутствию у них сформированности представлений о целостности мира и месте человека в нем.

В связи с этим появилась необходимость усиления образовательного и развивающего потенциала физики как учебного предмета, выявления новых путей обновления содержания физического образования, создания технологий обучения, ориентированных на возможно более полное использование учебного физического эксперимента для обеспечения целостности образовательной системы, активизирующей деятельностный и творческий потенциал учащихся, сохраняющей их самобытность и индивидуальность.

Исходя из того, что проведение учебного физического эксперимента является исходным пунктом знаний об объективности окружающего мира, требуется создание оптимальных условий для его проведения. В то же время, учитывая, что многие лабораторные и демонстрационные установки в практику обучения вошли в 50-е годы двадцатого столетия, часть имеющихся в школе средств, сегодня вышла из строя или технически устарела. Противоречие между новыми целями обучения и традиционными технологиями осуществления учебного физического эксперимента выдвигает проблему его модернизации. Сохраняя все хорошее, проверенное опытом, рациональное и эффективное, независимо от времени его создания, следует создавать новые современные средства и методы для осуществления физического эксперимента в школе, развивающие и обогащающие методическую науку и педагогическую практику, которые будут по-новому организовывать и направлять восприятие учащихся, объективировать содержание, выполнять функции источника и меры учебной информации в их единстве.

Программа развития системы непрерывного образования в России на 2001—2010 годы подчеркивает необходимость интеграции теоретической и практической подготовки специалистов.

В философии, психологии, педагогике и методике проблемам интеграции и развития личности уделено достаточно много внимания.

Проблемам философского обоснования методологии интегративного подхода посвящены работы Б.М. Бим-Бада, А.А. Королькова, А.Ф. Лосева, А.Ф. Малышевского, С.Л. Рубинштейна, В.Н. Сагатовского и др.

А.Я. Данилюк, В.И. Загвязинский, И. А. Колесникова, В.Н. Максимова, В.В. Сериков, Н.К. Чапаев, Э.Г. Юдин и другие в своих исследованиях рассмотрели различные аспекты интеграции в образовании.

Наиболее полно и последовательно идеи развивающего обучения Л.С. Выготского в рамках психологической теории деятельности развиты П.А. Гальпериным, В.В. Давыдовым, А.В. Запорожец, А.Н. Леонтьевым, Н.А. Менчинской, Н.Ф. Талызиной, Г.И. Щукиной, Д.Б. Элькониным, И.С. Якиманской и др.

Некоторые аспекты обновления содержания школьного курса физики на основе идей дифференциации, интеграции и вариативности обучения раскрыты в исследованиях Ю.И. Дика, С.Е. Каменецкого, А.В. Перышкина, А.А. Пинского, Н.С. Пурьшевой, В.Г. Разумовского, Н.А. Родиной, А.В. Усовой, В.А. Фабриканта, Л.С. Хижняковой и др.

Вопросам развития учащихся в процессе обучения физике большое внимание уделяли: Л.И. Анциферов, В.С. Данюшенков, О.Ф. Кабардин, А.С. Кондратьев, В.В. Лаптев, В.А. Орлов, Н.С. Пурьшева, В.Г. Разумовский, А.В. Усова, Т.Н. Шамало, Н. В. Шаронова и другие.

В разное время проблемами физического эксперимента занимались: Л.И. Анциферов, В.Н. Бакушинский, В.А. Буров, Д.Д. Галанин, А.И. Глазырин, И.В. Глинка, Е.Н. Горячкин, Н.С. Дрентельн, А.Г. Дубов, К.В. Дубровский, Н. Дюрнбаум, С.Н. Жарков, Б.С. Зворыкин, А.Н. Зильберман, П.А. Знаменский, С.Е. Каменецкий, Я.И. Карцов, Н.В. Кашин, Я.И. Ковальский, Ф.Н. Красиков, В.В. Лермантов, А.А. Марголис, А. Модестов, В.П. Орехов, Н.Е. Парфентьева, А.В. Павша, А.В. Перышкин, И.М. Пищиков, А.А. Покровский, В.Г. Разумовский, В.Л. Розенберг, И.М. Румянцев, Д.И. Сахаров, Н.А. Солодухин, И.И. Соколов, Н.А. Умов, А.В. Цингер, Н.М. Шахмаев С.Я. Шамаш, В.Ф. Шилов, С.А. Шурхин и другие.

Использование современных информационных технологий при осуществлении школьного физического эксперимента отражено в работах А.А. Богуславского, Д.В. Баяндина, Э.В. Бурсиана, Ю.А. Воронина, Ю.А. Гороховатского, В.А. Извозчикова, А.И. Назарова, В.В. Лаптева, Р.В. Майера, Ю.С. Песоцкого, О.В. Поваляева, А.В. Смрнова, С.К. Стафеева, Г.Н. Степановой, А.И. Фишмана А.С. Чирцова, Р.М. Чудинского и других.

В настоящее время педагогика, психология, теория и методика преподавания физики располагают определенными исследованиями, раскрывающими роль интеграции в образовании, применяющими интегративный подход в обучении, ориентированными на использование развивающего обучения, разрабатывающими на этой основе новые подходы обновления содержания школьного физического образования, раскрывающими проблемы учебного

физического эксперимента. Однако специальные исследования, в которых учебный физический эксперимент рассматривается на основе интегративного подхода с целью всестороннего развития личности учащегося, пока отсутствуют.

Таким образом, актуальность предлагаемого исследования обусловлена:

— современными требованиями общества к развитию личности, обладающей интегративным стилем мышления, способной к самостоятельному овладению знаниями и умениями и их применению как в собственных интересах, так и в интересах общества;

— наличием психолого-педагогических, мировоззренческих, методологических и методических предпосылок для разработки и реализации интегративного подхода к осуществлению учебного физического эксперимента с целью создания оптимальных условий для целостного становления личности;

— потребностью педагогической практики в современных технологиях и средствах осуществления школьного физического эксперимента для развития интереса к физике и формирования познавательных мотивов обучения.

В первой главе «Методологические основы совершенствования школьного физического эксперимента в свете идей интеграции» проведен анализ теоретических исследований интеграционных процессов в образовании, философии, психологии, педагогике и методике. Нами отмечено, что в образовании интеграция рассматривается не как сумма частей и их механическое соединение, а как их органическое взаимопроникновение, которое дает качественно новый результат, новое системное и целостное образование. Методологической основой интеграции образования служит философская идея целостности человека. Сравнительный анализ исследований в области образования показал, что любая педагогическая проблема должна ставиться и решаться с учетом системности и единства педагогического знания, тенденции интеграции воспитательных и дидактических систем.

Во второй главе «История становления физического эксперимента в школах России» показано, что проблема модернизации школьного физического эксперимента в современных условиях не может быть решена без всестороннего анализа опыта прошлых лет. Сохранение для будущего всего лучшего и эффективного независимо от времени его создания должно быть положено в основу совершенствования образовательного процесса на основе использования современных образовательных технологий. В этой

главе представлены сведения из истории становления школьного физического эксперимента в России начиная с XVIII века до наших дней. Раскрыта роль учебного эксперимента на различных этапах развития отечественной методики физики. Отражены проблемы, с которыми сталкивались великие педагоги-физики. Выявлена хронологическая последовательность развития прогрессивных идей в преподавании физики на основе эксперимента. Отмечено, что связь теории и практики при обучении физике, проблема личностного развития учащихся всегда интересовала педагогов-физиков.

В третьей главе «Традиционный подход к осуществлению школьного физического эксперимента» проанализирована традиционная методика осуществления школьного физического эксперимента, обоснована необходимость ее коррекции с учетом социально-личностного подхода к заданию целей обучения физике. Определены задачи и содержание учебного физического эксперимента в основной и профильной школе, осуществлен анализ имеющегося традиционного и современного учебного оборудования, в том числе компьютерных технологий, и определены возможности их использования в условиях изменяющейся парадигмы образования.

В четвертой главе «Интегративный подход к осуществлению школьного физического эксперимента» раскрыта и обоснована структура интегративного подхода, учитывающая межпредметную, внутрипредметную, межличностную и внутриличностную интеграцию.

Выявлено, что методологической основой межпредметной интеграции является положение о единстве материального мира, взаимосвязи и взаимообусловленности явлений природы, общества и мышления, теория о взаимозависимости различных областей образования, границы между которыми не абсолютны. Задачей физики, в частности школьного физического эксперимента, является развитие интегративного стиля мышления, формирование умений использования содержания различных дисциплин для решения поставленных задач. Перенос знаний из одной науки в различные области других убеждает учащихся в том, что сила научного знания не только в логическом построении какой-либо области науки, но и в универсальности, всеобщности ее фундаментальных положений. Стратегия развития школьного физического эксперимента должна быть ориентирована на усиление его общеобразовательного значения с учетом общенаучных, культурологических и гуманитарных аспектов.

Внутрипредметная интеграция основывается на понимании учебного предмета как дифференцированной и интегрированной системы. Установление смысловых, содержательных и технологических связей между разделами и темами учебного предмета дает возможность организовать его изучение как открытой новым связям системы. Учебный физический эксперимент многофункционален и при определенных дидактических условиях превращается в развивающуюся образовательную систему. Различные виды эксперимента должны дополнять друг друга, расширяя возможности для формирования наблюдательских способностей, предоставляя большую самостоятельность при обработке результатов.

Межличностная интеграция в процессе осуществления школьного физического эксперимента рассматривается как необходимое направление делового сотрудничества и сотворчества путем сочетания индивидуальной и групповой экспериментальной исследовательской деятельности, совместного освоения современных образовательных технологий, коллективного творчества. Помещая в центр обучения развивающуюся личность, необходимо, чтобы учащийся сам выбирал и выстраивал знания и умения из окружающего хаоса в соответствии со своим миром ценностей, потребностей, интересов и возможностей. Учебный физический эксперимент предоставляет широкие возможности для реализации развивающего обучения. В классах всегда есть учащиеся с различными индивидуальными особенностями, разными специальными способностями, разнообразными интересами и основаниями для выбора будущей профессии, все это создает условия для дифференциации их по группам с целью создания оптимальных условий для их дальнейшего развития. Эти особенности должны учитываться при подборе учебных опытов, их теоретического содержания, технической сложности, избирательной и практической направленности.

Внутриличностная интеграция основана на идее интегративной природы человека и принципе целостности. Внутриличностная интеграция возможна благодаря противоречивому состоянию в человеке свойств открытой и закрытой систем, его сознание является одновременно субъективным отражением объективной действительности и внутренним миром личности. Именно во внутреннем мире складываются комплексы ценностей, жизненных планов и перспектив, глубоких личностных переживаний, определенные организации образов и концептов, притязаний и самооценки, которые объективируются в практической деятельности.

Нами показано, что на успешность учебной работы, как и любой другой, влияет мотивация. Оценка различных видов дея-



тельности в сознании учащегося происходит с учетом собственных интересов, имеющихся способностей и сложившейся системы ценностей. Незнание результатов эксперимента, создание положительных эмоций при достижении цели опыта, формирование уверенности в своих силах при успешном исследовании формируют мотивацию обучения и способствуют ее расширению. Учащийся, оценивая эффективность собственных усилий, будет более заинтересован в дальнейшем расширении своего кругозора и углублении уровня знаний именно по той дисциплине, в которой он успешен.

Учащийся, как и любой другой человек, всегда добивается гораздо больших успехов, если он не испытывает эмоционального и физического дискомфорта. Технологии осуществления школьного физического эксперимента, как разновидность любых других образовательных технологий, должны учитывать функциональное состояние учащегося, быть направлены на снижение уровня стресса и повышение эффективности обучения.

Нами разработан комплекс средств для осуществления школьного физического эксперимента с учетом вышеизложенных требований. Разработано индивидуальное рабочее место учащегося, предусматривающее ряд специальных возможностей, позволяющих использовать его для более успешного осуществления вариативного школьного физического эксперимента совместно с персональным компьютером. Создан комплект разноуровневых лабораторных работ для учащихся основной школы. Для учащихся профильных школ разработаны автоматизированные работы физического практикума. Разработаны предпрофильные и профильные элективные курсы для углубленного изучения традиционного и современного оборудования, используемого при осуществлении учебного физического эксперимента. В дополнение к демонстрационным опытам подобраны и созданы компьютерные слайды и программы, раскрывающие механизм изучаемых процессов и явлений. На основе аппаратно-программного комплекса осуществлен мониторинг функционального состояния учащихся и мотивации обучения.

В работе показана интегративная роль разработанных и традиционных средств в достижении поставленных целей, отобраны те, которые способствуют модернизации школьного физического эксперимента, обеспечивают целостность образовательных систем и процессов, активизируют деятельностный и творческий потенциал учащихся, сохраняют их самобытность и индивидуальность.

## ГЛАВА 1

---

---

# МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В СВЕТЕ ИДЕЙ ИНТЕГРАЦИИ

### 1.1. Интеграция в образовании

С точки зрения теории систем, интеграция (лат. *integratio* — восстановление, восполнение) означает состояние связности отдельных дифференцированных частей в целое, а также процесс, ведущий к этому состоянию [11, с. 307]. Взаимосвязи компонентов могут отражать принципы структурности, иерархичности, дополнительности, соответствия, симметрии, функциональности, взаимодействия, информативности, управления и регулирования. Интеграция рассматривается как процесс движения и развития определенной системы, в которой растет число элементов, усиливается интенсивность их взаимодействия, уменьшается их относительная самостоятельность, укрепляются корреляционные связи.

Интеграция в образовании — это не механическое соединение частей, не их сумма, а органическое взаимопроникновение, которое дает качественно новый результат, новое системное и целостное образование. Методологической основой интеграции образования служит философская идея целостности человека. Интеграция и дифференциация неразрывно связаны: интеграция сопря-

жена с синтезом, связью, обобщением, созданием нового, а дифференциация включает анализ, ограничение, конкретизацию, выделение элементов. Стремление к достижению органического единства интеграции и дифференциации, поиск путей достижения этого единства характеризует каждый этап развития образования.

Методологическое отличие интеграции от синтеза в образовании заключается в том, что в синтезе происходит слияние взаимодействующих систем в однородную целостность, а интеграция раскрывается как более общий и многогранный по сравнению с синтезом способ развития знаний и вид познавательной деятельности. Синтез как особый цикл этой деятельности завершает процесс интеграции и создает основу для образования новой, самостоятельной отрасли знаний. Синтез знаний изменяет структуру науки как системы и выдвигает проблемы интеграции методологии, методов и средств. Синтез научного знания сопряжен с синтезом познавательных средств, с качественно более высоким уровнем всего процесса познания, который детерминирован современными социальными факторами. Интеграция обеспечивает совместимость научных знаний из разных систем благодаря общей методологии, универсальным логическим приемам современного системного мышления. В.Н. Максимова считает, что системно-интегративный подход становится методологическим правилом, которое требует многоуровневого и многоаспектного изучения объекта, в том числе и объектов сферы образования, обучения и развития человека [80].

Э.Г. Юдин рассматривает интеграцию:

- как понятие, выражающее универсальное основание человеческого мира, его образования, изначально ему присущее;
- предмет научного изучения, то есть нечто расчленимое и воспроизводимое в теоретической педагогике как «педагогическая интеграция» с указанием ее специфических признаков: эргатичности, диалогичности, неравновесности, многомерности, идеографичности, технологичности, управляемости;
- предмет управления, то есть то, что подлежит организации в систему функционирования, управления или развития;
- предмет проектирования, связанный с выявлением и разработкой способов и условий реализации определенных видов интеграции;
- ценность, требующая определения ее места и смысла в различных системах культуры и образовательных парадигмах [153, с. 250].

Интеграция как одна из важнейших тенденций взаимодействия развития науки, общества, производства, культуры, образования носит глобальный характер и рассматривается учеными (В.И. Загвязинский, С.В. Казначеев, Н.М. Канаев, Н.И. Кузнецов, Д.И. Трубецков, Д.А. Усанов, Н.В. Наливайко) как принцип развития [18, с. 47].

Интеграция как явление межнаучного масштаба имеет свою эволюцию, историю развития, накопленный научный опыт, отраженный в работах 80-х и 90-х годов XX века, когда понятие «межпредметные связи» уступило место понятию «интеграция» и приобрело значение междисциплинарного термина, отражающего общенаучную закономерность. С точки зрения А.Я. Данилюка, история интеграции образования от начала 80-х годов — это история наполнения общезначимого понятия интеграции педагогическим содержанием.

Интеграция нашла воплощение в целом ряде интегративно-педагогических концепций: концепции интегративно-модульной педагогической системы профессионального образования (А.П. Беляева [6]), личностно развивающей концепции высшего образования (В.П. Зинченко [50], Б.Б. Коссов [67]), концепции интеграции воспитательных сил общества (Ю.С. Бродский [12], В.Д. Семенов [115]), концепции внутрипредметной интеграции (В.И. Загвязинский [48, 49]), концепции интеграции общего и профессионального образования (М.Н. Берулаева [7]), концепции интегративного содержания начального профессионального образования (Л.Д. Федотова [133]), концепции интегративной картины образования (В.В. Сериков [116]), концепции системно-организованного педагогического творчества (И.П. Раченко [107]), концепции гуманитарно-педагогического центра (Н.К. Чапаев [144]).

Целесообразно рассмотреть генезис интеграции как педагогической проблемы и представить функционирование идеи интеграции в образовательном пространстве. Проследим путь изучения проблемы через анализ ключевых исследований, определяющих направления изучения интеграции. Существенный методологический вклад в разработку проблемы интеграции внесли работы В.Н. Максимовой, которая всесторонне рассмотрела в условиях школы интеграцию как принцип, фактор, тенденцию развития современных образовательных систем, как средство целостного развития растущего человека, индивидуальности, субъекта жизни и деятельности [80, с. 22].

В образовании проблемы интеграции получили свое развитие в двух направлениях:

1) образование как форма отражения интегративных тенденций развития науки и культуры в целом, единой картины мира, которая становится основой мировоззрения учащегося;

2) образование как интегрированная область человеческой деятельности, предметом которой является профессионально-личностное становление человека в системе образования.

Основные направления интеграционных процессов в образовании вытекают из закономерностей интеграции в науке, которые, с точки зрения В.Н. Максимовой, выражены в разных видах научного синтеза, в изучении глобальных комплексных проблем, в возникновении комплексных наук, а также общенаучных теорий и методов, во взаимодействии наук с другими формами общественного сознания, в системно-комплексном подходе к организации научных исследований. Для проведения исследования интеграции в педагогическом образовании можно выделить три основных направления интеграции в науке, которые создают теоретико-методологические предпосылки интеграции в образовании, в его содержании и обучении: межнаучный синтез, методологический синтез, социально-проблемный синтез.

Исследователи образования как интегративной области человеческой деятельности, предметом которой является развитие человека в системе его педагогических связей и отношений с миром, стремились изучить закономерности функционирования связей разного уровня. Например, Г.Ф. Федорец [131] раскрыл проблему интеграции педагогики и психологии в педагогическом профессиональном образовании, К.Ю. Колесина [65] показала возможности построения процесса обучения на интегративной основе, И.П. Раченко определил научные основы интегративной педагогики как одной из отраслей профессиональной человеческой деятельности типа «человек — человек» [107], Ю.Ш. Терегулов, В.Э. Штейнберг исследовали синтез биологического и социального в интегративном процессе [128], АС. Роботова [110] раскрыла художественно-образное познание педагогической действительности, осуществила синтез художественного и педагогического знания, И.А. Колесникова [91] рассмотрела интегративные основы современной педагогики и интегративную природу педагогического процесса как сложнейшего феномена, доказала, что вопрос формирования интегративного начала, по сути дела, вопрос выживания педагогики, ее перехода в новое качество, превращения в гуманитарную науку.

Существенный научный вклад в разработку теоретико-методологических основ педагогической интеграции, ее структурно-содержательных характеристик внесло исследование Н.К. Чапаева [144], который рассмотрел традиции толкования интеграции в истории человеческой мысли и ее педагогические интерпретации, предложил инвариантные характеристики интеграции как общенаучной и педагогической категории. Педагогическая интеграция характеризуется им как процесс и результат развития, становления и формирования многомерной человеческой целостности в условиях осуществления интегративно-педагогической деятельности.

А.Я. Данилюк [31] исследовал интеграцию образования на теоретическом уровне по схеме «история — методология — теория — технология». Раскрыв исторические этапы развития интегративных процессов, он увидел перспективы традиционного предметного образования в формировании качественно новой системы — интегративного образовательного пространства, надстраивающегося над предметной системой и полностью сохраняющего ее в качестве своего фундаментального основания. Интегративное образовательное пространство обеспечивает качественное совершенствование образовательного процесса за счет его системной организации. А.Я. Данилюк раскрыл в понятии «интеграция образования» феномен образования как сущности, формальной определенности, качественного своеобразия. С его точки зрения, интеграция рассматривается как сложный вид коммуникации, поэтому «интеграция образования — это осуществление учеником под руководством учителя последовательного перевода сообщений с одного учебного языка на другой, в процессе которого происходит усвоение знаний, формирование понятий, рождение личностных и культурных смыслов» [31, с. 232]. Разработанная А.Я. Данилюком теория интеграции образования дает возможность «осуществлять проектирование и программно-методическую разработку образовательных систем более высокого дидактического класса по сравнению с основными системами традиционного образования — учебными предметами» [31, с. 437].

Новгородская научная школа контекстно-биографического подхода разработала следующие содержательные доминанты интеграции педагогического знания:

— развитие социально-психологических компетенций как основы формирования корпоративной культуры личности, приобретения навыков социального взаимодействия и групповой работы;

— освоение новых информационных и коммуникационных технологий, расширяющих профессиональные возможности специалиста в получении и трансляции профессионально значимой информации;

— приобретение способности к проектированию профессионально-педагогической деятельности и комплексной оценке (эволюции) ее результатов [92, с. 94].

А.Ф. Малышевский видит проблему в становлении новой рациональности, в преодолении образованием разрыва содержания, структуры человеческой природы, ее специфических потребностей и тех знаковых, символических форм, в которых эти потребности можно удовлетворить, реализовать, выразить. С его точки зрения, учебный процесс должен быть построен по модели художественного процесса, представляющего собой логику органического развертывания любого живого содержания: «...образ человека сливается с образом культуры, знание идет рука об руку с переживанием, интуиция с логикой, а интеллектуальное существование, все-ленская схоластика непосредственно смыкается с мистикой, с экзистенциально-эмоциональными пластами человеческой души» [81, с.10].

Названные исследования являются своеобразными «вехами» в разработке проблемы интеграции в педагогике и дают возможность проследить тенденцию актуализации изучения интегративных процессов и явлений педагогической наукой. Анализ ведущих понятий исследования, выбор философских методологических оснований и сравнительный анализ исследовательских подходов, описание проблемного поля интеграции науки и образования позволяют перейти к рассмотрению общенаучных методологических оснований — междисциплинарному системному подходу как необходимому условию теоретического описания явлений и процессов в сфере образования. Он дает возможность осуществить системный междисциплинарный анализ процесса решения любой проблемы, так как базируется на положении о всеобщей связи явлений, на анализе структуры, многоуровневости и иерархичности, на поиске целостных характеристик изучаемых процессов, на выявлении системообразующих свойств и признаков; показывает, что любая педагогическая проблема должна ставиться и решаться с учетом системности и единства педагогического знания, тенденции интеграции воспитательных и дидактических систем.

Описывая теоретико-методологические основы интеграции в образовании, важно отметить философские исследования в этом направлении.

В.Н. Сагатовский разработал «Философию развивающейся гармонии» [114], изложив философское учение о социально-антропологической целостности, представляющей собой органическое единство отдельного и совокупного человека, предложил свою концепцию единства антропологического и социального. Эту работу можно считать основополагающей в процессе поиска философских оснований методологии интегративного подхода.

Ряд исследователей проблем философии образования (А.Ф. Лосев [77], Б.М. Бим-Бад [8], А.Ф. Малышевский [81], А.А. Корольков [66] и др.) отмечают, что новые отношения интеграции, «пересекающиеся, взаимодействующие, взаимопротиворечивые, а иногда и просто несовместимые», складываются на основании сравнения, сопоставления между разными культурными феноменами: наукой, философией, искусством, теологией и даже мистическим опытом.

В исследование процессов интеграции важный вклад вносит синергетика, в центре внимания которой — «совместное действие», возникновение нового, рождение и перестройка структур, самоорганизация, становление. Синергетика как направление междисциплинарных исследований дает возможность обосновать закономерность интегративного подхода. Значимым для нашего исследования является принцип формирования целого из частей, новый способ построения сложной структуры из более простых образований. Целое не равно сумме частей, из которых оно составлено. Целое — качественно иное, оно влияет на элементы и изменяет их. Идет трансформация всех составляющих путем их согласования, возникает корреляция между элементами. В синергетике это представление обретает форму принципа единства через разнообразие. Синергетическая закономерность заключается в том, что целое развивается быстрее составляющих его частей, поскольку продуктивнее развиваться вместе.

Опора на идею интегративной сущности человека, мира и отношений между ними (Ю.Г. Волков, В.П. Казначеев, С.Л. Рубинштейн, В.С. Поликарпов, В.Н. Сагатовский, В.И. Слободчиков, В.С. Шубинский) как социоприродного, космопланетарного существа дает возможность говорить о принципиально новом этапе развития интеграции как педагогической проблемы [18, с. 51].



На основе научной методологии, данных естественных и гуманитарных дисциплин, истории мировой культуры и философии «человек как предмет познания» предстает сложным духовным феноменом, в котором «человеческое в человеке» проходит становление индивидуальным путем. С.Л. Рубинштейн в работе «Человек и Мир» поставил проблему единства, взаимосвязи онтологического и гносеологического в проблеме человека, изучение его во всех для него существующих связях и отношениях, в каждом из которых он выступает в новом качестве. Ему удалось снять механический детерминизм посредством диалектики внешнего и внутреннего, когда «всякая детерминация необходима как детерминация другим, внешним и как самоопределение внутренних свойств объекта» [112, с. 372]. Идеи философской и психологической антропологии создали условия для педагогического исследования внутриличностной интеграции. Они дали возможность говорить о самореализации человека в профессии как интегративном результате его профессионально-личностного становления. «Именно структура, объединяющая отдельные стороны в единое целое, и является той внутренней связью, которая образует внутренние условия, опосредующие суммарный эффект внешней причины» [112, с. 372].

Таким образом интеграция в образовании обеспечивает совместимость научных знаний из разных систем благодаря общей методологии, универсальным методам современного системного мышления. Интеграция знаний реализует идею комплементарности и компаративности при отборе идей, концепций, теорий. Педагогическая деятельность требует от учителя интеграции предметных, психолого-педагогических и методических знаний, которые в процессе обучения существуют отдельно, разорванно, удаленно от конечного смысла их применения. Поэтому необходима продуктивная интеграция педагогических и методических знаний с предметными знаниями.

## **1.2. Интеграционные процессы в ходе познавательной деятельности**

Обновление содержания физического эксперимента должно быть подчинено достижению главной цели — развитию личности школьника.

Чтобы определить развивающий потенциал школьного физического эксперимента, необходимо, прежде всего, обратиться к достижениям психологии развития, которая изучает закономерности в приобретении людьми опыта и знаний на протяжении всей жизни.

Соглашаясь с идеями Л.С. Выготского о ведущей роли системы отношений между индивидом и средой для психологического развития человека [13], используя разработанный Б.Г. Ананьевым комплексный подход [1], который ориентирован на разностороннее рассмотрение многоуровневой системной организации структуры личности, можно выделить два типа ведущей деятельности учащегося: учебную деятельность школьников и общение в процессе данной деятельности. Поэтому процесс обучения может быть рассмотрен как интеграция общения с целью усвоения учащимися информации.

В концепции психического развития школьника Д.Б. Эльконина [152] выделяется два «вектора развития» ребенка (рис. 1), психологическое содержание которых определяет ведущую деятельность развивающейся личности. Первый «вектор» отражает взаимоотношение с миром вещей, заключается в познании и овладении предметным миром, в процессе которого осуществляется когнитивное развитие, то есть происходит освоение предметов, способов и алгоритмов действий с ними. Второй «вектор» отражает взаимодействия с миром людей и направлен на психосоциальное развитие. Интеграция этих двух процессов развития, когнитивного и психосоциального, обуславливает формирование личности.



Рис. 1. Концепция психического развития (по Д.Б. Эльконину)

Всякая деятельность, в том числе и учебная, формируется под влиянием потребностей. Потребность в приобретении знаний реализуется в мотивах. Мотивы учебной деятельности носят интегративный характер и изменяются в зависимости от социальных установок личности, условий ее формирования и развития в процессе обучения. Познавательные мотивы стимулируют овладение не только содержанием знаний, но и средствами усвоения.

М.С. Каган определяет человеческую деятельность «как активность субъекта, направленную на объекты или на других субъектов». Исходя из этого, учебная деятельность является познавательной, если активность субъекта, направленная на объект, возвращается к субъекту в виде информации о качествах объекта, его связях и отношениях с другими объектами, то есть в виде знаний. В том случае если активность субъекта, направленная на объект, возвращается к нему в виде информации о значении этого объекта для данного субъекта, то деятельность является ценностно-ориентированной или аксиологической. В учебной деятельности, как и в любой другой, активность субъекта направлена как на объекты, так и на других субъектов, поэтому управлять процессом усвоения знаний учащихся можно только через деятельность, в которую эти знания входят (рис. 2). Учитывая специфику восприятия и переработку информации человеком, необходимо иметь в виду, что расширение объема содержания образования ведет к перегрузке школьников, к тому же неувоенная информация оказывается совершенно бесполезной.

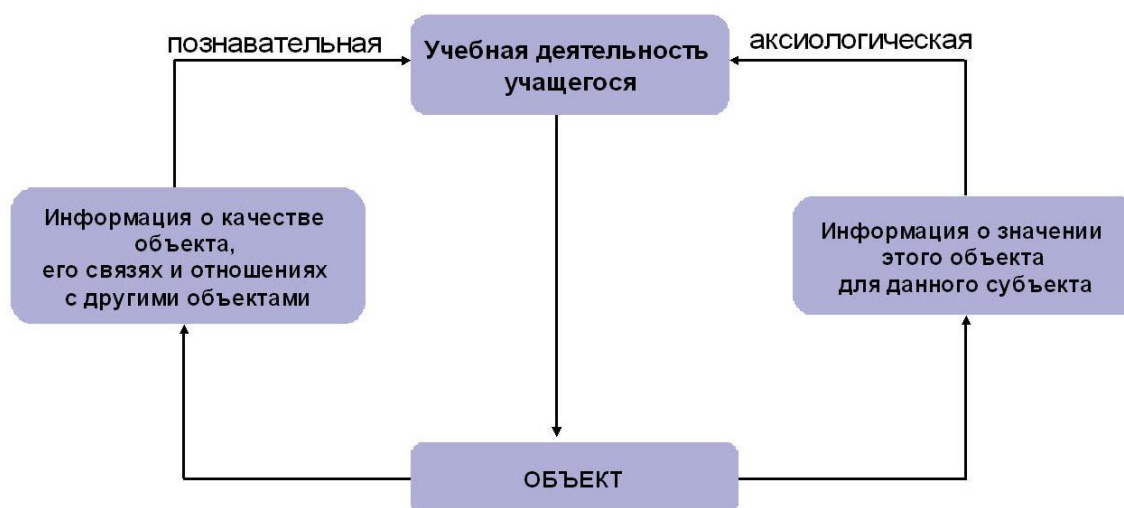


Рис. 2. Виды учебной деятельности

Необходимо анализировать не только то, какое содержание знаний усвоено, но и как оно было усвоено, какая познавательная активность была при этом обеспечена и при каких педагогических условиях наиболее ярко проявлялась. Если под усвоением понимать не спонтанный процесс овладения знаниями, умениями и навыками, а целенаправленное их формирование в ходе специально организованной познавательной деятельности, то следует признать, что управлять этим процессом — значит умело воздействовать на психические особенности учащихся. Поэтому, говоря о критериях эффективности обучения, следует особое внимание обращать на выявление тех интеллектуальных действий, которые обеспечивают усвоение. Чаще всего основным критерием эффективности при изучении какой-то конкретной темы или раздела курса служит общая результативность усвоения, выраженная в оценках знаний, умений и навыков учащихся, хотя объективно один и тот же результат усвоения, даже при высокой его конечной продуктивности, может быть достигнут за счет различной познавательной деятельности учащихся. В одном случае усвоение обеспечивается в основном воспроизводящей исполнительской деятельностью, связанной с тем, что учащиеся ориентируются на прочное запоминание и текстуальное воспроизведение сведений, полученных ими из учебной литературы или сообщенных учителем, на повторное применение уже известных им способов для выполнения различных экспериментов. При таком подходе учащимся требуется действовать так, как показано, изложено или сформулировано. Но усвоение того же самого учебного материала может быть построено и по-другому, когда в ходе обучения создаются условия, при которых школьники не просто запоминают и воспроизводят готовые знания, а самостоятельно добывают их, перестраивают ранее полученную информацию, осуществляют перенос усвоенного на исследование новых неизвестных им проблем. При таком подходе выполняется в основном не воспроизводящая, а преобразующая деятельность, для организации которой необходимы специально разработанные, рациональные средства обучения. Не располагая данными средствами учебной деятельности, учащиеся постепенно теряют интерес к усвоению знаний и компенсируют свои неудачи другими внеучебными интересами. Поэтому учитель, исходя из анализа содержания конкретного учебного материала, логики его изложения, требований к усвоению, должен четко определить, какой вид психической деятельности учащегося при усвое-

нии данного материала является ведущим и, следовательно, подлежит активизации в первую очередь. В ходе такого обучения необходимо сосредоточивать основное внимание не только на изложении содержания учебной программы, но и на самом ученике, активно формируя способы его умственной деятельности. В условиях развивающего обучения формирование приемов познавательной деятельности является не побочной, а одной из центральных задач. Учитель, располагая знанием этих приемов, может быстро разобраться в причинах индивидуальных затруднений и принять действенные меры к их ликвидации. Как отмечает Н.Ф. Талызина, знания — это всегда продукт тех или иных познавательных действий. Отсюда управление процессом усвоения знаний возможно только через управление познавательной деятельностью обучаемых. Своеобразие отношений знаний и деятельности состоит в том, что, с одной стороны, характер познавательной деятельности решающим образом влияет на качество знаний, с другой — необходимая познавательная деятельность в большинстве случаев сама должна строиться или совершенствоваться в ходе усвоения знаний [124].

Овладев под руководством учителя приемами познавательной деятельности и поняв их интегративную роль, ученик может затем самостоятельно применять их в условиях, не заданных обучением, перестраивать по собственной инициативе, находить новые приемы, использовать их при самостоятельных исследованиях. Все это повышает интерес к учению, делает его более увлекательным, приводит к продуктивным результатам, что, несомненно, влияет на формирование личности ученика: качеств его ума, потребностей в овладении знаниями, стремления к их практическому использованию [103].

Познавательная деятельность может также осуществляться как исследовательская, разница состоит лишь в том, что теоретико-научная деятельность приводит, как правило, к открытию объективно нового знания, в ходе же учебной деятельности ученик открывает для себя то, что ему ранее не было известно, но это неизвестное ему (субъективно) стало уже основой, фундаментом науки. Усваивая знания, накопленные человечеством, он тем самым как бы заново открывает для себя уже известное, при этом его мыслительная деятельность осуществляется так же, как деятельность ученого. Различие заключается в том, что такое познание нового происходит в учебном процессе в облегченных, специально организованных условиях и, конечно, не представляет собой

бесконечную цепь поисков, ошибок и находок, которой характеризуется научное познание. Но при этом подлинное усвоение знаний сохраняет все черты собственно поисковой, исследовательской деятельности, где, наряду с воспроизведением знаний, накопленных ранее, огромную роль играет интуиция, сообразительность, смекалка, умение быстро схватывать основное содержание, рассматривать его под разным углом зрения, использовать одно и то же знание в разных ситуациях и разных системах понятий. Все это сближает учебную и исследовательскую деятельность, в основе которых лежат одни и те же законы мышления. В последнее время, чтобы приблизить логику построения учебного предмета к логике науки, в школу вводятся новые программы, призванные ликвидировать разрыв между системой изложения знаний в школе и вузе. В основу конструирования каждого учебного предмета положено стремление отразить структуру научного знания, сделать предметом усвоения наиболее фундаментальные понятия, раскрыть их внутренние связи и отношения, ознакомить учащихся с принятыми в научном исследовании методами. Реализация этой идеи оказала существенное влияние на структуру и содержание всех учебных предметов, в том числе и физики. Значительно повысился теоретический уровень усвоения, стали считать, что при овладении новым содержанием знаний основная цель обучения состоит в формировании у учащихся теоретического способа мышления, оперирующего отвлеченными понятиями и их моделями.

Усвоение знаний и выполнение умственных операций есть единый процесс — вне интеллектуальной деятельности нет усвоения. Любые учебные действия осуществляются с помощью умственных операций. Но любые учебные действия формируются сначала как внешние, развернутые практические действия и лишь затем переходят «вовнутрь», становясь собственно интеллектуальными. Чтобы этот переход был правильным, эффективным, необходимо в процессе обучения специально организовывать эти внешние (предметные) действия и добиваться их превращения в интеллектуальные с заданными качествами [20]. Интеграция этих действий, описание и создание условий по овладению ими — основной путь, позволяющий формировать учебную деятельность, и ее средствами обеспечивать умственное развитие школьников. Последовательное освоение учащимися в предметной деятельности различных усложняющихся мыслительных операций ведет к раз-

витию интеллекта, что делает возможным проведение еще более сложных мыслительных операций.

Функция учебной познавательной деятельности не сводится только к овладению теоретическими знаниями. В равной мере она призвана обеспечивать формирование у школьников практических умений и навыков, что особенно важно при изучении физики как экспериментальной науки. К тому же без широкой опоры на практические действия и, следовательно, на соответствующие средства обучения сами теоретические знания не могут быть правильно усвоены и использованы. Интеграционные процессы требуют такой организации школьного эксперимента, чтобы в его процессе происходило восхождение от конкретного восприятия к абстрактному мышлению, при этом формирование мыслительных умений должно осуществляться последовательно и разнообразно.

Известно, что при эмпирическом способе объектами усвоения являются отдельные стороны реальной действительности, свойства которых даны в самих предметах и обнаруживаются при действии с ними. Возможность познания ограничена здесь рамками самих объектов, данных эмпирически, изолированно в своем индивидуальном проявлении, и задача мышления состоит в том, чтобы вычленив из их предметной особенности присущие им интегративные свойства и отношения. При этом чем шире будут рассматриваться изучаемые реальные объекты либо их модели, чем вариативнее использованные при этом средства, тем сделать это будет проще.

В рамках любого учебного предмета можно показать учащимся, как с помощью конкретных средств можно изменить направление анализа материала. На этой основе формируется умение выделять разные основания для анализа, рассматривать один и тот же объект с различных точек зрения путем включения его в разнообразные системы отношений. Чтобы научить учащихся овладевать знаниями и умениями, важно знакомить их с приемами распознавания существенных свойств, подлежащих изучению, самостоятельного выявления этих свойств, их моделирования и преобразования. Ведь одни свойства подчеркивают отличительные черты объектов, другие, наоборот, — общность их происхождения. Свойства одного и того же объекта могут описываться в системе различных понятий, поскольку носят не абсолютный, а относительный характер. Такой способ широко известен в психолого-педагогической литературе как разностороннее рассмотрение объ-

екта. Психологи называют его разными терминами: «произвольная смена точки зрения» (В.Б. Журавлев), «многоаспектное узнавание» (И.М. Соловьев), «анализ через синтез» (С.Л. Рубинштейн), «разностороннее рассмотрение предмета» (Е.Н. Кабанова-Меллер). Ознакомление учащихся с этим способом и создание условий для фактического овладения им предполагает разработку средств обучения, на основе которых подобный метод анализа использовался бы наиболее полно. При таких условиях обучения учащиеся будут исследовать именно те свойства объекта, которые зафиксированы в том или ином представлении, учитывая, что один и тот же объект можно описать по-разному в зависимости от того, какие свойства рассматриваются. Анализируя таким образом, ученики приучаются исследовать объект многосторонне, учатся самостоятельно моделировать его свойства и отношения. Все это предполагает формирование у школьников в процессе познания интегративных приемов умственной деятельности, обеспечивающих активное преобразование заданного материала и видоизменение его свойств. Для обучения этим приемам учитель при подготовке к уроку, исходя из содержания учебного материала, должен выделить те приемы, которые являются наиболее эффективными, определить логическую последовательность их выполнения и создать благоприятные условия для их формирования. В работах Н.А. Менчинской, Е.Н. Кабановой-Меллер, Д.Н. Богоявленского [10, 59] показано, что выработка у школьников обобщенных приемов учебной работы приводит к значительным сдвигам в их умственном развитии. Усвоив эти приемы, учащиеся начинают самостоятельно их использовать, переосмысливать по собственной инициативе, находить новые, анализировать способы и средства, необходимые для достижения полученных результатов, что закономерно приводит к качественно более высокому уровню организации учебной деятельности.

Формирование приемов учебной работы как средств усвоения обеспечивает в структуре учебной деятельности становление таких ее важнейших компонентов, как контроль и оценка результатов деятельности, способов их достижения. Вначале ученики, проверяя и оценивая результаты своей работы, ориентируются в основном на требования учителя, на выставленную им отметку. Постепенно, по мере овладения приемами учебной работы, они начинают самостоятельно строить свои учебные действия, могут контролировать не только конечный результат своей работы, но и ее отдельные этапы, корректировать последующие действия с уче-



том предыдущих, планировать ход выполнения, оценивать уже выполненные действия в системе других.

Среди множества приемов, обеспечивающих усвоение знаний, есть такие, которые вытекают не из конкретного содержания учебного задания, а способствуют организации учебной деятельности. Овладение этими приемами формирует индивидуальный стиль учебной работы, обеспечивает ее самостоятельность, активность, произвольность и саморегуляцию. К таким приемам могут быть отнесены приемы работы с книгой, наглядным материалом, экспериментальным оборудованием, компьютером и другими техническими средствами. Каждый ученик, овладевая знаниями, вырабатывает свои приемы наблюдения, запоминания, воспроизведения. Их эффективность часто зависит не только от содержания приемов, но и от условий, в которых они используются. Любой вид учебной работы предполагает умственную активность личности, однако в зависимости от конкретных целей в качестве ведущих могут выступать различные формы этой активности. При заучивании материала ведущими являются мнемические процессы, при создании образов — процессы представления, при решении задач — мыслительные, при знакомстве с новым материалом — наблюдения. При выполнении самостоятельных экспериментов необходима интеграция всех этих приемов для достижения поставленных целей.

Возможности школьного физического эксперимента таковы, что он может внести существенный вклад и в когнитивное, и в психосоциальное развитие школьника, при этом необходимо таким образом модернизировать школьный эксперимент, чтобы он способствовал как развитию интеллекта учащегося, так и его психосоциальному развитию.

Обучение в школе будет развивающим только тогда, когда организация учебной деятельности в процессе овладения знаниями станет не побочной, а основной задачей учителя, когда будут определены эффективные пути и средства ее формирования. Без специального анализа того, какими способами учебной работы овладели ученики в ходе усвоения знаний, нельзя судить о развивающем эффекте обучения. Эффективное управление учебной деятельностью возможно только тогда, когда в ходе обучения создаются специальные условия, при которых эта деятельность особым образом организуется с учетом описанных выше интегративных процессов.

### 1.3. Интеграция процессов познания и моделирования

Сложный процесс научного познания окружающего мира начинается с непосредственного или опосредованного чувственного познания, но подлинно научный характер он приобретает лишь тогда, когда исследователь на основе результатов чувственного познания создает модель изучаемого явления, находит ее свойства и закономерности, получает из них логические следствия. Если эксперимент подтверждает наличие полученных выводов, то это означает, что построенная модель достаточно точная, правильная и ею можно пользоваться для дальнейших исследований, если же некоторые следствия не подтверждаются на практике, то это означает, что требуется уточнение, корректировка данной модели или же замена ее другой (рис. 3).

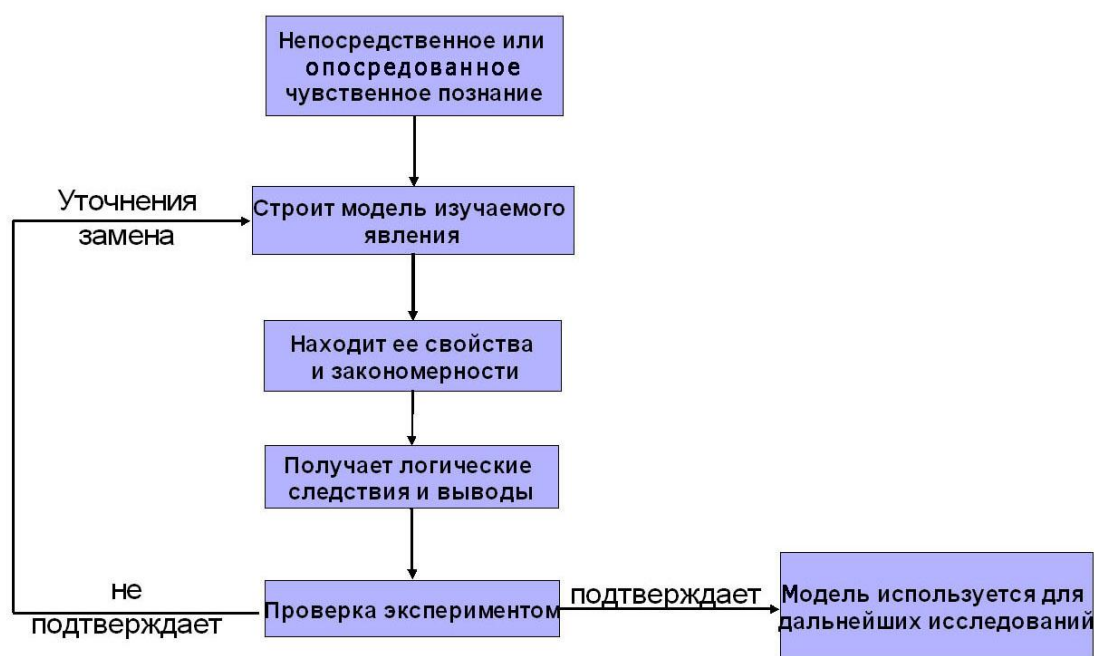


Рис. 3. Процесс познания

В настоящее время модели широко используются в науке, технике, производстве, в обучении различным предметам либо с целью замены рассматриваемого объекта в реальном или воображаемом процессе, исходя из того, что модель более удобна в данных условиях (модель-заместитель), либо для создания представления об объекте (модель-представление), либо для исследования изучаемого объекта (исследовательская модель). В широком смысле модель определяется как некий объект, исследование которого

служит средством для получения знаний о другом объекте — оригинале.

Все модели можно классифицировать на естественные, образные, языковые и кодовые [154].

К естественным моделям относятся реально существующие объекты или их элементы, взятые из природы, либо зафиксированные каким-то образом с целью их последующего анализа (коллекции материалов с различной теплопроводностью, фотографии молекул, полученные с помощью современных приборов, материалы видеосъемок редких физических явлений и пр.).

Главной характеристикой образной модели является изоморфизм по отношению к изучаемому объекту. Греческое слово «изоморфизм» означает точки совпадения, схожести в двух или более объектах. Изоморфизм образной модели и объекта означает их совпадение либо по существу, либо по внешнему виду, либо по ассоциациям, вызываемым образом и изображением. Это рисунки, макеты, различные электрические схемы, пространственные модели (модель кристаллической решетки, модель двигателя внутреннего сгорания).

Языковые (вербальные) модели — это модели изучаемых объектов, создаваемые на основе устных и письменных речевых описаний (объяснение учителя, опирающееся на жизненный опыт учащихся, книжный текст, иллюстрирующий изучаемое физическое понятие, и многое другое).

Кодовые модели — это модели высшего порядка по степени абстрактности. Они представляют собой запись структуры или некоторых особенностей моделируемого объекта с помощью знаков-символов, искусственного языка (отдельные символы, обозначающие физические величины, математические выражения и формулы исследуемых законов, уравнения и графики физических процессов и пр.).

Естественные модели и их наглядные изображения являются представителями реальных объектов, сохраняющих с ними полное сходство. Они служат наглядной опорой для формирования у учащихся конкретных образов изучаемых объектов, на основе которых формируются научные понятия физики, и создают тот эмоциональный фон, без которого знания не могут быть поняты и достаточно прочно усвоены. Эти виды наглядности передают, как правило, конкретные чувственно воспринимаемые свойства отдель-

ных объектов во всей их полноте, многообразии и выполняют роль иллюстраций при усвоении знаний.

Образные модели в отличие от естественных способствуют передаче скрытых от непосредственного восприятия свойств изучаемого объекта. Традиционно наиболее иллюстративным считается рисунок. Он способствует созданию ярких, красочных представлений об изучаемом объекте, воспроизводит, сохраняя черты наглядной картины, наиболее устойчивое, существенное в предмете как типичном представителе целого класса однородных предметов (горизонтальная опора, наклонная плоскость, деформированная пружина, математический маятник). Этим рисунок отличается от простой фотографии, фиксирующей предмет в одномоментном (случайном) проявлении. Поэтому всякий учебный рисунок уже содержит в себе обобщение. Среди них особое место занимают графические изображения (схемы водоструйного насоса, гидравлического пресса, полупроводникового диода). Освобожденные от «телесных», конкретных особенностей объекта, они передают главным образом конструкцию (строение) объекта, его геометрическую форму, пропорции, пространственное расположение отдельных составных частей. Чертеж позволяет выявить геометрическую форму и особенности конструкции объекта. Рабочий чертеж указывает на способ его изготовления и преобразования. Кинематическая схема дает представление о характере взаимодействия его отдельных частей независимо от конкретного конструктивного оформления в виде отдельных элементов, раскрывает способы их соединения. Перечисленные выше графические изображения, хотя и являются более абстрактными, удаленными от объекта изображения, помогают выявить более существенные связи и отношения. Они не просто дополняют собою другие виды наглядности, но и выполняют в процессе обучения иную, объясняющую функцию, углубляя наши представления об изучаемом объекте, позволяя проникать в его более существенные, скрытые от непосредственного наблюдения связи и отношения. Они могут передавать также различные состояния объектов, как статические, так и динамические, на основе восприятия которых возможно мысленно «увидеть» и проследить движение, изменение, преобразование объекта (например, расширение или уменьшение ширины запирающего слоя на границе двух полупроводников). Проведенные психологические исследования как раз показывают, что основная трудность у учащихся состоит в том, что за статическим изображением схе-

мы они «не видят» динамических изменений объектов, не могут представить по ней объект движущийся, видоизменяющийся, преобразующийся, что ведет нередко к «рассогласованию» образа схемы и объекта.

При формировании у школьников знаний о свойствах конкретных объектов более эффективными для усвоения скрытых от восприятия свойств и отношений, не вытекающих непосредственно из самого существования отдельных (обособленных) предметов, целесообразным является применение графических моделей.

Языковые модели становятся наглядными в результате сложного процесса декодирования речевой информации. Этот процесс начинается с восприятия речи (устной или письменной), затем восприятие переходит в понимание общего значения высказывания, наконец, в понимание его смысла и подтекста. Для восприятия речи необходимо знать значение каждого входящего в нее слова, знать ту предметную область, которая соответствует данному слову. Понимание отдельных слов осложнено многозначностью и неоднозначностью конкретного индивидуального смысла каждого слова. Для понимания речи необходимо для каждого слова выбрать из всех его возможных значений то, которое соответствует значению всего высказывания, учесть их различный смысл в зависимости от контекста. От адекватного выбора значения каждого слова, входящего в высказывание, зависит общее понимание всего высказывания.

Речь при этом не только способствует созданию наглядных образов на основе словесных описаний, но и побуждает наблюдение учащихся при предъявлении им наглядных пособий, направляет наблюдение и уточняет его, организует анализ результатов наблюдения, объясняет устройство, назначение и принцип действия предъявляемых пособий.

Кодовые модели существенно отличаются от других, так как непосредственная связь с реальным объектом здесь совсем не просматривается. С их помощью моделируются не отдельные свойства, присущие конкретным предметам, и даже не их конструктивные особенности, чувственно не воспринимаемые, а общие абстрактные зависимости, разнородные по своему внешнему виду и конкретным особенностям. Данные модели очень специфичны и потому не могут использоваться наряду с другими видами наглядности без специального обучения способам их восприятия, содержания и назначения. Они несут в себе скорее когнитивную, чем

иллюстративную, функцию. Из вспомогательного средства такие модели превращаются в особый самостоятельный объект усвоения, являясь наглядными «носителями» теоретических знаний. Усиление теоретического содержания школьного курса с неизбежностью приводит к необходимости широкого использования графиков в качестве наглядного материала. Представленное в них содержание становится специальным предметом усвоения и моделируется самими учащимися. Общая схема используемых моделей представлена на рисунке 4.

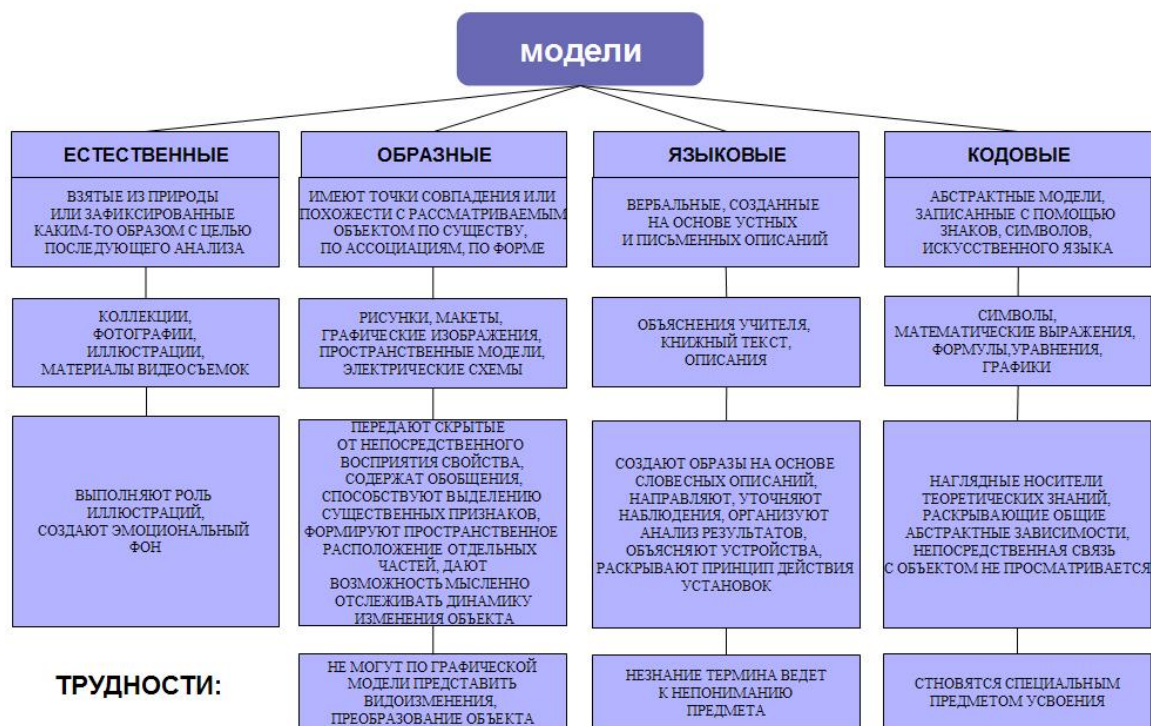


Рис. 4. Классификация моделей

Создание данных моделей производится на основе мысленных моделей — наглядных образов моделируемых объектов. Субъект, разрабатывая модель того или иного объекта, сначала создает у себя мысленный, наглядный образ этого объекта — его мысленную модель, а затем уже на ее основе строит образную, языковую либо кодовую модель [154].

Наглядность моделей отличается от наглядности рассматриваемых объектов — реальных или воображаемых. Когда мы воспринимаем какой-то реальный предмет или явление, у нас возникает образ именно этого конкретного предмета или явления. Когда же мы воспринимаем модель кем-то созданную и нами понятую, то у нас возникает наглядный образ существенных свойств моде-

лируемого объекта, отраженных в модели, все остальные свойства, несущественные в данном случае, отбрасываются. Содержание любого учебного предмета естественнонаучного цикла и, конечно, физики составляют система научных моделей, средства и методики для их исследования. Однако учащиеся не догадываются о том, что постоянно имеют дело с моделями реальных процессов окружающего мира. Их представления о моделировании весьма неясные и ограниченные. Исследования, проведенные Л.М. Фридман, показывают, что явное знакомство учащихся с модельным характером науки, с понятиями моделирования и модели способствует формированию у них научного мировоззрения, меняет их отношение к учебному предмету, делает их учебную деятельность более осмысленной и продуктивной [143].

Чтобы школьники овладели моделированием как методом научного познания, недостаточно познакомить их с научными трактовками понятий модели и моделирования, продемонстрировать им различные научные модели, включенные в содержание обучения, показывать процесс моделирования отдельных явлений и процессов, надо, чтобы учащиеся сами строили модели, разрабатывали способы работы с ними.

Для того чтобы овладеть каким-либо действием и безошибочно его выполнять, ученик должен усвоить соответствующую этому действию систему ориентиров и указаний — ориентировочную основу деятельности (ООД). Согласно данной теории знакомство с каким-либо действием необходимо начинать с предметного, материального действия. Овладение умственным действием происходит в процессе интериоризации соответствующего внешнего практического действия. Процесс интериоризации не является одномоментным, он довольно длительный, постепенный и состоит из ряда этапов: этап предметного (материального) действия, этап материализованного действия, этап речевого действия, этап внутреннего умственного действия [19, 142]. Однако в действии с материальными предметами нелегко выделить те общие черты, увидеть те ориентиры и указания, которые составляют ООД, ввиду того, что реальные предметы имеют много различных сторон, не относящихся к прямо выполняемому действию. Необходимо отвлечься от ненужных в данном случае свойств предметов, а это значит перейти от действия с материальными предметами к действию с их моделями, свободными от всех других свойств, кроме нужных в данном случае, то есть перейти на этап материализованного действия.

Таким образом, согласно теории поэтапного формирования умственных действий построение и работа с моделями составляют обязательный и важный этап овладения ими. В ряде случаев именно с этого этапа, минуя этап предметного действия, начинается процесс формирования умственного действия.

Использование в процессе обучения различных моделей, воспроизводящих своим содержанием наиболее общие зависимости, часто практикуется в современной школе при изучении физики. Конкретные пути моделирования определяются интеграцией содержания усвоения и процесса познания.

#### **1.4. Интегративная роль наглядности в процессе усвоения знаний**

Принцип наглядности как основной принцип дидактики был введен Я.А. Коменским. Он отмечал, что все, что только можно, следует представлять для восприятия чувствами: видимое — для восприятия зрением, слышимое — слухом, запахи — обонянием, подлежащие вкусу — вкусом, доступное осязанию — осязанием. Если же предметы можно воспринимать одновременно несколькими чувствами, то его сразу надо схватывать несколькими чувствами [60].

Доказано, что исключительно визуальная информация усваивается человеком на 25 %, аудиоинформация — на 12 %, а аудиовизуальное представление информации поднимает этот функциональный уровень на 65 %» [94]. Формирование чувственного опыта учащихся всегда осуществляется с опорой на наглядность. Слово «наглядность» означает доступность визуальному наблюдению, это то очевидное, что можно показать, увидеть, непосредственно воспринять. Однако термины «наглядность» и «восприимчивость» не тождественны. Во-первых, чувственно воспринимаемый объект является наглядным лишь тогда, когда он достаточно прост и привычен для познающего субъекта или же состоит из знакомых элементов. Во-вторых, многие объекты, которые мы непосредственно воспринять не можем, а можем лишь наблюдать их взаимодействие с другими объектами, становятся наглядными в результате выявления их существенных признаков и построения на этой основе их моделей (например, планетарная модель атома).

Наглядно могут быть представлены как свойства (признаки), непосредственно воспринимаемые (форма, положение и т. п.), так



и общие, закономерные связи и отношения, которые чувственно в самих объектах не выступают, но являются их теоретическими моделями. Так, многие скрыто протекающие процессы и явления мы не можем наблюдать непосредственно, но они опосредованно описываются с помощью различных графических моделей, которые при их предъявлении непосредственно воздействуют на наши органы чувств. Воспринимаемость (наблюдаемость) и наглядность А.В. Славин относит к различным психическим механизмам и формам отражения, поскольку первая осуществляется на основе механизма восприятия, а вторая на основе представления, творческого воображения. Именно с помощью образов воображения возможно реконструирование, наглядное воспроизведение непосредственно не воспринимаемых объектов [117].

Для познания объекта субъект обычно не ограничивается простым восприятием объекта, а активно на него воздействует: рассматривает его с разных сторон, расчленяет на части, производит иные действия. Сфера такого непосредственно чувственного познания ограничена тем обстоятельством, что органы чувств человека имеют вполне определенные диапазоны чувствительности, и если объект познания находится за пределами соответствующего диапазона, то субъект его не воспринимает. Для непосредственного восприятия многих окружающих явлений, таких, как электрические и магнитные поля, электромагнитные волны, рентгеновские лучи и т. д., человек вовсе не имеет соответствующих органов чувств. Он не может также непосредственно воспринимать объекты, удаленные от него во времени и пространстве.

Чтобы расширить сферу чувственного познания и воспринимать объекты, непосредственно чувственно не воспринимаемые, разрабатываются и создаются специальные средства, которые широко используются при проведении школьного физического эксперимента. С помощью данных средств (приспособлений), пользуясь опосредованным чувственным познанием, человек сумел во много раз расширить диапазоны восприимчивости своих органов чувств, стал воспринимать многие объекты, ранее для этого не доступные (объекты микро- и макромиров, находящиеся от него на различных расстояниях, объекты прошлого и будущего).

Теоретические закономерности сами по себе не воспринимаемы, но они обнаруживаются в виде конкретных проявлений, чувственно не наблюдаемых. Накопление и обогащение эмпирического (чувственного) опыта осуществляется не только путем восприя-

тия, но и активного мысленного преобразования материала. Наглядность широко используется при усвоении знаний. Однако для формирования научных обобщений недостаточно лишь предъявления наглядного материала, необходимо его средствами так организовать учебную деятельность, чтобы были созданы условия для самостоятельного расчленения и обобщения учащимися существенных и несущественных признаков. Без специальной организации эмпирического опыта школьников наглядность может играть не столько положительную, сколько отрицательную роль и тормозить формирование содержательных понятий, отвлекая внимание учащихся на несущественные признаки [58].

Наглядность не является каким-то свойством или качеством реальных объектов, предметов или явлений. Когда говорят о наглядности тех или иных объектов познания, на самом деле имеют в виду наглядность психических образов этих объектов. Наглядность есть показатель простоты и понятности для данного человека того психического образа, который он создает в результате процессов восприятия, памяти, мышления и воображения.

При использовании наглядности необходимо учитывать два основных момента: какую конкретную роль выполняет наглядный материал в усвоении знаний и в каком соотношении находится предметное содержание и способ его наглядного выражения применительно к изучаемому объекту.

Принято считать, что наглядность выполняет иллюстративную функцию, но эта функция далеко не единственная. Наглядный материал может выполнять функцию объяснительную, операторную, то есть не только иллюстрировать содержание знаний, но и интерпретировать материал, показывать способ действия с ним. Наглядность есть средство материальной фиксации различного содержания усваиваемых знаний. А.Н. Леонтьев подчеркивает, что одно дело, когда в процессе обучения возникает задача предоставить учащимся живой, красочный образ недостаточно известного им кусочка действительности, расширить в этом направлении их чувственный опыт, обогатить их впечатления. Иными словами, сделать для них возможно более конкретным, более реально и точно представленным тот или иной круг явлений. Совсем другое дело, когда наглядность включается в процесс обучения в связи со специальной педагогической задачей, например, чтобы раскрыть перед ребенком сущность того или иного явления, объяснить его законы, подвести ребенка к надлежащим выводам [73].

Для эффективного использования наглядности в процессе усвоения знаний большую роль играет не только тщательный отбор наглядных средств в соответствии с содержанием знаний, но и организация их восприятия. В связи с этим важное значение имеет постановка перед учащимися сенсорных задач в момент предъявления наглядного материала (указаний на то, что в заданном материале необходимо найти, определить, сравнить, мысленно преобразовать и т. п.). Именно указание на способ работы с наглядным материалом формирует активность, динамичность и осознанность восприятия.

Исследования психологов показали, что важно не только уметь воспринимать предъявленную наглядность, переосмысливать ее с учетом учебной задачи, но и перекодировать ее содержание. Нередко требование выразить одно и то же знание в различных системах (выразить свойства изучаемого объекта словесно, зафиксировать их с помощью символической записи, изобразить графически), то есть перекодировать их, вызывает серьезные трудности у школьников, поскольку создаваемые при этом образы имеют неодинаковое содержание, различные условия их создания и оперирования ими [124].

Умение ориентироваться в различных знаковых системах способствует наиболее полному развитию интегративного мышления, в котором объекты мысли выступают в тех фактических связях и отношениях, в которых они существуют в реальной действительности. Формирование такого мышления во всей полноте и своеобразии его функций является не только необходимым условием эффективного усвоения знаний, но вместе с тем выступает как одно из важнейших средств развития личности ученика, его чувств, переживаний, эмоционального отношения к окружающему миру.

Учащиеся, как правило, пользуются разнообразными наглядными средствами, однако знания об их видах и функциях в достаточной мере не обобщаются и не систематизируются. В учебной литературе часто нет четкой дифференциации средств наглядности, одно и то же изображение называется по-разному (схематический рисунок, чертеж, условное изображение и т. п.), не содержится указаний относительно того, как пользоваться наглядным материалом. Учащиеся начинают работать с разнотипными изображениями уже с первых шагов обучения, хотя теоретические сведения о них получают только в старших классах, очень рано начинают

пользоваться двух- и трехмерными изображениями, однако лишь интуитивно осознают имеющиеся между ними различия, понятие проекция также вводится слишком поздно. Все это создает определенные трудности, которые приходится преодолевать в процессе учебной деятельности.

В практике обучения различным предметам, и в частности физике, психологические различия видов наглядности учитываются далеко не полно. Чаще всего согласно дидактическим принципам учитываются лишь доступность, выразительность и иллюстративность материала, что, конечно, необходимо, но недостаточно. Решение вопроса о том, какой вид изображения наиболее оптимален, должно базироваться на интеграции содержания и структуры знания с учетом той функции, которую данное изображение должно выполнять. В одном случае наглядность сопровождает объяснение нового материала, в другом — является средством решения задачи, в третьем — предваряет выполнение практических работ, в четвертом — выступает как самостоятельный объект анализа и преобразования.

В процессе усвоения важную роль играет наблюдение, которое представляет собой сложную деятельность, обеспечивающую полноту и точность восприятия [124]. Наблюдение не есть пассивное созерцание, фотографическое отражение воспринятого содержания. Известный психолог П.П. Блонский определил наблюдение как «мыслящее восприятие». Мышление, с одной стороны, ставит задачу перед восприятием, организуя и направляя его, с другой стороны, оно перерабатывает результаты восприятия, благодаря чему формируются знания об изучаемом объекте, открываются новые свойства, ранее не обнаруживаемые. Наблюдение — отправная точка изучения физического явления, источник первичных представлений о нем. Организуемое учителем в ходе проведения демонстраций и лабораторного эксперимента наблюдение основывается на знаниях: чем больше у человека знаний относительно наблюдаемого объекта, тем более полно, всесторонне и содержательно он его воспринимает. Но одних знаний мало, надо еще владеть определенными приемами наблюдения, которые должны быть усвоены.

Практика обучения в школе показывает, что многие учащиеся, даже при наличии у них соответствующих знаний, не умеют наблюдать, многого не замечают в воспринимаемых объектах, не фиксируют их существенные особенности. Чтобы наблюдение бы-

ло эффективным, необходимо не просто стимулировать учащихся к рассмотрению объектов, а организовывать их деятельность в этом направлении. Для этого в каждом учебном предмете должны быть подобраны интегративные средства, на основе которых будет происходить процесс обучения школьников приемам наблюдения. Основная цель использования данных средств — направить внимание учащихся на самостоятельное исследование заданного объекта. Самостоятельное обнаружение в воспринимаемом материале интегративных свойств и отношений будет способствовать развитию у учащихся исследовательской деятельности.

Существуют разные приемы наблюдения, что определяется особенностями объекта и целями наблюдения. Различают приемы, используемые при выполнении какого-либо одного учебного задания с учетом его специфического содержания, и приемы, применимые к выполнению любого задания независимо от его конкретного содержания. Последние помогают организовать наблюдение, обеспечивают его систематичность и последовательность. Наряду с приемами, обеспечивающими полноту и точность восприятия, существенную роль играют приемы, способствующие избирательности наблюдения. В ряде случаев важно определить, какие элементы объекта являются основными, дать конкретные ориентиры для их анализа, как следует выделять различные элементы у исследуемого объекта. Наблюдать — значит фиксировать все переходные состояния объектов в процессе их взаимодействия. Приемам фиксации изменений, происходящих в объектах, также необходимо специально обучать. Для этого следует выбирать различные позиции наблюдения, учить видеть объект с разных точек зрения, выделять не только отдельные свойства и признаки окружающих объектов, но и их взаимоотношения, например динамичные пространственные или функциональные. Важность обучения этим интегративным приемам определяется еще и тем, что овладение ими позволяет учащимся впоследствии осознанно подходить к анализу любого объекта независимо от его конкретного содержания, активно работать с ним, извлекая нужную информацию.

С выбором точки отсчета связано также формирование образов, которые создаются у учащихся при восприятии объектов. Если ученик только описывает состав объектов (например, структуру транзистора), но не может мысленно их расположить в пространстве, выразить это в словесной или графической форме, значит знания об объекте у него есть, а наглядного представления, четкой

мысленной картины нет. Благодаря выбору точки отсчета образ приобретает четкую структуру, целостность и завершенность. Образы не только создаются, но и преобразуются, оперирование ими происходит за счет использования интегративных приемов: комбинации отдельных образов, добавления к ним элементов или, наоборот, отсечением имеющихся. Овладение этими интегративными приемами формирует пространственное видение, то есть умение удерживать «умственным взором» образ в его стабильном состоянии, обеспечивает мысленное преобразование исходных образов, дает возможность произвольного оперирования созданными. Многие учителя отмечают, что статические представления учащихся развиты гораздо лучше, чем динамические. Объясняется это тем, что в школе не уделяется специального внимания обучению приемам преобразования заданного материала по его восприятию или представлению, не разработана методика обучения этим приемам.

В образе, как правило, отражается состав входящих в него элементов, их пространственная размещенность. В зависимости от качественного своеобразия образа в нем могут фиксироваться различные предметные характеристики, например, форма, толщина, материал конкретного полупроводникового прибора. Психологические исследования показывают, что учащиеся в процессе создания образов и оперирования ими легче осуществляют анализ формы и величины, чем пространственных соотношений, представленных наглядно. Приемы выделения пространственных соотношений не являются предметом специального усвоения и формируются у учащихся стихийно и нередко не осознаются. В практике обучения задачи на преобразование пространственного положения объекта или его отдельных элементов в должной мере не используются. Четкой классификации таких задач нет, не определены требования, которые предъявляет тот или иной вид пространственных преобразований к мышлению учащихся. Овладение приемами оперирования пространственными отношениями требуют иной методики обучения, чем анализ формы и величины, что объясняется психологическими особенностями пространственной ориентировки. Решение любой задачи, требующей оперирования пространственными соотношениями, связано с необходимостью использовать определенную систему отсчета, причем наиболее естественная система отсчета, формируемая в ходе психического развития человека, — это ориентация в пространстве по схеме те-

ла. Любую задачу, требующую установления пространственных отношений, ученик пытается решить, мысленно помещая себя в центр воображаемого пространства. Ориентация по схеме тела оказывает существенное воздействие на развитие всей системы пространственных представлений школьников. Учащиеся довольно долго в процессе обучения успешно используют эту естественно сложившуюся у них систему отсчета. Однако под влиянием обучения они постепенно переходят на иные системы, вынуждены, руководствуясь требованиями задачи, абстрагироваться от положения собственного тела, беря за исходную точку другие ориентиры. Такой переход в рамках учебных предметов осуществляется в разное время везде и определяется спецификой усваиваемого материала.

С психологической точки зрения все задания, где требуется мысленное оперирование образами, можно разделить на три основные группы: задания, требующие видоизменения пространственного положения объекта, без изменения его структурных особенностей; задания, требующие видоизменения структуры созданного образа; задания, требующие выполнения преобразования одновременно и по положению, и по структуре [124]. Использование заданий всех трех типов дает возможность установить квалифицированный «диагноз» затруднений ученика, помочь ему овладеть техникой создания образов и оперирования ими. Важно при этом учитывать, как используется наглядная опора: для одних учащихся — это необходимое условие решения задачи (чем эта опора конкретнее, предметнее, тем легче идет процесс создания образа и оперирования им), для других — она может быть тормозом, ибо создание образа осуществляется ими легко в воображении (такие учащиеся не нуждаются в наглядной опоре, а поэтому требования к ее использованию должны быть иными).

## **1.5. Целостный подход к рассмотрению средств обучения**

Задача повышения эффективности и качества обучения требует научно-обоснованного выбора оптимальных вариантов построения учебного процесса. Под оптимизацией учебного процесса в педагогике понимается не какая-то новая форма или новый метод обучения, а специальная процедура действий педагога по обоснованию и осуществлению в конкретных условиях наиболее эффективных и качественных решений учебных задач при мини-

мально необходимых затратах времени, усилий учащихся и учителя [3]. Сегодня, в условиях все возрастающего роста информатизации общества, возникли благоприятные условия для решения данной задачи как раз на основе использования новых средств обучения, которые значительно позволяют расширить возможности существующих форм обучения, и прежде всего индивидуализированных. Важно сделать так, чтобы эти средства и способы их применения вписывались в теоретически построенную систему методов обучения и могли быть истолкованы на ее основе.

Исходя из понимания того, какие содержательные представления должны быть сформированы у школьников, какова мера их обобщенности, динамичности, научности, необходимо давать учащимся конкретные рекомендации по выбору средств с учетом их функций в процессе усвоения разных систем знаний, раскрывать преимущества одних и недостатки других.

В педагогике под средствами обучения понимают материальные или идеальные объекты, которые используются учителем и учащимися для усвоения новых знаний. К материальным средствам относятся: учебная и справочная литература, наглядные пособия, технические приспособления, лабораторное, демонстрационное и другое оборудование учебного кабинета. Идеальные средства обучения — это те усвоенные ранее знания и умения, которые необходимы для усвоения новых знаний, то есть в процессе обучения усвоенное знание становится базой для усвоения новых знаний [90].

Материальные и идеальные средства обучения не противостоят, а дополняют друг друга. Влияние всех средств обучения на качество знаний учащихся многосторонне. Материальные средства связаны в основном с развитием интереса и внимания, осуществлением практических действий, иллюстрацией новых знаний и пр. Идеальные средства необходимы для понимания логики рассуждений, способствуют развитию памяти, культуры речи и интеллекта. Между сферами влияния данных средств нет четких границ, они влияют на становление тех или иных качеств личности в совокупности.

По субъекту деятельности средства обучения делятся на средства преподавания и средства учения. Средства преподавания имеют существенное значение для реализации информационной и управляющей функции учителя, помогают пробуждать и поддерживать познавательные интересы учащихся, улучшают наглядность учебного материала, делают его более доступным, обеспечи-



вают более точную и полную информацию об изучаемом явлении, интенсифицируют самостоятельную работу и позволяют вести ее в индивидуальном темпе. Средства учения, называемые иначе орудиями познавательной деятельности учащихся, необходимы им для формирования таких знаний, умений и навыков, которые впоследствии, как ранее усвоенные, будут использоваться для решения более сложных задач и выполнять другие функции средств учения.

В методике преподавания физики под средствами обучения понимают источники информации, с помощью которых учитель учит, а ученик учится. Все средства обучения делятся на четыре группы: вербальные, наглядные, специальные и технические. К вербальным средствам обучения относятся устное слово и печатные пособия, к наглядным — таблицы, диаграммы, рисунки, чертежи и всевозможные схемы, к специальным — различные приборы и устройства, к техническим — звуковые, экранные и экранно-звуковые приспособления [126]. Под техническими средствами обучения мы понимаем совокупность технических устройств и специальных дидактических материалов к ним. Среди технических устройств отмечают аудиотехнику, видеотехнику (кодоскоп, эпидиаскоп, диапроектор), аудиовизуальную технику (кинопроектор, телевизор, видеоманитофон).

В отдельную группу выделяются современные технические средства обучения, образующие автоматизированный комплекс преподавателя, разработанный А.В. Смирновым [89]. Данный комплекс содержит персональный компьютер, который совместно с видеоманитофоном имеет выход на видеопроектор. Управление видеопроектором, диапроектором, проекционным экраном производится с дистанционного пульта. Автоматизированный комплекс снабжен опросно-измерительной системой, оснащен различными датчиками, сопряженными с аналого-цифровыми преобразователями, портативным манитофоном, печатающим устройством, усилителем и акустической аппаратурой с головными телефонами, то есть в основном состоит из средств преподавания.

В курсе физики изучаются темы, постановка физического эксперимента по которым невозможна из-за громоздкости и сложности аппаратуры, ее дороговизны, соображений техники безопасности. Так, пока в школьных лабораториях нельзя поставить опыты Штерна — Герлаха, Резерфорда, Мандельштама — Папалекси, Толмена — Стюарта и др. В подобных случаях непосредственное

наблюдение изучаемого физического явления предлагается частично заменять просмотром учебного фильма. К помощи кино или видеосъемок рекомендуется прибегать в тех случаях, когда изучаемое явление не может быть увидено учащимися из-за быстротечности или, наоборот, большой длительности. Особенно полезны фильмы в тех случаях, когда используемая аппаратура не позволяет наблюдать явление всему классу, например, доменную структуру ферромагнетика, броуновское движение, дифракцию электронов и др. Видеосъемка этих явлений делает их доступными для больших групп школьников. Не менее эффективно применение экранных средств при изучении явлений, «видимых» только в частях спектра, к которым человеческий глаз нечувствителен. Электронно-оптические преобразователи в сочетании с видеокамерой делают их доступными для непосредственного наблюдения.

К средствам обучения физике относятся также различные фильмы (анимационные, диафильмы, кинофильмы, видеофильмы, телефильмы), которые дают модельные представления о строении твердых тел, жидкостей и газов, о механизме электрического тока в различных средах, об электронной и дырочной проводимости полупроводников, о принципе действия диода, транзистора и т. п. Данные фильмы особенно наглядны для школьников, так как они позволяют показать то, чего нельзя наблюдать в действительности. Однако при неправильном использовании их большое достоинство может обратиться в недостаток. Если, например, учащиеся не знают опытов, которые легли в основу построения модели, то анимационный фильм воспринимается ими как подлинный и занимает в их сознании такое же место, какое должно принадлежать фундаментальным опытам. Поэтому эти фильмы надо применять с большой осторожностью и обязательно в неразрывной связи с соответствующими опытами, несмотря на то, что педагогическая ценность модельных представлений огромна, так как они создают в сознании учащихся определенные образы и представления о предполагаемом механизме явления и тем самым облегчают переход к следующему этапу его изучения — введению величин для его характеристики. Например, для изучения явления электрического тока в металлах пользуются модельным представлением о движении электронов внутри кристаллической решетки. Затем, на стадии введения величин, характеризующих ток, учитель должен ввести понятия силы и плотности тока и показать, что первая величина является скалярной, а вторая векторной. При этом считает-

ся, что использование видеопроектора с комплектом слайдов дает большую экономию времени и повышает эффективность обучения, так как специально подготовленная серия кадров более выразительна, чем простые изображения на доске [84].

Сегодня же, когда выстраивается новая парадигма образования, роль учителя в школе изменяется, для учащихся он превращается в организатора их познавательной деятельности. Противоречие между новыми целями обучения и традиционными технологиями обучения выдвигает на первый план проблему переоборудования учебного кабинета. Оборудование учебного кабинета должно полностью удовлетворять тем педагогическим требованиям, которые позволят реализовать идею личностно ориентированного образования. Сохраняя все хорошее, проверенное опытом, рациональное и эффективное независимо от времени его создания, следует разрабатывать новые современные средства обучения, развивающие и обогащающие методическую науку и педагогическую практику, а на их основе по-новому организовывать и направлять восприятие учащихся, объективировать содержание, выполнять функции источника и объема учебной информации в их единстве, стимулировать познавательные интересы учащихся, создавать при определенных условиях повышенное эмоциональное отношение к учебной работе, позволять проводить контроль и самоконтроль знаний, а главное наиболее полно формировать соответствующие экспериментальные умения. Это обусловлено не только развитием технических средств обучения, но и разработкой унифицированных стендов и лабораторий для демонстрационного и лабораторного эксперимента, появлением таких средств обучения, использование которых дает возможность показать развитие явлений, их динамику, сообщать учебную информацию определенными блоками и управлять индивидуальным процессом усвоения знаний.

Экспериментальные исследования Л.С. Выготского и П.Я. Гальперина [13, 19] показали, что интенсивность умственного развития учащихся зависит от того, даются ли средства учения им в готовом виде или конструируются ими самостоятельно совместно с учителем. Этот вывод необходимо учитывать при разработке современных средств обучения. Учащиеся должны понимать интегративную роль имеющихся в кабинете физики приборов, уметь их использовать в различных экспериментах, самостоятельно разрабатывать и составлять необходимые установки, поскольку это дает больший развивающий эффект и более высокое качество знаний,

чем уже готовые наборы и выполнение действий по заданному образцу. Разработка новых средств обучения, как и усовершенствование имеющихся, предполагает изменение познавательных заданий, инструкций, алгоритмов и планов работы.

Эффективность использования средств достигается при определенном их сочетании с содержанием и методами обучения. Связь средств и методов обучения неоднозначна. Средства обучения чаще всего могут применяться в сочетании с различными методами и, наоборот, к одному методу можно подобрать несколько адекватных средств.

Обучение физике нельзя представить только в виде теоретических занятий, даже если на них учащимся демонстрируются физические опыты. Чувственное восприятие изучаемых процессов и явлений невозможно без соответствующей практической работы собственными руками, которая в основном осуществляется во время лабораторного физического эксперимента, когда школьники сами собирают установки, проводят необходимые измерения физических величин, наблюдают динамику их изменения, устанавливают зависимости между величинами. Данные лабораторные занятия вызывают у учащихся большой интерес: при их выполнении происходит познание окружающего мира на основе собственных ощущений, вырабатываются такие важные личностные качества, как аккуратность и организованность в работе, настойчивость в получении необходимого результата, формируется представление о роли и месте эксперимента в познании.

Трудности в организации экспериментальной деятельности учащихся в условиях дифференцированного обучения связаны с тем, что для разнообразных по профилю классов в школе чаще всего имеется одно и то же типовое оборудование кабинета физики. В условиях массовой средней школы за один учебный день физический кабинет посещают от шести до двенадцати классов, что значительно осложняет проведение школьного физического эксперимента, тем более вариативного.

Чтобы обеспечить проведение фронтальной лабораторной работы необходимо иметь лабораторные приборы каждого вида в количестве, соответствующем числу столов в классе. Ввиду того, что многие лабораторные работы в практику обучения вошли в 50-е годы двадцатого столетия многие из имеющихся в школе приборов вышли из строя или технически устарели. Современное оборудование для школьного физического эксперимента в большинстве

школ отсутствует, не разработаны методики его эффективного использования.

Нередко у учащихся создается представление о том, что физика далека от реальной жизни. Некоторые современные учебники физики представляют собой своего рода словари терминов, в них часто важные слова выделяются жирным шрифтом, и от ученика требуется лишь запомнить их. Слова же могут иметь смысл только тогда, когда они ассоциированы с явлениями или операциями [106]. Наша задача сделать так, чтобы ученик получал информацию из оригинального источника, из самой природы, а это требует постановки настоящих исследований в лаборатории. Наука не есть только лабораторная работа. Мы связываем и обобщаем наши наблюдения, конструируем модели или теории, которые будут вызывать новые вопросы. Далее мы проделываем новые эксперименты, чтобы найти ответы на эти вопросы и т. д. [106]. Таким образом, процесс обучения должен быть циклическим: от наблюдений к построению модели, от модели к развитию теории, от теории к выводу следствий, от вывода следствий к их экспериментальной проверке и далее к новым наблюдениям, то есть в основу методики обучения должна быть положена идея: «учение — акт открытия».

Естественно, что рамки урока не позволяют построить учебный процесс так, чтобы учащиеся полностью «переоткрывали» законы физики, вполне достаточно и того, что они будут «сопереживать» научные открытия, поймут роль и место компонентов творческого цикла: значение исходных фактов, эвристическую роль теории, важность экспериментальной проверки теоретических следствий. Все это будет способствовать развитию интегративных способностей школьников, так как одна из особенностей таких упражнений состоит в том, что они, как правило, могут иметь несколько решений, справедливость которых не всегда очевидна, при этом особенно эффективны такие задачи, правильность решения которых может быть проверена экспериментально. Такого рода задачи имеют особую ценность, когда выполняются каждым учащимся самостоятельно. Поэтому на современном этапе необходимо создать оптимальные условия для развития большей самостоятельности учащихся, разработать индивидуальные средства обучения, необходимые для более полного развития личности.

Современные представления о мире столь обширны и глубоки, что вместить их в заданное содержание образования, которое реализуется в классно-урочной системе, достаточно сложно. Мож-

но лишь подвести учащихся к обретению системы обобщенных теоретических представлений, для того чтобы впоследствии они смогли самостоятельно осваивать ту область знаний, которая будет непосредственно связана с их профессиональными интересами. Учителю хорошо известны различия в мышлении учеников. Один и тот же ученик овладевает знаниями по разным учебным предметам с разной степенью успешности. Ориентация на личность при обучении предполагает интеграцию форм и средств преподнесения информации со стороны учителя и форм и средств ее получения со стороны ученика. Для того чтобы идеи личностно ориентированного образования были достигнуты, необходимо прививать учащимся навыки работы с современными технологиями, что будет способствовать их адаптации к быстро меняющимся социальным условиям и успешной реализации будущих профессиональных задач.

## ГЛАВА 2

---

---

### ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ШКОЛАХ РОССИИ

Проблема модернизации школьного физического эксперимента в современных условиях не может быть решена без всестороннего анализа опыта прошлых лет. Сохранение для будущего всего лучшего и эффективного независимо от времени его создания было положено в основу совершенствования образовательного процесса на основе использования современных образовательных технологий.

История преподавания физики в учебных заведениях России ведет свое начало с основания Киевской духовной академии (1631), однако до второй половины XVIII века она преподавалась как часть философии и не являлась самостоятельным учебным предметом [129]. Попытки преподавания физики и механики как самостоятельной дисциплины, предпринятые в Петровскую эпоху, связаны с открытием первых светских государственных школ, образованием Академии наук и появлением первых печатных учреждений. В период становления физики как учебного предмета изучалась преимущественно «приборная физика» (устройство приборов), теории отводилось гораздо меньше внимания, и лишь в XIX веке с развитием физической науки в большей мере стали изучаться основные физические законы, принципы и теории, внедрялись практические работы учащихся. К этому же времени относится появление первых учебных программ, в одной из которых было сказано, что законы физики должны выводиться только из опытов и

что преподавание физики как науки опытной без инструментов и приборов для производства опытов немислимо.

Учебники физики для школ в западных странах начали издаваться раньше, чем в России. Первым таким учебником был «Курс физики» Дюзагюлье, изданный в 1725 году на английском языке в Лондоне. Его автор писал, что все наши сведения о природе основаны на опыте, что физика без наблюдений и опытов не более чем игра слов и пустые, бесплодные разговоры. В России одним из первых переводных учебников физики была «Вольфианская экспериментальная физика», которую в 1744 году перевел с латинского языка М.В. Ломоносов. В кратком вступлении М.В. Ломоносов экспериментальную физику определяет как науку о всем том, что можно познать через опыты. От существующих в то время учебников физики этот отличался тем, что в нем совершенно была устранена отвлеченность и доминирующее место занимал экспериментальный метод. На протяжении всей книги М.В. Ломоносов проводит аналогию между явлениями, наблюдаемыми в ходе проведения опытов, и явлениями в природе. Изложение построено так, что вначале описывается опыт, затем следуют выводы из него и, наконец, обобщения. В качестве учебника эта книга применялась на протяжении около 40 лет [129].

Первыми учебниками физики для школ, написанными русскими авторами, были «Краткое руководство к физике для употребления в народных училищах Российской империи» (1775) М.Е. Головина, племянника М.В. Ломоносова, ученика Л. Эйлера, «Руководство к физике» (1793) П. Гиляровского и «Физика» (1797) М. Сперанского.

В предисловии к «Краткому руководству...» М.Е. Головина даются основные методические указания к преподаванию физики в народных училищах, обосновывается необходимость физического эксперимента. В частности, в нем подчеркивается, что физика освобождает нас от суеверий, заблуждений, страха и ужаса, истоки которых в ложном о вещах понятии, учит нас рассуждать здраво и основательно и что при ее преподавании необходимо использовать физические инструменты, чтобы показать учащимся их употребление. В этой книге представлены наиболее характерные эксперименты по каждому разделу физики, которые изложены в определенной последовательности.

П. Гиляровский при написании «Руководства к физике» тщательно изучил учебники иностранных авторов и учел их опыт. На



страницах своей книги при раскрытии сущности физических понятий он большое внимание уделил наблюдениям и опытам. Так, при рассмотрении вопроса о пористости тел (в учебнике употребляется термин «скважность») автор описывает эксперимент по смешиванию кубического дюйма воды с кубическим дюймом винного спирта, в результате чего получается не два дюйма смеси, а меньше. Этот опытный факт П. Гиляровский объясняет следующим образом: «...пространство, телом занимаемое, не все состоит из вещества, а имеет некоторые междуместия между частями тела, в которых вещества того совсем нет, следовательно, при оных смешиваниях кажущаяся потеря тел происходит от того, что некоторая часть одного тела входит в междуместия другого» [127, с. 35]. В подтверждение такого вывода даются описания опытов и наблюдений, доказывающих пористость дерева, кожи животных, яичной скорлупы, золота, платины, жидкостей. Показав, что поры в различных телах отличаются по размерам, форме и расположению, автор приходит к выводу: одно тело во столько раз скважнее другого, во сколько раз оно легче при одинаковом пространстве. Учащиеся таким образом подводятся к понятию плотности: содержание материи тела к пространству, им занимаемому, называется плотностью тела. В учебнике П. Гиляровского рассказывается также и об «орудиях» для изучения электрической силы, описываются лейденская банка (изобретена в 1745 г.), электрофор (1775 г.), электромметр (1781 г.). В параграфах этого учебника, содержащего богатый исторический материал, учащиеся могли узнать о работах Леонардо да Винчи, О. Герике, Г. Галилея, Э. Торричелли, Р. Декарта, И. Ньютона, Л. Эйлера и т. д., прочитать об опытах В. Франклина, П. Мушенбрука, Г. Рихмана и других известных ученых того времени [137].

Особенностью «Физики» М. Сперанского является то, что она имеет в значительной степени теоретическое построение, так как ее изложение базируется в основном не на опытах, а на теоретических предпосылках.

Я.И. Карцов, будучи еще студентом, перевел с немецкого языка книгу Шредера «Начальные основания физики», которая была рекомендована в качестве учебника для гимназий. В 1807 году по окончании Петербургского педагогического института в числе лучших выпускников он был направлен за границу, где 4 года слушал курсы философии и математики в лучших университетах Европы: Иенском, Галльском, Геттингенском, Парижском. В июле 1811 года Я.И. Карцов был удостоен звания адъюнкт-

профессора и в августе того же года назначен в Царскосельский лицей, где преподавал физику до конца своих дней. Ему принадлежит устройство в лицее первого в стране физического кабинета. Историк И.Я. Селезнев писал: «Из кабинетов первым образовался физический: в 1812 г. в нем были уже машины и простые аппараты, необходимые для чтения курса». Сведения о приборах до нас дошли отрывочные, однако среди тех из них, которые произвели неизгладимое впечатление на воспитанников, в первую очередь были «превосходной работы электрическая машина», а также «машина, представляющая обращение планет вокруг Солнца» [129, с. 21].

Мировую известность приобретают работы Э.Х. Ленца, в 1835 году ставшего заведующим кафедрой физики Санкт-Петербургского университета. Учебник Э.Х. Ленца «Руководство к физике», изданный в 1839 году по поручению Министерства народного просвещения для русских гимназий, был основным учебником в течение 25 лет в средних учебных заведениях. По своей структуре, методичности, изящности и конкретности изложения он намного превосходил все предшествующие. Описание физических экспериментов сопровождалось в нем необходимыми расчетами, математическими формулами и точными теоретическими формулировками [111].

Преемником Э.Х. Ленца стал Ф.Ф. Петрушевский, организатор первой учебной лаборатории физики, начавшей функционировать с 1867 года. Большую роль в ее развитии сыграл приват-доцент В.В. Лермантов, посвятивший этому делу всю свою жизнь. Заслугой Ф.Ф. Петрушевского является также создание в 1874 году Русского физического общества, которое потом было переименовано в Русское физико-химическое общество. На первом его заседании В.В. Лермантов указал на пользу, которую могло бы принести в педагогическом отношении издание рисунков важнейших машин и отчасти физических приборов, исполненных так, чтобы с помощью этих рисунков ученики старшего возраста могли составлять сами из картона и дерева движущиеся модели этих машин. Методическое пособие «Объяснение к практическим работам», вышедшее в 1877 году, многие годы являлось единственным руководством для практических занятий не только студентов, но и преподавателей физики средних школ. Некоторые работы из этого руководства стали классическими и перешли на страницы многих учебных пособий, например: определение теплоемкости по способу смешения; определение веса 1 кубического сантиметра воздуха;

определение скрытой теплоты таяния льда и т. д. В 1907 году вышла в свет книга В.В. Лермантова «Методика физики и содержание приборов в исправности», которая давала очень много ценных указаний по постановке опытных демонстраций, и особенно по уходу за приборами. Эта работа была очень полезна начинающим преподавателям, так как порой из-за небрежного отношения к приборам в кабинете скапливалось множество недействующих установок и не проводились эксперименты. В предисловии автор отмечает: «В течение 36 лет мне приходилось обучать студентов умению делать опыты... вращаясь при этом между наукой, техникой и преподаванием. Такое положение дало мне возможность узнать и увидеть многое, ускользающее от глаз устроителей нашей школы». «Надо так организовывать школы, — подчеркивал он, — чтобы совершался естественный подбор, чтобы более способные выучивались и чистой науке, и умению применять ее выводы, а малоспособные усваивали только эти умения в доступной каждому степени, т. е. одну науку обывательскую. От науки мудрецкой их надо своевременно освободить. <...> Склад ума ученика вовсе не такой, как у древнего греческого мудреца. Для ученика согласие вычисления по данному правилу с опытом гораздо убедительнее доказывает его правильность, чем сложный математический вывод» [74, с. 35]. Далее автор пишет: «...Собственноручные опыты учеников введены в Америке и Англии начиная с семидесятых годов прошлого столетия, теперь их начинают вводить во Франции и Германии. На английском языке существуют многие учебники для такого метода преподавания. Не подлежит сомнению, что метод этот в основе своей самый естественный, что серьезное знание физики нельзя приобрести без собственных практических занятий. <...> К сожалению, у нас этот метод преподавания еще далеко не выработан, и пока еще нельзя всецело на нем основывать преподавание физики. <...> Главное затруднение во времени, в деньгах и недостатке подготовленных учителей. <...> Поэтому пусть основные опыты покажет и объяснит учитель в классе. На это уйдет меньше времени, и внимание учеников может быть надлежащим образом направлено» [74, с. 64]. Уделяя большое внимание опытному преподаванию физики, автор книги отмечает: «Применение физики к потребностям жизни не подлежит никакому сомнению. Однако часто прошедшие курс школьной физики чувствуют себя беспомощными в применении полученных знаний при решении самых простых практических вопросов: изучив микроскоп, они не

умеют распорядиться им, чтобы рассмотреть предмет, изучив курс электричества, не знают, как произвести самое простое исправление осветительной сети» [47, с. 37]. В этой книге в третьей главе В.В. Лермантов дает очень ценные указания и рекомендации по технике подготовки и проведения демонстрационных опытов по физике, не потерявших своего значения и свежести до настоящего времени.

В истории преподавания физики в отечественных школах видное место принадлежит Я.И. Ковальскому. Его методическая деятельность теснейшим образом была связана с работой Петербургского педагогического музея, крупнейшего центра педагогической мысли России того времени. С момента организации физического отдела музея в 1885 году Я.И. Ковальский стал его руководителем. Немалая заслуга Я.И. Ковальского состоит в том, что он объединил вокруг отдела ряд известных русских ученых и методистов: О.Д. Хвольсона, И.И. Боргмана, В.В. Лермантова, К.В. Дубровского, В.Л. Розенберга, Н.С. Дрентельна, П.А. Знаменского и многих других. Отчетливо сознавая полную необходимость отечественного производства наглядных пособий по физике и нежелание торгово-промышленных фирм заниматься этим, музей по собственному почину выпустил несколько изделий. Его инициативой стало открытие в Петербурге первой русской дешевой мастерской физических приборов (мастер Брюккер при книжном магазине Фену). Успеху этого начинания во многом содействовал проект физического кабинета, разработанный отделом в связи с введением нового плана курса физики для юнкерских училищ по поручению Главного управления военно-учебных заведений в 1874—1875 годах. Отдел составил программу курса, рассчитанную на 30 уроков. Изложение должно было основываться на опытах и наблюдениях при непосредственном участии юнкеров. Экспериментальный характер обучения привел к необходимости создания физического кабинета. Своими указаниями и чертежами отдел музея облегчал работу мастера Брюккера, а изготовленные им приборы испытывал на своих заседаниях. Тогда же шла интенсивная работа по сборанию и оценке заграничных пособий. В 1874 году музей издал каталог, содержащий подробное описание 272 приборов, распределенных по следующим рубрикам: предварительные понятия (16 приборов), магнетизм (8), электричество (33), гальванизм (48), свет (38), движение и равновесие (82), звук (14), теплота (33). Каталог явился довольно точным описанием приборов физического каби-

нета, имевших главным образом не научное, а учебное значение. Предполагалось, что при устройстве физического кабинета он явится местом не ученых исследований, а поможет подготовиться к преподавательской деятельности в средних учебных заведениях молодым людям, «имевшим хорошие теоретические сведения по физике, но слабо или вовсе не знакомым с практическими работами над приборами и машинами, с которыми придется иметь им дело впоследствии» [129, с. 141].

В это же время физическим отделом музея широко организуются занятия с малолетними детьми под руководством выбранных родителями преподавателей. Для занятий с детьми была отведена особая комната. В документах того времени сохранилась запись, в которой говорилось о том, что очень желательно было бы при музее устроить такую школьную комнату, которая по выбору учебных пособий, по своей обстановке представляла бы образец школьной комнаты и удовлетворяла бы самым строгим требованиям современной педагогики и, таким образом, могла бы для всех желающих значительно облегчить дело устройства элементарной школы. Во время этих занятий преподаватели постепенно стали приходить к заключению, что ученики должны не только смотреть на опыты, но и принимать в них личное участие. Эта мысль, непосредственно связанная с вопросом об удешевлении пособий, заставила К.В. Дубровского обратиться к устройству физических приборов самими учителями и учениками из материалов, ставших не нужными в домашнем хозяйстве. Использование в обучении таких самодельных приборов дало столь выгодные по своей наглядности результаты, что комиссия постановила предложить К.В. Дубровскому сделать доклад в большой аудитории музея в присутствии публики. В 1880 году описания приборов с чертежами были отправлены на международный конкурс удешевленных пособий для начальных школ, проходивший в Брюсселе. Международное жюри предпочло эту коллекцию всем остальным, постановило отправить ее в образцовые школы, признав, что выставленной коллекцией указывается путь, которого следует держаться преподавателям на будущее время. Создание К.В. Дубровским коллекции упрощенных приборов вызвало в педагогическом мире настоящую сенсацию, ломая сложившуюся десятками лет традицию преподавания физики с демонстрациями при помощи неизмеримо дорогих, громоздких и сложных приборов. К.В. Дубровский доказал, что многое, особенно из начальных сведений по физике, возможно с

большой ясностью и убедительностью демонстрировать, пользуясь самыми простыми приборами. Вместе с тем было показано, что, изготавливая такие приборы, учащиеся сами могут применять полученные физические знания на практике. В 1881 году вышел небольшой сборник К.В. Дубровского «Общедоступные физические приборы», который представлял собой первое собрание описаний 25 простых опытов на самодельных приборах по всем разделам элементарного курса физики. Хотя описанные в сборнике опыты по своей элементарности не могли полностью обслуживать постановку лабораторных работ по физике из-за отсутствия в коллекции главным образом измерительных приборов, многие отличались простотой и оригинальностью. Среди них были такие широко известные нам эксперименты, как замораживание воды за счет испарения эфира, линейное тепловое расширение стекла, поверхностное натяжение воды, механический эффект электрической искры [54].

В 1885 году вышла большая книга Я.И. Ковальского «Сборник первоначальных опытов, при помощи которых можно ознакомить детей с самыми простыми физическими и химическими явлениями». Эта книга сыграла важную роль в истории развития методов преподавания физики. По словам Н.С. Дрентельна, она стала подлинной энциклопедией начального преподавания физики и химии на опытных основаниях. В ней давалось описание оборудования и инструментов, необходимых для постановки опытов и изготовления простейших приборов, а также практические и технологические советы. Содержалось описание свыше 200 простых опытов и приборов, предназначенных для первого ознакомления учащихся с явлениями теплоты, магнетизма, звука, электричества, света. Здесь же можно было найти подробные указания на то, как следует проводить тот или иной опыт и какого рода объяснениями следует сопровождать его. Многие опыты были рассчитаны на выполнение самими учащимися. Основная методическая мысль книги заключалась в том, чтобы построить начальное преподавание физики на широком использовании простых и доступных пониманию детей опытов. Книга была ценна еще и тем, что многие опыты, описанные в ней, можно было рекомендовать учащимся для домашней работы, так как приборы и приспособления для ее выполнения в большинстве случаев были настолько просты, что легко могли быть приготовлены самими учениками [46].

Более поздним обобщающим трудом по методике преподавания физики в средней школе явилась книга профессора Ф.Н. Шве-

дова «Методика физики», изданная в 1894 году. Определив задачи методики физики, автор подробно останавливается на роли методов обучения. В одном из параграфов он констатирует, что «все встречающиеся недостатки обучения — переутомление, отвращение к науке, малая успешность и т. п. — происходят не столько от переполнения программ сведениями, сколько от несоблюдения... элементарного правила дидактики» [32, с. 52].

Участие в работе Петербургского педагогического музея в конце 70-х годов XIX века начал принимать известный физик-методист Н.С. Дрентельн. В земской учительской школе он создал богатую физическую лабораторию, состоявшую главным образом из простых и оригинальных физических приборов, обслуживавших опытами во время уроков весь курс физики. В конструкции этих приборов реализовывалась верная и ценная методическая мысль: прибор должен служить не целью, а средством изучения того или иного физического явления. Опыт должен быть прост, нагляден и убедителен; в него должны входить лишь такие элементы, которые необходимы, и не должно быть ничего лишнего; ход опыта должен быть ясен во всех подробностях; результат должен быть настолько определенным, чтобы не вызывать сомнений. В 1908 году выходят в свет две его книги: «Простые физические опыты и приборы» и «Пособие для практических работ по физике в средней школе». В первую книгу вошло описание опытов и приборов, большинство из которых были созданы автором. Вторая книга содержала обобщение опыта по организации практических работ с учащимися и являлась одним из первых пособий по данному вопросу. Ее появление принесло большую пользу в развитии и распространении в школах России практических работ по физике. Итогом длительного, более чем двадцатилетнего труда Н.С. Дрентельна стало пособие для учителей «Физические опыты в начальной школе», вышедшее в 1913 году. В нем собран богатейший и прекрасно разработанный материал по методике и технике физического эксперимента на простых, преимущественно самодельных приборах в объеме курса, соответствующего примерно 6—7 классам средней школы. Книга содержала много методических указаний и советов, в ней настойчиво подчеркивалась мысль, что учащихся следует делать активными участниками опыта, развивать их самостоятельность и любознательность [129].

Один из основоположников отечественной методики физики П.А. Знаменский с 1904 года преподавал физику в двух наиболее

прогрессивных в то время учебных заведениях — Оболенской гимназии и Тенишевском училище. Уже в те годы главным вопросом в преподавании физики для него был вопрос организации лабораторных работ в средней школе. В 1910 году вышла его первая печатная работа «Практические занятия по физике для учащихся средней школы». Другая его книга, изданная в 1930 году, «Лабораторные занятия по физике», включавшая около 600 лабораторных работ, значительно облегчала задачу организации лабораторных занятий. В ней содержалось также детальное описание различных приборов, их размеров и способов применения, литература для каждого раздела, указания по оценке точности измерений, предполагаемые результаты, списки различных веществ и инструментов для мастерской при физической лаборатории [53].

В это время не было ясных ответов на многие важные методические вопросы: нужно ли отводить специальные часы для лабораторных работ? какой форме работ следует отдавать предпочтение? какие преимущественно работы надо проводить — измерительные или качественные? Разрешить некоторые из этих вопросов помогла книга И.В. Глинка «Опыт по методике физики», изданная в 1910 году в Петербурге. Автор предложил метод, названный им «методом лабораторных уроков». По его мнению, всех учеников в начале обучения физике необходимо вести в лабораторию, поскольку «именно здесь, а не в физическом классе, с методически разработанного, органически связанного с курсом самостоятельного эксперимента учащиеся должны начинать обучение физике» [25, с. 76]. И.В. Глинка был убежден, что интерес к физике в большей мере обуславливает самостоятельность учащихся. В своей книге он пишет, что лабораторные занятия могут быть осуществлены «фронтальной системой», когда весь класс на одинаковых приборах делает одну и ту же работу, и системой «разных работ», когда разнообразные задания выполняются с помощью различных приборов. При прохождении курса фронтально, «методом лабораторных уроков», эксперимент органически связывается с сообщением нового материала. Для такой формы работы специальные часы не отводятся, и учащиеся выполняют задание одновременно с объяснением преподавателя. При постановке «разных работ» новый материал на уроке не изучается, самостоятельное экспериментирование учащихся проходит в специально отведенные часы после изучения некоторого теоретического материала с



целью повторения или наиболее полного ознакомления с явлением.

В конце XIX — начале XX века существовало множество товариществ, акционерных обществ и частных фабрик, специализировавшихся на выпуске оборудования для физических кабинетов. Одной из таких являлась «Фабрика Е.С. Трындина и сыновей», размещавшаяся в здании Политехнического музея в городе Москве. Учебное оборудование, выпускаемое этой фабрикой, имело такое высокое качество, что многие из приборов, сделанных в те годы, не только сохранились в рабочем состоянии до нашего времени, но и соперничают с современными аналогами по своим функциональным возможностям.

Д.Д. Галанин конструировал простейшие физические приборы в мастерской при Московском городском музее учебных пособий. Его интерес к физическому эксперименту и связи физики с техникой определил основное направление его преподавательской и научно-исследовательской работы. Д.Д. Галанин стремился перенести в область учебного оборудования прогрессивные производственные принципы стандартизации и взаимозаменяемости узлов и деталей приборов. Опираясь на работу экспериментальных мастерских, конструкторская группа внедряла прогрессивные методы в промышленное производство учебных приборов. Изготовление в мастерских небольших серий приборов позволило организовать технологическую проверку создаваемых конструкций и довольно широкую проверку их в школах на предмет педагогической целесообразности.

За новые прогрессивные методы преподавания физики, в частности, за методы, основанные на лабораторных занятиях, выступал Н.В. Кашин. Будучи совсем молодым преподавателем, он один из первых в Москве приступил к проведению во 2-й гимназии регулярных лабораторных работ по физике. Его оригинальный учебник «Лабораторный курс физики» был с удовлетворением встречен практическими и научными работниками, а книга «Методика физики» стала самым обстоятельным руководством по методике физики в дореволюционной России, где автор подчеркивал: когда учащиеся работают «собственноручно», то они и отчетливо будут знать законы природы и процессы, происходящие в ней, и сами будут пытаться выяснять соотношение между явлениями. Поэтому в основе изучения законов физики в средней школе должен лежать индуктивный, опытный метод. Большую ценность для

того времени представляла четвертая часть книги «Физический кабинет и лаборатория», в которой последовательно рассматривался сначала вопрос об устройстве помещения для преподавания физики, затем о постоянных установках, далее о приборах для кабинета и лаборатории и завершался методикой постановки лабораторных занятий. Н.В. Кашин подробно обосновывает необходимость постановки лабораторных работ и классного эксперимента по физике как важнейших методов обучения. В частности, он отмечает, что при новом направлении в методике физики значительно возрастает роль классного опыта, необходимое тесное слияние его с преподаванием, так как опыт должен давать ответы на вопросы, которые ставит перед классом развитие курса. В то же время Н.В. Кашин, продолжая мысль В.В. Лермантова, высказывает в своей книге опасение по поводу излишнего употребления эвристического способа проведения лабораторных работ: «Великие законы природы открываются и формируются не ученическими опытами... Эвристический способ в физике важен... однако там, где мы подходим к вопросам об отношении явлений к установлению законов, не следует вводить учеников в заблуждение, что они якобы сами могут прийти к этим тонким заключениям при помощи своих элементарных экспериментов. Это было бы пагубное самообольщение, которого больше всего должен бояться учитель, так как оно воспитывало бы в учениках легкомысленное отношение к истине и способам ее искания. <...> При всяком удобном случае подлежит выяснить, что научное творчество есть дело гениальных усилий великих умов человечества... установление и формулировка законов природы требуют огромных и тонких средств и особой установки, далекой от практики ученической лаборатории» [63, с. 91].

В 1910 году вышло в свет первое издание книги «Начальная физика» А.В. Цингера, ученика Д.Д. Галанина, в которой вместо дедуктивного вывода законов на первый план были выдвинуты учебные демонстрации. Демонстрация находит в этой книге свое полное выражение, подводит к целому ряду вопросов, ее описание дается в упрощенном виде с объяснением самой сущности изучаемого явления. К постановке демонстраций привлекаются учащиеся, в конце параграфов приводится ряд демонстраций, которые учащиеся могут сделать дома. Все содержание книги, и особенно его послесловие, проводит ученика через живую природу, показывает, как с утра до вечера в домашних и природных условиях можно всюду видеть и чувствовать физику. Главная особенность

данной работы — показать ученику, что физика вокруг нас, а не в шкафах физических кабинетов. В 1912 году при организации Московского общества распространения физических знаний, председателем которого был избран Н.А. Умов, А.В. Цингер, став его заместителем, вел работу по многим направлениям, в том числе и по совершенствованию школьного физического эксперимента [129].

Деятельное участие в оборудовании электроизмерительной и оптической лаборатории профессора Н.А. Умова принимал А.В. Павша и руководил в ней практическими работами студентов. С 1909 года на протяжении трех лет он вел работу по оборудованию кабинета и налаживанию лекционных демонстраций по физике на Высших женских курсах, на базе которых впоследствии был образован Московский государственный педагогический институт имени В.И. Ленина. С 1912 года А.В. Павша преподавал в Практической академии. Он был одним из первых, кто поставил фронтальные лабораторные работы по всему курсу физики. Их описание приводится в журнале «Физика» за 1913 год.

Известным методистом, занимающимся постановкой лабораторных работ по физике, замечательным конструктором физических приборов и искусным мастером, которому принадлежит разработка и изготовление более десятка оригинальных приборов, был преподаватель 3-й московской мужской гимназии С.Н. Жарков.

После Великой Октябрьской социалистической революции в первоначальном учебном плане советской школы были заложены основы для воплощения в жизнь того, чего раньше тщетно добивалась прогрессивная педагогическая общественность. Физика была поставлена на должную высоту, но реализовать этот план долгое время не удавалось. Систематическая последовательность усвоения физических знаний подменялась изучением комплексных тем, физический материал часто заменялся производственным. Тем не менее, передовые учителя старались сохранить и развить то лучшее, что было создано в России ранее: вели лабораторные занятия, разрабатывали и создавали новые приборы и наглядные пособия, много внимания уделяли внеклассной работе. В Москве исследования в области методики преподавания физики в то время проводились в Центральном физико-педагогическом институте (ЦФПИ), созданном в 1920 году, где долгое время работали Д.Д. Галанин, А.В. Цингер, А.В. Павша, С.Н. Жарков, Е.Н. Горячкин, Ф.Н. Красиков и другие методисты. В институте был создан кабинет с уникальной коллекцией самодельных физических демонстрационных

и лабораторных приборов, что отвечало идеям и потребностям того времени. Ф.Н. Красиков в своей работе «Упрощенные приборы по физике и опыты с ними» писал: «Во избежание недоразумения я считаю нужным пояснить, что под термином «упрощенные», или «самодельные», приборы вовсе не понимаю приборы примитивные, грубо сделанные. Под упрощенными приборами я подразумеваю такие приборы, которые могут быть изготовлены под руководством преподавателей силами и средствами оборудованных школьных мастерских. В этом деле преподаватель выступает не строителем приборов, а лишь инициатором и организатором. Конечно, очень желательно, чтобы сам преподаватель принял личное участие в сооружении приборов и приобрел в этом элементарные навыки, тогда ему будет легче выступать в роли руководителя. Работа над приборами может выявить талантливых изобретателей среди самих учащихся» [129, с. 48].

Позже, в 1924 году, ЦФПИ стал одним из отделов Института методов школьной работы, в котором с 1925 по 1928 год работал А.В. Перышкин, автор школьных учебников физики, по которым начиная с 30-х годов училось не одно поколение. В основу преподавания физики им были положены демонстрационный и лабораторный эксперименты. В стенах этого института Московское общество распространения физических знаний имени Н.А. Умова два раза в месяц устраивало заседания с наиболее интересными докладами, опытами и демонстрациями, на которые собирались преподаватели физики из различных городов. Здесь же с 1926 по 1931 год работал Е.Н. Горячкин, сначала старшим научным сотрудником, затем заведующим физическим кабинетом. В институте им был разработан ряд оригинальных приборов, один из которых — по электролизу — назван его именем. Позже, работая в Московском педагогическом институте имени К. Либкнехта, он создал замечательный кабинет и лабораторию по методике физики. В этой лаборатории была реализована новая, прогрессивная для того времени система обучения студентов физическому эксперименту. В результате этой работы в 1940 году в соавторстве с С.И. Ивановым и А.А. Покровским была написана книга «Методика и техника школьного физического эксперимента», которая долгое время являлась основным руководством в педагогических институтах.

В 1926 году А. Модестов и Н. Дюрнбаум разработали «Рабочую тетрадь для лабораторных занятий по физике», содержащую 54 работы по основным вопросам элементарного курса физики.

Многие описания работ дополнены справочными таблицами. Полученные в ходе занятия числовые результаты и выводы учащиеся записывали в данной тетради.

В одной из первых советских книг по методике преподавания физики — учебнике профессора И.И. Соколова «Методика физики» (1934) — глава об оборудовании физических кабинетов принадлежит перу другого известного педагога и методиста — Д.И. Сахарову, предложившему наиболее удобную планировку кабинета физики (к сожалению, из-за дефицита школьных площадей она не получила широкого распространения). Д.И. Сахаров писал: «Кабинет без своей мастерской неминуемо обратится в музей покупных и причем часто недействующих приборов, и живая мысль преподавателя и учащихся, не находя в себе осуществления, заглохнет» [122, с. 148].

В 1934—1941 годах коллектив авторов (Д.Д. Галанин, Е.Н. Горячкин, С.Н. Жарков, А.В. Павша, Д.И. Сахаров) проделал огромную и важную работу, посвященную подробному описанию различных опытов и приборов по всем разделам школьной физики, результат которой — шеститомная энциклопедия «Физический эксперимент в школе». Ставшая настольной книгой для многих поколений школьных учителей и преподавателей вузов, она способствовала качественно новому уровню обучения физике, отходу от так называемой «меловой» физики.

В 1937 году профессор Г.С. Ландсберг сумел сплотить вокруг себя ученых, глубоко озабоченных проблемой повышения научного уровня преподавания физики в средней и высшей школе, поставив перед ними задачу создать такой учебник, «чтобы школьник многому должен был впоследствии доучиваться, но ничему не переучиваться». В 1938 году выходит в свет первая такая книга — «Лабораторные работы по физике» (авторы А.Н. Зильберман и др.), а в 1944 году под редакцией Г.С. Ландсберга — «Курс физики», переросший впоследствии в трехтомный «Элементарный учебник физики» (1948), в котором значительная роль отведена физическому эксперименту.

Анализируя приборы и готовность учащихся к эксперименту, В.Н. Бакушинский находит новые пути комплектования оборудования для лабораторных занятий в школе. В своей книге «Организация лабораторных работ по физике в средней школе», вышедшей в 1949 году, он писал: «Ученик не является опытным экспериментатором, а потому ожидать от него большой точности измерений, а

тем более требовать эту точность, нельзя и не следует. Но если мы дали ученику в руки лабораторную установку, на которой он в своих измерениях, даже весьма добросовестных, получит грубейшее отклонение от истины, то возникает вопрос: целесообразно ли ученику своими силами и на такой аппаратуре производить эксперимент? Полезность упражнения в экспериментальных приемах покрое ли собой вредность скверного результата работы? Нет! Последствием такой работы будет подрыв в сознании ученика безусловного авторитета экспериментального метода. Такую работу ставить не следует. Но в таком случае перед нами возникает вопрос, какой же процент погрешности определяет границу целесообразности постановки лабораторной работы?» Ответ на этот вопрос В.Н. Бакушинский дает в другой своей работе «Анализ опытов и приборов по физике средней школы», в которой описаны оптимальные условия для ряда конструкций школьных приборов по различным разделам школьного курса физики и определены наилучшие приемы для постановки опытов. Самые трудные вопросы школьного курса физики излагались им на весьма простых опытах и предельно простыми средствами. В этой работе во всей полноте проявились глубокое знание теории, тонкое чутье экспериментатора и педагогическое мастерство ученого.

В программу школьного курса физики фронтальные лабораторные работы были включены в 1927 году, но в связи с проблемами конструкторского, технического и производственного характера были реализованы в широкой практике обучения лишь в 50-е годы прошлого столетия благодаря огромной работе, проделанной А.А. Покровским и Б.С. Зворыкиным. Под их руководством и при непосредственном участии был создан необходимый комплект приборов, налажен их промышленный выпуск Главучтехприбором и решена масса методических проблем. Работа велась сотрудниками отдела наглядных пособий и лаборатории методики физики Института методов обучения АПН на базе кабинета физики 315-й средней школы города Москвы. В результате в 1950 году А.А. Покровский и Б.С. Зворыкин в помощь учителям издали книгу «Фронтальные лабораторные занятия по физике», где дается подробное, в определенной последовательности — от измерительных приборов до материалов — описание оборудования, приводятся 53 наиболее важные лабораторные работы, даются конкретные примеры и рисунки, помогающие быстро собрать любую установку, рассчитывается максимальная относительная погрешность полученных

результатов. Все это помогает преподавателю прогнозировать, знать, что можно получить на практике с предлагаемым оборудованием и как наиболее рационально пользоваться им для организации занятий.

Политехническая направленность обучения физике в советское время требовала вести преподавание естественных предметов таким образом, чтобы учащиеся, окончившие среднюю школу, могли плодотворно применять полученные знания в своей практической деятельности. Реализация этой идеи в значительной степени зависела от развития учебного физического эксперимента и его широкого правильного применения в процессе обучения. Фронтальный метод проведения лабораторных работ по физике давал возможность тесной связи изучаемого материала с практическими занятиями, однако полученные при этом умения и навыки были явно недостаточными для выпускников средних школ. Дело в том, что почти все приборы для фронтальных занятий были слишком просты по своей конструкции. Это было важно прежде всего с методической точки зрения, так как освоение устройства самих приборов учащимися не должно было отнимать у них времени и отвлекать от основной задачи — изучения физических явлений и закономерностей. Кроме того, приборы для фронтальных работ должны были быть дешевыми, чтобы школа могла приобрести их в необходимом количестве. Отсюда следовало, что сформированные на простейших приборах практические умения и навыки являлись элементарными и требовали дальнейшего развития и углубления. Возникла необходимость ознакомления учащихся с теми методами измерений, которыми пользовались на производстве, транспорте, сельском хозяйстве и т. д. Помимо этого, у учащихся старших классов необходимо было развивать умения самостоятельно применять изученный теоретический материал в практической работе. В результате во всех старших классах параллельно с фронтальными лабораторными работами в 50-е годы прошлого столетия вводятся физические практикумы. Содержание работ практикума и методика их проведения разрабатывались группой сотрудников лаборатории методики физики Института методов обучения АПН А.И. Глазыриным, А.Г. Дубовым, Б.С. Зворыкиным, С.А. Шурхиным под непосредственным руководством А.А. Покровского. Созданные ими новые приборы и пособия, отвечавшие поставленной задаче, были изготовлены в экспериментальной мастерской отдела наглядных пособий, представлены в Учебно-методический совет Министерства просвещения РСФСР и утверждены к производству.

Опыт передовых преподавателей показал, что число часов, которое можно отвести на этот новый вид занятий в средней школе, был следующим: по 10 часов в 8 и 9 классах, то есть по одному практикуму из пяти двухчасовых работ, и 20 часов в 10 классе, два практикума из пяти работ каждый. В помощь преподавателю под редакцией А.А. Покровского в 1954 году выходит в свет книга «Практикум по физике в старших классах средней школы» с подробным описанием основных и дополнительных работ, списком оборудования для их выполнения и методикой подготовки и проведения занятий.

В это же время сотрудниками Института методов обучения ведется активная работа по совершенствованию методики и техники демонстрационного эксперимента, разрабатывается оригинальное оборудование, предлагаются новые решения ряда демонстрационных опытов, в том числе с использованием различной проекционной аппаратуры. А.А. Покровский в соавторстве с другими методистами публикует ряд книг, посвященных этому вопросу: «Демонстрационные опыты по физике в 6—7 классах средней школы» (1956), «Оборудование физического кабинета» (1958), «Демонстрационные опыты по молекулярной физике и теплоте» (1960), «Опыты по физике с проекционной аппаратурой» (1956).

По решению ученого совета Института методов обучения АПН РСФСР в 1959 году печатается сборник «Новые школьные приборы по физике и астрономии», содержащий описание оригинальных приборов, разработанных научными сотрудниками, аспирантами, преподавателями институтов и учителями школ с целью повышения наглядности в преподавании и установления наиболее тесной связи физики с техникой и производством. В этом сборнике были опубликованы статьи научных сотрудников Н.М. Шахмаева и Б.С. Зворыкина, аспирантов В.Г. Разумовского и И.М. Румянцева, преподавателя В.П. Орехова, учителей физики В.А. Булова и С.Е. Каменецкого, ставших впоследствии ведущими отечественными специалистами в области методики преподавания физики [88].

Н.М. Шахмаев в книге «Оборудование кабинета физики с электротехнической лабораторией» (1962) представляет свой опыт по созданию кабинета физики в 215-й школе города Москвы, где дает ряд полезных советов по организации кабинета и изготовлению некоторого оборудования. В 1963 году в соавторстве с С.Е. Каменецким им опубликовано учебное пособие «Демонстрационные опыты по электричеству».



В.П. Орехов, бывший аспирант Е.Н. Горячкина, доцент Рязанского педагогического института, после преждевременной смерти своего учителя в 1961 году завершает начатую ими совместную работу по написанию книги «Методика и техника физического эксперимента», вышедшей в 1964 году. В этой книге дается описание современных опытов, предложенных за последние годы учителями и методистами на базе новых приборов, выпущенных промышленностью. Во всех своих работах В.П. Орехов большое внимание уделил развитию познавательной активности учащихся на основе использования экспериментальных методов исследования. Физические демонстрации рассматриваются им как одно из средств подготовки учащихся к овладению измерительными навыками.

Курс физики средней школы заканчивался в то время темой «Физика и технический прогресс». В объяснительной записке к программе рекомендовалось рассмотреть и продемонстрировать учащимся ряд действующих моделей с использованием элементов автоматических устройств, работа которых основана на изученных в курсе физики явлениях и законах (датчики, реле, электродвигатели, усилители и т. д.). В.А. Буров, Б.С. Зворыкин и И.М. Румянцев под руководством А.А. Покровского создают необходимые для этого экспериментальные установки, описывая их в книге «Физический эксперимент в школе. Электроника, полупроводники, автоматика», которая вышла в свет в 1964 году. В этом пособии впервые подробно представлен демонстрационный эксперимент по новым темам «Электронные явления в вакууме» и «Электрические свойства полупроводников», включенным в программу средней школы. В работе представлены устройства приборов, схемы их включения в электрические цепи, проиллюстрированы механизмы электронной проводимости различных полупроводниковых элементов, описана разработанная авторами методика демонстрации данных опытов [96].

С.Е. Каменецкий, автор и соавтор многих трудов, способствовавших развитию школьного физического эксперимента («Демонстрационные опыты по электродинамике», «Методика преподавания физики в 8—10 классах средней школы», «Электродинамика в курсе физики средней школы», «Теория и методика обучения физике в школе»), ученик А.В. Перышкина и длительное время его коллега, всегда стремился развить в своей деятельности направления исследований, заложенные учителем. Им разработано несколько оригинальных, широко используемых в практике

обучения приборов и моделей, таких, как пружинный маятник для демонстрации механических колебаний, механическая модель для объяснения процессов, происходящих в электрической цепи, гидродинамическая аналогия электрической цепи и др.

Пополнение школьных кабинетов новыми физическими приборами значительно расширило экспериментальную базу преподавания физики. Эти обстоятельства потребовали серьезного изменения содержания практикума по школьному физическому эксперименту в педагогических вузах. С этой целью ученые МГПИ имени В.И. Ленина А.А. Марголис, Н.Е. Парфентьева, И.И. Соколов, С.Е. Каменецкий и другие перерабатывают и дополняют первое издание книги «Практикум по школьному физическому эксперименту». В вышедшем в 1968 году втором издании данного пособия, полезном как студентам педагогических вузов, так и школьным учителям физики при постановке различных экспериментов на вновь появившемся в школах оборудовании, дается подробное описание устройства и методики использования этих новых приборов: зеркального гальванометра, универсального усилителя к демонстрационному гальванометру, демонстрационного термометра на термосопротивлении и др.

Рассматривая вопросы методики преподавания физики в средней школе, К.Н. Елизаров отмечает: «Учитывая, что восьмилетняя школа представляет собой некоторую законченную ступень не только в смысле круга теоретических знаний, практических умений и навыков, но и навыков самостоятельной работы, целесообразно было бы введение физических практикумов и в восьмилетней школе» [129, с.147]. Следуя этой идее, С.Я. Шамаш в пособии «Физический практикум в восьмилетней школе» (1964) разрабатывает практические работы, проводимые в форме физического практикума, в рамках самостоятельного эксперимента при изучении физики в 7—8 классах, дает их описание, оборудование, организацию и методику проведения. Данные экспериментальные работы, по мнению автора, должны завершать тему или раздел программы с целью закрепления и углубления изученных закономерностей и понятий и придания им политехнической направленности.

Новая школьная программа требовала пересмотра методики и техники осуществления школьного физического эксперимента на ограниченном комплекте оборудования, простом и доступном советской восьмилетней школе. В 1969 году В.А. Буров, Б.С. Зворы-

кин, А.А. Покровский, И.М. Румянцев разрабатывают «Фронтальные лабораторные занятия по физике в восьмилетней школе», а годом позже при участии А.Г. Дубова «Демонстрационные опыты по физике в 7—8 классах средней школы», где помимо описаний экспериментов приведены краткие аннотации кинофильмов, кинофрагментов и кольцовок, содержащих те объекты, которые по разным причинам не могут быть показаны в школе, но имеют важное фундаментальное значение в системе эксперимента. Сюда относятся мультипликации, раскрывающие наглядно суть тех или иных явлений и процессов, опыты, требующие оборудования, недоступного для школы, экскурсии на промышленные объекты, демонстрации, связанные с физикой технических применений. Кабинеты физики начали комплектовать киноустановками, диапроекторами, магнитофонами, проигрывателями и телевизорами.

В середине 70-х годов центральное телевидение вводит показ учебных программ. Это время характеризуется комплексным подходом к созданию и использованию учебного оборудования, согласно которому все учебные приборы должны соответствовать друг другу и основному оборудованию помещения. Благодаря созданной системе, сравнительно небольшое число приборов обеспечивало максимальные педагогические возможности их применения. Для демонстрационного эксперимента появляется ряд новых, не имевших аналогов приборов, таких, как электронные осциллографы, секундомеры, стробоскопы, солнечные батареи, звуковые генераторы и др. Их применение выводит демонстрационный эксперимент на качественно новый уровень, делая его более наглядным и точным. Широкое распространение получают эпидиаскопы и графопроекторы (кодоскопы) для проецирования на экран различных изображений, записей и рисунков.

В 1970—1980-е годы выходит ряд инструктивных документов, отражающих преимущества обучения в условиях предметного кабинета, а также проводятся научно-практические конференции, посвященные вопросам обучения в условиях кабинетной системы, которая начинает развиваться в различных регионах страны и за рубежом. Положительные стороны кабинетной системы обучения определяются психологическими и физиологическими закономерностями, характерными для умственной и физической деятельности: непригодность рабочего места учащегося, несоответствующая мебель, отсутствие должного освещения затрудняют восприятие и усвоение им учебного материала, снижают интерес к

предмету и обучению в целом, замедляют темп работы, увеличивают количество ошибок, вызывают излишнюю раздражительность. Кабинетная система способствовала повышению качества учебного процесса за счет наиболее эффективного использования учебного оборудования и технических средств обучения.

В это же время в практику школ внедряются различные подходы к организации школьного эксперимента на уроках физики. Один из вариантов предложили в своей книге «Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента», вышедшей в 1984 году, Л.И. Анциферов и И.М. Пищиков. Авторы этого пособия рассматривают различные приемы выполнения фронтальных лабораторных работ учащимися: иллюстративный, эвристический, исследовательский (причем при выполнении фронтальных работ исследовательским методом возможен как индивидуальный, так и коллективный поиск решения поставленной проблемы).

Сегодня трудности в организации экспериментальной деятельности учащихся в условиях дифференцированного обучения связаны с тем, что для разнообразных по профилю классов в школе чаще всего имеется одно и то же типовое оборудование кабинета физики. В условиях массовой средней школы за один учебный день физический кабинет посещают от шести до двенадцати классов, что значительно осложняет проведение школьного физического эксперимента, тем более вариативного.

В виду того, что многие лабораторные работы в практику обучения вошли в 50-е годы XX столетия благодаря огромной работе А.А. Покровского и Б.С. Зворыкина [130], создавших комплект приборов для проведения этих работ и наладивших их выпуск Главучтехприбором, многие из имеющихся в школе приборов уже вышли из строя или технически устарели. Проведение экспериментов требует наличия современного оборудования, которое присутствует далеко не во всех учебных заведениях, исправных измерительных приборов и соответствующих источников питания, которых часто нет в нужном количестве.

По мнению В.Г. Разумовского, одна из причин снижения качества знаний учащихся по физике — это прекращение снабжения школьных кабинетов физики необходимыми приборами и оборудованием [105, с. 13]. Раньше учителю предписывалось отводить на лабораторные работы 15—16 % учебного времени, теперь об этом требовании никто не вспоминает. Более того, экспериментальная подготовка абитуриентов, поступающих в вузы, остается невосстре-

бованной. Между тем «меловой метод» обучения прямо сказался на результатах последнего международного исследования уровня подготовки школьников. Самый низкий процент успеваемости приходится как раз на те разделы курса физики, которые усвоить без наблюдения явлений и эксперимента невозможно, например, раздел «Природа электрического тока» усвоили только 24 % учащихся. Кстати, в американской школе пересмотр содержания и методов обучения физике произошел еще в 60-е годы прошлого столетия под девизом «Развитие силы и восприимчивости ума», выдвинутым американским психологом Дж. Брунером. «Мы учим не для того, чтобы произвести на свет маленькие живые библиотеки, а для того, чтобы научить ученика принимать участие в добывании знаний» [106, с. 145].

## ГЛАВА 3

---

---

### ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

#### 3.1. Традиционная методика школьного физического эксперимента

Школьный физический эксперимент традиционно делится на следующие виды:

- демонстрационный эксперимент;
- фронтальные лабораторные работы;
- физический практикум;
- экспериментальные задачи и внеклассные опыты учащихся.

Кроме общих задач, разрешаемых всеми видами школьного эксперимента и содействующих более глубокому изучению законов физики и приобретению учащимися необходимых экспериментальных умений, каждый вид имеет свою особенность, свое более узкое целевое назначение. Наиболее обширным видом школьного эксперимента является демонстрация опытов.

Большинство физических явлений, понятий и закономерностей не может быть усвоено учащимися без тщательно разработанной системы опытов, отвечающих требованиям методики и техники демонстрирования. Демонстрационный эксперимент не может быть подменен примерами из жизненных наблюдений учащихся. Эти наблюдения, во-первых, у разных учеников неодинаковы, поэтому не могут служить основой для формирования нового знания. Во-вторых, явления, наблюдаемые в природе, проходят в сложной за-

висимости с другими процессами. Демонстрационные же опыты воспроизводят эти явления с минимальным числом побочных факторов, благодаря чему и учащиеся имеют возможность непосредственно наблюдать их существенные стороны. Проводимые опыты оставляют в памяти учащихся наиболее яркие впечатления об изученном материале, помогают подметить ранее ускользавшие от внимания черты и свойства рассматриваемых объектов, что повышает интерес школьников к изучаемому предмету. Помимо важной роли демонстрационных опытов в усвоении содержания учебного материала, они имеют большое значение в выработке у учащихся необходимых экспериментальных умений и навыков. В процессе восприятия у школьников развиваются наблюдательские способности, они учатся обрабатывать результаты, знакомятся с физическими приборами, сущностью экспериментального метода, присущего физике, его ролью в научных исследованиях. Все это способствует формированию научного мировоззрения, подготовке к самостоятельным экспериментальным работам.

Демонстрационный эксперимент выполняется преимущественно учителем и предназначен для одновременного восприятия всеми учащимися класса. Целевое назначение демонстраций различно и зависит от темы и задач урока. В одних случаях демонстрации предназначены для воссоздания представления о физических явлениях, в других — для установления определенных физических свойств тел и иллюстрации справедливости отдельных физических законов, в-третьих — для установления принципа действия технических установок, физической сущности технологических процессов и явлений быденной жизни. Особое место занимают демонстрационные опыты, на основе которых формируются фундаментальные физические понятия и раскрывается сущность основополагающих законов.

Методика демонстрационного эксперимента решает вопрос оптимального выполнения опыта, подготовленного и отработанного в техническом отношении, то есть, другими словами, выясняет, как с минимальной затратой времени на демонстрацию опыта и опорой на дидактические принципы добиться его максимального воздействия на учащихся.

Одно из главных методических требований состоит в том, чтобы каждая демонстрация была органически связана с излагаемым учебным материалом. Для осуществления такой связи она не должна быть слишком длительной, именно поэтому подавляющее

число демонстраций носит качественный характер. Необходимость любой демонстрации должна быть мотивирована. При эвристическом методе ведения урока в большинстве случаев беседа преподавателя должна привести к постановке вопроса, ответ на который дает намеченный опыт. В некоторых случаях демонстрация предшествует постановке перед учащимися определенной проблемы, которая будет разрешаться в ходе урока. Этот методический прием, активизирующий мыслительную деятельность учащихся, в последнее время получает все более широкое распространение в практике работы учителей. Нередко, когда раскрывается сущность различных физических закономерностей, демонстрационный эксперимент ставят после теоретического разъяснения. В этом случае он выступает как качественная иллюстрация изложенной закономерности. Иногда целесообразно на уроке показывать один опыт дважды: перед началом урока в целях постановки перед учащимися определенной проблемы и после объяснения учителем данного явления или процесса.

Физические приборы и опыты являются лишь внешними раздражителями и воздействуют на первую сигнальную систему учащихся. Представления о предметах и явлениях внешнего мира, получаемые школьниками при наблюдении опытов, должны быть доведены до обобщений. Это можно осуществить с помощью второй сигнальной системы, используя речь. Таким образом, психологической основой демонстрационного эксперимента должна являться взаимосвязь первой и второй сигнальных систем, выражающаяся в сочетании наглядности со словом учителя.

Важным требованием к демонстрационному эксперименту является научная достоверность. Из всех подходящих по содержанию вариантов опытов следует выбирать те, которые сопровождаются наименьшим числом побочных факторов, неизбежных при всяком эксперименте. Результат демонстрации должен быть однозначно истолкован исследуемым явлением и не вызывать никаких сомнений.

Демонстрационные опыты должны быть предельно убедительными, отчетливыми и ясными. Это во многом определяется техникой постановки демонстраций. Чтобы учащиеся могли оценить результат опыта, необходимо четко зафиксировать его цель. Для этого преподаватель чаще всего с помощью рисунка, изображенного на доске, а в случае сложной демонстрации с помощью диапозитива или плаката объясняет принципиальную схему со-



бранной установки, а затем от принципиальной схемы переходит к разъяснению собранной установки на демонстрационном столе, раскрывает методику опыта и сообщает учащимся, на чем следует зафиксировать внимание. Лишь после этой подготовительной работы проводится намеченный опыт, при этом не следует говорить школьникам о результате демонстрационного опыта до его осуществления, поскольку невыполнение этого требования снижает внимание обучаемых. После проведенной демонстрации преподаватель выслушивает ответы нескольких учащихся по объяснению увиденного. Искусство учителя состоит в том, чтобы постановкой заранее подготовленных вопросов подвести учащихся к правильным выводам. В заключение учитель сам формулирует вывод, принятый в учебной литературе.

Если демонстрация несложная, то установка должна собираться непосредственно на уроке, только в крайних случаях, требующих длительного ее налаживания, можно часть приборов или установку в целом демонстрировать в заранее собранном виде. Если опыт сложный, то его следует расчленить и демонстрировать по частям. Надо всегда иметь в виду, что при проведении различных опытов преподаватель может использовать лишь те приборы, принцип работы которых учащимся уже известен. При использовании отдельных приборов, устройство которых учащимся неизвестно, следует предварительно объяснить принцип их работы. Если рассматривается новое физическое явление, например электромагнитная индукция, то понять его сущность сложно при демонстрации единичного опыта. В таких случаях следует показать несколько опытов, по возможности на различных установках. Вместе с этим нельзя перегружать урок большим числом демонстраций и превращать его в развлекательное мероприятие. Для того чтобы задействовать различные виды памяти учащихся, они должны не только внимательно следить за проведением демонстрационных опытов, но и фиксировать в своих тетрадях название эксперимента, зарисовывать схемы экспериментальных учебных установок и записывать выводы.

Техника демонстрирования должна обеспечивать максимальный эффект опыта, его наилучшее восприятие и соблюдение правил безопасности. Осуществление этих требований зависит от профессиональной компетентности преподавателя и качества эксплуатируемых физических приборов. Надежность определяет успех эксперимента во время демонстрации и обеспечивается тщатель-

ной предварительной подготовкой. Нарушение требования надежности чаще всего связано с неисправностью приборов или принадлежностей, плохой подготовкой элементов установки, нарушением эксплуатационных режимов. Демонстрационные приборы должны быть достаточных размеров для лучшей их видимости, просты по идее, несложны по конструкции и красиво оформлены. Наглядность преподавания требует, чтобы в демонстрационных приборах были видны все главнейшие детали и монтажная схема. Для этого используют открытые механизмы, прозрачные передние панели, цветные провода и прочее. В практике работы преподавателю физики приходится часто пользоваться самодельными приборами, которые также должны удовлетворять вышеперечисленным требованиям. Успешность многих демонстраций, например по электростатике, независимо от общих факторов определяется дополнительными особенностями, которыми в данном случае являются влажность воздуха в классном помещении и состояние изолирующих частей электростатических приборов.

Качество демонстраций во многом зависит от интенсивности физического эффекта. Если эффект слабый, то приходится использовать различные приемы для усиления его интенсивности.

Педагогическую ценность имеют лишь те демонстрации, которые не только эффективны в техническом отношении, но и отчетливо видны школьникам со всех мест класса. Для этого используются следующие приемы и средства:

1. На демонстрационном столе должна находиться лишь одна установка, которая используется в данный момент; все остальные, даже необходимые для одного и того же урока, желательно временно убрать.

2. Отдельные части установки следует размещать на различных высотах, чтобы одни части не загораживали другие и чтобы учащиеся могли видеть всю установку в целом.

3. Для усиления освещенности демонстрируемой установки следует использовать дополнительную подсветку (если же демонстрируется световое явление, то его надо показывать при затемнении).

4. При демонстрации явлений, происходящих в одной плоскости (например, при демонстрации вращательного или колебательного движения), нужно добиться, чтобы плоскость, в которой происходит движение, была перпендикулярна лучу зрения учащихся, сидящих в середине класса.

5. При демонстрации физических явлений, непосредственно не воспринимаемых органами чувств (электрические и магнитные поля, невидимые лучи, изменение химического состава вещества, плотности и т. д.), следует широко применять индикаторы.

6. Необходимо использовать различные фоновые экраны: темные, светлые, просвечивающие.

7. При демонстрации явлений, происходящих в бесцветных средах, например в бесцветных жидкостях, последние подвергаются окрашиванию.

8. Для лучшей видимости демонстрируемых приборов или установки в целом, имеющих горизонтальное положение, пользуются большим плоским зеркалом, поставленным под углом  $45^\circ$  к поверхности прибора.

9. При вращении прибора в горизонтальной плоскости, например стрелки, на различные его части следует наклеивать вертикально прикрепленные разноцветные легкие флажки.

10. При демонстрации опытов происходящие изменения положения тел или изменения их уровней, высот, объемов, длин можно отмечать резиновыми кольцами, наклеенными указателями, приставленными крупными шкалами и фиксаторами.

11. Для обеспечения хорошей видимости, в тех случаях, когда ни одно из вышеперечисленных средств не дает нужного эффекта применяют световое, теневое, стробоскопическое проецирование. При этом следует помнить, что с точки зрения психологии обучения непосредственное наблюдение явления на приборах предпочтительнее всех видов проецирования.

Темп проведения опыта должен соответствовать темпу устного изложения материала и скорости его восприятия учащимися. Демонстрировать опыт нужно не очень быстро, чтобы учащиеся успели рассмотреть его, но и не слишком медленно, чтобы не было разрыва с рассказом учителя. Желательно повторять быстро протекающие опыты для лучшего усвоения их учащимися. Неоправданно длительная демонстрация опыта притупляет интерес к наблюдаемому явлению, ведет к потере времени и нарушает соответствие темпа изложения темпу восприятия.

Важным условием, способствующим наилучшему восприятию демонстрационных опытов, считается выразительность. Для ее обеспечения в первую очередь требуются наиболее простые по конструкции приборы, соответствующие индивидуальным психологическим особенностям учащихся, уровню их мышления, объему

знаний и навыков по физике, их эмоциональной восприимчивости. Необходима постановка опыта с повышенной интенсивностью демонстрируемого явления и соответствующим сопровождением рисунками, графиками, таблицами и различными иллюстрациями, обеспечивающими определенную эстетику. Внешний вид демонстрационных приборов, используемых подставок, соединительных проводов должен воспитывать у учащихся аккуратность и дисциплинированность. Учитель всегда должен помнить, что хорошая видимость, выразительность опытов, их эстетика усиливают восприятие наблюдаемых явлений, вызывают положительные эмоции, способствуют созданию прочных связей в коре головного мозга и надолго запоминаются.

При постановке всех физических опытов следует соблюдать правила техники безопасности как учителю, так и учащимся. Неаккуратность, невнимательность, недостаточное знакомство с приборами, свойствами веществ и правилами техники безопасности могут повлечь за собой несчастные случаи.

Фронтальные лабораторные занятия содействуют более глубокому усвоению курса физики. Кроме того, они дают возможность учащимся приобрести практические умения и навыки в обращении с простейшими физическими приборами, в измерении различных физических величин, развивают наблюдательность и интерес к явлениям природы. Лабораторные работы в курсе физики имеют большое образовательное и воспитательное значение. При их выполнении учащиеся самостоятельно изучают физические явления и законы, пользуясь доступными им приборами. В процессе проведения опытов школьники убеждаются в объективности физических законов и получают представление о методах, применяемых в научных исследованиях по физике.

Существуют такие физические явления, которые можно воспроизвести как в демонстрациях, так и в лабораторных работах. При этом следует иметь в виду, что как бы ни была тщательно поставлена и проведена демонстрация, все же отдельные ее звенья для многих наблюдателей могут выпасть из внимания.

При самостоятельной лабораторной работе, проводимой в соответствии с определенной методикой, создается гораздо больше впечатлений, позволяющих довести понимание физического явления до полной ясности. Еще большее значение приобретают лабораторные занятия при рассмотрении в курсе физики таких вопросов, которые невозможно сопровождать демонстрациями. Так, «проверку»

большинства физических законов с количественной стороны, измерение некоторых физических постоянных можно осуществить только во время лабораторных работ.

Следует отметить, что лабораторные работы содействуют повышению понимания демонстрационного эксперимента. Учащиеся, проходя лабораторную практику, приобретают своего рода «грамотность», позволяющую им увереннее следить за опытами учителя, не относиться к ним как к «фокусам», которые всецело зависят от ловкости и умения экспериментатора. Вместе с тем у учащихся создаются самостоятельные суждения об окружающих явлениях, на которые они смотрят уже своими глазами, а не сквозь призму чужих слов. Наилучший педагогический эффект достигается при разумном сочетании демонстраций и лабораторных работ учащихся.

На лабораторных занятиях может осуществляться решение следующих учебных задач:

- опытная проверка (подтверждение справедливости) изучаемых законов (проверка условия равновесия рычага, проверка закона Ома для участка цепи и др.);

- знакомство с методами измерения физических величин (определение сопротивления проводников, мощности потребляемого электрической лампочкой тока и др.);

- изучение связей между физическими величинами и установление закономерностей явлений (изучение зависимости силы тока от сопротивления цепи и от числа параллельно подключенных потребителей и др.);

- привитие умений пользоваться измерительными приборами: динамометром, весами, манометрами различных видов, амперметром, вольтметром;

- выработка умения читать электрические схемы и собирать на их основе необходимые экспериментальные установки;

- развитие у учащихся конструкторских способностей и технической смекалки;

- изучение устройства и принципа действия физических приборов.

Наряду с этими задачами в каждой экспериментальной лабораторно-практической работе решаются такие задачи, как формирование умений пользоваться лабораторным оборудованием общего назначения, штативами, источниками тепла, электрического тока, химической посудой и пр.

На фронтальных лабораторных занятиях все учащиеся класса одновременно выполняют одну и ту же работу на одинаковом оборудовании. Фронтальные лабораторные работы могут быть длительными, рассчитанными на целый урок, и кратковременными (5—10 минут). Занимая немного времени на уроке, такие работы значительно повышают эффективность преподавания физики. Вместе с тем они подготавливают учащихся к более сложным работам и увеличивают количество упражнений с приборами, столь необходимых для формирования практических навыков. Педагогическая ценность фронтальных лабораторных работ заключается в том, что их проводят в органической связи с изучаемым программным материалом на протяжении всего учебного года, а наличие общей темы облегчает руководство работой учащихся на уроке. Время постановки той или иной работы, ее место в учебном процессе определяются прежде всего задачами, которые ставят перед лабораторной работой.

В некоторых случаях целесообразно изучение темы урока начинать с выполнения лабораторной работы, в результате которой учащиеся подводят к выводу или формулировке закона. В этом случае объяснение нового материала, например по теме «Плавление кристаллических тел», строят на основе результата лабораторной работы. В других случаях лабораторные работы проводят с целью углубления и закрепления того, что изучено учащимися. Иногда полезно лабораторные работы ставить в форме задач. Так, лабораторную работу «Определение мощности, потребляемой электрической лампочкой» целесообразно поставить в виде контрольной задачи, завершающей изучение соответствующей темы. Наконец, часть работ проводят с целью повторения материала ряда пройденных тем.

Для успешного проведения лабораторных работ в физическом кабинете необходимо иметь в нужном количестве комплектов типового лабораторного оборудования (один комплект на 1—2 учащихся). Только при этом условии уровень проведения лабораторных занятий будет высоким и учащиеся почувствуют удовлетворение от их выполнения. Наряду с промышленным оборудованием в ряде работ можно использовать самодельное. Разумеется, самодельные приборы по физике должны быть изготовлены так, чтобы они удовлетворяли всем основным методическим требованиям (хорошее внешнее оформление, надежность и удобство в работе, простота конструкции). Недопустимо самодельное изготовление приборов-измерителей (весы, линейки, мензурки). Они должны быть обязательно промышленного изготовления и обеспечивать необходимую точность.

Важную роль играет предварительная подготовка к работе. Чтобы ученики могли уверенно и быстро разобраться в содержании лабораторной работы и выполнять ее качественно, им необходимо хорошо знать теоретический материал, относящийся к этой работе. Поэтому учитель должен заранее планировать повторение соответствующих тем. При подготовке к работам, которые служат для закрепления пройденного, он должен своевременно указать учащимся вопросы, которые им надо повторить самостоятельно, а также решить ряд задач из соответствующих разделов курса физики.

Каждая лабораторная работа требует тщательной подготовки необходимых приборов и материалов. Приборы должны быть подобраны комплектами и тщательно проверены. Целесообразно применение специальных ящиков-укладок для приборов. Укладки делают такими, чтобы в них можно было поместить весь комплект приборов. Отсутствие в комплекте части приборов сразу видно по свободным местам в укладке. Применение упаковок облегчает раздачу приборов перед работой и сбор их по ее окончании. В большинстве случаев приборы не следует выставлять на столы учащихся до непосредственного выполнения работы, чтобы не отвлекать внимание учащихся при объяснении учителя.

Вначале учащимся рекомендуется ознакомиться по описанию с задачами и порядком выполнения лабораторной работы. Наряду с выполнением работ по описаниям необходимо организовать и такое их проведение, при котором перед учащимися формулируют только цель работы, способы же ее выполнения предлагают определить им самостоятельно.

Урок, посвященный выполнению лабораторной работы, можно строить по-разному, в зависимости от цели и содержания работы. Наиболее распространена следующая схема: вводная беседа; выполнение эксперимента учащимися и обработка результатов измерения; подведение итогов работы.

Вводная беседа имеет целью выявить готовность учащихся к осознанному выполнению лабораторной работы, что достигается проведением фронтального опроса по материалу. Далее формулируются цель работы, обсуждается ход ее выполнения (план), даются краткие указания о правилах обращения с приборами и материалами, сообщаются требования к оформлению отчета. Обращается внимание учащихся на правила и точность измерений физических величин, на возможные ошибки и способы их предупреждения, указываются меры предосторожности, которые необходимо соблюдать в

ходе выполнения работы. Такая подготовка к лабораторным работам особенно необходима вначале обучения физике, когда учащиеся еще не имеют достаточных умений и навыков для их выполнения. В дальнейшем во время вводной беседы разъясняются только задачи работы, а порядок ее выполнения учащиеся определяют самостоятельно.

Приступая к выполнению лабораторной работы, учащиеся знакомятся с приборами, проверяют, все ли необходимое имеется на столах. Затем в соответствии с установленным планом самостоятельно проводят необходимые опыты. Лабораторные работы, как правило, имеют количественный характер, то есть связаны не только с наблюдениями определенных физических явлений, но и с измерениями некоторых физических величин. В этом состоит одно из важнейших методических преимуществ лабораторных работ перед демонстрационным экспериментом. В результате выполнения лабораторных работ учащиеся должны хорошо уяснить, что всякое измерение является приближенным, что объясняется качеством измерительной аппаратуры, методом наблюдения, установкой приборов, способом отсчета, экспериментальными навыками учащихся, вычислением искомой величины.

При постановке каждой работы следует обращать внимание школьников на необходимость учета всех факторов в целях достижения лучших результатов измерений. Известно, что правильная работа различных приборов требует определенной их установки. Одни электроизмерительные приборы должны быть расположены горизонтально, другие вертикально. Приборы можно установить в этих положениях приближенно, а можно установить точно с помощью различных инструментов (уровень, отвес). Школьные лабораторные измерительные приборы (амперметры и вольтметры, заключенные в пластмассовый корпус) при работе необходимо располагать так, чтобы вблизи не было тяжелых стальных предметов или магнитов, нельзя устанавливать амперметр рядом с вольтметром, так как при несоблюдении этих условий будет сильно возрастать погрешность измерения. Важным моментом в измерениях является методика наблюдения различных физических явлений, которые по своему характеру бывают самыми различными. В одних случаях это будут наблюдения за показаниями электроизмерительных приборов, в других — наблюдения линий спектров, изменения температуры, давления и т. п. Разрабатываемая методика наблюдений связана с особенностями аппаратуры, применяемой в



измерениях. Так, наблюдая за процессом изменения температуры под влиянием определенных факторов, необходимо продумать, через какие промежутки времени отсчитывать температуру, какое количество отсчетов следует провести, чтобы можно было составить ясное представление о характере переменной величины, сколько требуется времени на один отсчет и т. п.

Важно привить учащимся навыки, связанные с техникой отсчета различных величин на приборах. Так, при измерении температуры при помощи термометров необходимо фиксировать изменение температуры не сразу после помещения термометра в жидкость, а по прошествии некоторого времени, необходимого для прогревания самого прибора. Известно, что во всех стрелочных электроизмерительных приборах стрелка не мгновенно устанавливается на делении, соответствующем данному режиму, а лишь через определенный промежуток времени.

Всякое измерение — это операция, посредством которой устанавливается численное соотношение между измеряемой величиной и заранее выбранной единицей измерения, масштабом или эталоном. В зависимости от формы определения числового значения измеряемой величины различают измерения прямые и косвенные. Прямыми называются такие измерения, результат которых получается непосредственно из самого акта измерения. При прямых измерениях искомое значение той или иной величины определяется путем ее сравнения с соответствующей единицей (мерой) или путем отсчета показаний измерительного прибора, градуированного в установленных единицах. К прямым измерениям относятся измерения длины масштабной линейкой, времени часами, температуры термометром и т. д. Косвенными называются такие измерения, которые получаются на основании прямых измерений нескольких величин, связанных с искомой величиной и некоторым математическим выражением, позволяющим вычислить искомую величину. Результаты измерений заносятся в таблицу. Для повышения точности результатов работы прямые измерения одной и той же величины проводят несколько раз и находят их среднее значение.

Учитель, проходя по рядам, следит за работой учащихся, дает практические указания, в необходимых случаях оказывает индивидуальную помощь. Особое внимание следует обращать на соблюдение правил измерения и умение пользоваться приборами. Если обнаруживается, что многие ученики допускают типичную ошибку, например неправильно включают амперметр или вольтметр, учи-

тель обращает внимание всех учащихся на типичную допущенную ошибку и показывает, как ее исправить. В то же время необходимо приучать учащихся к большей самостоятельности в работе и оценке ее результатов, поэтому нужно избегать излишней опеки.

В заключение работы учащиеся проводят обработку результатов измерений и составляют краткие отчеты в своих тетрадях, которые должны быть тщательно проверены учителем как с точки зрения содержания, так и с точки зрения качества оформления. Все лабораторные работы должны быть оценены. Это повышает ответственность учащихся за их выполнение. Поскольку и выполнение работы, и оформление отчета составляют единый процесс, то за лабораторную работу должна быть выставлена одна общая оценка. При этом необходимо учитывать степень самостоятельности учащихся в работе, умения учеников правильно и точно проводить измерения и вычисления, грамотность оформления отчета, соблюдение правил техники безопасности. Различные неудачи, короткие замыкания, разлитая вода, разбитая посуда, также должны учитываться. Чтобы составить полное представление о работе ученика во время проведения лабораторной работы, учитель отмечает для себя, насколько правильно и умело каждый учащийся организует свое рабочее место, как ориентируется в выборе приборов и оборудования, как собирает установки и производит измерения. Проверив письменные отчеты и сопоставив их содержание и качество выполнения со своими наблюдениями за действиями учащихся на уроке, учитель выставляет оценку за выполнение лабораторной работы в тетрадях учащихся и в классный журнал. В некоторых случаях необходима краткая мотивировка выставленной оценки с указанием ошибок, допущенных учеником при выполнении практической части работы и при составлении письменного отчета. В таких случаях полезно также указать, какой материал необходимо повторить ученику, чтобы в дальнейшем не делать подобных ошибок. Если ученик при выполнении лабораторной работы обнаружил слабые знания, умения и навыки, то ему может быть поставлена неудовлетворительная оценка. После соответствующей подготовки он снова должен проделать эту работу.

После проверки тетрадей учащихся нужно подвести итоги работы, провести краткое обсуждение ее результатов, выявить основные достоинства и недочеты, выяснить причины допущенных ошибок. В работах измерительного характера нельзя считать лучшей ту работу, в которой получен результат, совпадающий с табличным

значением, так как из-за несовершенства школьных приборов, методов измерений, неопытности экспериментаторов такого совпадения чаще всего не происходит. Учитель должен заранее знать предполагаемый результат данной работы и наибольшую допустимую погрешность. Об этом нужно сообщить учащимся при анализе результатов работы. При выполнении некоторых заданий полезно находить средний результат работ, выполненных учащимися всего класса.

В середине прошлого столетия наряду с фронтальными лабораторными работами был введен в программу в старших классах физический практикум. Это было вызвано тем, что фронтальный метод проведения лабораторных работ, несмотря на его положительные стороны, формировал лишь начальные экспериментальные навыки и умения. Он устанавливал тесную связь изучаемого материала с практическими занятиями, позволял ставить лабораторные работы как введение к тому или иному небольшому разделу курса, как иллюстрацию к объяснению учителя, как обобщение уже известного материала и повторение пройденного, приучал учащихся к коллективной работе, когда всякая допущенная ошибка быстро исправлялась указаниями учителя или более успевающего товарища, постепенно воспитывал у учащихся навыки и умения правильного пользования с простейшими физическими приборами. Однако полученные при этом умения и навыки были явно недостаточными для выпускников средних школ. Дело в том, что почти все приборы для фронтальных занятий были слишком просты по своей конструкции. Это было важно, прежде всего, с методической точки зрения, так как освоение устройства самих приборов учащимися не должно было отнимать много времени и отвлекать их внимание от основной задачи — изучения физических явлений и закономерностей. Кроме того, приборы для фронтальных работ должны были быть дешевыми, чтобы школа могла приобрести их в необходимом количестве. Отсюда следовало, что практические умения и навыки, приобретенные при работе с такими простейшими приборами, являлись элементарными, требующими дальнейшего развития и углубления. Возникла необходимость ознакомления учащихся с теми методами измерений, которыми пользовались на производстве, в научных лабораториях, медицине, сельском хозяйстве и т.д. Помимо этого, у учащихся старших классов необходимо было развивать умения самостоятельно собирать более сложные установки и проводить эксперименты с ними, пользуясь соответствующей литературой.

Физический практикум проводится преимущественно в конце учебного года или полугодия и позволяет расширить практические умения и навыки учащихся. Постановка более широких экспериментальных работ, связанных с определенным разделом физики или с углубленным изучением какого-либо явления, предоставляет учащимся возможность приобрести разносторонние экспериментальные умения и навыки на более сложной физической аппаратуре, способствует развитию большей самостоятельности учащихся, знакомит их с методами измерений, используемых в современной физике. Различные группы учащихся выполняют разные работы, для выполнения которых требуется больше времени. Физический практикум требует хорошей практической подготовки, поэтому его целесообразно ставить тогда, когда ученики уже овладели навыками самостоятельной работы, научились пользоваться разнообразными приборами, таблицами и справочниками.

При постановке физического практикума требуется большая подготовительная работа учителя, чем при постановке фронтальных работ, так как экспериментальные работы практикума гораздо шире по объему и труднее по содержанию. Подготовительная работа к ним выполняется в следующей последовательности:

- уточнение тематики экспериментальных работ по отдельным классам;
- выбор методики проведения отдельных экспериментальных работ;
- комплектование работ приборами, принадлежностями и материалами;
- выявление особенностей действия приборов и установок по отдельным работам;
- исследование выбранной методики проведения эксперимента;
- составление письменной инструкции для учащихся с учетом проведенного предварительного исследования или указаний к печатным руководствам;
- окончательная регулировка приборов и установка их на рабочие места.

Тематика работ физического практикума должна дополнять фронтальные лабораторные работы. Практикум должен представлять логическое завершение работы по систематизации знаний, совершенствованию практических умений и навыков учащихся. Поэтому лучшей подготовкой к нему считается своевременное, прово-

димое при изложении учебного материала знакомство учащихся с приборами и содержанием теоретического материала, составляющего основу работ.

Необходимо специальное вводное занятие, на котором следует рассказать о работах практикума, их кратком содержании, выставить на демонстрационном столе основное оборудование, познакомить с принципом его работы и предупредить возможные затруднения, объяснить, как работать с инструкциями и составлять отчеты. Здесь же сообщаются правила техники безопасности, говорится о необходимости поддерживать полный порядок на рабочем месте и о его уборке после занятия. Повторяются правила записи результатов измерений, округления полученных результатов и расчета погрешностей. Перед началом работ в физическом кабинете следует вывесить график работ с указанием домашнего задания к ним, чтобы каждый ученик знал, что он должен сделать к очередной работе. Рядом с графиком желательно вывесить образец отчета, который должен содержать схему экспериментальной учебной установки, описание порядка выполнения опыта, результаты наблюдений и измерений, оформленные соответствующим образом, полученные выводы.

Опыт работы школ показывает, что учащиеся старших классов с большим желанием и интересом оказывают учителям посильную помощь в подготовке работ физического практикума.

Внеклассные опыты учащихся представляют собой особый вид домашних заданий, при выполнении которых используются предметы домашнего обихода, самодельные приборы, проводятся наблюдения и простейшие эксперименты.

Домашние экспериментальные занятия помогают учащимся увидеть проявление изучаемых физических законов в окружающей жизни, тем самым способствуя связи теории с практикой, развитию наблюдательности, приобретению практических умений и навыков.

Если учитывать обеспечение учащихся необходимыми для выполнения работ приборами, то домашние экспериментальные опыты можно разделить на три основных вида:

- опыты, в которых учащиеся пользуются предметами домашнего обихода и подручными материалами;
- опыты, в которых учащиеся экспериментируют с самодельными приборами;
- опыты, выполняемые на приборах, выпускаемых промышленностью.

Наиболее просто организовать работы первого вида. Однако более ценны как раз два других вида работ. Изготовление простейших самодельных приборов давно практикуется в школах и по ним накоплен большой опыт.

Чрезвычайно полезно, чтобы учащиеся имели дома набор простейших физических приборов и подсобных материалов. Создание такого набора хотя и представляет трудности, но при желании учащихся и помощи родителей каждый ученик может иметь дома в своей лаборатории самодельную проградуированную мензурку, динамометр, резиновые и стеклянные трубки, магниты с железными опилками, магнитную стрелку, соединительные провода и другие подсобные материалы.

Чтобы задания в полной мере приносили пользу, нужно требовать от учащихся, чтобы результаты домашних экспериментов были отражены в их рабочих тетрадях в виде кратких отчетов. Необходимо проверять в классе выводы из домашних наблюдений, обсуждать и анализировать их.

Для учителей имеются специальные пособия по домашнему экспериментированию учащихся. Многие задания экспериментального характера включены в учебники. Все это создает благоприятные условия для более широкого распространения таких экспериментов.

### **3.2. Физический эксперимент в основной школе**

Современное содержание курса физики основной школы является логически завершенным, содержит материал из всех разделов физики и учитывает знания, полученные учащимися на предшествующих этапах, в том числе при изучении предметов «Окружающий мир», «Природоведение», «География», «Биология». В соответствии с идеей генерализации все содержание курса пронизано такими фундаментальными понятиями, как энергия, взаимодействие, вещество, поле. Программа физики основной школы предполагает осмысление связи развития физики с развитием общества, касается мировоззренческих, нравственных и экологических проблем.

За время обучения учащиеся должны овладеть умениями проводить наблюдения природных явлений, пользоваться простыми измерительными приборами, представлять результаты в виде таблиц, графиков, диаграмм, описывать и обобщать их, выявлять

на основе эмпирических зависимостей необходимые знания для объяснения разнообразных природных явлений и процессов, познакомиться с принципом действия важнейших технических устройств, необходимых для решения практических задач повседневной жизни [118].

Сегодня недостаточно передать учащемуся ту или иную сумму знаний и умений, предусмотренных содержанием образования. Модернизация системы образования экстенсивным способом, основанном только на расширении программ, бесперспективна. Необходимо такое обновление содержания образования, которое ориентирует учителя на использование современных технологий обучения, призванных обеспечить каждому учащемуся достижение такого индивидуального уровня развития, который максимально полно соответствует его возможностям и потребностям.

В процессе преподавания физики самостоятельность и инициативность учащихся наиболее полно проявляется при выполнении разнообразных экспериментальных работ. Необходимо не только совершенствовать уже имеющиеся формы эксперимента, но и разрабатывать новые, которые в большей степени способствовали бы активизации учащихся.

Обучение должно позволить каждому школьнику самостоятельно находить и извлекать необходимую информацию из разнообразных источников, включая эксперимент, формировать творческие умения и критическое отношение к полученным результатам.

Учебная информация, полученная из различных экспериментов в основной школе, должна актуализировать жизненный опыт учащихся, позволять сравнивать знания, полученные в быту, с научными знаниями, уточнять, расширять и проводить коррекцию этих знаний, ориентировать обучаемых на новое уточненное применение этих знаний в жизни и приводить их в соответствие с современной естественнонаучной картиной мира.

В 60-е годы прошлого столетия на все виды лабораторных работ в основной школе отводилось 20 % учебного времени [109].

В основной школе в той или иной степени применяются следующие виды школьного эксперимента: демонстрации, фронтальные лабораторные работы, экспериментальные задачи и внеклассные опыты учащихся. Современная программа не предусматривает выполнение в основной школе работ физического практикума, который в отличие от фронтальных работ формирует не только простейшие экспериментальные умения и навыки, но и более

сложные, требующие большей самостоятельности и позволяющие учащимся знакомиться с методами и техникой, применяемой в научных исследованиях.

Демонстрационный эксперимент в основной школе необходим для ознакомления учащихся с качественной стороной изучаемых явлений, процессов и закономерностей, с устройством и действием приборов и установок. Он помогает накоплению фактов для построения абстрактных моделей (материальная точка, идеальный газ, точечный заряд, луч света), которые составляют основу теории и служат для проверки справедливости теоретических выводов. Здесь учащиеся впервые получают представление об искусственно созданных моделях, имеющих некоторое сходство с рассматриваемым объектом и служащим для его изучения. С.Е. Каменецкий и Н.А. Солодухин считают, что с моделями всех типов учащихся необходимо знакомить с самого начала обучения физике, но особое внимание следует уделять тем моделям, которые непосредственно связаны с демонстрационным экспериментом [61].

Учащиеся основной школы, наблюдая, обсуждая и вникая в суть демонстраций, видя и мысленно повторяя действия учителя, получают первоначальные экспериментальные умения, учатся устанавливать причинно-следственные связи, излагать изученный материал с использованием специальных терминов, делать зарисовки опытных установок, анализировать взаимосвязи между величинами, характеризующими наблюдаемое явление.

На данном уровне изучения физики вырабатываются навыки аккуратного обращения с физическими приборами, организованность и целенаправленность в проведении экспериментальных исследований, способности индукции и дедукции. Постепенно на основе проделанных опытов учащиеся должны научиться систематизировать изученный материал, делать обобщения, записывать в математической форме выявленные зависимости и законы, приводить примеры и доказательства существования в природе однозначных причинно-следственных связей, понимать условия и границы справедливости тех или иных физических закономерностей (условия дифракции света). Далее самостоятельность обучаемых должна проявляться в умении выдвигать и проверять гипотезы на основе эксперимента, анализировать полученные формулы, графики, схемы, связывать вопросы физики с другими науками.

Тематическое и поурочное планирование к учебникам А.В. Перышкина (2 часа в неделю) практически на каждом уроке пред-



полагает проведение демонстрационных опытов. В методических рекомендациях к демонстрациям содержатся указания по использованию имеющегося оборудования, предлагаются возможные варианты его замены, иллюстрируются рисунки, сопровождающие эксперименты, сообщается последовательность выполнения опытов, предполагаются возможные затруднения и даются способы их преодоления [136, 137, 138]. Согласно данному планированию в седьмом классе выполняется 10 фронтальных лабораторных работ, в восьмом — 10 и в девятом — 4 (всего 24 работы).

#### *7 класс*

1. Определение цены деления измерительного прибора.
2. Измерение размеров малых тел.
3. Измерение массы тела на рычажных весах.
4. Измерение объема тела.
5. Определение плотности вещества твердого тела.
6. Градуирование пружины и измерение сил динамометром.
7. Определение выталкивающей силы, действующей на тело.
8. Выяснение условий плавания тела в жидкости.
9. Выяснение условия равновесия рычага.
10. Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости.

#### *8 класс*

11. Исследование температуры остывающей воды.
12. Сравнение количества теплоты при смешивании воды разной температуры.
13. Измерение удельной теплоемкости твердого льда.
14. Сборка электрической цепи, измерение силы тока на различных участках.
15. Измерение напряжения на различных участках цепи.
16. Регулирование силы тока реостатом.
17. Измерение мощности и работы тока в электрической лампе.
18. Сборка электромагнита и испытание его действия.
19. Изучение электрического двигателя постоянного тока.
20. Получение изображения при помощи линзы.

#### *9 класс*

21. Исследование равноускоренного движения без начальной скорости.
22. Исследование свободного падения.

23. Исследование периода и частоты свободных колебаний маятника.

24. Исследование явления электромагнитной индукции.

Фронтальные лабораторные работы необходимы для проверки справедливости теоретических следствий и накопления фактов для новых обобщений. Они позволяют учащимся конкретизировать ранее полученные теоретические сведения, совершенствовать и развивать имеющиеся знания, рассматривая их с количественной стороны. При выполнении данных работ приобретаются первоначальные умения при работе с физическими приборами и другой аппаратурой.

В основу современного курса физики основной школы положена идея вариативности, позволяющая выбирать учащимся собственную «траекторию» изучения курса. Для этого в программе предусмотрено осуществление уровневой дифференциации изучения материала: обычный, соответствующий образовательному стандарту, и повышенный. Перечень фронтальных экспериментов также включает работы, обязательные для всех, и работы, выполняемые учащимися, изучающими курс повышенного уровня. При этом предполагается, что повышенный уровень включает материал основного (базового) уровня и дополнительные вопросы.

Программа основного общего образования по физике (7—9 классы) Н.С. Пурышевой и Н.Е. Важеевской предусматривает выполнение 62 фронтальных работ на основном уровне и 22 на повышенном. Ниже приводится тематика данных работ [118].

### *Основной уровень*

#### *7 класс*

1. Измерение размеров тела, объема жидкости, температуры жидкости.
2. Измерение времени.
3. Измерение размеров малых тел.
4. Изучение равномерного движения.
5. Измерение массы тела.
6. Измерение плотности вещества.
7. Градуировка динамометра и измерение сил.
8. Измерение коэффициента трения скольжения.
9. Изучение условия равновесия рычага.
10. Измерение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости.

11. Наблюдение колебаний звучащих тел.
12. Исследование периода колебаний груза, подвешенного на нити, от ее длины.
13. Наблюдение зависимости громкости звука от амплитуды колебаний.
14. Наблюдение прямолинейного распространения света.
15. Наблюдение образования тени и полутени.
16. Изучение явления отражения света.
17. Исследование изображения в плоском зеркале преломления света.
18. Изучение изображения, даваемого линзой.
19. Измерение фокусного расстояния и оптической силы линзы.

#### *8 класс*

1. Наблюдение делимости вещества.
2. Наблюдение явления диффузии в газах и жидкостях.
3. Наблюдение зависимости скорости диффузии от температуры.
4. Измерение выталкивающей силы.
5. Изучение условия плавания тел.
6. Изучение видов деформации твердых тел.
7. Наблюдение теплопроводности воды и воздуха.
8. Наблюдение конвекции в воде.
9. Сравнение количества теплоты при смешивании воды разной температуры.
10. Измерение удельной теплоемкости вещества.
11. Наблюдение процессов плавления и отвердевания.
12. Измерение удельной теплоты плавления льда.
13. Исследование скорости испарения жидкости от различных параметров.
14. Измерение влажности воздуха.
15. Изучение зависимости давления газа данной массы от объема.
16. Изучение зависимости объема газа данной массы от температуры.
17. Наблюдение электризации тел и взаимодействия наэлектризованных тел.
18. Изготовление простейшего электроскопа.
19. Сборка электрической цепи.
20. Измерение силы тока в цепи.

21. Измерение напряжения на участке цепи.
22. Измерение сопротивления проводника амперметром и вольтметром.
23. Изучение последовательного соединения проводников.
24. Изучение параллельного соединения проводников.
25. Реостат. Регулирование силы тока в цепи.

#### *9 класс*

1. Исследование равноускоренного движения.
2. Изучение второго закона Ньютона.
3. Изучение третьего закона Ньютона.
4. Исследование зависимости силы упругости от деформации.
5. Исследование зависимости силы трения от силы нормального давления.
6. Измерение механической работы и механической мощности.
7. Изучение колебаний математического маятника.
8. Изучение колебаний груза на пружине.
9. Изучение магнитного поля постоянных магнитов.
10. Сборка электромагнита и испытание его действия.
11. Действие магнитного поля на проводник с током.
12. Изучение работы электродвигателя постоянного тока.
13. Изучение явления электромагнитной индукции.
14. Изучение работы трансформатора.
15. Наблюдение интерференции света.
16. Наблюдение дисперсии света.
17. Изучение фотографий планет, комет, спутников.

#### *Повышенный уровень*

#### *7 класс*

1. Измерение малых величин.
2. Измерение средней скорости.
3. Изучение равноускоренного движения.
4. Исследование зависимости периода колебаний математического маятника.
5. Исследование зависимости периода колебаний пружинного маятника.
6. Изготовление перископа.
7. Получение и исследование изображения, даваемого вогнутым зеркалом.

8. Изучение закона преломления света.
9. Сборка оптических приборов.

#### *8 класс*

1. Измерение размеров молекул.
2. Наблюдение роста кристаллов.
3. Наблюдение изменения внутренней энергии тела при совершении работы.
4. Изучение одного из газовых законов.
5. Изучение связи между объемом газа, его давлением и температурой.
6. Электростатическое поле точечного заряда и заряженной плоскости.
7. Измерение удельного сопротивления проводника.
8. Измерение работы и мощности электрического тока.

#### *9 класс*

1. Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника.
2. Измерение жесткости пружины с помощью пружинного маятника.
3. Наблюдение явления самоиндукции.
4. Сборка детекторного радиоприемника.

Сравнивая перечни работ, можно отметить, что на повышенном уровне он значительно шире по содержанию, но примерно в 3 раза меньше по количеству работ, гораздо больше работ выполняется в девятом классе, имеется возможность выбора экспериментов в зависимости от поставленных задач и имеющегося оборудования. Широкое применение фронтальных работ в современной основной школе должно привести к значительному повышению качества обучения физике. Уже на данной ступени обучения учащимся будут прививаться необходимые экспериментальные умения, которые в дальнейшем должны развиваться и совершенствоваться. Такое полномасштабное внедрение фронтальных работ в основную школу будет зависеть от своевременного изготовления необходимого оборудования промышленными предприятиями, от планомерной работы по снабжению школ новыми техническими средствами обучения, модернизации имеющегося оборудования, готовности преподавателей к использованию современных приборов и их профессиональной

компетентности. Необходимо учитывать, что лабораторное оборудование изнашивается гораздо быстрее, чем демонстрационное, поэтому оно должно своевременно обновляться. Для учителей физики при университетах и институтах повышения квалификации должны быть организованы специальные курсы по методике и технике проведения современного школьного физического эксперимента. Необходимо издание для этих целей соответствующих учебно-методических комплектов и размещение их электронных версий для дистанционного обучения в сети Интернет на соответствующих образовательных порталах.

### **3.3. Эксперимент в условиях профильной старшей школы**

Наличие существенного разрыва между современными требованиями к образованию и существующим его уровнем в современной школе, между содержанием предметов, изучаемых в школе, с одной стороны, и уровнем развития соответствующих наук — с другой стороны, говорят о необходимости совершенствования системы образования в целом. Этот факт отражается в сложившихся противоречиях:

— между итоговой подготовкой выпускников учреждений общего среднего образования и требованиями системы высшего образования к качеству знаний абитуриентов;

— единообразием требований государственного образовательного стандарта и многообразием склонностей и способностей учащихся;

— образовательными потребностями молодых людей и наличием жесткой экономической конкуренции в образовании.

Согласно европейским стандартам и руководящим документам Болонского процесса, «поставщики» высшего образования несут основную ответственность за его гарантию и качество. В этих документах говорится также о том, что должно поощряться развитие культуры качества образования в высших учебных заведениях, что необходима разработка процессов, с помощью которых образовательные учреждения могли бы демонстрировать свое качество как внутри страны, так и на международной арене.

Объективно оценить степень соответствия содержания и уровня подготовки выпускников средних школ требованиям государственных образовательных стандартов сложно в части внешней независимой оценки. Трудно также объективно сравнить результаты

обучения одного образовательного учреждения с результатами других образовательных учреждений, хотя в этом есть заинтересованность всех участников образовательного процесса: учащихся, преподавателей, родителей, руководства данного образовательного учреждения и профессорско-преподавательского состава вузов, в которые будут поступать будущие выпускники школ.

По данным Российского аккредитационного агентства, проведенный в декабре 2005 года Интернет-экзамен, в котором добровольно участвовало 180 вузов и тестировалось 122 тысячи студентов, показал, что физику на уровне требований государственного образовательного стандарта усваивают всего 35 % от общего числа тестируемых, информатику — 38 %, математику — соответственно 45 %. Естественно предположить, что одна из причин таких результатов — низкий уровень знаний, полученных ими в школе. Если учитывать, что в вузы в основном попадают наиболее подготовленные учащиеся, то применительно к другим выпускникам школ этот уровень знаний был бы предположительно не выше.

При условии того, что в ближайшем будущем все школы планируется сделать профильными, можно предположить, что выпускники этих школ существенно сократят разрыв в знаниях в рамках выбранной специализации. Однако сегодня, по данным Министерства образования и науки Российской Федерации, до 70 % старших классов школ больших и средних городов России уже являются профильными. Среди других причин сложившегося уровня знаний называют дидактическую парадигму образования, ориентированную на усвоение объема знаний, готовых выводов науки и способов действия. Такая парадигма отодвигает на второй план задачи развития творческого мышления, что сопровождается снижением уровня духовности как составной части интеллекта и ослаблением социальной мотивации. Одной из проблем является также отсутствие педагогических кадров, имеющих специальную подготовку для осуществления профильного обучения.

Решить проблему повышения уровня профессиональной компетенции учителей за счет соответствующих курсов переподготовки часто не удается из-за их скоротечности, фрагментарности и несистематичности. Конечно, нельзя отрицать возможность самостоятельного приобретения дополнительных знаний педагогами в рамках преподаваемой дисциплины, но и это не решает проблему в целом при существующем социальном статусе педагога. В педагогических университетах нет четкой концепции методики форми-

рования у будущих выпускников знаний и умений, необходимых при работе в профильных классах. Разработка данной методики осложнена тем, что не последнюю роль в этом играют межпредметные связи. Так, например, дифференцированное изучение предметов естественнонаучного цикла предполагает интеграцию таких предметов, как физика, химия, биология, физическая география и пр. Подготовить учителя, одновременно хорошо владеющего знаниями из всех перечисленных дисциплин, — довольно сложная задача, особенно если решать ее необходимо в массовом порядке.

По нашему мнению, специалисты такого уровня как массовый продукт системы переподготовки из учителей родственных дисциплин не могут появиться, так как знания из смежных областей каждому учителю-предметнику нужно будет освоить не на фактологическом, а на методологическом уровне, для чего потребуются привлечь для переподготовки на новую специальность высококлассных специалистов-предметников, которых немного. В таком случае встает вопрос: кто работает и кто будет работать в профильных классах? Сейчас в рамках методики преподавания физики необходимо готовить выпускников таким образом, чтобы они могли преподавать эту дисциплину, по крайней мере, в трех различных классах: гуманитарном, где физика изучается как часть культуры; базовом — для тех, кому физика может пригодиться в их будущей профессии; профильном — с углубленным изучением, где физика станет фундаментом для выбранной специальности. В рамках отведенного учебного времени при отсутствии разработанных учебно-методических комплектов и стандартов сделать это качественно крайне трудно. Учитывая, что вооружить будущих учителей необходимо не только соответствующими знаниями, но и умениями, связанными с осуществлением школьного вариативного эксперимента, решение поставленной задачи значительно усложняется. Кроме того, в рамках педагогической практики, призванной проверить уровень сформированности имеющихся знаний и умений, в случае дифференцированного обучения необходимо создать такие условия, чтобы каждый будущий учитель имел возможность опробовать свои способности в классах с различным уровнем преподавания предмета, что накладывает особый отпечаток на выбор школ, классов и учителей.

Процесс перехода на профильное обучение предполагает существенную трансформацию учебных планов и программ в старших



классах общеобразовательных школ. Вводимая модель профильного обучения предусматривает изучение дисциплины «Физика» как самостоятельного предмета только в семи из двенадцати рекомендуемых профилей: физико-математическом, физико-химическом, индустриально-технологическом, химико-биологическом, биолого-географическом, агротехнологическом и информационно-технологическом. В оставшихся пяти профилях предполагается изучение дисциплины «Естествознание», интегрирующего сведения из физики, химии, биологии, астрономии, экологии и философии. При этом только в трех из семи физика будет изучаться как профильная дисциплина. В четыре других профиля физика включена как непрофильная дисциплина. А это означает, что в соответствии со стандартом образования на изучение физики будет отводиться всего 2 часа в неделю. В ныне действующих учебных планах такой уровень трудоемкости изучения физики рассчитан на учащихся, планирующих продолжить образование в гуманитарной сфере. В классах гуманитарной направленности предлагается снять малоэффективные «одночасовые» предметы «Физика», «Химия», «Биология» и ввести предмет «Естествознание», где экспериментальные работы не предусмотрены [118, с. 59].

Согласно сборнику нормативных документов [118], среднее (полное) общее образование на базовом уровне по физике предусматривает достижение следующих целей в овладении умениями: проводить наблюдения и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ, использовать физические знания на практике, оценивать достоверность естественнонаучной информации.

В образовательном минимуме содержания основных образовательных программ [118] обязательны только опыты, демонстрирующие проявление принципа относительности, законов классической механики, сохранения импульса и механической энергии, эксперименты по изучению простых механизмов, свойств газов, жидкостей и твердых тел, иллюстрирующие тепловые процессы и агрегатные превращения вещества, исследование явлений электромагнитной индукции, свойств электромагнитных и световых волн, явлений фотоэффекта и радиоактивного распада, работы лазеров и дозиметров, наблюдение движений небесных тел. Однако этого явно недостаточно, чтобы выполнялись основные требования к уровню подготовки выпускников [118], которые содержат в

себе: умения описывать и объяснять физические явления и свойства тел, делать выводы на основе эксперимента, показывать, что наблюдение и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, проверять истинность теоретических выводов, приводить примеры практического использования физических знаний, использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

Для сравнения рассмотрим обязательное содержание школьного эксперимента в классах с углубленным изучением физики (профильный уровень) [118]. Это: наблюдение и описание различных видов механического движения, равновесия твердого тела, взаимодействия тел; исследование равноускоренного движения, свободного падения, движения по окружности, колебательного движения, инертности тел и трения, законов сохранения импульса и энергии; рассмотрение броуновского движения, поверхностного натяжения жидкости, изменения агрегатного состояния вещества, способов изменения внутренней энергии тела, различных изопроцессов в газах; измерение давления газа, влажности воздуха, удельной теплоемкости вещества, удельной теплоты плавления, теплопроводности и теплоемкости различных веществ, зависимости температуры кипения воды от давления; объяснение устройства и принципа действия паровой и газовой турбины, двигателя внутреннего сгорания, холодильника; наблюдение магнитного взаимодействия проводников с током, самоиндукции, электромагнитных колебаний, излучения и приема электромагнитных волн, отражения, преломления, дисперсии, интерференции, дифракции и поляризации; измерение параметров электрических цепей при различных соединениях, ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, электроемкости конденсатора, индуктивности катушки, показателя преломления вещества, длины световой волны; объяснение устройства и принципа действия мультиметра, полупроводникового диода, электромагнитного реле, электродвигателя постоянного и переменного тока, электрогенератора, трансформатора, лупы, микроскопа, телескопа, спектрографа, фотоэлемента, лазера, газоразрядного счетчика, камеры Вильсона, пузырьковой камеры; наблюдение и исследование оптических спектров излучения и поглощения, фотоэффекта, радиоактивности, движения небесных тел.

Учитывая, что в условиях современной школы не всегда выполняется даже то, что обязательно, естественно предположить,

что для большинства российских школьников экспериментальный характер изучения физики будет утрачен.

В связи с этим предполагаемая модель модернизации школьного образования может привести:

— к дальнейшему падению уровня естественнонаучного образования населения страны, неизбежно приводящему к вытеснению и замещению научной картины мира невежественными, мистическими и псевдонаучными представлениями;

— распространению опыта рефлексивной деятельности, оторванного от естественнонаучного эксперимента, уводящего мышление в сторону стереотипов массовой внушаемости, что активно поддерживается сейчас уже большинством средств массовой информации;

— к продолжающемуся снижению уровня познавательной мотивации к изучению любых дисциплин на фоне частичного или полного агностицизма;

— возможному поступлению в технические и военные вузы, а также соответствующие факультеты университетов и их окончанию в среднем лишь не более 20 % российских школьников.

Таким образом, профильное обучение в том виде, как его предполагается внедрять в учебный процесс, вместо декларируемых позитивных преобразований, может быть чревато серьезными негативными последствиями как в экономическом, так и социальном плане развития страны.

Согласно программе среднего образования по физике (автор В.А. Касьянов) [118] на изучение физики базового уровня отводится по 68 часов в 10 и 11 классах (2 часа в неделю) и углубленного по 170 часов (5 часов в неделю). При этом базовый уровень предусматривает всего 3 фронтальные работы в 10 классе и 3 работы в 11 классе, углубленный — соответственно 9 лабораторных работ в 10 классе и 8 в 11 классе. Физический практикум на базовом уровне не предусматривается и часов на него не отводится, он предусмотрен только на углубленном уровне (20 часов в год). При этом, например, на изучение законов сохранения энергии в механике базовый уровень отводит 7 часов, причем за это время должны быть рассмотрены следующие темы: импульс материальной точки, закон сохранения импульса, работа силы, потенциальная энергия, кинетическая энергия, мощность, закон сохранения механической энергии. В рамках этого времени проводится фронтальная лабораторная работа «Абсолютно неупругое и абсолютно

упругое столкновение», однако, сколько времени отводится на ее проведение, не ясно. Методические рекомендации по использованию учебников В.А. Касьянова [118] не содержат приведенной выше лабораторной работы. Тематика работ физического практикума не определена.

Программа профильного курса физики (авторы Н.К. Ханнанов, Г.А. Чижов) предусматривает физический практикум и в 10 и в 11 классах по 20 и 12 часов соответственно, но совсем не предусматривает выполнение фронтальных лабораторных работ.

Программа курса физики для общеобразовательных учреждений 10—11 классов (автор Г.Я. Мякишев) [102] содержит 12 часов фронтальных лабораторных работ и 20 часов лабораторного практикума.

Программа, написанная Н.В. Шароновой к учебникам автора С.В. Громова «Физика-10» и «Физика-11» (профильный уровень) [102], выделяется наличием необходимых экспериментов: 40 часов демонстрационных опытов, 5 часов лабораторных работ по механике, 66 часов демонстраций, 10 часов лабораторных и 6 часов физического практикума по электродинамике, 15 часов демонстраций и 8 часов лабораторных работ по оптике, 29 часов демонстраций, 10 часов лабораторных работ и 8 часов практикума по тепловым явлениям, строению и свойствам вещества. Таким образом, всего 150 часов демонстраций, 33 часа лабораторных работ и 14 часов практикума с указанием примерных тем работ.

Учебник с углубленным изучением физики под редакцией А.А. Пинского и О.Ф. Кабардина имеет подробное описание 14 лабораторных работ для 10 класса и 6 работ для 11 класса. В каждой работе определено необходимое оборудование, указано задание, содержание и метод работы, определен порядок ее выполнения, приведены отчетная таблица, способ расчета погрешностей, примеры дополнительных заданий [139, 140].

Физический практикум для классов с углубленным изучением физики под редакцией Ю.И. Дика и О.Ф. Кабардина [141] содержит 14 работ по механике, 13 по молекулярной физике, 16 по электродинамике, 15 по электромагнитным колебаниям и волнам, 10 по квантовой физике. В нем имеется материал о физических величинах и видах измерений, рассказывается, как проводить вычисления, прямые и косвенные измерения, расчеты погрешностей и оценку их границ. Все это позволяет выбирать лабораторные рабо-

ты в зависимости от уровня сложности и используемого оборудования.

Для рациональной и успешной организации сегодняшнего профильного обучения в старшей школе предлагается предпрофильная подготовка школьников в 8—9 классах, так как во многом от правильного выбора профиля зависит дальнейшая судьба старшеклассника. Уже в основной школе ученик должен иметь возможность получить информацию о возможных путях продолжения образования, оценить свои силы и принять ответственное решение. С этой целью необходимо введение элективных курсов, которые будут помогать учащимся в выборе профиля школы и будущей профессии. При организации таких элективных курсов, чтобы у ученика была возможность выбора, необходимо учитывать:

- вариативный характер предлагаемых курсов, количество которых должно быть «избыточным»;

- информацию, расширяющую сведения по учебным предметам, содержащую оригинальный материал, выходящий за рамки школьной программы, которая знакомит учеников со способами деятельности, необходимыми для успешного освоения программы того или иного профиля;

- индивидуальные и возрастные особенности учащихся при соблюдении личностно-деятельностного и субъект-субъектного подхода;

- междисциплинарную интеграцию, содействующую становлению целостного мировоззрения.

Элективные курсы в первую очередь вводятся для изучения ключевых проблем современности, ориентируют учащихся в особенностях будущей профессиональной деятельности, дополняют и углубляют материал, изучаемый в школьном курсе, способствуют совершенствованию навыков познавательной и организационной деятельности.

Профильное обучение превращает учителя из единственного источника знаний в «проводника» в мир знаний, эксперта при изучении теоретического материала, консультанта при выполнении самостоятельных заданий.

Примерная структура программы элективного курса содержит название, пояснительную записку (обоснование необходимости данного курса, цель, задачи, методы и варианты его использования в учебном процессе), содержание курса с указанием количества часов,

отводимых на изучение тем и разделов, ресурсное обеспечение (список используемой литературы и технических средств обучения), планируемый результат и средства диагностики знаний.

С целью повышения привлекательности элективного курса для учащихся и повышения шансов его продвижения на рынке образовательных услуг желательно, чтобы формы и содержание контроля уровня достижений учащихся в рамках данного курса согласовывались с требованиями контрольно-измерительных материалов единого государственного экзамена по базовым предметам. Для проведения итоговой аттестации по результатам изучения курса можно использовать как балльную шкалу, так и специальную зачетную или тестовую работу.

Например, в разработанном элективном курсе «Оптические приборы» [42] рассматривается устройство лупы, микроскопа, фотоаппарата, телескопа, закладываются основы и развиваются умения построений изображений, получаемых с помощью данных приборов, приводятся сведения о структуре глаза, о способах устранения близорукости и дальнозоркости.

Элективные курсы полезны и в старших классах. Так, например, уникальные свойства лазерного излучения обусловили широкое применение лазеров в науке, промышленности и быту. Сегодня без использования лазеров невозможно представить производство современных компьютеров, устройств для чтения и записи CD и DVD дисков, лазерных принтеров, мышек и указок, которыми постоянно пользуются учащиеся.

Высокая степень монохроматичности, когерентности и направленности лазерного излучения позволила создать приборы для диагностики и лечения различных заболеваний, использовать лазер как уникальный современный медицинский инструмент. Для обеспечения обороноспособности нашей родины созданы спутниковые системы связи, разработаны различные системы наведения, автопилоты, работа которых также основана на применении лазеров.

Примером использования оптических квантовых генераторов (ОКГ) в промышленности могут служить высокоточные дальнометры, современные аппараты для сварки, резки и термообработки материалов, устройства для производства микросхем. Везде — от студенческих лабораторий до установок управляемого термоядерного синтеза и космических исследований — лазеры являются незаменимым рабочим инструментом.

Согласно сборнику нормативных документов изучение лазеров предусмотрено в 11 классе как на базовом, так и профильном уровнях [118]. Требования к уровню подготовки выпускников включают формирование у них умений приводить примеры практического использования лазеров.

Программа курса физики для 10—11 классов (профильный уровень) предполагает изучение вынужденного излучения и лазеров в объеме 3 часа и предусматривает использование демонстрационного эксперимента, раскрывающего свойства лазерного излучения [102]. За это время невозможно получить даже базовые знания о процессах, происходящих при генерации света, типах лазеров и их применении. Материал учебников не позволяет учащимся самостоятельно восполнить недостающие знания. В школьной учебной литературе не представлена классификация лазеров, схемы работы лазера раскрыты не полностью, указываются не все способы возбуждения активной среды, оптические резонаторы упоминаются вскользь, проведение лабораторных работ не предусматривается.

Разработанный элективный курс, посвященный проблеме создания лазеров, их устройству и применению в различных сферах деятельности человека, позволит значительно расширить знания учащихся и будет способствовать развитию их познавательного интереса.

Материал, который может быть предложен ученикам для знакомства и изучения значителен по объему, поэтому некоторые разделы целесообразно оформить в виде рефератов и докладов учащихся с последующим представлением их на обсуждение в классе на уроке или школьной конференции. Фундаментальные вопросы, связанные с рассмотрением физических основ работы лазера, необходимо рассматривать непосредственно на уроке с применением современных технических средств обучения: лазерной указки, компьютера и мультимедийного проектора.

Опыты с применением лазерной указки, представленные в аудитории, обеспечивают необходимую надежность, видимость и выразительность. Для иллюстрации принципов генерации вместо учебного диафильма «Квантовые генераторы» лучше использовать компьютерную обучающую программу, моделирующую при необходимости изучаемые процессы в динамике их протекания. На основе компьютерных программ можно проводить виртуальные лабораторные работы по изучению различных типов лазеров и прин-

ципов их работы. С помощью компьютера, оснащенного звуковой картой, лазерной указки и фотоприемника (либо web-камеры) можно поставить опыты по изучению лазеров, например, нахождение порога зажигания лазерного диода или расходимости лазерного луча.

Проанализировав полученные результаты по окончании обучения, можно сделать вывод, что элективные курсы повышают познавательный интерес школьников, способствуют формированию необходимых экспериментальных умений, приучают их к самостоятельной работе с дополнительной литературой, устраняют психологические барьеры, препятствующие активному изучению физики.

Обращение к истории помогает увидеть, как раньше, например, реализовывалась программа, направленная на усиление политехнической направленности в преподавании физики. Эта программа требовала вести преподавание естественных предметов таким образом, чтобы учащиеся, окончившие среднюю школу, могли плодотворно применять полученные знания в своей практической деятельности.

Реализация этой идеи в значительной степени зависела от развития учебного физического эксперимента и его широкого правильного применения в процессе обучения. Фронтальный метод проведения лабораторных работ по физике давал возможность тесной связи изучаемого материала с практическими занятиями, однако полученные при этом умения и навыки были явно недостаточными для выпускников средних школ.

В результате во всех старших классах параллельно с фронтальными лабораторными работами в 50-е годы прошлого столетия были введены физические практикумы. Их содержание и методика проведения разрабатывались группой сотрудников лаборатории методики физики Института методов обучения АПН. Созданные ими новые приборы и пособия, отвечающие поставленной задаче, изготовленные в экспериментальной мастерской отдела наглядных пособий, были представлены в Учебно-методический совет Министерства просвещения РСФСР и утверждены к производству.

Исходя из опыта передовых преподавателей было определено количество часов, которое можно было отнести на этот новый вид занятий в средней школе. Чтобы преподавателю не приходилось самому подбирать и ставить работы, под редакцией А.А. Покровского в 1954 году вышла в свет книга «Практикум по физике в



старших классах средней школы», содержащая подробное описание основных и дополнительных работ, список оборудования для их выполнения и методику подготовки и проведения занятий.

Сейчас, в рамках изменяющейся парадигмы образования, никакой подобной работы по осуществлению перехода к профильному обучению не ведется. В городах и областях отсутствует конкретная и полная информация о переходе на профильное обучение. До сих пор неизвестно: во всех ли школах будут создаваться профильные классы, какие и сколько? на основании каких критериев учредители будут принимать решение о реализации того или иного профиля в данной конкретной школе? будет ли учитываться при этом мнение работодателей и специальных учебных заведений? каковы будут условия поступления учащегося в данный профильный класс и возможности его перехода в класс другого профиля при изменении выбора им дальнейшей профессии? должны ли родители учащихся осознавать, что никакие подготовительные курсы не смогут заменить плановых занятий по предмету со всеми образовательными компонентами?

В массовой практике работы школ необходимо жестко согласовывать содержание образования с отводимым на него временем. Нужно восстановить экспериментальный компонент образования, для чего модернизировать материальную базу кабинетов. Следует обеспечить преемственность программ обучения в школах, профессиональных училищах, средних специальных учебных заведениях и вузах, соблюдая единство требований к оценке уровня достижений учащихся.

В европейских странах, в частности Германии, от идеи повсеместного профильного обучения отказались более 15 лет назад. Главным аргументом в пользу данного отказа явилось мнение большинства школьных педагогов, согласно которому, прежде чем углубленно изучать какой-либо предмет, необходимо найти учащихся, способных его изучить на качественно другом уровне. Сделать это в рамках школы или гимназии трудно и практически невозможно, так как еще не ясны и не раскрыты способности каждого учащегося, а судить о них по субъективному мнению родителей, результатам существующих тестов, имеющимся желаниям не всегда оправданно. Школьное образование должно быть прежде всего базовым, всеобъемлющим и направленным как раз на возможность раскрытия имеющихся у учащихся способностей.

### **3.4. Анализ школьного учебного оборудования по физике**

Основная цель оснащения школьного кабинета учебным оборудованием состоит в создании оптимальных условий для проведения учебного физического эксперимента, являющегося исходным пунктом знаний об объективности окружающего мира.

Материальной основой для проведения учебного физического эксперимента являются учебные приборы. Они используются непосредственно для сборки экспериментальных установок и составляют наибольшую часть в учебном оборудовании кабинета физики. Учебное оборудование содержит также специальные устройства и приспособления, обеспечивающие необходимые условия для проведения опытов, реактивы и инструмент для поддержания работоспособности учебных приборов. В кабинете физики имеются различные печатные пособия, диафильмы, кинофрагменты и транспаранты, к применению которых прибегают в основном тогда, когда показать какое-то физическое явление в условиях школьного кабинета не представляется возможным.

Эффективность обучения физике в школе во многом зависит от того, насколько полно укомплектован физический кабинет учебным оборудованием и насколько эффективно оно эксплуатируется учителем.

Перечень учебного оборудования физического кабинета представляет собой постоянно развивающуюся систему дидактических средств, отвечающих целям обучения и воспитания школьников, соответствующую действующим программам по физике и определенным требованиям. Учебное оборудование должно обеспечивать полноту, точность, осмысленность и прочность знаний учащихся, вооружать их необходимыми экспериментальными умениями, знакомить с приемами и методами научного познания, содействовать формированию научного мировоззрения, политехнического кругозора, раскрывать связь обучения с жизнью, способствовать трудовому, нравственному и эстетическому воспитанию учеников, обеспечивать научную организацию труда во время учебных занятий, достоверность результатов проводимых опытов, согласованность конструкций соединительных узлов и эксплуатационных характеристик, надежность в работе. Запас прочности прибора должен обеспечить его работоспособность при кратковременных перегрузках и возможных транспортировках. Оборудование должно стимулировать учителя к применению прогрессивных форм и ме-

тодов обучения, развивающих мышление и восприятие учащихся, соответствовать современным требованиям эргономики, эстетики и техники безопасности.

Классифицировать учебное оборудование можно по виду эксперимента, для которого оно предназначено. Традиционно оно подразделяется на общее оборудование физического кабинета, демонстрационные приборы, оборудование для фронтальных лабораторных работ, приборы для физического практикума и вспомогательное оборудование. При определении требований, которым должен удовлетворять учебный прибор, необходимо учитывать, для проведения какого вида учебного эксперимента он предназначен и какую функцию в экспериментальной установке выполняет: измерительную, для наблюдения и изучения физических явлений, для демонстрации принципа действия технических устройств, вспомогательную.

Общее оборудование подразделяется на специальное и основное. К специальному относятся классная доска, чертежные инструменты, демонстрационный стол и другая мебель, система электроснабжения, устройство для полного или частичного затемнения аудитории, различные проекционные экраны, метрологические приборы, газовая горелка, водяной кран. В комплект основного оборудования входит электродвигатель с принадлежностями, машина центробежная, вакуум-насосы, выпрямители, регулятор напряжения школьный (РНШ), усилитель низкой частоты, осциллограф, аппарат проекционный (ФОС-115), диапроектор, графопроектор, эпидиаскоп, стробоскоп, осветитель для теневого проецирования, различные экраны, универсальные штативы, наборы грузов.

В последнее время из-за ужесточения требований техники безопасности, в школы перестали поставляться регулятор напряжения школьный (РНШ) и электrorаспределительный щит (ЩЭ), допускавшие возможность плавного изменения выходного напряжения. Отказаться от этих приборов пришлось по причине использования в них автотрансформатора, не обеспечивающего необходимой защиты от поражения электрическим током. Приборы, которые выпускаются для их замены, выполнены на современной элементной базе, в полной мере отвечают требованиям техники безопасности, но не всегда соответствуют характеристикам своих прототипов. Например, электронный пульт управления (аналог РНШ) допускает меньшую токовую нагрузку, распределительный

шит из комплекта электроснабжения кабинета физики КЭФ-10 (аналог ЩЭ) не имеет индикаторов выходного тока и напряжения, не допускает их плавной регулировки.

Современные комплексы технических средств предполагают наличие в кабинете физики компьютера, видеомагнитофона, телевизора, мультимедийного проектора, акустических систем, видеокамеры, документ камеры, аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей с набором различных датчиков.

Демонстрационные приборы традиционно разбиваются на десять групп: измерительные приборы, приборы для изучения механики, гидро- и аэростатики, гидро- и аэродинамики, молекулярных свойств тел, теплоты, колебаний и волн, электростатики, электродинамики, оптики и физики атомного ядра.

К измерительным демонстрационным приборам относятся линейка масштабная, модель штангенциркуля и микрометра, измеритель малых перемещений, уровни, мензурки, сосуды с отливом, бруски равного объема и равной массы, различные весы и разновес к ним, различные динамометры с приспособлениями, барометры, манометры, микроманометры, метроном, секундомеры, песочные часы, генераторы, всевозможные термометры, гальванометры с усилителями, амперметры, вольтметры, ваттметры.

Электроизмерительные приборы, предназначенные для обеспечения демонстраций, имеют вертикальное рабочее положение, снабжены сменными шкалами в зависимости от выбранных пределов измерения, соответствующими шунтами и добавочными сопротивлениями. Размеры нанесенных на шкалы меток, интервалов, цифр и букв должны давать возможность определения цены деления и показаний прибора с задней парты класса-аудитории и сводить к минимуму ошибки отсчета показаний. В тех случаях, когда невозможно нанести штрихи различной длины, например на шкалу цилиндрической формы у трубчатого демонстрационного динамометра, прибегают к чередующейся раскраске делений.

Оборудование для изучения механики содержит набор по статике, различные простые механизмы (рычаги, блоки, трибометры), тележки, призму наклоняющуюся, ворот, прибор для демонстрации действия винта, двойной конус, прибор по кинематике и динамике, машину Атвуда, прибор для демонстрации сложения движений, трубку Ньютона, прибор для демонстрации независимости действия сил, желоб дугообразный, диск вращающийся с принадлежностями, два тела разной массы на стержне, регулятор

центробежный, модель центрифуги, центробежную дорогу, прибор для демонстрации взаимодействия тел, баллистический пистолет, маятник Максвелла.

К приборам по гидро- и аэростатике относятся шар Паскаля модель гидравлического пресса, цилиндр с отпадающим дном, прибор Паскаля, цилиндр с отверстиями на разной глубине, прибор для демонстрации давления в жидкости, сообщающиеся сосуды, манометр открытый, ведро Архимеда, картезианский водолаз, ареометры, ручные насосы, магдебургские тарелки, банка с отверстиями в дне.

Демонстрационное оборудование по гидро- и аэродинамике включает в себя сегнерово колесо, водяную турбину, модель ракеты, модель гидравлического тарана, прибор для демонстрации падения давления текущей жидкости по трубе одинакового сечения, прибор для демонстрации зависимости давления текущей жидкости от сечения трубы, пульверизатор демонстрационный, модель водоструйного насоса, прибор для демонстрации видов течения жидкости, прибор для демонстрации обтекания тел, катушка картонная, модель крыла самолета, воздушного винта и ветродвигателя.

Для изучения молекулярных свойств тел используются модели кристаллических решеток, приборы для демонстрации видов деформации, цилиндры свинцовые, проволочные каркасы, стеклянные пластины, капиллярные трубки, пористый цилиндр, прибор для демонстрации броуновского движения, цилиндр гофрированный.

Для изучения тепловых явлений применяют шар с кольцом, пластину биметаллическую, прибор для демонстрации силы сжатия при охлаждении, приборы для демонстрации расширения жидкости и воздуха, прибор для изучения конвекции жидкости, змейки или вертушки, приборы для демонстрации различной теплоемкости и теплопроводности тел, теплоприемники, криофор, водяной молоток, трубку латунную на конусном стержне, воздушное огниво, прибор для демонстрации взрыва горючей смеси, модель паровой турбины и двигателя внутреннего сгорания.

При изучении колебаний и волн используются во время демонстраций различные маятники, шарики на пружинах, резиновые шнуры, камертоны, сирены, резонансный тахометр, стержень звучащий с резонаторами, машина Зворыкина, ванна для проекции волн, модели ксилофона и органной трубы.

В группу демонстрационных приборов по электростатике входят стеклянные и эбонитовые палочки, трубка латунная и пластины на изолирующих ручках, изолирующие скамья и штативы, маятники электростатические, султаны электрические, колесо Франклина, кондуктор конусообразный, электроскопы, электрометры, сетка Кольбе, электрофор, машина электрофорная, прибор для демонстрации спектров электрических полей, батарея конденсаторов, конденсатор и проводник переменной емкости.

Среди наиболее часто применяемых приборов по электродинамике отметим выключатели и переключатели однополюсные, набор по электролизу, ванну с электродами, реохорд, набор проводников с различным сопротивлением, различные реостаты, прибор для демонстрации зависимости сопротивления проводника от температуры, разнообразные лампы на панелях, термопару, магниты, электромагниты и магнитные стрелки, модель строения ферромагнетика, прибор для демонстрации спектров магнитных полей, индикатор индукции магнитного поля, набор стерженьков для демонстрации различных магнитных свойств веществ, модель звонка и телеграфа, телеграфный ключ, прибор для демонстрации правила Ленца, магнитоэлектрическую машину, громкоговорители, микрофоны, трансформаторы, дроссельные катушки, индуктор высоковольтный, трубку стеклянную с двумя электродами, модели электронных ламп и электроннолучевой трубки, набор полупроводниковых приборов, выпрямители, генераторы, реле поляризованное, набор соединительных проводов.

Демонстрационный эксперимент по оптике и физике атомного ядра проводится с использованием фотометров, набора для изучения законов геометрической оптики, различных линз и зеркал, наборов по интерференции, дифракции и поляризации света, дисперсионных призм, прибора для сложения спектральных цветов, набора светофильтров, термостолбика, разнообразных ламп и фильтров, наборов по фосфоресценции и флуоресценции, фотоэлементов, камеры Вильсона, счетчика Гейгера, радиометров [130].

Демонстрационные приборы для наблюдения и изучения физических явлений могут предназначаться для показа одного опыта (трубка Ньютона) или нескольких демонстраций по определенной теме или разделу школьного курса физики. В последнем случае прибор представляет собой набор или комплект из различных узлов и деталей (набор по статике с магнитными держателями). Иногда завод-изготовитель поставляет в торговую сеть прибор, укомплекто-

ванный различным количеством вспомогательных блоков и в различных вариантах. Все демонстрационные приборы обеспечивают видимость объектов изучения и происходящих с ними изменений с последней парты класса. При невозможности непосредственного наблюдения за состоянием объекта прибор имеет специальные устройства, фиксирующие протекающие изменения (шар с кольцом, позволяющим зафиксировать изменения объема при нагревании). Некоторые приборы комплектуются специальными приспособлениями (например, к свинцовым цилиндрам прилагается струг для зачистки их торцов) [89].

Оборудование для фронтальных лабораторных работ традиционно делится на измерительные приборы и лабораторные принадлежности.

К измерительным лабораторным приборам относятся линейка, угольник, транспортир, мензурки, весы с разновесом, динамометр, набор грузов, ареометр, термометры, амперметры и вольтметры. Лабораторные электроизмерительные приборы выполняются в компактном виде, имеют одну шкалу и рассчитаны для проведения измерений в определенных пределах. Для уменьшения вероятности ошибки при определении показаний чаще всего применяются равномерные шкалы. Приборы этого типа в целях удешевления имеют невысокий класс точности (2,5) и горизонтальное рабочее положение.

К принадлежностям относят бруски, штативы, трибометры, рычаги, желоба, шарики, спиртовки, калориметры, низковольтные лампочки, реостаты, резисторы, дроссели, конденсаторы, ключи, различные детали, электроды с держателями, магниты полосовые и дугообразные, соединительные провода, линзы, зеркала, экраны, колбы, стаканы, пробирки, воронки, подставки и пр.

Приборы одноименной группы, предназначенные для фронтального эксперимента, используются, как правило, для выполнения какой-нибудь одной конкретной лабораторной работы, имеют простую конструкцию, предусматривающую возможность их ремонта в условиях школьного кабинета физики.

Оборудование для практикумов представлено более сложными приборами, такими, как штангенциркуль, микрометр, микроскоп, манометр, барометр, калориметр, терморезистор, терморезистор, полупроводниковый диод, транзистор, электромагнитное реле, набор по трехфазному току, генератор сантиметровых волн, дифракционная решетка, гальванометр, миллиамперметр, авометр,

осциллограф, полупроводниковый лазер, комплект по фотоэффекту, солнечная батарея, радиометр [141].

Электроизмерительные приборы, предназначенные для работ физического практикума, имеют более высокий класс точности, несколько пределов измерения, неравномерные шкалы. Среди них много универсальных приборов, способных измерять несколько различных физических величин (авометр).

Приборы, 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.

Все приборы в кабинете физики обеспечены соответствующими паспортами, содержащими основные правила их эксплуатации.

К вспомогательным приборам, используемым в различных типах школьного физического эксперимента, можно отнести различные источники питания, обеспечивающие экспериментальные работы как постоянным, так и переменным напряжением. Выходные напряжения этих источников можно регулировать плавно или ступенчато.

Сведения о всех приборах заносятся в книгу учета оборудования. Каждому прибору присваивается инвентарный номер, который наносят на его корпус.

Современное демонстрационное оборудование, выпускаемое Российским научно-производственным объединением (РНПО) «Росучприбор», разбивается на четыре группы: измерительные приборы, демонстрационное оборудование по механике, молекулярной физике и термодинамике, электродинамике.

Среди новых измерительных демонстрационных приборов следует выделить цифровой секундомер, комплект цифровых измерителей тока и напряжения (рис. 5), цифровые амперметр и вольтметр, цифровой мультиметр, прибор комбинированный цифровой. Цифровой секундомер предназначен для однократного измерения интервалов времени с помощью оптодатчиков и управления пусковым устройством, работает от блока питания 9В, входящего в комплект. Результат измерения высвечивается на светодиодном табло, расположенном на лицевой стороне корпуса секундомера. Диапазон измерения времени: до 0,999 с — с точностью в 0,001 с и до 9,99 с — с точностью в 0,01 с. Смена диапазонов производится автоматически.



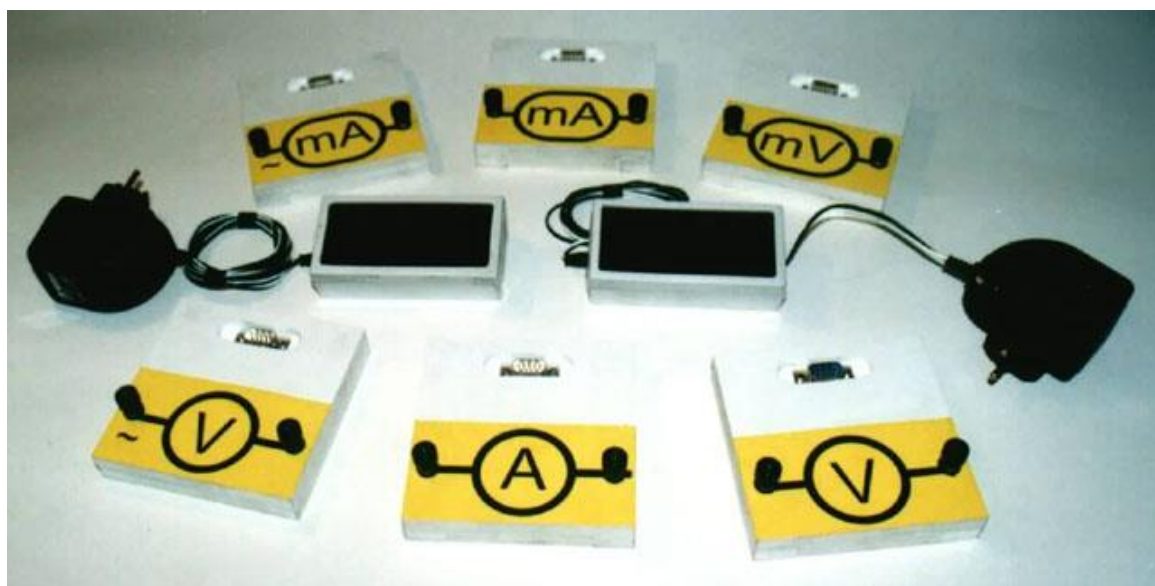


Рис. 5. Комплект цифровых измерителей тока и напряжения

Комплект цифровых измерителей тока и напряжения предназначен для проведения демонстрационных опытов при изучении различных тем раздела «Электродинамика» школьного курса физики. Он содержит цифровые индикаторы, которые могут устанавливаться на различные измерительные модули, что обеспечивает возможность измерения тока и напряжения в разных диапазонах и режимах (постоянный/переменный ток). В основаниях модулей запрессованы магниты, что позволяет размещать их в вертикальной плоскости на доске с металлической поверхностью. На верхней поверхности модуля установлены клеммы для подключения соединительных проводов и разъемы для закрепления цифровых индикаторов. В состав комплекта, применяемого в демонстрациях, где необходимо измерять величину тока и напряжения, входят два цифровых индикатора и измерительные модули: вольтметр постоянного напряжения, вольтметр переменного напряжения, милливольтметр постоянного напряжения, амперметр постоянного тока, миллиамперметр постоянного тока, миллиамперметр переменного тока. Пределы измерений вольтметра постоянного и переменного напряжения лежат в диапазоне 0—99,9 В, милливольтметра постоянного напряжения — 0—999 мВ, амперметра постоянного тока 0—10 А, миллиамперметра постоянного тока — 0—999 мА, миллиамперметра переменного тока — 0—999 мА.

В последнее время происходит увеличение числа измерительных приборов с цифровой индикацией. Они точнее, удобнее в

эксплуатации, но не дают возможности наблюдать за динамикой изменений измеряемой величины, например, невозможно проследить, как меняется сила тока в катушке при внесении магнита.

В демонстрационном оборудовании по механике появились новые комплекты «Вращение» и «Механика». В комплект «Вращение» (рис. 6) входят диск с электроприводом и пультом управления, стержень с шариком на нити, шкала и другие принадлежности.

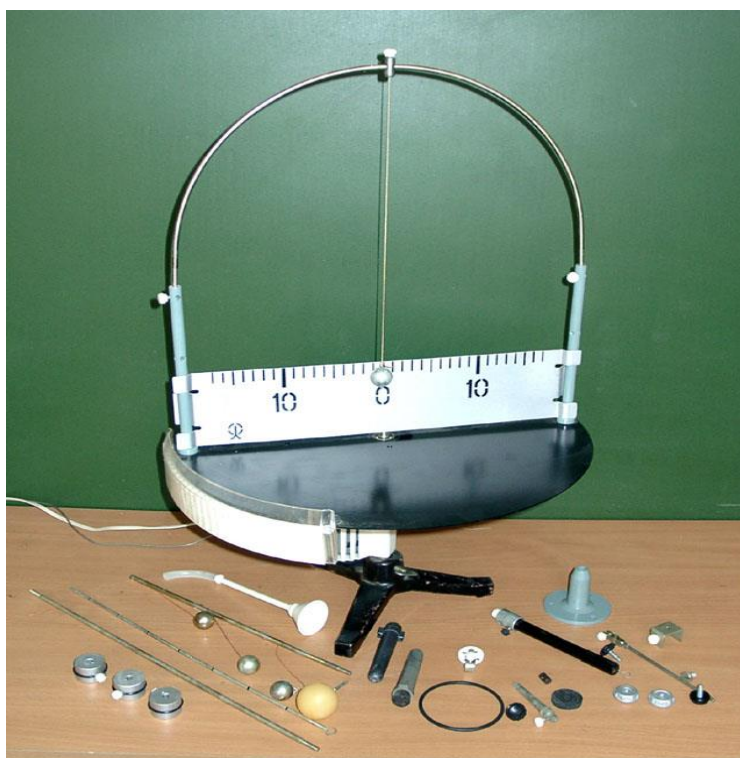


Рис. 6. Комплект «Вращение»

В комплект «Механика» входят скамья для изучения механического движения, две тележки на магнитной подвеске, брусок, пусковое устройство, ограничитель, транспортер с отвесом, блок, два наборных груза, три стальных шарика, плата держателей шариков, оптоэлектрические датчики. Оборудование закрепляется на металлической доске, силы трения минимизируются с помощью магнитной подвески тележек. С помощью оптоэлектрических датчиков измеряются интервалы времени с точностью в 0,001 с. Возможно измерение нескольких интервалов времени в течение одного запуска механической системы. Управление стартом движения механической системы осуществляется от компьютера или электронного секундомера.

Для изучения молекулярной физики и термодинамики «Росучприбор» выпустил новый комплект и набор «Тепловые явления» (рис. 7).

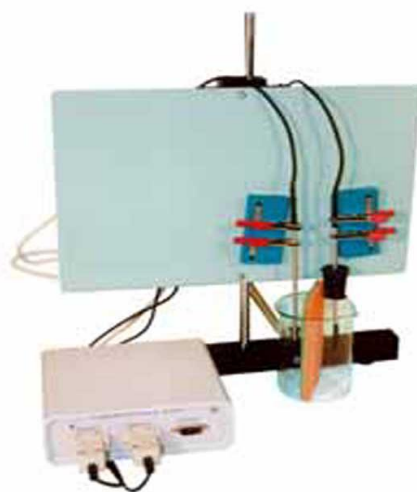


Рис. 7. Набор «Тепловые явления»

Комплект предназначен для демонстрации экспериментальных оснований кинетической теории строения вещества, эмпирических закономерностей свойств тел, находящихся в газообразном, жидком и твердом состояниях, формирования представлений о термодинамических системах и способах изменения их внутренних энергий, позволяет проиллюстрировать прикладные вопросы термодинамики. Особенность комплекта состоит в электронном способе совместных измерений термодинамических параметров с использованием универсального цифрового прибора. В состав комплекта входят специальный стенд для сборки измерительных установок в вертикальной плоскости, измерительный преобразователь температуры и давления, сосуд переменного объема, наборы калориметров и посуды, модели тепловых двигателей и броуновского движения. Комплект снабжен подробным методическим руководством и поставляется в чемодане-укладке. Набор «Тепловые явления» содержит два датчика температуры (0—100 °С), датчик температуры (0—1000 °С), два универсальных держателя, накопитель, микронасос с регулятором, термостойкий стакан, две пробирки, пробирку с отводом, набор стержней, набор металлических тел, спиртовку, теплоизолятор, стеклянную трубку. Оборудование и датчики закрепляются в штативе или на вертикальном стенде. Температура измеряется в интервалах от 0—100 °С с точностью в

1 °С и от 0—1000 °С с точностью в 5 °С. Для проведения опытов необходимы компьютер и компьютерный измерительный блок.

Три новых демонстрационных набора «Электричество-1», «Электричество-2» и «Электричество-3» выпущены РНПО «Росучприбор» для изучения электродинамики.

Набор «Электричество-1» (рис. 8) предназначен для проведения демонстрационных опытов при изучении тем «Электрические явления» и «Законы постоянного тока» курса физики средней общеобразовательной школы.

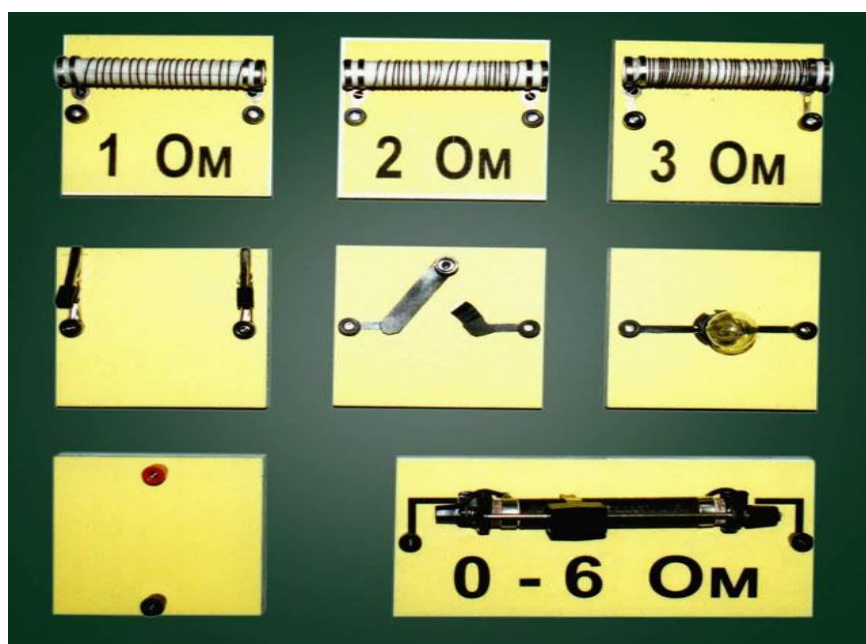


Рис. 8. Набор «Электричество-1»

Набор состоит из унифицированных модулей, на верхней поверхности которых закреплены отдельные элементы электрических цепей и установлены клеммы для подключения соединительных проводов. В основаниях модулей запрессованы магниты, что позволяет размещать их на вертикальной доске или стенде с металлическим покрытием. В набор входят три модуля с проволочными резисторами сопротивлением в 1 Ом, 2 Ом и 3 Ом, модуль с переменным резистором 0—6 Ом, модуль с выключателем, модуль с лампой 12 В/21 Вт, модуль с зажимами и модуль с клеммами. Размеры поверхности модуля 110x110x20 мм.

Набор «Электричество-2» (рис. 9) предназначен для проведения демонстрационных опытов при изучении темы «Электрический ток в полупроводниках» курса физики средней общеобразовательной школы.

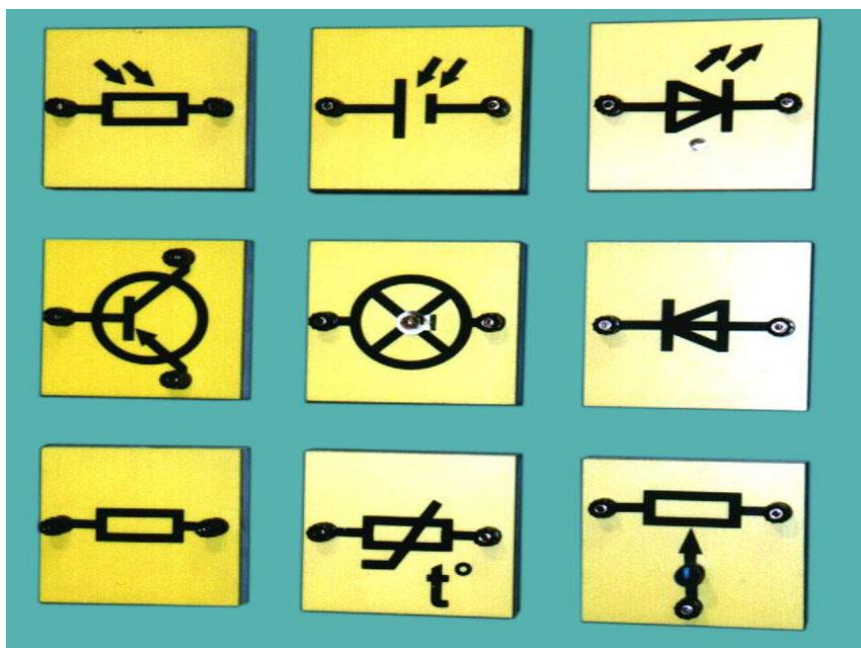


Рис. 9. Набор «Электричество-2»

Набор состоит из аналогичных унифицированных модулей и является дополнением к набору «Электричество-1». В него входят модули, на которых установлены полупроводниковый диод, транзистор, светодиод, фоторезистор, терморезистор, фотоэлемент, постоянный резистор 360 Ом, переменный резистор 0—470 Ом, лампа накаливания 3,5В/0,25А. Размеры поверхности модулей аналогичны первому.

Набор «Электричество-3» (рис. 10) является дополнением к предыдущим наборам. Он состоит из набора конденсаторов различной емкости (4,7 мкФ; 18,8 мкФ; 2200 мкФ; 4700 мкФ), дроссельной катушки с ферритовым сердечником, двух мотков и переключателя.

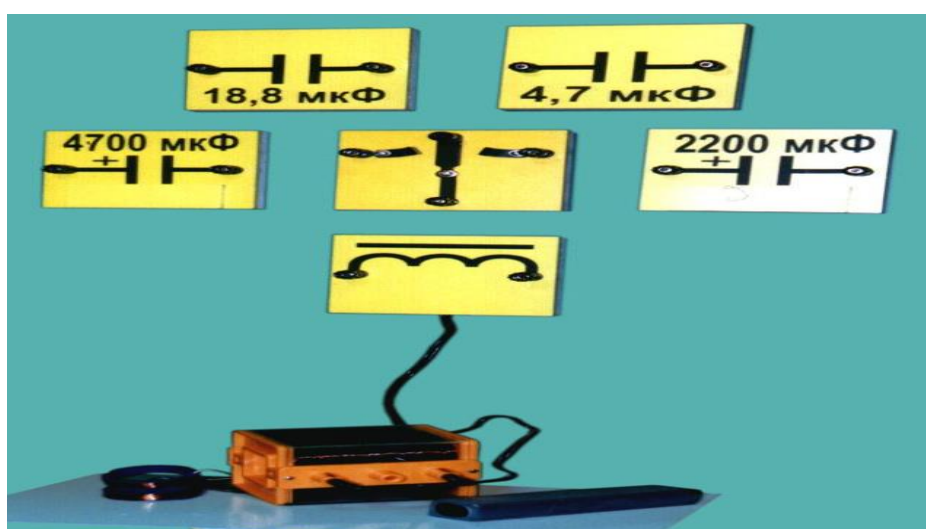


Рис. 10. Набор «Электричество-3»

Демонстрационное оборудование по оптике также пополнилось двумя новыми наборами, выпущенными РНПО «Росучприбор». Набор «Геометрическая оптика» оснащен тремя осветителями с диафрагмами, соединительной колодкой, плоскопараллельной пластиной, полуцилиндрической пластиной, треугольной призмой, тремя собирающими линзами, рассеивающей линзой, кюветой, набором цветных светофильтров, зеркалом, световодом, лимбом, моделью глаза, магнитными полосками. Все оборудование закрепляется на металлической доске.

Набор «Волновая оптика» (рис. 11) состоит из полупроводникового лазера с блоком питания, двух собирающих линз, бипризмы Френеля, пластины с двумя щелями, прибора «Кольца Ньютона», дифракционных решеток, плоского зеркала, стеклянной пластины, двух поляроидов, призмы «Флинт», красного светофильтра, рамки для наблюдения интерференции в мыльной пленке, набора объектов для наблюдения дифракции, различных оправок и подставок, кюветы и штатива с зажимами.

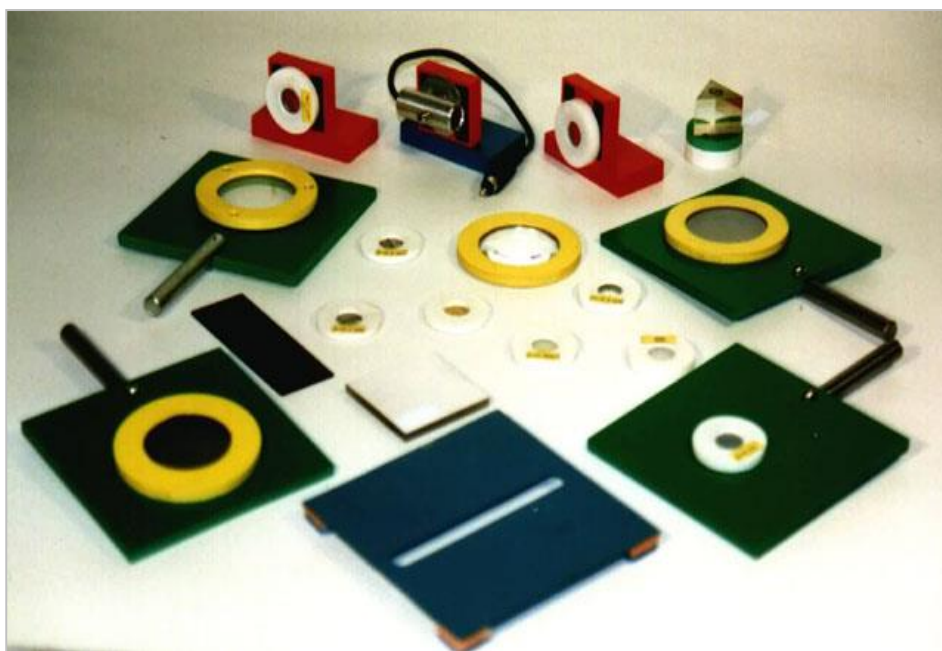


Рис. 11. Набор «Волновая оптика»

Следует отметить, что все перечисленные выше готовые демонстрационные комплекты и наборы, хотя и отражают достижения научно-технической революции и требуют меньше усилий от учителя при подготовке и проведении эксперимента, не всегда отвечают требованиям наглядности в обучении, а именно осознанности в восприятии. Исследования психологов показали, что важно не только уметь воспринимать предъявленную наглядность, пере-

осмысливать ее с учетом учебной задачи, но и перекодировать ее содержание. Для эффективного использования наглядности в процессе усвоения знаний большую роль играет не только тщательный отбор наглядных средств в соответствии с содержанием знаний, но и организация их восприятия. В связи с этим важное значение имеет постановка перед учащимися сенсорных задач в момент предъявления наглядного материала: указаний на то, какие приборы необходимо использовать, применялись ли они нами ранее и для чего, чем их можно заменить, что в данном эксперименте необходимо зафиксировать, определить, сравнить, мысленно преобразовать и т. п.). Нередко требование использования одного и того же прибора в различных экспериментальных установках вызывает серьезные трудности у учащихся, так как исследуемые с помощью них явления имеют другое содержание, различны условия использования этих приборов. Умение ориентироваться в различных ситуациях способствует наиболее полному развитию интегративного мышления, которое оперирует объектами мысли в тех фактических связях и отношениях, в которых они существуют в реальной действительности. Формирование такого мышления во всей полноте и своеобразии его функций является не только необходимым условием эффективного усвоения знаний, но вместе с тем выступает как одно из важнейших средств развития личности ученика, его чувств, переживаний, эмоционального отношения к окружающему миру.

### **3.5. Компьютер в школьном эксперименте по физике**

Уровень развития и использования современных технологий в разных странах тесно связан с уровнем развития образования и является сегодня показателем не только экономического потенциала, но и качества жизни населения данной страны. В настоящее время в большинстве стран информационные и коммуникационные технологии считаются основными в процессе повышения качества образования и к модернизации системы образования на основе данных технологий прилагаются огромные усилия. Это происходит благодаря внесению соответствующих изменений в учебные курсы, расширению содержания преподаваемых знаний и обучению новым практическим навыкам. Человек сегодня нуждается не только в новых практических навыках и теоретических знаниях, но и в способности постоянно совершенствовать эти зна-

ния и навыки, способствующие активизации интеллекта учащихся, формированию творческих и умственных способностей, развитию целостного мировоззрения личности, позволяющего ей занять прочное положение в информационном обществе. Ошибочно было бы думать, что применение новых информационных и коммуникационных технологий автоматически повысит качество образования. Для эффективного их использования педагогам-методистам необходимо исследовать и активно внедрять психологию, дидактику и этику компьютерного обучения. Новый уровень грамотности требует создания принципиально новой технологии приобретения научных знаний, новых педагогических подходов к преподаванию и усвоению знаний, модернизации методик преподавания.

Физика активно участвует в информатизации общества, закладывая основы в разработку современных устройств микроэлектроники, в использование цифровых принципов вычислений, создание новейших средств связи и пр. Однако в мире и в России наблюдается падение интереса молодежи к физике, что может привести к технологическому кризису. Для решения данной проблемы начиная с 2000 года Европейская организация ядерных исследований (CERN), Европейское космическое агентство (ESA), Европейская южная обсерватория (ESO) приступили к осуществлению совместного проекта по популяризации физики. Этот проект будет реализован в 22 странах под руководством созданных национальных комитетов этой программы. В рамках сотрудничества со средствами массовой информации будут выявляться наиболее эффективные методы популяризации физики [132].

Некоторые педагоги и психологи высказывают серьезное опасение, что в отличие от естественного процесса интериоризации знаний как источника развития личности широкое применение компьютеров в образовании вызовет обратную тенденцию, а именно экстериоризацию знания, ставшего товаром для продажи, обмена, хранения и потребления, и в конечном счете приведет к глубокому кризису гуманистического характера обучения. Дегуманизацию образования вызывает и то обстоятельство, что внедрение компьютеров в сферу образования происходит гораздо медленнее, чем в сферы бизнеса, маркетинга, технологий и пр. В силу этого увеличивается разрыв между технической культурой и гуманистической культурой образовательных учреждений [123, с. 239].

В настоящее время существует тенденция повсеместного замещения печатных материалов высокоуровневыми электронными



информационными технологиями, появляются такие средства и формы обучения, как электронные учебники и пособия, электронные энциклопедии и справочники, автоматизированные учебно-методические комплексы, обучающие и экспертные системы, компьютерные тестовые и экзаменационные материалы. В обучении активно используются различные сетевые ресурсы, электронная почта, Интернет, проводятся электронные семинары, интерактивные дискуссии, видеоконференции, форумы, чаты и пр.

Успех применения компьютерных средств в обучении прежде всего связан с тем, что они позволяют моделировать некоторые функции человеческого мозга. С помощью данных средств осуществляется ввод информации, ее фильтрация, кодирование, запоминание, хранение в памяти, извлечение, обработка, передача и предъявление в удобном виде, что способствует расширению возможностей в преподавании отдельных дисциплин, и физики в частности.

Научно-методические проблемы использования персональных компьютеров в обучении физике разрабатывались Л.И. Анциферовым, Э.В. Бурсианом, И.Б. Горбуновой, Ю.И. Диком, В.А. Извозчиковым, С.Е. Каменецким, А.С. Кондратьевым, В.В. Лаптевым, А.В. Смирновым, Т.Н. Шамало и др.

Анализ форм и методов применения компьютерных технологий при обучении физике позволил выделить пять основных направлений их использования в школьном физическом эксперименте.

Первое направление связано с проведением расчетов для обработки различных результатов, полученных в ходе эксперимента. Такой способ методически целесообразен в тех случаях, когда от учащегося требуется расчет величин с большой точностью по сложным математическим выражениям со многими переменными. Оправдан он также в тех случаях, когда необходимо многократное повторение расчетов по одним и тем же формулам. В этом случае учащиеся освобождаются от проведения рутинных операций, не требующих умственного напряжения, представляющих собой подстановку данных. Ввод данных производится экспериментатором либо вручную по запросу программы, либо при обращении компьютера к уже имеющимся базам данных, для чего требуется знание определенных языков программирования. Данное направление отражено в публикациях В.П. Дьяконова, Р.Б. Салихова, Ч.Х. Сагитовой, Е.А. Свириденко, Г.П. Стародубцевой и др.

Второе направление определяется применением тестовых и контролирующих программ при проведении различных учебных экспериментов. Это может быть выбор одного или нескольких правильных вариантов экспериментальных установок для демонстрации изучаемого явления, заполнение недостающих фрагментов записи исследуемой экспериментальной зависимости, установка соответствующих связей между измеряемыми величинами и единицами их измерения, конструирование электрических схем и опытных установок из имеющихся элементов, определение верной последовательности выполнения эксперимента, разделение физических лабораторных приборов на группы и пр. Данные технологии полезны при осуществлении самоконтроля, они делают процесс обучения более индивидуальным, знакомят учащихся с различными тестовыми оболочками, широко внедряющимися сегодня в образовании с целью осуществления мониторинга качества знаний. В этом направлении работают Ю.А. Гороховатский, Д.Э. Темнов, В.В. Касинский, В.С. Ким, С.К. Стафеев, О.Н. Фалалеева, Н.А. Яковенко и др.

В отдельную группу, составляющую третье направление, можно выделить программы-тренажеры, необходимые для формирования устойчивых экспериментальных навыков по правильному подключению измерительных приборов, выделению участков цепи с последовательным и параллельным соединением проводников, определению графика соответствующего газового закона, построению хода лучей в различных оптических приборах и т. д. Варьирование условий позволяет обучаемым выделять в рассматриваемых моделях существенные признаки, характеризующие изучаемый процесс, и абстрагироваться от несущественных, не влияющих на достижение верного результата. Это направление исследуют Д.В. Баяндин, С.В. Дубасов, А.Ф. Кавтрев, К.П. Колинко, Н.Н. Медведева, К.Н. Нищев, Д.Ю. Соловьев и др.

В основу четвертого направления положено компьютерное моделирование учебного эксперимента. Компьютерное моделирование может быть численным, графическим и имитационным.

Для осуществления численного моделирования не требуется сходства физической природы изучаемых явлений и исследуемых моделей, необходима лишь возможность сходства их описания с помощью математических уравнений. Данная модель включает не только уравнения, описывающие поведение объекта, но и дополнительные условия, устанавливающие границы их применения, определяемые в зависимости от точности, предъявляемой к расчетам.

Вначале проводится тщательное осмысление исследуемого явления, выделяются факторы, которые необходимо учитывать, определяются начальные и граничные условия. В дальнейшем изучаемая модель записывается в виде математических дифференциальных уравнений, составляется алгоритм решения поставленной задачи, по которому реализуется соответствующая компьютерная программа. Полученные результаты сравниваются при возможности с результатами натурального эксперимента, который позволяет оценить качество созданной математической модели и сделать выводы о ее уточнении или изменении. Например, при изучении падения тел классическая физика Ньютона не учитывает зависимость ускорения свободного падения от расстояния до центра Земли, форму тела, сопротивление воздуха и пр. В итоге реальный результат, полученный в ходе натурального эксперимента, отличается от расчетного по законам классической механики. Уточненная математическая компьютерная модель позволяет учесть вышеперечисленные факторы, вновь сравнить полученные результаты и сделать выводы. В последнее время появилось множество программных продуктов, представляющих собой готовые численные модели физических явлений и экспериментов (расчет силовых линий в различных электрических и магнитных полях, траектории движения тел, брошенных под углом к горизонту и т. д.). Учебным задачам численного моделирования посвящены исследования Э.В. Бурсиана, А.А. Богуславского, В.В. Глазкова, И.В. Локтионовой, С.В. Поршнева, С.Е. Попова, С.В. Трубникова и др.

Графическое моделирование предполагает наличие на экране монитора различных рисованных объектов, оно может быть статическим и анимационным. Статические компьютерные слайды используются для иллюстрации различных схем опытов, графиков экспериментальных зависимостей, демонстрации картин силовых линий полей, различных зон проводимости, результатов, оформленных в виде таблиц и диаграмм, экспериментальных установок, демонстрация которых не может быть осуществлена в ходе обучения по ряду причин, коими могут быть соображения техники безопасности, цена используемого оборудования, его размеры, сложность в эксплуатации и пр. Иногда постановка лабораторных работ с реальными приборами невозможна из-за их отсутствия или недоступности. Программный пакет Electronics Workbench (EWB), своего рода лаборатория в компьютере, позволяет, пользуясь только одной мышью, составлять изучаемые схемы на экране монитора, подключая различные виртуальные приборы. При оперативном изменении параметров исследу-

емой схемы показания измерительных графических приборов меняются, фиксируются обучаемыми и используются ими для проведения дополнительных исследований. Анимационное динамическое моделирование применяется чаще всего для раскрытия механизмов изучаемых процессов, позволяет проникнуть внутрь явлений, увидеть невидимые частицы и объекты, проследить за их движением и динамикой. Появилась возможность управлять скоростью предъявления демонстраций, использовать различные способы (звук, цвет, форма, пульсация) для усиления воздействия на обучаемого, варьировать начальные условия эксперимента и изменять их временной масштаб. Многоплановое представление информации, включая трехмерную графику высокого разрешения с реалистичной цветовой палитрой, «живое», анимированное изображение позволило поднять презентабельность данных компьютерных моделей на более высокий качественный уровень. Мультимедийные сборники «Гравитация: развитие взглядов от И. Ньютона до А. Эйнштейна» и «Электрические и магнитные поля: мир или физическая реальность?» содержат сотни оригинальных компьютерных экспериментов, иллюстрирующих ключевые для понимания темы явления природы, трудновоспроизводимых в реальных условиях, и ряд видеоклипов с записями натуральных экспериментов и лабораторных работ. Рассматриваемые материалы, разнообразные по форме и сложности, могут заинтересовать различные категории учащихся — от успевающих до отстающих. С помощью этих материалов учащиеся могут приобщиться к проведению современных исследований или великих опытов прошлого. Использование техники анимации для своеобразного изображения реального мира развивает наблюдательность, способность выделять причинно-следственные связи развивающихся во времени событий. Эти аспекты моделирования отражены в работах М.В. Абутина, В.Н. Александрова, Н.Н. Гомулиной, В.В. Деревянкиной, Т.В. Ильясовой, А.И. Илющенко, В.Е. Коробова, Н.П. Калистратовой, В.В. Монахова, А.И. Назарова, В.В. Панченко, В.В. Ребро, Г.Н. Степановой, А.И. Скворцова, А.С. Чирцова, А.И. Фишман и др.

Имитационное моделирование основано на использовании статистического, вероятностного подхода к рассматриваемым объектам. Примером имитационного моделирования является диффузия молекул в газе, броуновское движение, рассеяние частиц в опыте Резерфорда, прохождение частиц через вещество и пр. [29]. Отличительной чертой данного вида является его недетерминированность, то есть при одних и тех же начальных условиях и

значениях переменных моделируемая система может принимать различные значения. На невозможность детального и наглядного моделирования процессов, связанных с участием микрочастиц, указывал в своих лекциях Р. Фейнман: «...В конце концов мы приходим к следующему заключению: электроны приходят порциями, подобно частицам, а вероятность прибытия этих порций распределена так же, как и интенсивность волн. Именно в этом смысле электрон и ведет себя частично как частица, а частично как волна» [134, с. 207]. С позиции наглядности это позволяет показать лишь финальную картину физических явлений и отдельных особенностей их протекания. Этим вопросам уделяют внимание Н.П. Дымченко, А.В. Богатырев, А.М. Толстик и др.

Пятое направление связано с автоматизацией учебного физического эксперимента на основе использования аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования. Аналого-цифровые преобразователи необходимы для сбора данных в ходе эксперимента, на их входы подаются электрические аналоговые сигналы либо непосредственно с экспериментальной учебной установки, либо снятые со специальных датчиков, преобразующих различные измеряемые величины (давление, скорость, влажность, температура, и пр.) в электрические. Цифро-аналоговые преобразователи предназначены для управления экспериментом. Аналоговые электрические сигналы, снятые с их выходов поступают на специальные устройства, следящие за ходом исследуемого процесса.

В последние годы отечественная промышленность выпускает самые разнообразные датчики, что существенно облегчает проведение автоматизированного учебного эксперимента. Благодаря наличию определенных узлов и блоков компьютер может выполнять функции различных приборов, таких, как осциллограф, генератор, таймер, цифровой измеритель, что делает его использование экономически выгодным [120]. Автоматизация учебного эксперимента существенно изменяет методику формирования знаний и умений учащихся. На проведение измерений затрачивается значительно меньше времени и больше его остается на анализ полученных результатов; сокращается путь от выдвижения гипотезы до ее проверки; шире учитываются индивидуальные особенности учащихся, из которых наиболее подготовленные могут участвовать в проведении подлинно научных творческих исследований. Применяя данные аппаратные средства на уроках физики, школьник учится пользоваться компьютерной техникой как необходимым

инструментом учебной и практической деятельности, что позволит проводить в рамках программного материала принципиально неосуществимые в традиционных условиях эксперименты. Высокая точность измерений, исследование быстропротекающих и слабовыраженных процессов в реальном масштабе времени позволяет говорить о качественно новом этапе в развитии натурального эксперимента. Автоматизацией учебного физического эксперимента занимаются С.А. Богданов, Ю.А. Воронин, А.М. Коротков, О.А. Поваляев, С.В. Хоменко, А.В. Чарушин, Р.М. Чудинский, М.Л. Ярошевский и др.

На рисунке 12 представлена схема, раскрывающая возможности использования компьютера в учебном физическом эксперименте.



Рис. 12. Компьютер в школьном физическом эксперименте

Эффективность применения данных компьютерных технологий зависит от качества применяемых программных продуктов. Эти программные продукты должны содержать тщательно спроектированные указания и точно представлять набор действий и операций, которые должны выполнять учащиеся. Осуществляя диалоговый режим работы с компьютером, обучаемый при необходи-

мости может получить своевременную квалифицированную помощь, корректирующую его деятельность [71]. Наиболее распространенными продуктами, выпускаемыми отечественной промышленностью, являются «Физика в картинках» и «Открытая физика» (ООО «Физикон»), мультимедийное учебное пособие нового образца «Физика», серия электронных учебных пособий «Электронные уроки и тесты» (ЗАО «Просвещение-МЕДИА»), «Физика в анимациях» (ООО «Силтек»), «Библиотека лабораторных работ по физике» (7—11 кл.) и «Библиотека электронных наглядных пособий» («Дрофа»), «Школьный физический эксперимент. Сборник демонстрационных опытов» («СГУ ТВ»).

Широкие возможности поиска необходимой учебной информации имеются в сети Интернет, где можно найти новые интересные демонстрационные опыты, результаты экспериментальных исследований, полученных в современных научно-исследовательских лабораториях, данные с метрологических комплексов, дидактические материалы, разработанные в других учебных учреждениях, различную справочную информацию и пр. Благодаря наличию образовательных платформ и порталов предоставляется возможность совместного проведения экспериментов с использованием уникального лабораторного оборудования и обсуждения их результатов как на общероссийском, так и международном уровне.

Важно, чтобы обучаемый научился самостоятельно приобретать знания, пользуясь разнообразными источниками информации, работать с этой информацией, обращаясь к различным способам познавательной деятельности. Сама познавательная деятельность не должна ограничиваться приобретением знаний, но предусматривать их активное применение для решения разнообразных реальных проблем. Организация такой самостоятельной работы предполагает использование новейших педагогических технологий, адекватных специфике развивающего обучения, стимулирующих раскрытие внутренних резервов каждого ученика и одновременно способствующих формированию социально значимых качеств личности. Обучение в этом отношении в условиях сотрудничества оказывается наиболее благоприятным.

Моделирующая активная обучающая среда «Виртуальная физика» охватывает основные разделы курса, содержит около 50 конструкторов, 300 виртуальных лабораторных работ, 500 двумерных и трехмерных анимированных образов. В основе практикума

лежат манипуляции пользователя с имеющимися компьютерными моделями [4].

Компьютерная поддержка, однако, не должна заменять натурального эксперимента. В школе при изучении экспериментальных наук нужно иметь дело не только с моделями явлений, но и прежде всего с самими явлениями и на этой основе обучать школьников моделированию как методу познания. По мнению В.Г. Разумовского, «преподавание физики, в котором эксперимент не составляет основы и краеугольного камня всего изложения, должно быть признано бесполезным и даже вредным» [8].

Оснащенность средствами обучения, на основе которых планируется осуществлять тот или иной курс, оказывает непосредственное влияние на содержание и структурирование материала. Если проектировщик курса предполагает, что обучение будет строиться только на основе компьютерных технологий, он никогда не добьется поставленных задач. Применение компьютерных технологий целесообразно только совместно с другими средствами обучения, не отрицая, а дополняя их. Не следует забывать, что ведущее место на занятии независимо от используемых технологий занимает преподаватель, управляющий процессом обучения.

Повышение квалификации учителей по использованию современных компьютерных технологий в практике школьного обучения является сегодня одной из важнейших задач. Без целенаправленной подготовки педагогов усилия и средства, вкладываемые в создание электронных учебных изданий и техническое оснащение школ, не принесут должной отдачи. Педагог должен обладать соответствующей квалификацией по использованию прикладных программ, иметь представление о содержании имеющихся электронных учебных изданий по предмету, владеть методикой организации учебной деятельности.

Стремительное развитие информационных и коммуникационных технологий, их проникновение в систему образования на всех существующих уровнях все в большей степени убеждает нас в том, что сами по себе эти технологии не в состоянии решить главной задачи образовательного процесса — повышения качества образования. Для этого необходимы новые методические и учебные материалы, широкий информационный обмен в сфере использования информационных и коммуникационных технологий в учебном процессе, масштабная подготовка и переподготовка преподавателей всех уровней системы образования, организация кур-



сов, которые позволят работникам образования повысить свою информационную компетентность в соответствии с требованиями современной школы. Кроме того, использование компьютера в учебном эксперименте может быть успешным только при наличии у педагога мотивации применения компьютерных технологий в преподавании.

## ГЛАВА 4

# ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА И МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

## 4.1. Интегративный подход к осуществлению школьного физического эксперимента

Теоретико-методологические основы интеграции в образовании, проведенный анализ сущности и принципов интегративного подхода дают возможность представить структуру интегративного подхода при осуществлении школьного физического эксперимента. Исходя из целей образования, его качества, перспектив развития и становления личности, методов познания, современных образовательных технологий, эта структура должна учитывать межпредметную, внутрипредметную, межличностную и внутриличностную интеграцию (рис. 13).



Рис. 13. Интегративный подход к осуществлению школьного физического эксперимента

Методологической основой межпредметной интеграции служит положение о единстве материального мира, взаимосвязи и взаимообусловленности явлений природы, общества и мышления, теория о взаимозависимости различных областей образования, границы между которыми не абсолютны. Задача каждой учебной дисциплины, в частности физики, — это развитие интегративного стиля мышления, формирование умений использования содержания различных дисциплин для решения поставленных задач. Современный этап развития физики характеризуется двусторонними процессами интеграции и дифференциации. С одной стороны, физика развивается в направлении все более глубокого проникновения в сущность познаваемых ею закономерностей природы, с другой — как единый комплекс наук, взаимно обогащаясь научными идеями и методами познания. Учебный физический эксперимент, как неотъемлемая часть физики, также предполагает наличие межпредметной интеграции. Межпредметные связи учебного эксперимента могут быть классифицированы по разным признакам. Выделяют хронологическую и содержательную интеграцию [126] (рис. 14).

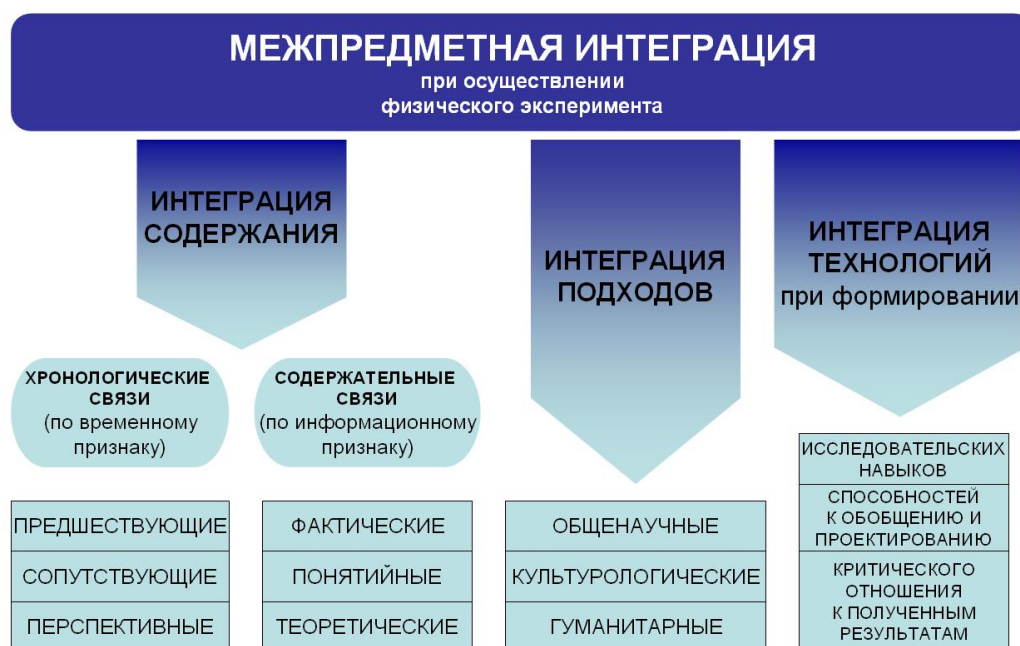


Рис. 14. Межпредметная интеграция

Хронологические связи различаются по временному признаку и делятся на предшествующие, сопутствующие, перспективные. Предшествующие связи обусловлены связями школьного физического эксперимента с материалом, изучавшимся в других предметах раньше. Например, в процессе экспериментального изучения

законов Фарадея устанавливаются связи с материалом, изученным раньше в курсе химии (электролит, электролитическая диссоциация, дипольный момент и пр.). Сопутствующие связи отражают связь между понятиями, законами, теориями, изучаемыми одновременно в разных учебных предметах. Например, при экспериментальном исследовании гармонических колебаний описывающие их уравнения одновременно изучаются в рамках курса физики и математики. Перспективные связи нацелены на то, что материал курса физики будет в дальнейшем использоваться при изучении других предметов. Так, наблюдение треков в камере Вильсона, изучение устройства и принципа действия счетчика ионизирующих частиц создают условия для приобретения элементарных знаний по экологии, позволяющих впоследствии понять способы осуществления экологического мониторинга местности.

Содержательные связи дифференцируются по информационному признаку и делятся на фактические, понятийные и теоретические. Фактические связи отражают интеграцию на уровне фактов, например, экспериментальный факт зависимости скорости течения жидкости от давления, отражающий закон Бернулли, изучается как в физике, так и в физиологии при измерении линейной скорости кровотока. Понятийные связи функционируют на уровне понятий. Так, формируемые в ходе экспериментов понятия диссоциации и рекомбинации являются общими для физики и химии, понятия частоты, давления, температуры широко используются при экспериментальных исследованиях в физике и медицине, понятия движения, времени, скорости характерны объективным процессам физики и обществоведения и т. д. Теоретические связи интегрируют на уровне законов и теорий, например, относительность движения характерна для физики и астрономии, законы отражения и преломления света — для физики и офтальмологии и пр.

Перенос знаний из одной отрасли науки в другие убеждает учащихся в том, что сила научного знания не только в логическом построении какой-либо области знания, но и в универсальности, всеобщности фундаментальных научных положений. Например, при изучении периодического закона Д.И. Менделеева очень важно довести до сознания учащихся, что «заряд ядра определяет порядковый номер элемента, а задаваемое электрическим полем ядра распределение электронов по квантовым состояниям — все его физико-химические свойства» [57, с. 88].

Академик М.В. Келдыш писал: «Это громадное взаимодействие наук делает все более сложной не только разработку научных проблем, но и организацию научных исследований и обучения» [64, с. 30]. Проблема преподавания физики в школе во многих случаях

состоит в том, что учителю не удастся донести до ученика важность знания этого предмета в современном мире. Часто физика предстает как предмет, необходимость знания которого остается непонятной. Стратегия развития физического образования должна быть ориентирована на усиление общеобразовательного значения школьного курса физики с учетом общенаучных, культурологических и гуманитарных аспектов. На уроках необходимо проводить такие экспериментальные исследования, которые одновременно позволяли бы учащимся вникать в суть рассматриваемых физических явлений, процессов и законов и иллюстрировали возможность использования исследуемых зависимостей в процессе взаимодействия человека с окружающим миром. Опыты во многих случаях должны раскрывать изучаемое явление в целом, а не отдельные его моменты. Например, изучая плавление тел, учащиеся должны не ограничиваться определением температуры плавления, а пронаблюдать вещество до плавления, в период плавления и после него, что иллюстрирует диалектический закон перехода количества в качество. В ходе проведения экспериментов учащиеся должны получать представления об условиях жизни и работы ученых конкретной исторической эпохи, знакомиться с ходом развития физического мышления. Недостаточно одного перечисления имен ученых, дат их жизни и кратких биографий, необходимо показать развитие экспериментальных исследований на основе роста потребностей, взаимосвязи науки и техники. Учебные эксперименты должны раскрывать сущность технологических процессов, развивать исследовательские навыки, формировать способности к обобщению и проектированию, обучать критическому отношению к полученным результатам. Межпредметные связи должны включать не только интеграцию содержания, но и затрагивать интеграцию методик обучения на уровне идей, принципов, методов и подходов.

Межпредметная интеграция находит свое продолжение во внутрипредметной интеграции (рис. 15) и опирается на нее. Внутрипредметная интеграция основывается на понимании учебного предмета как дифференцированной и интегрированной системы. Установление смысловых, содержательных и технологических связей между разделами и темами учебного предмета дает возможность организовать его изучение как открытой новым связям системы. Учебный физический эксперимент многофункционален и при определенных дидактических условиях превращается в развивающую образовательную систему. Кроме общих задач, разрешаемых всеми видами школьного эксперимента, содействующих более глубокому изучению законов физики и приобретению учащимися необходимых экспериментальных умений, каждый вид имеет свою особенность,

свое более узкое целевое назначение. Методика проведения всех видов школьного эксперимента — демонстрационного, фронтального и практикума — содержит схожие этапы подготовки, непосредственного выполнения и анализа результатов. Часто различные виды эксперимента дополняют друг друга, расширяя возможности для формирования наблюдательских способностей, предоставляя большую самостоятельность при обработке результатов. В ходе демонстраций учащиеся получают представление об имеющихся в кабинете физики приборах, во время фронтальных работ формируют простейшие умения пользования ими, практикум совершенствует практические умения, знакомит с более сложным и современным оборудованием. Во время демонстрационного эксперимента школьники учатся зарисовывать схемы установок и записывать готовые выводы, во время фронтального самостоятельно собирают необходимые установки по имеющимся схемам и составляют отчеты выполненной работы, во время практикумов сами разрабатывают схемы и планируют собственные экспериментальные исследования. В ходе эксперимента учащиеся воспроизводят природные явления, воссоздают представления о физических величинах, устанавливают определенные физические свойства тел, иллюстрируют справедливость физических законов, формируют фундаментальные физические понятия, то есть закладывают основы для изучения физики и знакомятся с экспериментальными методами исследования.

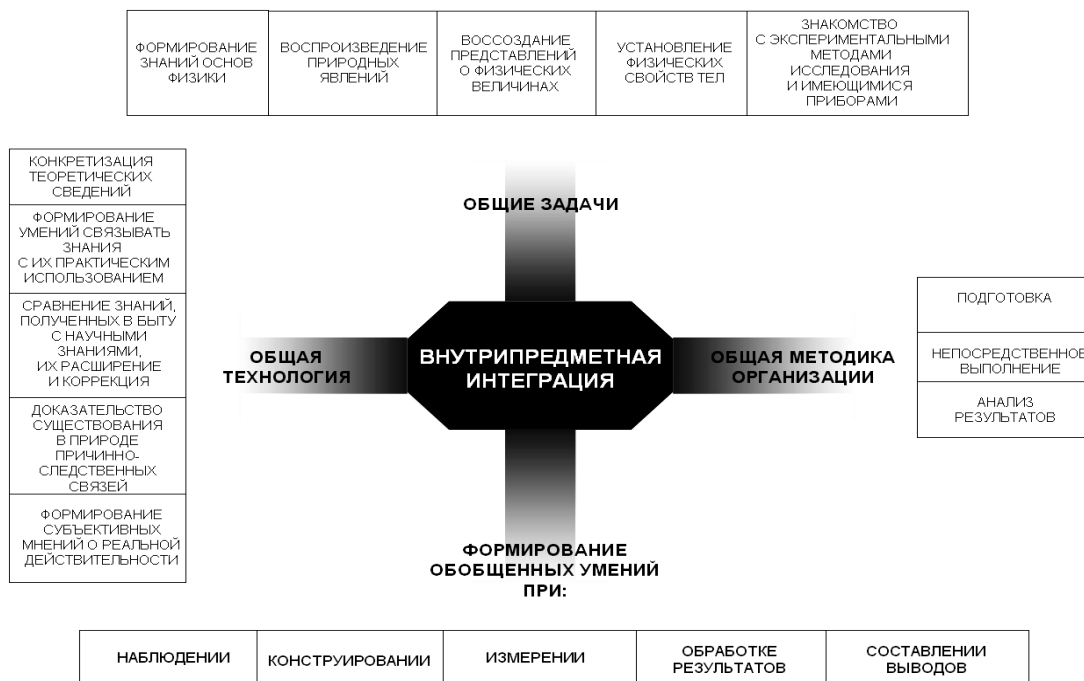


Рис. 15. Внутрипредметная интеграция

Широко используемый в обучении деятельностный подход с учетом внутрисубъектной интеграции позволяет не только успешно решать проблему эффективного усвоения знаний всеми учащимися, но и формировать у них обобщенные умения во время выполнения учебного физического эксперимента [126]. Большое количество имеющихся в кабинете физики разнообразных измерительных приборов (мензурки, манометры, термометры, амперметры и т. п.) требует унифицированного подхода к формированию соответствующих измерительных умений через выделение общих видов деятельности.

Снятие показаний с любого измерительного прибора, имеющего шкалу, проводится в следующей последовательности. Вначале устанавливают, какую физическую величину и в каких единицах измеряет данный прибор, затем находят цену деления шкалы прибора и в заключение определяют значение физической величины по установившемуся на шкале положению. Формирование такого обобщенного умения в указанной последовательности экономит время и позволяет учащимся правильно снимать показания с любого измерительного прибора (рис. 16).

#### ФОРМИРОВАНИЕ ОБОБЩЕННЫХ УМЕНИЙ

При снятии показаний с любого измерительного прибора, имеющего шкалу	При работе с автоматизированными установками	Процесс формирования умений (многократно повторяется, растянут по времени)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устанавливают, какую физическую величину и в каких единицах измеряет данный прибор.</li> <li>2. Находят цену деления шкалы прибора.</li> <li>3. Определяют значение величины по установившемуся на шкале положению.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опираясь на традиционную аналогичную схему, выясняют, какой выход ЦАП играет роль источника в исследуемой схеме.</li> <li>2. Определяют входы АЦП, осуществляющие функции измерительных приборов.</li> <li>3. Фиксируют способы внесения изменений в рассматриваемый процесс и методы разработки результатов</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Учитель, зная содержание обобщенных действий, побуждает обучаемых к выполнению определенных действий в нужной последовательности.</li> <li>2. Учащиеся самостоятельно выделяют обобщенное содержание деятельности и для дальнейшего его осмысления упражняются в его применении в ходе совместного проведения экспериментов.</li> <li>3. Учащиеся самостоятельно планируют и выполняют аналогичную деятельность в других неизвестных им исследованиях.</li> </ol>

Рис. 16. Формирование обобщенных умений

Аналогичные обобщенные умения необходимо формировать и при работе с современными автоматизированными измерительными комплексами. В качестве ориентировочной основы деятельности выступают уже сформированные умения по сборке электрических цепей и знакомые способы проведения измерений. При автоматизированном способе проведения измерений следует выделить следующую последовательность действий.

Вначале, опираясь на аналогичную, традиционную схему, выясняется, какой выход цифроаналогового преобразователя играет роль источника в исследуемой схеме, далее определяются входы аналого-цифрового преобразователя, осуществляющие функции измерительных приборов, фиксируются способы внесения изменений в рассматриваемый процесс и методы обработки результатов. Для устойчивого овладения данным умением приемы деятельности должны повторяться многократно, процесс формирования умения должен быть растянут по времени.

На первом этапе формирования обобщенных приемов деятельности главную роль играет учитель. Зная обобщенное содержание деятельности, он побуждает обучаемых к выполнению определенных действий в нужной последовательности. Обязательным элементом этого этапа являются обращенные к учащимся задания по выделению последовательности приемов, распознаванию аналогичных ситуаций, переносу выбранной последовательности умений на другие эксперименты.

На втором этапе учащиеся самостоятельно выделяют обобщенное содержание деятельности данного вида и упражняются для его дальнейшего осмысления и применения в ходе совместного проведения различных экспериментов.

На третьем этапе учащиеся должны самостоятельно планировать и выполнять аналогичную деятельность в других, еще не известных им исследованиях. Это позволит сформировать у учащихся ясное понимание того, как передаются управляющие воздействия на рассматриваемые объекты, как осуществляется прием сигналов с исследуемых узлов, их дальнейшее преобразование и обработка. Учебный физический эксперимент будет знакомить учащихся с методами измерений, которыми пользуются на производстве, в научных лабораториях, медицине, сельском хозяйстве,



процессе информатизации и пр., формировать умения пользования техникой как необходимым инструментом учебной и практической деятельности, готовить учащихся к проведению исследовательских экспериментов в различных сферах.

Через конкретизацию ранее полученных теоретических сведений, через формирование умений связывать полученные экспериментальные знания с их практическим использованием формируют представления о роли физики в жизни общества и его развитии. Сравнение знаний, полученных в быту, с научными знаниями, их уточнение, расширение и коррекция, создание субъективных мнений о реальной действительности, доказательство существования в природе однозначных причинно-следственных связей способствует формированию научного мировоззрения.

Межличностная интеграция в процессе осуществления школьного физического эксперимента рассматривается как необходимое направление делового сотрудничества и сотворчества путем сочетания индивидуальной и групповой экспериментальной исследовательской деятельности, совместного освоения современных образовательных технологий, коллективного творчества (рис. 17).

Субъект-субъектные отношения, диалогичность и неприятие авторитарности получили философское обоснование и экспериментальное подтверждение [144]. Помещая в центр обучения развивающуюся личность, необходимо, чтобы учащийся сам выбирал и выстраивал знания и умения из окружающего хаоса в соответствии со своим миром ценностей, потребностей, интересов и возможностей. Важно учесть, что однозначно предсказать, какая именно «встреча» окажется значимой, какое воздействие на систему приведет к резонансному отклику в соответствии с принципом неопределенностей, невозможно [30]. Поэтому в ходе осуществления учебного физического эксперимента необходимо создать условия для множественности личностно значимых, «резонансных встреч», создающих пространство и условия для межличностной интеграции.



Рис. 17. Межличностная интеграция

Согласно концепции развивающего обучения, разработанной Л.С. Выготским, ребенок является, прежде всего, существом социальным, который взаимодействует со своим окружением, в результате чего совершается обучение. В процессе коллективного освоения пространства, окружающий мир приобретает смысл для ребенка только благодаря усвоению 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 подготовленных учеников, которые не только организуют этот процесс и способствуют участию в нем, но и руководят им, что дает возможность лучше понимать мир и достигать все большего мастерства [14]. Л.С. Выготский определил два уровня когнитивного развития: первый — уровень актуального развития ребенка — определяется его способностью самостоятельно решать поставленные задачи, второй — уровень потенциального развития — определяется проблемами, которые ребенок может решить под руководством кого-либо или в условиях сотрудничества. Расстояние между этими двумя

уровнями определяет зону ближайшего развития учащегося и требует организации соответствующего построения обучения.

Учебный физический эксперимент предоставляет широкие возможности для реализации развивающего обучения. Уровень актуального развития учащегося определяется выработкой собственных суждений об окружающих явлениях, формированием умений выдвигать и проверять гипотезы, развитием умений самостоятельно собирать установки и проводить эксперименты по изучению физических явлений и законов, развитием умений самостоятельной обработки результатов. Достоинством фронтальных экспериментов является то обстоятельство, что данные, полученные одним учащимся, подтверждаются данными других, что свидетельствует об объективности физических законов и, несомненно, является более обоснованным, чем при работе отдельного экспериментатора. Иногда из-за сложности и длительности проводимого опыта он выполняется группами учащихся по частям. При завершении эксперимента все работающие соединяют в одно целое свои частные исследования и приходят к общему выводу, выигрывая во времени исследования, сохраняя экспериментальную основу изучения и приучаясь к коллективному сотрудничеству. Под руководством учителя учащиеся выделяют причинно-следственные связи развивающихся во времени событий, накапливают факты для построения абстрактных моделей, анализируют полученные формулы и графики, развивают креативные умения.

В классах всегда есть учащиеся с различными индивидуальными особенностями, разными способностями, разнообразными интересами и основаниями для выбора будущей профессии, что создает условия для дифференциации школьников по группам с целью создания оптимальных условий для их дальнейшего развития. Эти особенности должны учитываться при подборе учебных опытов, теоретического содержания, технической сложности, избирательной и практической направленности. Основываясь на том, что 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, необходимо, чтобы в ходе проведения экспериментов межличностная интеграция способствовала развитию общих способностей учащихся, формированию мышления, воспитанию аккуратности и дисциплинированности, развитию оценочных умений, внимательности и

предусмотрительности, привитию организованности, последовательности и целенаправленности в проведении исследований.

Внутриличностная интеграция (рис. 18) основана на идее интегративной природы человека и принципе целостности. Опираясь на вывод Б.Г. Ананьева, внутриличностная интеграция возможна благодаря противоречивому состоянию в человеке свойств открытой и закрытой систем, его сознание является одновременно субъективным отражением объективной действительности и внутренним миром личности. Именно во внутреннем мире складываются «комплексы ценностей (жизненные планы и перспективы, глубоко личностные переживания), определенные организации образов и концептов, притязаний и самооценки» [1, с. 328], которые объективируются в практической деятельности.

Результатом внутриличностной интеграции является интеграция профессионального знания в сознание. Достижение этого результата происходит при совмещении внутренних усилий личности учащегося и внешнего воздействия целенаправленного образовательного процесса. Оно всегда связано с проблемой осознания учащимся ответственности за результат своего обучения и с готовностью личности к самоактуализации и саморазвитию. Самоактуализация — это осознание человеком самого себя в окружающем мире, свободный личностный выбор жизненного пути, нахождение пути к себе и от себя, достижение внутренней гармонии, реализация всех способностей и талантов. Пути внутреннего преобразования информации в системе, свойственной человеку, не могут быть прослежены, они скрыты, но объективированное их воплощение (стремление, действие, умение, отношение и пр.), по мнению М.К. Мамардашвили, поддается изучению и анализу. Самое сложное — включить, высвободить на уровне индивидуальности внутренние интеграционные процессы, дающие качественно новые педагогические эффекты и профессионально-личностные новообразования [82].

Исследования психологов показывают, что способности к тому или иному виду деятельности начинают формироваться и проявляться в подростковом возрасте. Это объясняется тем, что именно в этом возрасте возникают устойчивые интересы, формируется сознательное, активное отношение к окружающему миру [69]. Изучение физики и проведение большинства учебных физических экспериментов как раз приходится на этот возрастной период развития личности. Именно здесь могут закладываться основы единства обучения и самообучения, воспитания и самовоспита-

ния, развития и саморазвития. На успешность учебной деятельности, как и любой другой, влияет мотивация; оценка различных видов деятельности в сознании учащегося происходит с учетом собственных интересов, имеющихся способностей и сложившейся системы ценностей.

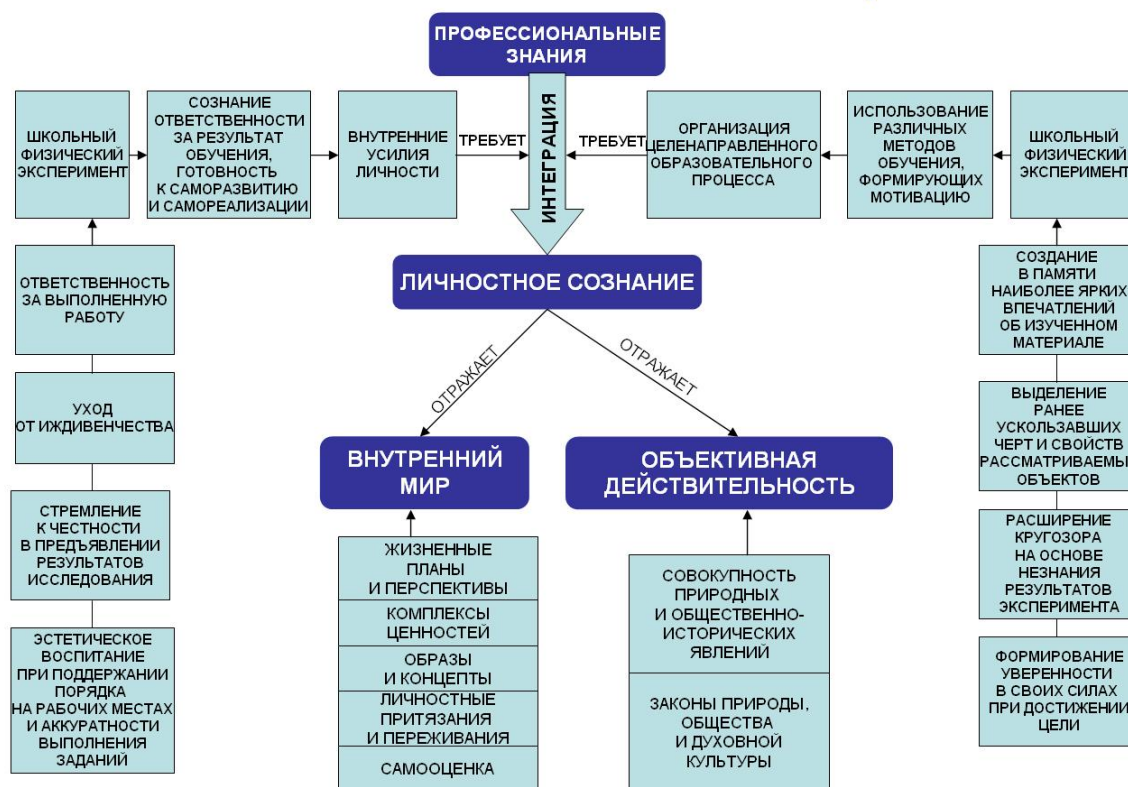


Рис. 18. Внутриличностная интеграция

Объяснение явлений обыденной жизни на уроках физики средствами демонстрационного эксперимента влияет на создание в памяти учащихся наиболее ярких впечатлений об изученном материале, способствует выделению ранее ускользавших от внимания черт и свойств рассматриваемых объектов, развивает интерес к физике. Непосредственное наблюдение изучаемых явлений окружающего мира посредством различных органов чувств (слух, зрение, осязание) усиливает интенсивность восприятия, способствует развитию восприятия и речи на основе взаимосвязи первой и второй сигнальных систем. Управление скоростью восприятия предъявляемого материала, использование различных способов (звук, цвет, форма, пульсация) для усиления воздействия на обучаемого, создание возможностей, позволяющих проникнуть внутрь изучаемых явлений, создает условия для совершенствования различных видов

памяти и способностей учащихся, содействует формированию чувства удовлетворения от учебной деятельности.

Незнание результатов эксперимента, создание положительных эмоций при достижении цели опыта, формирование уверенности в своих силах при успешном исследовании формируют мотивацию обучения и способствуют ее расширению. Учащийся, оценивая эффективность собственных усилий, будет более заинтересован в дальнейшем расширении своего кругозора и углублении уровня знаний именно по той дисциплине, в которой он успешен. Поэтому в ходе проведения самостоятельных экспериментов должны быть созданы оптимальные условия для развития способностей учащихся, предоставлена возможность проведения более сложных исследований, развивающих их мышление и способность ориентироваться в окружающем мире. Ответственность за проделанную экспериментальную работу, уход от иждивенчества при выполнении опытов, стремление к честности в предъявлении результатов будет способствовать формированию нравственных качеств личности, а поддержание порядка на рабочих местах, их уборка после занятия — эстетическому воспитанию.

Учащийся, как и любой другой человек, всегда добивается гораздо больших успехов, если он не испытывает эмоционального и физического дискомфорта. Технологии осуществления школьного физического эксперимента как разновидность любых других образовательных технологий должны учитывать функциональное состояние учащегося, быть направлены на снижение уровня стресса и повышение эффективности обучения. Постоянное ухудшение здоровья школьников свидетельствует о необходимости дозирования учебной нагрузки в соответствии с возрастными и индивидуальными возможностями организма. Особенно остро указанные проблемы проявляются при использовании инновационных методик обучения. Установлено, что к концу каждого учебного года у школьников, обучающихся по программам развивающего обучения, утомление сказывается в значительно большей степени, чем у детей, находящихся в условиях традиционного обучения. Важно учитывать, что причиной негативных изменений функционального состояния школьника может быть не столько сама инновационная технология или система обучения, сколько способы ее практического воплощения. Если реализация педагогической системы осуществляется за счет расширения объема и интенсивности учебной деятельности, то результаты перегрузки становятся очевидными достаточно быстро. По мнению ученых, достоинства педагогических инноваций нередко нивелируются чрезмерностью суммарной учебной нагрузки. Проблема сбережения здоровья школьников на сегодняшний момент наиболее актуальна и для ее решения необходимо объединить все возможные направления науки, в том числе и

педагогические. Только в том случае, когда мы будем знать сущность физиологических изменений, возникающих в организме школьника в условиях учебной деятельности, мы сможем использовать адекватные профилактические мероприятия, направленные на исправление сложившейся ситуации в образовательном процессе.

Исходя из того, что одной из основных задач образования в настоящее время является задача развития личности учащегося, находящаяся в центре учебно-воспитательного процесса, цели обучения любому предмету, в том числе и физике, включают два аспекта — социальный и личностный. Общество стремится к формированию у детей таких системных качеств, как целостность, открытость, динамичность, креативность, которые позволят им приносить максимальную пользу обществу, и в то же время таких интеллектуальных, моральных и профессиональных качеств, которые в наибольшей степени соответствуют их способностям и интересам.

Реализация социально-личностного подхода к заданию целей обучения опирается на разработанную В.С. Ледневым [72] модель структуры личности, которая включает в себя опыт личности, механизмы психики, типологические свойства личности и ее динамику. Исходя из этого, выделяются следующие четыре группы целей: усвоение личностью опыта предшествующих поколений, развитие функциональных механизмов психики, формирование обобщенных типологических свойств психики, развитие индивидуальных свойств личности.

Применительно к физике каждую группу целей Н.С. Пурьшева делит на более мелкие, конкретные цели, решаемые в рамках данного образовательного предмета. Так, усвоение личностью опыта предшествующих поколений реализуется через формирование знаний об основах физики, о методах познания в физике, о научных основах техники и об основных направлениях научно-технического прогресса через формирование экспериментальных умений, умений объяснять явления и применять знания к решению задач, через формирование научного мировоззрения, представлений о роли физики в жизни общества и его развитии, через подготовку к практической деятельности и выбору будущей профессии. Развитие функциональных механизмов психики связано с развитием восприятия, памяти, речи, воображения и развитием мышления. Формирование обобщенных типологических свойств психики основывается на формировании самостоятельности, развитии общих способностей, формировании нравственных качеств личности, воспитании эстетического восприятия мира, формировании оценочных умений. Развитие индивидуальных свойств личности определяется развитием интересов к физике и формированием мотивов учения [126]. Реализация данных целей в ходе осуществления школьного физического эксперимента предусматривает их дальнейшую дифференциацию, которая представлена в таблице 1.

**Задание целей учебного эксперимента  
на основе социально-личностного подхода**

<i>Группа целей</i>	<i>Цели обучения физике</i>	<i>Цели учебного физического эксперимента</i>
1	2	3
Усвоение личностью опыта предшествующих поколений	Формирование знаний основ физики	получение представлений об условиях жизни и работы ученых конкретной исторической эпохи
		знакомство с ходом развития физического мышления
		воспроизведение природных явлений
		воссоздание представлений о физических величинах
		установление определенных физических свойств тел
		иллюстрация справедливости физических законов
	Формирование знаний о методах познания в физике	формирование фундаментальных физических понятий
		проверка объективности физических законов
	Формирование знаний о научных основах техники и об основных направлениях научно-технического прогресса	знакомство с экспериментальными методами исследования
		раскрытие принципа действия технических установок
		раскрытие физической сущности технологических процессов
	Формирование экспериментальных умений, умений объяснять явления, применять знания к решению задач	приобретение разносторонних экспериментальных умений и навыков работы на современной технической аппаратуре
		выработка умений читать электрические схемы и собирать на их основе необходимые экспериментальные установки
		создание умений и навыков обращения с имеющимися приборами
		формирование измерительных умений
		изучение связей между физическими величинами и установление зависимостей
качественная иллюстрация изученных закономерностей		
запись в математической форме выявленных зависимостей и законов		
количественная проверка справедливости физических законов		
решение экспериментальных задач		
формирование умений представлять результаты в виде таблиц, графиков, диаграмм		
формирование умений объяснять и описывать увиденное		
Формирование научного мировоззрения	сравнение знаний, полученных в быту, с научными знаниями, их уточнение, расширение и коррекция	
	доказательство существования в природе однозначных причинно-следственных связей	
	создание субъективных мнений о реальной действительности	



Продолжение таблицы

1	2	3	
	<p>Формирование представлений о роли физики в жизни общества, о связи развития физики с развитием общества, техники, других наук</p>	иллюстрация возможности использования исследуемых зависимостей в процессе взаимодействия человека с окружающим миром	
		связывание экспериментальных вопросов физики с другими науками	
		конкретизация ранее полученных теоретических сведений	
		формирование умений связывать полученные экспериментальные знания с их практическим использованием	
<p>Развитие функциональных механизмов психики</p>	<p>Подготовка к практической деятельности, к выбору профессии</p>	знакомство учащихся с методами измерений, которыми пользуются на производстве, в научных лабораториях, медицине, сельском хозяйстве, процессе информатизации и пр.	
		формирование умений пользования техникой как необходимым инструментом учебной и практической деятельности	
		подготовка учащихся к проведению исследовательских экспериментов в различных сферах	
		<p>Развитие мышления</p>	формирование наблюдательских способностей
			усиление интенсивности восприятия информации путем непосредственного наблюдения изучаемых явлений окружающего мира посредством различных органов чувств: слуха, зрения, осязания
			создание возможностей управления скоростью восприятия предъявляемого материала
			использование различных способов (звук, цвет, форма, пульсация) для усиления воздействия на обучаемого
			развитие восприятия и речи на основе взаимосвязи первой и второй сигнальных систем
	создание условий для совершенствования различных видов памяти учащихся		
		развитие воображения путем создания условий позволяющих проникнуть внутрь явлений, увидеть невидимые частицы и объекты, проследить за их движением и динамикой	
		создание проблемной ситуации на основе опыта	
		развитие у учащихся конструкторских способностей и технической смекалки	
		формирование способности выделять причинно-следственные связи развивающихся во времени событий	
		формирование способностей к обобщению накопленные фактов для построения абстрактных моделей	
обучение анализу полученных формул, графиков, схем формирование креативных умений и развитие способностей проектирования			

## Окончание таблицы

1	2	3
Формирование обобщенных типологических свойств личности	Формирование самостоятельности	выработка самостоятельных суждений об окружающих явлениях
		развитие умений самостоятельно собирать установки и проводить эксперименты, пользуясь соответствующей литературой
		формирование умений выдвигать и проверять гипотезы
		самостоятельное проведение опытов по изучению физических явлений и законов
		формирование умений самостоятельной обработки результатов
	Развитие общих способностей	воспитание аккуратности и дисциплинированности
		развитие внимательности последовательности и предусмотрительности при выполнении
		формирование навыков коллективной работы
		привитие организованности и целенаправленности в проведении экспериментальных исследований
	Формирование нравственных качеств личности	формирование ответственности за выполненную экспериментальную работу
		уход от иждивенчества при выполнении опытов
		стремление к честности в предъявлении результатов
	Воспитание эстетического восприятия мира	обеспечение эстетики восприятия опыта
		поддержание порядка на рабочих местах, их уборка после занятия
	Формирование оценочных умений	обучение критическому отношению к полученным результатам
формирование умений самоконтроля и оценивания товарищей		
Развитие индивидуальных свойств личности	Развитие интересов к физике	объяснение явлений быденной жизни
		создание в памяти учащихся наиболее ярких впечатлений об изученном материале
		выделение ранее ускользавших от внимания черт и свойств рассматриваемых объектов
	Формирование мотивов учения	формирование мотивации обучения на основе незнания результатов эксперимента
		создание положительных эмоций при достижении цели опыта
		формирование уверенности в своих силах при успешном исследовании

Все цели учебного физического эксперимента взаимосвязаны и имеют свою специфику для учащихся различных профильных классов, которая определяется прежде всего профессиональными намерениями учащихся.

Учащиеся физико-математического профиля дальнейшую свою деятельность непосредственно будут связывать с физикой, ее изучением и развитием. Поэтому для этой категории учащихся наиболее значимы эксперименты, знакомящие с ходом развития физического мышления, доказывающие объективность изученных закономерностей, иллюстрирующие экспериментальные методы

познания, формирующие обобщенные экспериментальные умения, готовящие к проведению собственных исследований, развивающих мышление и способности к обобщению.

Для учащихся агротехнологического, индустриально-технологического, информационно-технологического профилей большую значимость приобретают эксперименты, раскрывающие принцип действия технических установок и сущность технологических процессов, способствующие приобретению умений и навыков работы на современной технической аппаратуре, формирующие умения связывать теоретические знания с их практическим использованием, знакомящие учащихся с методами измерений, которыми пользуются на производстве, в научных лабораториях, медицине, сельском хозяйстве, процессе информатизации и т. д., развивающие конструкторские способности, способности проектирования и техническую смекалку, формирующие критическое отношение к полученным результатам.

Специфика экспериментов для учащихся физико-химического, химико-биологического, биолого-географического профилей определяется интегративной сущностью рассматриваемых учебных предметов, и здесь прежде всего важны опыты, воспроизводящие природные явления, доказывающие существование в природе однозначных причинно-следственных связей, иллюстрирующие возможности использования исследуемых зависимостей в процессе взаимодействия человека с окружающим миром, связывающие экспериментальные вопросы физики с другими науками, готовящие к проведению исследовательских экспериментов в различных сферах.

У учащихся гуманитарного профиля средствами физического эксперимента должны быть сформированы представления о том, что физика является элементом общечеловеческой культуры.

Для реализации этих целей необходимы различные средства, как традиционные, так и современные. Важно выяснить интегративную роль этих средств в достижении конкретных целей и на этой основе отобрать те, которые способствуют модернизации школьного физического эксперимента, обеспечивают целостность образовательных систем и процессов, активизируют деятельностный и творческий потенциал учащегося, сохраняют его самобытность и индивидуальность.

Нами разработан комплекс средств для осуществления школьного физического эксперимента с учетом вышеизложенных целей, разработано индивидуальное рабочее место учащегося, предусматривающее ряд специальных возможностей, позволяющих использовать его для более успешного проведения вариатив-

ного школьного физического эксперимента совместно с персональным компьютером, создан комплект разноуровневых лабораторных работ для учащихся основной школы. Для учащихся профильных школ разработаны автоматизированные работы физического практикума, предпрофильные и профильные элективные курсы для углубленного изучения традиционного и современного оборудования, используемого при осуществлении учебного физического эксперимента. В дополнение к демонстрационным опытам подобраны и созданы компьютерные слайды и программы, раскрывающие механизм изучаемых процессов и явлений. На основе аппаратно-программного комплекса осуществлен мониторинг функционального состояния учащихся и мотивации обучения.

#### **4.2. Совершенствование оборудования школьного кабинета для проведения учебного физического эксперимента**

Обучение физике нельзя представить только в виде теоретических занятий, даже если на них учащимся демонстрируются физические опыты. Чувственное восприятие изучаемых процессов и явлений невозможно без соответствующей практической работы собственными руками, которая в основном осуществляется во время лабораторного физического эксперимента, когда учащиеся сами собирают установки, проводят необходимые измерения физических величин, наблюдают динамику изменения физических явлений, устанавливают необходимые зависимости. Лабораторные занятия вызывают у учащихся большой интерес, так как при их выполнении происходит познание окружающего мира на основе собственных ощущений, формируется представление о роли и месте эксперимента в познании. Трудности в организации экспериментальной деятельности учащихся в условиях дифференцированного обучения связаны с тем, что для разнообразных по профилю классов в школе чаще всего имеется одно и то же типовое оборудование. За один учебный день физический кабинет посещают от шести до двенадцати классов, что значительно осложняет проведение школьного физического эксперимента, тем более вариативного.

Большинство лабораторных работ в практику обучения вошли в 50-е годы двадцатого столетия в результате огромной работы, которую провели А.А. Покровский и Б.С. Зворыкин, создавшие комплект приборов для проведения этих работ и наладившие их выпуск «Главучтехприбором». Многие из имеющихся в школе приборов вышли из строя или технически устарели.

Современное оборудование для лабораторных работ, выпускаемое «Росучприбором» в большинстве школ отсутствует, нет в нужном количестве штативов, исправных измерительных приборов (амперметров, вольтметров), соответствующих источников питания, без которых проведение многих экспериментов невозможно.

Сегодня выстраивается новая парадигма образования, изменяется роль учителя в школе, который превращается в организатора познавательной деятельности учащихся. Противоречие между современными целями образования и традиционными технологиями обучения выдвигает на первый план проблему переоборудования учебного кабинета. Сохраняя все хорошее, проверенное опытом, рациональное и эффективное независимо от времени его создания, следует разрабатывать новые современные средства обучения, развивающие и обогащающие методическую науку и педагогическую практику. Оборудование учебного кабинета должно полностью удовлетворять тем педагогическим требованиям, которые позволят реализовать идею лично ориентированного образования. Созданные средства обучения должны по-новому организовывать и направлять восприятие учащихся, объективировать содержание учебного материала, выполнять функции источника и объема учебной информации в их единстве, стимулировать познавательные интересы учащихся, создавать при определенных условиях повышенное эмоциональное отношение учащихся к учебной работе, позволять проводить контроль и самоконтроль знаний, способствовать наиболее полному формированию соответствующих экспериментальных умений.

Все это обусловлено сегодняшним уровнем развития науки и техники, широким использованием в обучении информационных и коммуникационных технологий, появлением новых материалов и пр.

При оборудовании кабинетов физики необходимо учитывать не только педагогические, но и эргономические требования, связанные с особенностями учебной деятельности учащихся. В соответствии с этими требованиями следует оптимально организовать рабочие места учащихся, обеспечить широкую функциональную возможность всех действий во время урока, создать благоприятные условия для применения разнообразных приемов и методов обучения, предусмотреть рациональное использование средств обучения, обеспечить надежность и долговечность используемых приборов, добиться наиболее эффективного использования учебной площади кабинета.

Рабочим ученическим столам для кабинета физики уделялось отдельное внимание с первых лет формирования отечественной методики физики. Так, в 1935 году П.А. Знаменский в своей книге пишет: «Нередко столы эти сложного устройства со многими громоздкими, ненужными и нецелесообразными приспособлениями. Столы для лаборатории средней школы могут быть с успехом взяты простого устройства, но все же это должны быть специальные столы. Они должны иметь соответствующие размеры, быть устойчивы, верхняя доска должна быть сплошная, гладкая и особым образом покрашена, столы должны быть небольшими, без ящиков» [55, с. 360]. Относительно их размещения сказано: «Если столы не закреплены, их можно быстро расставить в каждом данном случае: для обычного урока с демонстрацией учителя столы могут быть сдвинуты плотнее и ближе к экспериментальному столу, для некоторых опытов их можно сдвигать по двое и больше, для других оставлять в сторону, освободив пространство на полу. Если электрическая проводка идет у стен, столы для работ по электричеству могут быть перемещены к стенам. При закрепленных столах больше обеспечена их сохранность, может быть больше порядка, удобнее осуществляется к неподвижным столам подача электрического тока и газа» [55, с. 361].

На протяжении долгого времени, до появления кабинетной системы обучения, в качестве учебных столов использовались обычные парты.

Современные исследователи отмечают: «Неприспособленность рабочего места затрудняет восприятие и усвоение учебного материала, сбивает рабочий ритм, снижает интерес к предмету в целом. При этом возрастают симптомы утомления: замедление темпа работы, увеличение количества ошибок, частое появление раздражительности» [89, с. 20].

Решению данной проблемы помогает разработанное нами индивидуальное рабочее место учащегося, которым могут быть оснащены современные кабинеты физики.

Дизайн данного образца, хотя мало чем отличается от обычной современной индивидуальной парты (рис. 19), пригодной для проведения занятий по любому учебному предмету, предусматривает ряд специальных возможностей по использованию его для более успешного осуществления вариативного школьного физического эксперимента совместно с персональным компьютером, а простота его конструкции позволяет эффективно применять



Рис. 19. Индивидуальное рабочее место учащегося

другие традиционные методы обучения. Сидя за этим столом, учащиеся могут беспрепятственно наблюдать за проводимыми в классе демонстрациями, записывать необходимый материал в рабочую тетрадь, самостоятельно выполнять различные упражнения в присутствии учителя и при необходимости может быть вовремя скорректирована. Высота стола выбрана с учетом эргономики сидящего ученика и составляет 740 мм, размеры столешницы (800 мм х 460 мм) дают воз-

можность без труда размещать имеющиеся у школьника учебные предметы и все предусмотренные рабочими программами экспериментальные установки. Толщина столешницы (16 мм) обеспечивает ее достаточную прочность, позволяет прикреплять к ней струбцины различных физических приборов, а специально подобранное покрытие ровное и устойчивое к воздействию кислот и щелочей.

Металлический каркас столов обеспечивает необходимую устойчивость и позволяет жестко закрепить их в определенных местах кабинета. Левая нижняя горизонтальная стойка снабжена вращающимся колесиком для регулировки устойчивости стола. В одной из задних вертикальных боковых стоек каркаса предусмотрены скрытые технологические отверстия для электрической проводки, необходимой для питания всех используемых приборов и установок. Для создания благоприятных условий работы углы подвижной и неподвижной частей столешницы закруглены.

Размеры стола выбраны с учетом площади стандартного кабинета физики и позволяют одновременно разместиться 24 учащимся. Для увеличения количества обучаемых и использования бригадного метода работы вместо одноместного стола разработан и изготовлен экспериментальный образец двухместного. Размеры его столешницы составляют 1200 мм х 460 мм, что на 400 мм шире индивидуального.

Передние боковые стойки индивидуального рабочего места оснащены выдвигающимися штативами с регулируемой высотой (1),

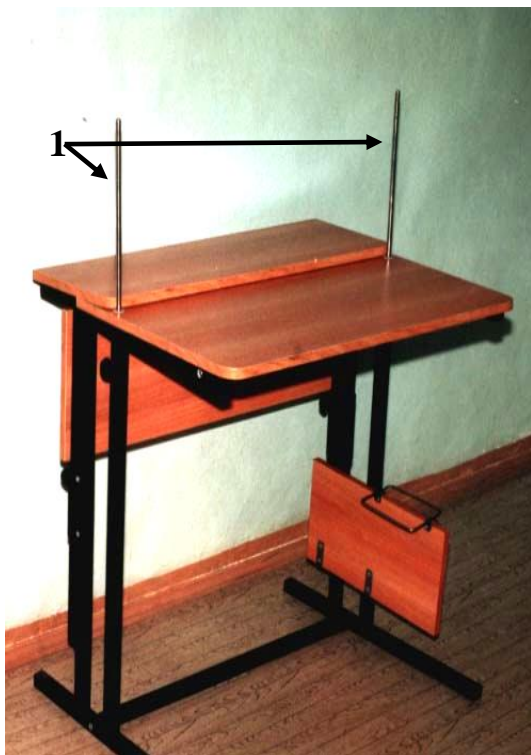


Рис. 20. Индивидуальное рабочее место с выдвигающимися штативами

что значительно облегчает их хранение и раздачу (рис. 20). Отпадает необходимость в массивных чугунных треногах. С помощью дополнительного стержня их симметричное расположение позволяет создавать различные поперечные конструкции, необходимые для проведения опытов по механике. Максимальная высота выдвинутого стержня, сделанного из нержавеющей стали, составляет 700 мм. Регулировка высоты осуществляется специальным фиксатором. С помощью имеющихся пружин, вмонтированных в стойки каркаса, поднятие штативов происходит автоматически, возвращение их в исходное, утопленное положение осуществляется нажатием руки.

Столешница данного образца состоит из двух частей. Одна часть выступает в качестве подъемного столика (2) шириной 255 мм, необходимого для увеличения рабочей поверхности стола и более рационального ее использования. Появляется как бы дополнительная полка для размещения используемых приборов, разграничения рабочего пространства, когда ненужные в данный момент обучения предметы могут быть размещены на верхней полке, решается проблема видимости оборудования. Кроме того, полка может служить подставкой для монитора, обеспечивая оптимальные эргономические показатели для учащихся разного роста при работе с компьютером (рис. 21).



Рис. 21. Индивидуальное рабочее место с поднятой столешницей



Максимальная высота поднятой полки составляет 260 мм. Регулировка высоты осуществляется с помощью специальных фиксаторов, вмонтированных в задние стойки каркаса. Задняя стенка придает конструкции дополнительную устойчивость, препятствует падению на пол находящихся на столе предметов.

Справа внизу предусмотрена съемная откидывающаяся полочка (3), которая может выступать в качестве подставки для размещения системного блока компьютера либо ученической сумки или портфеля (рис. 21).

Подъемная часть столешницы при необходимости снабжается специально изготовленным металлическим прутком (4), изогнутым по ее полупериметру (рис. 22), который может вращаться от-



Рис. 22. Индивидуальное рабочее место, подготовленное для проведения экспериментов по оптике

носительно своей оси в месте крепления и находиться в двух положениях. В одном положении (5) он используется для крепления затемняющих шторок при проведении экспериментов по оптике (рис. 22), при этом школьники имеют возможность выполнять лабораторные работы по индивидуальному заданию, так

как не требуется затемнения всего кабинета, в другом — выступает как ограничитель движения назад приборов, располагающихся на верхней полке.

В образовавшейся нише между частями столешницы предусмотрена откидывающаяся металлическая пластина (6), предназначенная для размещения приборов с магнитными держателями (рис. 22). Большинство таких современных приборов, изготовленных на промышленных предприятиях РНПО «Росучприбор», предназначены для экспериментов по геометрической и волновой оптике. Использование традиционных наборов по интерференции, дифракции и поляризации света в демонстрационных опытах предполагает их установку на оптической скамье проекционного аппарата ФОС-115, который сейчас не выпускается. Для того что-

бы сделать изучение данных наборов доступным каждому ученику, мы предлагаем использовать зажимы для крепления от универсального штатива и дополнительный горизонтальный стержень (7) (рис. 22). Тогда, имея источник света и располагая с помощью зажимов на этом стержне вдоль одной оси исследуемые приборы (бипризма Френеля, дифракционные решетки, прибор для демонстрации колец Ньютона, раздвижная щель, рамка с нитью, поляроиды, различные диафрагмы и пр.), каждый учащийся может индивидуально получить интересующие его результаты интерференции, дифракции и поляризации света.

Разработаны и созданы экспериментальные образцы модульного блока приборов, необходимого для проведения большинства лабораторных работ по физике. Конструктивно этот блок выполнен таким образом, что его размещение специально предусмотрено в образовавшейся нише между подвижной и неподвижной частями столешницы (рис. 23).

Данный блок многофункционален, так как может быть укомплектован различными приборами по желанию учителя. Каждый из съемных приборов взаимозаменяем и может располагаться в любом месте рассматриваемого блока. Установка и замена каждого прибора происходит механически, путем движения по специальным направляющим до соединения с соответствующим разъемом. Часть приборов при необходимости может быть заменена пустыми передними панелями, чтобы не отвлекать внимания учащихся (рис. 24). Сам блок имеет компактные размеры (700 мм х 120 мм х 120 мм), весит не более 3 кг, легко устанавливается и убирается. Питание блока осуществляется с помощью одного специального разъема подачей 42 В.



Рис. 23. Модульный блок приборов



Рис. 24. Комплектация модульного блока приборов

В стандартной комплектации данный блок содержит два источника питания, аналоговый амперметр и вольтметр, цифровой амперметр и вольтметр, генератор и таймер. Один из источников питания регулируемый, диапазон выходного постоянного напряжения от 0 до 15 В, максимальный ток нагрузки 1 А. На лицевой панели имеется оцифрованная шкала, кнопка и индикатор включения, клеммы с обозначениями «+» и «-», два регулятора «плавно» и «точно». Другой источник стационарный, рассчитанный на постоянное выходное напряжение в 5 В (1 А) и переменное напряжение 6,3 В. На лицевую панель выведены кнопки включения с индикаторами и соответствующие клеммы. Аналоговый амперметр имеет четыре переключаемых диапазона (от 0 до 1 А, от 0 до 100 мА, от 0 до 10 мА и от 0 до 1 мА). Вольтметр позволяет проводить измерения также в четырех диапазонах соответственно: от 0 до 50 В, от 0 до 5 В, от 0 до 500 мВ, от 0 до 50 мВ. На лицевые панели выведены равномерные шкалы, корректоры для установки стрелки на ноль, клеммы с обозначениями «+» и «-», кнопки включения и переключения диапазонов, индикаторы рабочего состояния. Цифровой амперметр и вольтметр работают в четырех переключаемых диапазонах соответственно: 0—1 А, 0—100 мА, 0—10 мА, 0—1 мА; 0—200 В, 0—20 В, 0—2 В, 0—200 мВ. Передние панели снабжены цифровыми индикаторами с плавающей запятой, кнопками включения и переключения диапазонов, соответствующими клеммами и индикаторами. Генератор синусоидальных колебаний имеет четыре перекрывающихся диапазона плавной регулировки частоты от 20 Гц до 20 кГц. Цифровой таймер может работать в двух режимах — ручном и автоматическом, которые выбираются предусмотренной кнопкой «режим». Для использования первого режима на передней панели размещены кнопки «пуск», «стоп» и «сброс», для второго режима предусмотрен специальный разъем. Диапазон измерений от 1 с до 20 000 с.

Оснащение блока данными источниками питания обусловлено тем, что они позволяют провести лабораторные работы по всем разделам школьного курса физики согласно учебным пособиям различных авторов, включая экспериментальные методики. Аналоговые (стрелочные) приборы необходимы с методической точки

зрения, так как с их помощью учащиеся вырабатывают умения определять цену деления используемой шкалы, наблюдать за динамикой изменяющихся процессов. Наличие переключаемых диапазонов позволяет один и тот же прибор использовать в различных исследовательских ситуациях. Имеется возможность сравнивать показания стрелочных и цифровых приборов, оценивать их погрешности, представлять результаты измерения в более наглядной форме, экономить время при проведении измерений. Таймер заменяет используемые в обычной практике секундомеры и другие приборы, фиксирующие определенные промежутки времени. Генератор необходим при изучении колебательных и волновых процессов. Использование данного блока приборов значительно облегчает задачу их хранения, раздачи и подключения. Отпадает необходимость в ящиках-укладках.

По содержанию разработанное оборудование полностью соответствует программе школьного курса физики средней школы и задачам физического образования. По характеру предоставляет возможность проведения всех видов школьного учебного эксперимента (фронтальные лабораторные работы, работы физического практикума, кратковременные практические задания, экспериментальные задачи). По использованию позволяет максимально экономить время учителя и учащихся с учетом требований научной организации труда и техники безопасности. По подбору согласовано между собой и другим оборудованием кабинета. По развитию имеет «запас роста» на случай пополнения кабинета новыми современными приборами. В итоге отвечает всем требованиям к оборудованию кабинета физики, перечисленным А.В. Смирновым [89].

Разработанные средства обучения легко совмещаются как с традиционным типовым оборудованием (рис. 25), так и с современным, выпускаемым, например, фирмой L-микро (рис. 26); позволяют расширить спектр проводимых лабораторных работ по основным разделам школьного курса физики, сделать их вариативными; обуславливают их применение как для классов различной специализации, так и для уровневой дифференциации внутри одного класса совместно с компьютером (рис. 27).

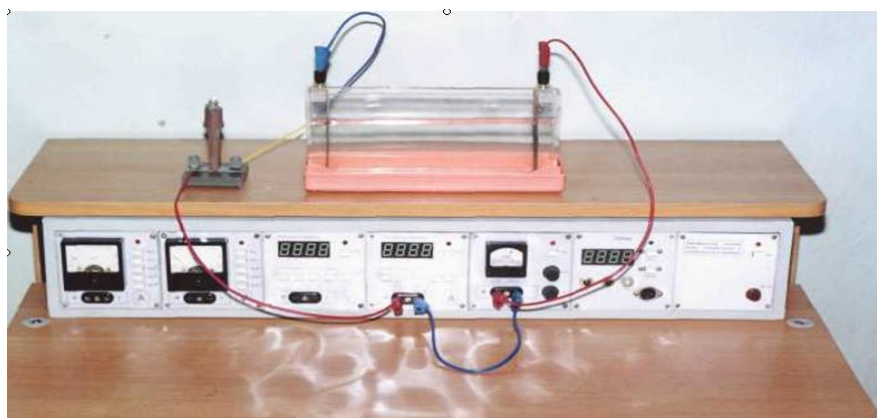


Рис. 25. Рабочее место, подготовленное для проведения опытов по изучению проводимости различных растворов

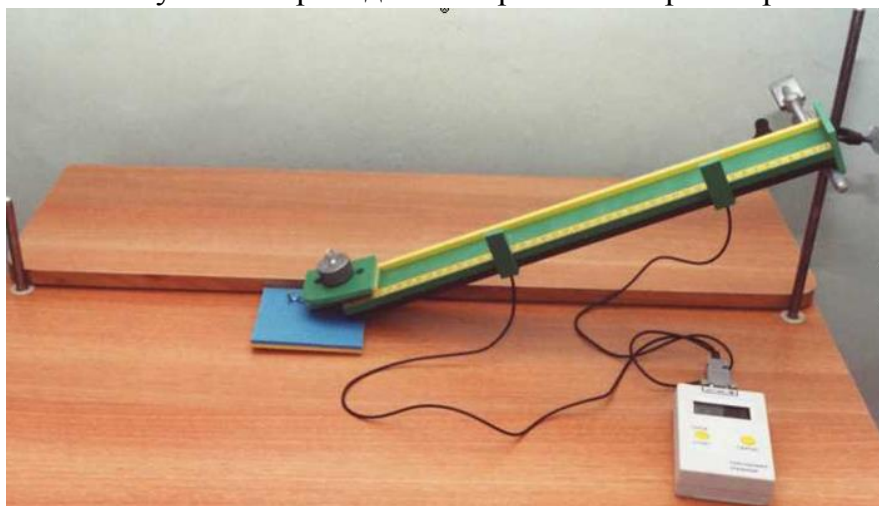


Рис. 26. Рабочее место, оснащенное современными приборами для проведения опытов по механике



Рис. 27. Рабочее место, подготовленное для проведения эксперимента с использованием компьютера

### **4.3. Разноуровневые лабораторные работы по физике для основной школы**

В обучении лабораторные работы учащихся являются отражением экспериментального метода в науке. Значение лабораторных работ велико как для усвоения содержания учебной программы, так и для ознакомления с методами исследования, присущими физике. На этих занятиях учащиеся получают возможность самостоятельно воспроизводить и наблюдать изучаемые явления окружающего их мира, создавать субъективные мнения о реальной действительности, развивать познавательный интерес к физике и природе в целом.

В процессе сборки экспериментальной установки и выполнения опыта глубже осознаются цели и результаты работы, концентрируется внимание, активизируется мыслительная деятельность, повышается интенсивность восприятия информации посредством различных органов чувств: слуха, зрения, осязания. Возможность самостоятельного многократного повторения эксперимента позволяет довести понимание его хода до полной ясности, создать целостность и полноту впечатления. Достижение поставленной цели улучшает настроение учащихся, вызывает положительные эмоции, стимулирует мотивацию обучения.

Еще в 1951 году И.И. Соколов писал о том, что современная техника научного эксперимента стоит на такой высоте, что она ни по средствам, ни по способу выполнения совершенно недоступна массовой школе. Но отдельные приборы и эксперименты, с помощью которых были открыты физические законы, должны быть обязательно использованы в школе [121]. Эти слова остаются актуальными и сегодня. Учащиеся, работая в лаборатории, должны знакомиться с техникой измерений в различных областях физики, знать об ошибках измерений и их источниках (как бы тщательно ни были проведены опыты, результаты их всегда имеют большую или меньшую степень точности, но не абсолютную точность), добиваться повышения достоверности результатов.

Возможность выбора иного пути работы, чем рекомендуемый, возможность осуществления самостоятельно продуманных вариантов развивают творческие способности, необходимые личности в дальнейшем.

Учитывая, что сегодня в рамках новой образовательной парадигмы физическое образование в основной школе должно быть завершенным, нами разработаны в соответствии с базовой программой, рекомендованной Министерством образования и науки Российской Федерации, разноуровневые фронтальные лаборатор-

ные работы для учащихся 7—9 классов общеобразовательных школ [43].

Особенность этих лабораторных работ состоит в том, что они предусматривают различные уровни сложности при их выполнении (А, В, С). Каждый школьник в зависимости от своих дальнейших планов и индивидуальных особенностей может самостоятельно выбрать тот уровень знаний, который позволит ему реализовать свои личностные притязания, но не ниже базового, отвечающего требованиям государственного стандарта.

Содержание лабораторных работ ориентировано на закрепление изучаемого материала, формирование у школьников необходимых умений и навыков по сборке экспериментальных установок по описанию, рисунку или схеме, а также самостоятельную разработку установок для решения поставленных задач. Учащиеся учатся наблюдать физические явления, измерять исследуемые величины, представлять результаты измерений в виде таблиц и графиков, выявлять эмпирические закономерности, объяснять и анализировать полученные в ходе работ результаты в соответствии с требованиями к уровню подготовки учеников средней школы.

Для каждой лабораторной работы определена цель, приведен перечень оборудования и материалов, сформулировано задание, даны краткие теоретические сведения, необходимые для осознанного проведения экспериментальных исследований, указана последовательность выполнения экспериментов, задана форма представления результатов наблюдений и измерений в виде отчетных таблиц и графиков, сформулированы разноуровневые контрольные вопросы.

Лабораторные работы рассчитаны на использование имеющегося в школе оборудования. В отдельных опытах предлагаются использовать широко распространенные в быту материалы. Количество лабораторных работ соответствует минимуму содержания образования для основной школы.

Каждая лабораторная работа предусматривает обязательное выполнение заданий базового уровня (А) и возможность перехода к более сложным уровням (В и С) в зависимости от притязаний учащегося и его успеваемости. Уровень В предназначен в основном для тех учащихся, кому физика может пригодиться в дальнейшем, уровень С — для тех, кто будет обучаться в профильных классах и школах с углубленным изучением физики.

Данные работы могут быть выполнены на базе разработанного индивидуального рабочего места учащегося одним школьником, при этом не исключается традиционный вариант проведения лабораторных работ по физике в основной школе группами, состоящими из двух и более учеников в зависимости от комплектности имеющегося в школе оборудования.

Методика выполнения данных работ может быть гибкой и не носить жесткого характера.

Ниже приводится список фронтальных работ по физике для учащихся 7—9 классов, предусмотренных программой и соответствующих минимуму содержания образования:

1. Измерение размеров малых тел.
2. Определение цены деления измерительного прибора.
3. Измерение объема разных тел при помощи мерного цилиндра.
4. Измерение массы тела рычажными весами.
5. Измерение плотности вещества.
6. Измерение силы динамометром.
7. Исследование удлинения пружины от силы растяжения.
8. Выяснение условий равновесия рычага.
9. Определение КПД наклонной плоскости.
10. Исследование изменения координаты тела со временем.
11. Измерение температуры вещества.
12. Исследование изменения температуры остывающей воды.
13. Определение удельной теплоемкости вещества.
14. Сборка электрической цепи и измерение силы тока на ее участках.
15. Измерение напряжения на различных участках цепи.
16. Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения.
17. Измерение мощности электрического тока.
18. Определение полюса немаркированного магнита.
19. Изучение явления электромагнитной индукции.
20. Получение изображения с помощью собирающей линзы.
21. Измерение периода колебаний маятника.
22. Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.

Данный перечень работ обусловлен еще и тем, что это наиболее распространенные работы, проводимые в основной шко-



ле. Времени на проведение других работ чаще всего не остается, нет его и на проведение работ повышенного уровня, так как предполагает подготовку и раздачу дополнительного оборудования [118]. В итоге все учащиеся в лучшем случае получают базовые знания и не имеют возможности их совершенствовать.

Учитывая персональный характер работы с использованием индивидуального рабочего места, наиболее способные учащиеся, выполнив задания базового уровня, имеют возможность выполнять более сложные задания на том же оборудовании.

Бригадный метод выполнения работ предполагает выполнение работ группами по два человека. При составлении данных групп возможно два способа: однородный и неоднородный. Однородный способ предполагает наличие в группе двух, примерно одинаково успевающих учеников, продуктивность работы которых не зависит от более слабых учеников, однако такая работа лишена стимулирующего воздействия со стороны более сильных и подготовленных учащихся. Кроме того, в основной школе дальнейшие личностные притязания, связанные с выбором будущей профессии, чаще всего разнятся. При неоднородном подборе наиболее сильный по знаниям ученик не всегда оказывается наиболее подготовленным в педагогическом отношении, то есть способным оказывать благоприятное воздействие на отстающего. Иногда, наоборот, он подавляет самостоятельность своего товарища. В этом отношении индивидуальный метод выполнения работ может оказаться наиболее удачным.

Достоинством фронтальных работ является то обстоятельство, что данные, полученные одним учащимся, подтверждаются данными других. Из своей лабораторной практики каждый учащийся должен сформировать убеждение, что степень вероятности получаемого из опыта вывода повышается по мере увеличения числа измерений. Между тем каждый отдельный учащийся, ограниченный во времени расписанием, выполняет чаще всего не более трех измерений и вынужден на их основании строить свои выводы. При такой постановке у учащихся может возникнуть неправильное представление о легкости открытия физических законов, может развиваться некое верхоглядство. Но когда, наряду с работой одного ученика, производится работа десятка других над той же задачей с тем же оборудованием и получают результаты того же характера, то при такой совместной работе вывод, найденный из данных всех обучаемых, несомненно, окажется более обоснован-

ным. Так, например, определение удельной теплоты плавления льда, произведенное рядом учащихся, даст большую уверенность в размере определяемой величины, чем при работе отдельного экспериментатора. Возможность совместного вывода прививает учащимся, работающим фронтально, навыки коллективного исследования.

В курсе физики встречается несколько работ, в которых надо найти зависимость одной величины от многих других. Например, при изучении теплового действия тока необходимо знать зависимость количества теплоты от силы тока, сопротивления и времени. При работе каждой отдельной группе пришлось бы затратить большое количество времени для экспериментальной проверки всех частей закона. При фронтальной индивидуальной работе одна часть учащихся может взять на себя проверку зависимости количества теплоты от силы тока, другая исследовать зависимость между количеством выделенной теплоты и сопротивлением, остальные выяснять влияние времени. В конце все работающие соединяют в одно целое свои частные исследования и приходят к общему выводу, выигрывая во времени исследования, сохраняя экспериментальную основу изучения, приучаясь к коллективному сотрудничеству.

В соответствии с характером познавательной деятельности учащихся разработанные лабораторные работы могут проводиться в трех различных вариантах: иллюстративном, эвристическом и исследовательском.

При иллюстративном подходе лабораторная работа выполняется после изложения новой темы преподавателем и постановки соответствующих демонстраций. Учащиеся знают тему работы, план ее проведения и результаты, их задача состоит в самостоятельном выполнении рекомендованных операций и получении предполагаемых выводов.

При эвристическом приеме выполнения лабораторных работ перед учащимися ставится задача экспериментального исследования, намечается предполагаемый путь его выполнения, однако результат эксперимента неизвестен и его получение является целью работы. Достигается эта цель постановкой ряда наводящих вопросов, разбивающих решение поставленной задачи на отдельные, более мелкие проблемы. Сначала учащиеся самостоятельно исследуют эти частные вопросы, а уже потом решают задачу в целом.

Исследовательским приемом выполнения работы называется такой прием, при котором учащиеся получают задачу и самостоятельно отыскивают пути ее решения экспериментальным способом.

Достоинством этого метода является развитие большей самостоятельности учащихся, их умственных способностей, уверенности в своих силах при достижении успеха, выступающих стимулом для дальнейшего совершенствования своих знаний и умений. Недостатком — неизбежные затраты значительного времени, частично связанные с использованием нерациональных приемов, однако это не означает, что данный вариант должен исчезнуть из школьных занятий, так как именно он способствует развитию креативности мышления.

Эвристический прием требует времени меньше, чем исследовательский, и обеспечивает большую мыслительную активность учащихся, чем иллюстративный, поэтому является наиболее предпочтительным при проведении работ.

По мнению И.И. Соколова, везде, где только возможно, лабораторные работы должны стать эвристическими, то есть предшествовать беседам и демонстрациям [118]. В то же время другой основоположник методики В.В. Лермантов писал: «Эвристический метод не только удлиняет изложение материала, но ведет даже к превратным толкованиям. Ведь ученики вновь открывают законы только благодаря тому, что учитель наводит их на это открытие, а впечатление они получают, как будто сами его открыли. В случае законов эмпирических дело доходит прямо до лжи...» [75, с. 37]. Н.В. Кашин также высказывал опасения возможных вредных последствий эвристического приема: «При всяком удобном случае надлежит выяснить, что научное творчество есть дело гениальных усилий величайших умов человечества, установление и формулировка закона природы требуют огромных и тонких средств и особой установки, далекой от практики учебной лаборатории» [62, с. 28].

В связи с вышесказанным эвристический способ должен применяться там, где он методически оправдан. Поэтому мы предлагаем использовать его фрагментарно для учащихся, освоивших базовый уровень выполнения лабораторных работ, стремящихся к достижению больших результатов в основном при выполнении заданий уровней сложности В и С.

Для того чтобы представить методику выполнения разработанных нами работ, рассмотрим в качестве примера выполнение работы «Определение КПД наклонной плоскости».

Перед выполнением данной работы в ходе вводной беседы учитель вместе с учащимися обсуждает вопросы: как практически определить КПД наклонной плоскости? какие для этого необходи-

мы приборы? какой должна быть экспериментальная установка? от чего зависит значение КПД? как определить погрешность при прямых и косвенных измерениях?

В ходе выполнения этой работы на базовом уровне (А) учащиеся в ходе осуществления эксперимента проводят прямые и косвенные измерения, находят их погрешности, делают выводы относительно полезной и полной работы. Второй уровень (В) позволяет учащимся самостоятельно по аналогии с первым опытом делать подобные измерения и исследовать возможность увеличения КПД при уменьшении трения. На третьем уровне (С) учащиеся самостоятельно планируют эксперимент и выдвигают гипотезы по исследованию зависимости КПД от массы тела и угла наклона.

Каждый учащийся индивидуально выбирает тот уровень выполнения заданий, который позволяет ему максимально проявить свои знания и возможности, но не ниже базового, обязательного для всех. После того как учащиеся выполняют измерения и вычисления, полученные результаты обсуждаются, принимаются или отвергаются выдвинутые гипотезы, сравниваются допущенные ошибки измерений, делаются выводы. Те учащиеся, которые в силу определенных причин не смогли выполнить все задания, в ходе обсуждения узнают, правильны ли их варианты выполнения, имеют возможность оценить оригинальность самостоятельных разработок своих одноклассников.

### **Тема «Определение КПД наклонной плоскости»**

*Цель работы:*  
научиться определять КПД простого механизма.

*Оборудование:*  
штатив с муфтой и лапкой измерительная лента, брусок, динамометр, каток, наклонная плоскость, набор грузов.

*Порядок выполнения работы:*

#### **Уровень А**



Рис. Определение КПД наклонной плоскости

1. Установите наклонную плоскость, как показано на рисунке.
2. Измерьте длину  $l$  и высоту  $h$  наклонной плоскости измерительной лентой по формуле ( $\Delta l = \Delta h = 0,01 \text{ м}$ ):

$$l = l_{\text{изм}} \pm \Delta l \text{ (м)}, \quad h = h_{\text{изм}} \pm \Delta h \text{ (м)}.$$

3. Измерьте динамометром силу тяжести, действующую на брусок ( $\Delta F = 0,1 \text{ Н}$ ):

$$F_1 = F_{1\text{изм}} \pm \Delta F_1 \text{ (Н)}.$$

4. Вычислите работу по подъему бруска на высоту  $h$  по вертикали по формуле  $A_1 = F_1 \cdot h$ :

$$A_1 = \quad \cdot \quad = \quad \text{(Дж — полезная работа)}.$$

5. Рассчитайте относительную погрешность для  $A_1$  по формуле  $\varepsilon = \Delta F_1 / F_1 + \Delta h / h$ .

6. Рассчитайте абсолютную погрешность для  $A_1$  по формуле  $\Delta A_1 = A_1 \cdot \varepsilon$ .

7. Запишите окончательный результат:  $A_1 = A_1 \pm \Delta A_1$ .

8. Прикрепите к бруску динамометр и, равномерно перемещая, поднимите его вверх по наклонной плоскости на ту же высоту, измерьте при этом силу тяги

$$F_2 = F_{2\text{изм}} \pm \Delta F_2 \text{ (Н)}.$$

9. Вычислите работу по подъему бруска по наклонной плоскости длиной  $l$  по формуле  $A_2 = F_2 \cdot l$ :

$$A_2 = \quad \cdot \quad = \quad \text{(Дж — полная работа.)}$$

10. Рассчитайте относительную погрешность для  $A_2$  по формуле  $\varepsilon = \Delta F_2 / F_2 + \Delta l / l$ .

11. Рассчитайте абсолютную погрешность для  $A_2$  по формуле  $\Delta A_2 = A_2 \cdot \varepsilon$ .

12. Запишите окончательный результат  $A_2 = A_2 \pm \Delta A_2$ .

13. Сравните  $A_2$  и  $A_1$ , сделайте выводы.

14. Вычислите КПД наклонной плоскости по формуле  $\eta = (A_1 / A_2) \cdot 100 \% = ( \quad / \quad ) \cdot 100 \% = \quad \%$ .

15. Результаты занесите в следующую таблицу:

$h, \text{ м}$	$F_1, \text{ Н}$	$A_1, \text{ Дж}$	$l, \text{ м}$	$F_2, \text{ Н}$	$A_2, \text{ Дж}$	$\eta, \%$

### Уровень В

1. Замените брусок на каток, проведите измерения и расчеты (см. уровень А).

2. Занесите результаты в таблицу:

$h, \text{ м}$	$F_1, \text{ Н}$	$A_1, \text{ Дж}$	$l, \text{ м}$	$F_2, \text{ Н}$	$A_2, \text{ Дж}$	$\eta, \%$

--	--	--	--	--	--	--

3. Объясните, почему КПД наклонной плоскости изменился?

### **Уровень С**

1. Разработайте и проведите эксперименты, позволяющие выяснить зависимость КПД наклонной плоскости от массы тела и угла наклона.

2. Ответьте на контрольные вопросы:

А. 1) Сформулируйте «золотое правило механики» для простых механизмов.

2) Дают ли выигрыш в работе простые механизмы?

В. 3) Почему КПД механизма не может быть равным 100 %

4) Какими путями можно увеличить КПД наклонной плоскости?

С. 5) *Зависит ли КПД наклонной плоскости от массы поднимаемого груза?*

6) *Зависит ли КПД наклонной плоскости от угла наклона?*

3. Запишите выводы.

4. Оценка.

Разработанный блок приборов значительно облегчает проведение работ по электродинамике, создавая при этом возможность ставить различные эксперименты без замены оборудования. Все электроизмерительные приборы, размещенные в блоке, хорошо видны учащимся, имеют переключаемые диапазоны измерений, удобны в эксплуатации. После предварительного знакомства с этим блоком каждый школьник знает функциональные характеристики каждого прибора, без ошибки определяет место его расположения, может по рисунку составлять электрические схемы представленных опытов и, наоборот, по имеющимся схемам собирать требуемые экспериментальные установки.

Для примера рассмотрим еще одну разноуровневую работу, содержание которой приводится ниже.



Рис. а

### Тема «Измерение мощности электрического тока»

**Цель работы:** научиться определять мощность тока, пользуясь амперметром и вольтметром.

**Оборудование:** источник тока, набор низковольтных ламп, амперметр, вольтметр, ключ, реостат, соединительные провода..

**Порядок выполнения работы:**

#### Уровень А

1. Начертите схему (см. рис. а).
2. Соберите электрическую цепь.
3. Установите на источнике напряжение в 4 В.
4. Замкните ключ.
5. Снимите показания вольтметра и амперметра:  $I = A$ ,  $U = B$ .
6. Вычислите мощность электрического тока в лампе по формуле:

$$P = IU = \quad = \quad Вт$$

7. Вычислите работу электрического тока в лампе за 1 мин. по формуле:

$$A = IUt = \quad = \quad Дж$$

8. Результаты запишите в таблицу:

$I, A$	$U, B$	$t, c$	$P, Вт$	$A, Дж$

9. Проверьте, совпадает ли рассчитанное значение мощности с обозначенным на лампе. Если значения не совпадают, объясните причину.

#### Уровень В

1. Соберите электрическую цепь по схеме (рис. б).

2. Снимите показания вольтметра и амперметра:

$$I = \quad A, \quad U = \quad B.$$

3. Вычислите мощность электрического тока в лампе по формуле  $P = IU$ .

4. Вычислите работу электрического тока в лампе за 1 мин. по формуле:

$$A = IUt = \quad = \quad Дж$$

5. Результаты запишите в таблицу:

$I, A$	$U, B$	$t, c$	$P, Вт$	$A, Дж$

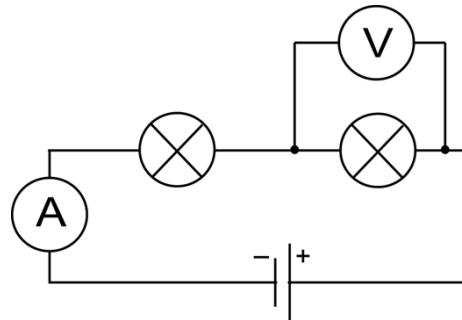


Рис. б

6. Соберите электрическую цепь по схеме (рис. с).

7. Снимите показания вольтметра и амперметра.

$$I = \quad A, \quad U = \quad B.$$

8. Вычислите мощность электрического тока в лампе по формуле  $P = IU = \quad = \quad Вт$

9. Вычислите работу электрического тока в лампе за 1 мин. по формуле:

$$A = IUt = \quad = \quad Дж$$

10. Результаты запишите в таблицу:

$I, A$	$U, B$	$t, c$	$P, Вт$	$A, Дж$

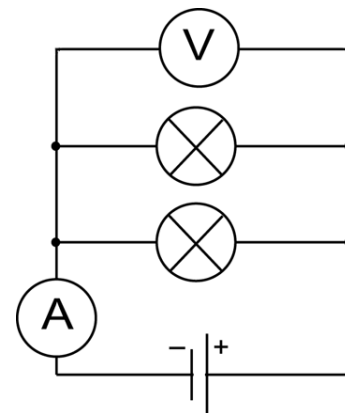


Рис. с

11. Сравните значения мощности тока в лампочках во всех трех случаях.

### Уровень С

1. Разработайте и проведите эксперименты по рисункам d и e, сравните сопротивления ламп  $R_1$  и  $R_2$ .



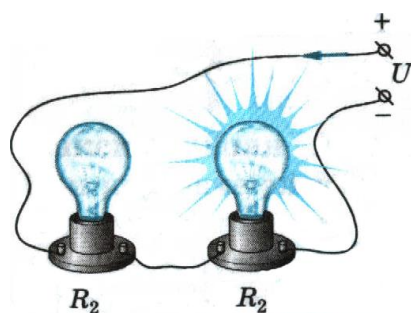


Рис. d

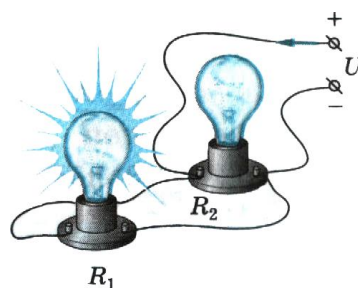


Рис. e

2. Обоснуйте ответ.

3. Ответьте на контрольные вопросы:

А. 1) Выразите:  $1 \text{ кал} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Дж}$ .

2) Выразите  $1 \text{ кВт ч} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Дж}$ .

В. 3) Как изменится мощность электрического тока при увеличении времени в 2 раза?

4) Как изменится работа тока при увеличении времени в 2 раза?

С. 5) *Изменится ли мощность лампы, если параллельно ей подключить еще одну такую же?*

6) *Могут ли две лампы иметь различную мощность при их одинаковых сопротивлениях?*

4. Запишите вывод.

5. Оценка.

При выполнении данной работы у всех учащихся формируются необходимые навыки по сборке электрических цепей и пользованию измерительными приборами, развиваются умения проводить прямые и косвенные измерения, проверяется их внимательность при вычислении работы электрического тока с учетом выбранных единиц. Учащиеся учатся определять параметры по маркировке, нанесенной на лампочку и сравнивать их с полученными экспериментальным путем в ходе коллективного обсуждения. При осуществлении заданий уровня В происходит расширение экспериментальных навыков, имеется возможность исследования изменения мощности при последовательном и параллельном соединении. Уровень С предполагает наличие творческих способностей у обучаемых, предоставляет большую свободу при планировании и выполнении эксперимента, развивает мышление и способствует росту познавательного интереса к предмету.

#### **4.4. Аппаратные и программные средства, для автоматизации физического эксперимента**

Быстрое развитие микропроцессорной техники, появление надежных и мощных компьютеров позволило использовать их для решения целого ряда измерительных задач, в том числе для обработки всевозможных данных, полученных при помощи стандартных измерительных приборов. Перенос информации в компьютер вручную — трудоемкий и утомительный процесс. Чтобы избавиться от него, применяются различные устройства сопряжения, соединенные с системным блоком персонального компьютера. Эти устройства способны выполнять не только функции обычных измерительных приборов, но и осуществлять выдачу необходимых управляющих сигналов. Совмещение в персональном компьютере возможностей быстрой цифровой обработки большого объема памяти с одновременным качественным отображением результатов делает систему средств измерений на основе компьютера наиболее экономичной и технически совершенной [150]. Для того чтобы данные измерительные комплексы пришли на смену традиционному оборудованию и заняли свое место в научно-исследовательских и других лабораториях, необходимо как можно раньше знакомить будущих пользователей с принципами их работы. Поэтому актуальной в настоящее время является задача внедрения в программу школьного курса физики вопросов изучения средств автоматизации измерительного эксперимента на основе персонального компьютера. Сегодня в условиях профильной школы в классах с углубленным изучением физики вопросы передачи информации, касающиеся принципов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования, должны быть своевременно рассмотрены и изучены. Здесь же учащиеся могут формировать необходимые начальные умения при работе с автоматизированными лабораторными установками. Варианты построения автоматизированных комплексов, которые могут быть использованы в школе, различны. Исходя из поставленных задач, измерительная лаборатория должна выполнять следующие функции:

- осуществлять прием различных сигналов с исследуемых объектов, как правило, в аналоговой форме;
- выдавать на рассматриваемые объекты управляющие воздействия в виде дискретных и непрерывных сигналов;

- преобразовывать аналоговые сигналы в цифровые и обратно;
- обрабатывать соответствующую информацию и осуществлять ее визуализацию в удобном для экспериментатора виде [151].

Для осуществления данных функций необходим персональный компьютер (ПК), управляющий процессом измерения и устройство сопряжения (УСО), содержащее аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП). Помимо вышеуказанных преобразователей, устройство сопряжения может содержать запоминающие устройства, служащие для записи отсчетов входного оцифрованного сигнала, согласующие усилители, предназначенные для усиления входных сигналов до уровня необходимого для качественного преобразования в АЦП, многоканальный аналоговый коммутатор, интерфейсные схемы.

Выбор конкретного УСО осуществляется в соответствии с параметрами исследуемого объекта или процесса. В ряде случаев можно ограничиться достаточно простым УСО с минимальными возможностями. Этот вариант относительно недорогой и приемлем для использования в школе. В других случаях, например, при исследовании быстропротекающих процессов с широкой полосой частот для задач многоканального осциллографирования нужна скоростная буферная память, куда записываются данные с выхода АЦП и специальная схема управления записью/считыванием. В ряде случаев в состав УСО входят микропроцессоры, которые управляют процессом измерения или осуществляют частичную обработку получаемой информации, существенно разгружая центральный процессор компьютера.

Основными характеристиками УСО считаются: разрядность преобразователей (АЦП и ЦАП), их быстродействие, погрешность преобразования, наличие и объем буферной памяти.

Способы подключения УСО к компьютеру различны. Наиболее распространенными интерфейсами, которые можно использовать для подключения УСО к компьютеру, в настоящее время являются: системная шина ISA, системная шина PCI, последовательная шина USB, последовательный COM-порт и параллельный LPT-порт.

LPT-порт является параллельным, то есть для передачи каждого бита в слове используются отдельные сигнальные линии и биты передаются одновременно. Первоначально данный порт был предназначен для подключения принтеров, что обуславливает спе-

цифику его управляющих сигналов. Традиционный вариант LPT-порта является однонаправленным, называется SPP (Standard Parallel Port) и служит для передачи 8-разрядных данных из компьютера во внешнее устройство. Опрос состояния внешнего устройства может производиться по другим 5 линиям. Недостатком SPP-порта является невысокая скорость обмена при значительной загрузке процессора (при полной загрузке процессора скорость вывода информации составляет 100—150 Кбайт/с), а также сложность его использования для ввода информации. В режиме 8-разрядного ввода данных скорость примерно вдвое ниже, чем при выводе. Разработчики компьютеров постоянно совершенствовали спецификацию LPT-порта и в целях обеспечения полной совместимости оборудования различных производителей в 1994 году приняли стандарт IEEE 1284. Согласно данному стандарту возможны следующие режимы обмена через параллельный порт:

- режим совместимости (Compatibility Mode) — однонаправленный вывод по протоколу стандартного порта SPP;

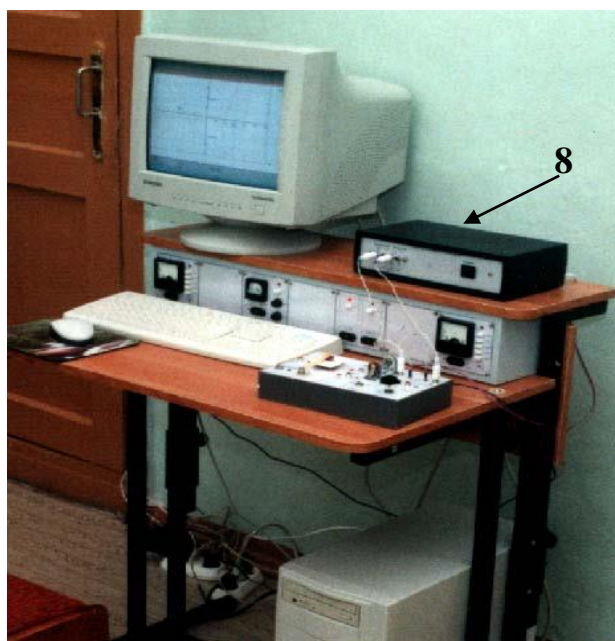
- полубайтный режим (Nibble Mode) — ввод байта в два цикла (по 4 бита) по линиям состояния, возможен в стандарте SPP;

- байтный режим (Byte Mode) — ввод байта целиком по линии данных, работает только на портах, допускающих чтение входных данных (Bidirectional);

- режим EPP (Enhanced Parallel Port) — двунаправленный обмен по линии данных;

- режим ECP (Extended Capability Port) — двунаправленный обмен с возможностью аппаратного сжатия данных.

Два последних режима LPT-порта часто используются для подключения УСО к компьютеру. Выбор одного из режимов работы (SPP, EPP или ECP) устанавливается в BIOS. Достоинствами EPP- и ECP-режимов является возможность двунаправленного обмена данными и высокая производительность (до 2 Мбайт/с).



Важно отметить и тот факт, что практически все производимые в настоящее время компьютеры, оснащенные LPT-портом, поддерживают режимы EPP и ECP [2].

Важным достоинством устройств, подключаемых к компьютеру через LPT-порт,

является практически неограниченный уровень их сложности, недостатком — наличие встроенного блока питания и отдельного корпуса, что усложняет их конструкцию.

Таким образом, используя стандартные интерфейсы современных персональных компьютеров для подключения устройств сопряжения, а также разрабатывая соответствующее программное обеспечение, можно создавать сложные измерительные комплексы для решения самых разнообразных задач автоматизированного измерительного эксперимента. С помощью одного компьютера стало возможным решать задачи, которые раньше были по силам только крупным научно-исследовательским лабораториям. Применение средств автоматизации измерительного эксперимента позволяет переложить всю рутинную работу на компьютер и уделять больше времени анализу результатов эксперимента.

Для знакомства учащихся с автоматизированными методами осуществления физического эксперимента нами разработано и изготовлено устройство сопряжения с компьютером (рис. 28), кото-

Рис. 28. Индивидуальное рабочее место, предназначенное для автоматизации физического эксперимента

рое описано ниже.

Устройство (8) конструктивно выполнено в виде отдельного модуля, подключаемого через стандартный кабель к

LPT-порту IBM совместимого компьютера. Обязательным требованием к используемому компьютеру является поддержка стандарта EPP1.7 или EPP1.9 для LPT-порта [39].

Блок-схема аппаратной части устройства сопряжения представлена на рисунке 29.

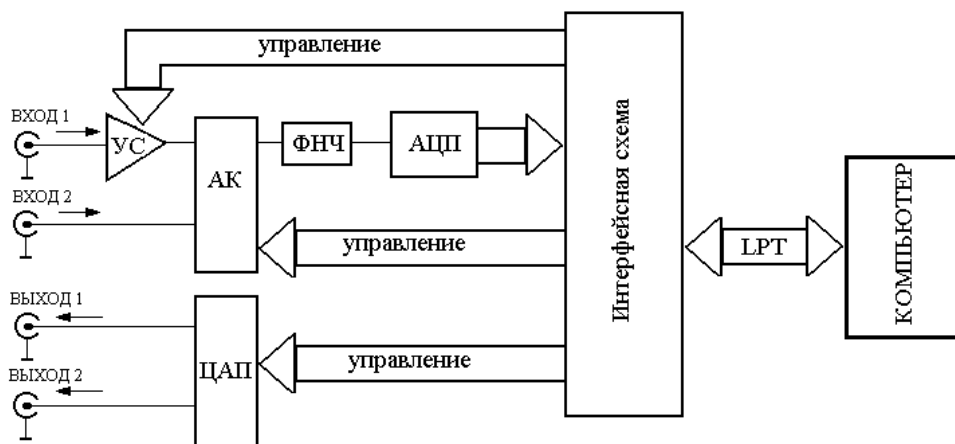


Рис. 29. Блок-схема устройства

Устройство содержит следующие узлы:

- программируемый усилитель (УС),
- двухканальный аналоговый коммутатор (АК),
- фильтр нижних частот (ФНЧ),
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП),
- цифро-аналоговый преобразователь ЦАП,
- интерфейсную схему,
- блок питания (на схеме не показан).

Все внутренние узлы, кроме блока питания, размещены на одной печатной плате.

Программируемый усилитель предназначен для усиления слабых сигналов (усилитель напряжения) и выполнен на основе операционных усилителей, соединенных по двухкаскадной схеме. Переключение коэффициента усиления проводится программно в диапазоне от 1 до  $10^5$  путем подключения определенного сопротивления в цепи обратной связи операционных усилителей. Выбор конкретного сопротивления осуществляется с помощью аналогового мультиплексора, управляемого цифровым кодом.

Аналоговый коммутатор позволяет подавать сигналы на АЦП с двух различных входов. Для измерения сигналов в диапазоне от  $10^{-4}$  до 2 В служит «вход 1», «вход 2» может использоваться для подключения датчиков (давления, температуры, влажности и т.д.). Выбор конкретного входа также осуществляется программно. Выход аналогового коммутатора соединен с ФНЧ, который срезает высокочастотные гармоники и ослабляет влияние помех. Максимальная частота входного сигнала составляет 10 кГц.

С фильтра низких частот измеряемый сигнал поступает на вход АЦП, где преобразуется в 8-разрядный двоичный код и через интерфейсную схему подается в LPT-порт компьютера. Запуск АЦП производится программно.

Для подачи управляющих сигналов на исследуемые объекты в составе УСО предусмотрен 8-разрядный ЦАП с двумя выходами — «выход 1» и «выход 2». Оба аналоговых выхода являются независимыми и могут работать в двух режимах: «режим 1» — позволяет выставлять на выходах напряжение в диапазоне от 0 до 5 В с шагом в 0,02 В, «режим 2» расширяет границы диапазона от 0 до 10 В (шаг квантования при этом составляет 0,04 В). Выбор конкретного режима осуществляется программно, исходя из требований решаемой задачи. Первый режим рекомендуется использовать

в том случае, если подаются на изучаемый объект малые напряжения.

Интерфейсная схема осуществляет обмен данными в цифровом виде по 8-разрядной шине между LPT-портом компьютера и внутренней шине данных комплекса, а также вырабатывает управляющие сигналы для всех внутренних устройств. Все сигналы управления программно доступны для пользователя и могут использоваться им в целях решения поставленной задачи.

Блок питания комплекса служит для преобразования напряжения сети переменного тока в постоянные напряжения +5 В, +15 В и -15 В, которые используются внутренними узлами устройства. Входное переменное напряжение для блока питания составляет 220 ... 250 В, частота 50 Гц.

Описание программного обеспечения необходимого для работы устройства, и протокол управления подробно описаны в [3] и представлены ниже.

***Запись адреса устройства:***

1. Инициализировать управление регистра.

Поместить 111000XX в BASE + 2 (XX — два старших бита не используются).

2. Передать адрес в регистр.

Поместить 4-битный код (младшая тетрада) адреса в BASE.

3. Защелкнуть регистр.

Поместить 111100XX в BASE + 2.

***Программирование усилителя:***

1. Установить адрес устройства — 0010.

2. Инициализировать регистр.

Поместить 101100XX в BASE + 2.

3. Передать код коэффициента усиления в регистр (8 бит).

Поместить	XXXX	XXXX	в BASE
	1 каскад	2 каскад	

Код	Коэффициент усиления 1 каскада
1110	1
1101	5
1011	10
0111	100

Код	Коэффициент усиления 2 каскада
-----	--------------------------------

1110	1
1101	10
1011	100
0111	1000

4. Защелкнуть регистр.

Поместить 111100XX в BASE + 2.

**Программирование регистра выбора канала АЦП, полярности, режимов, режимов работы ЦАП:**

1. Установить адрес устройства (1100).

2. Инициализировать регистр управления.

Поместить 101100XX в BASE + 2.

3. Передать код коэффициента усиления в регистр (8 бит).

Поместить	XX	XX	XX	XX	В BASE
	канал АЦП	полярность	режим «выхода 1» ЦАП	режим «выхода 2» ЦАП	

Код	Канал АЦП
01	1
10	2
11	АЦП закрыт

Код	Полярность
01	Прямая
10	Обратная

Код	Режим «входа 1» ЦАП
01	1
10	2

Код	Режим «входа 2» ЦАП
01	1
10	2

4. Защелкнуть регистр.

Поместить 111100XX в BASE + 2.

**Запись в ЦАП:**

1. Установить адрес регистра управляющего слова ЦАП (0000).



2. Инициализировать регистр.  
Поместить 101100XX в BASE + 2.
3. Передать управляющее слово в регистр ЦАП.  
Поместить XXX в BASE.

XXX	Вход ЦАП
00000000	1
10000000	2

4. Защелкнуть регистр.  
Поместить 111100XX в BASE + 2.
5. Установить адрес кода ЦАП (0100)
6. Инициализировать регистр.  
Поместить 101100XX в BASE + 2.
7. Передать код напряжения в ЦАП (8 бит)  
Поместить XXXXXXXX в BASE.
8. Защелкнуть регистр.  
Поместить 111100XX в BASE + 2.
9. Установить адрес регистра управляющего слова ЦАП (0000).
10. Инициализировать регистр.  
Поместить 101100XX в BASE + 2.
11. Передать управляющее слово. Поместить XXX00000 в BASE.

Код	Вход ЦАП
011	1
111	2

12. Защелкнуть регистр.  
Поместить 111100XX в BASE + 2.
- Чтение с АЦП:**
1. Установить адрес регистра управляющего слова ЦАП (1000).
  2. Перевод порта 555АП6 в режим чтения.  
Поместить 000101XX в BASE + 2.
  3. Передать 100101XX в BASE + 2.
  4. Считать данные с BASE.



Обычно такие описания выполняются в виде отдельного, так называемого интерфейсного модуля. Такой модуль (*Device\_2.pas*) есть и для нашей библиотеки. В нем именуются заголовки всех процедур и функций *Device\_2.dll*. Для использования библиотеки достаточно включить имя данного модуля в раздел *uses*.

Существует и другой способ импорта, суть которого мы поясним на следующем фрагменте кода:

```

type
  TCreateProc = procedure; // тип загружаемой процедуры
var
  CreateDevice: TCreateProc; // переменная процедурного типа
  DLLInstance: THandle; // переменная для хранения дескриптора
  // загруженной DLL
begin
  try // режим защиты от ошибок
  DLLInstance := LoadLibrary('Device_2.dll'); // пытаемся загрузить
  // библиотеку
  if DLLInstance <= HINSTANCE_ERROR then // ошибка загрузки DLL
  begin
  DLLInstance := NULL; // высвобождаем память
  Exit // выходим из процедуры
  end
  else // пытаемся получить адрес процедуры в DLL
  @CreateDevice := GetProcAddress (DLLInstance, 'devCreateDevice');
  if @CreateDevice = nil // если DLL не содержит такую процедуру
  then
  begin
  FreeLibrary(DLLInstance); // освобождаем память
  DLLInstance := NULL;
  Exit
  end;

  CreateDevice; // вызов devCreateDevice

  FreeLibrary(DLLInstance);
  DLLInstance := NULL;
except
  Exit;
end; // try
end;

```

В этом примере применяется так называемый динамический импорт. Для этого требуются две вспомогательные переменные:

первая — в нашем примере *CreateDevice* — процедурного типа; вторая — *DLLInstance* — дескриптор загружаемой библиотеки типа *THandle (hWnd)*. Первоначально требуется воспользоваться API функцией *LoadLibrary*, которая загружает DLL в память и возвращает указатель на нее. Затем с помощью *GetProcAddress* получаем адрес требуемой процедуры и можем теперь обратиться к ней. В конце сеанса выгружаем DLL из памяти с помощью функции *FreeLibrary*.

И в первом, и во втором случае подразумевается, что файл библиотеки находится в той же папке, что и выполняемый файл, либо в одной из системных папок.

Краткое описание интерфейса библиотеки *Device\_2.dll*: приведено ниже.

Имя	Действие
<i>devCreateDevice</i>	Инициализация УСО.
<i>devDestroyDevice</i>	Завершение сеанса работы с УСО.
<i>devSet_ADCChanel_ModesDACs_Polarity</i>	Выбор канала АЦП, режимов обоих выходов ЦАП и полярности.
<i>devSetADCChanel</i>	Выбор канала АЦП.
<i>devSet ModesDAC1</i>	Выбор режима «выхода 1» ЦАП.
<i>devSet ModesDAC2</i>	Выбор режима «выхода 2» ЦАП.
<i>devSetPolarity</i>	Выбор полярности подключения АЦП.
<i>devSetAmplification</i>	Установка коэффициентов усиления для обоих каскадов усилителя.
<i>devSetCascade1</i>	Установка коэффициента усиления для первого каскада усилителя.
<i>devSetCascade2</i>	Установка коэффициента усиления для второго каскада усилителя.
<i>devWriteUCodeDAC1</i>	Передача кода, соответствующего напряжению на «выходе 1» ЦАП.
<i>devWriteUCodeDAC2</i>	Передача кода, соответствующего напряжению на «выходе 2» ЦАП.
<i>devInitReadADC</i>	Инициализация чтения с АЦП.
<i>devReadUCodeADC</i>	Чтение кода, соответствующего напряжению, подаваемому на АЦП.
<i>devSetCountReading</i>	Установка количества последовательных чтений с АЦП, по которому усредняется значение, возвращаемое <i>devSetCountReading</i> .

<i>devCodeDac1ToU</i> <i>devCodeDac2ToU</i> <i>devCodeADCToU</i> <i>devCodeADC2ToU</i>	Функции калибровки.
---	---------------------

В библиотеке используются следующие целые типы, описание которых приведено в файле *Device\_2.pas*:

*type*

*TADCChanel = 0..2; // канал АЦП*

*TPolarity = 0..1; // полярность*

*TDACMode = 1..2; // режим ЦАП*

*TCascade1 = 1..100; // коэффициент усиления для первого каскада*

*TCascade2 = 1..1000; // коэффициент усиления для второго каскада*

### **Описание процедур и функций библиотеки:**

#### **Инициализация УСО**

Описание:

#### ***procedure devCreateDevice;***

Осуществляет инициализацию УСО. Размещает в памяти все необходимые классы для работы с LPT-портом и непосредственно с устройством. С обращения к этой процедуре должен начинаться любой сеанс работы с УСО. Вызов должен осуществляться при включенном устройстве, при этом устанавливаются:

- первый канал АЦП;
- первый режим на «выходе 1» ЦАП;
- первый режим на «выходе 2» ЦАП;
- прямая полярность.

#### **Завершение работы с УСО**

Описание:

#### ***procedure devDestroyDevice.***

Завершает сеанс работы с УСО. Высвобождает память.

#### **Установка основных параметров УСО**

Описание:

#### ***procedure devSet\_ADCChanel\_ModesDACs\_Polarity***

*(ADCChanel:TADCChanel;*

*ModeDAC1:TDACMode;*

*ModeDAC2:TDACMode;*

*Polarity:TPolarity);*

#### ***procedure devSetADCChanel* (ADCChanel:TADCChanel);**

#### ***procedure devSetModesDAC1* (prModeDAC1 : TDACMode);**

#### ***procedure devSetModesDAC2* (prModeDAC2 : TDACMode);**

#### ***procedure devSetPolarity* (Polarity : TPolarity).**

### **Установка основных параметров работы устройства:**

Первая процедура устанавливает все четыре параметра одновременно, все последующие устанавливают любой из параметров в отдельности, оставляя неизменными значения остальных.

<b>Аргумент</b>	<b>Значение</b>	<b>Действие</b>
<i>ADCC Chanel</i>	0	«Закрыть» АЦП.
	1	Выбрать первый канал АЦП.
	2	Выбрать второй канал АЦП.
<i>ModeDAC1</i>	1	Выбрать первый режим на «выходе 1» ЦАП.
	2	Выбрать второй режим на «выходе 1» ЦАП.
<i>ModeDAC2</i>	1	Выбрать первый режим на «выходе 2» ЦАП.
	2	Выбрать второй режим на «выходе 2» ЦАП.
<i>Polarity</i>	0	Установить обратную полярность подключения АЦП.
	1	Установить прямую полярность подключения АЦП.

### **Установка коэффициента усиления**

Описание:

***procedure devSetAmplification***

*(prCascade1: TCascade1;*

*prCascade2: TCascade2);*

***procedure devSetCascade1*** (*prCascade1: TCascade1*);

***procedure devSetCascade2*** (*prCascade2: Tcascade2*).

Первая процедура устанавливает коэффициенты усиления для обоих каскадов. Общий коэффициент усиления будет определяться, как произведение коэффициентов усиления на каждом каскаде.

Две другие процедуры позволяют установить коэффициенты усиления для каждого каскада в отдельности.

<b>Аргумент</b>	<b>Значение</b>	<b>Действие</b>
<i>prCascade1</i>	1	Установить на первом каскаде коэффициент усиления
	5	- // - 5
	10	- // - 10
	100	- // - 100
<i>prCascade2</i>	1	Установить на втором каскаде коэффициент усиления

10	- // - 10
100	- // - 100
1000	- // - 1000

### *Установка напряжения на ЦАП*

Описание:

***procedure*** *devWriteUCodeDac1* (*UCode:byte*);

***procedure*** *devWriteUCodeDac2* (*UCode:byte*).

Устанавливают значения напряжений соответственно на «выходе 1» и «выходе 2» ЦАП путем передачи соответствующих кодов. Значение кода лежит в диапазоне от 0 до 255, однако рекомендуется интервал от 0 до 240.

### *Чтение с АЦП*

Описание:

***procedure*** *devInitReadADC*;

***function*** *devReadUCodeADC* : *byte*;

***procedure*** *devSetCountReading* (*Count:integer*);

*devInitReadADC* — инициализация чтения данных с АЦП; вызов данной процедуры должен предшествовать сеансу чтения с АЦП; после обращения к любой другой процедуре или функции управления УСО (кроме *devReadUCodeADC* и калибровочных функций) требуется повторный вызов *devInitReadADC* для начала нового сеанса чтения;

*devReadUCodeADC* — функция, возвращающая значение кода, соответствующего напряжению, подаваемому на АЦП; чтение осуществляется определенное количество раз, потом усредняется; значение кода лежит в пределах от 0 до 255.

*devSetCountReading* — процедура осуществляет установку количества последовательных чтений с АЦП, по которому усредняется значение, возвращаемое функцией *devReadUCodeADC*.

### *Калибровка*

Описание:

***function*** *devCodeDAC1ToU*(*Code: byte*):*extended*;

***function*** *devCodeDAC2ToU*(*Code: byte*) :*extended*;

***function*** *devCodeADCToU*(*Code: byte*) :*extended*;

***function*** *devCodeADC2ToU*(*Code: byte*) :*extended*

Осуществляют калибровку, то есть устанавливают соответствие между значением кода и значением напряжения. Первая

процедура — для «выхода 1» ЦАП, вторая — для «выхода 2» ЦАП, третья — для первого канала АЦП, четвертая — для второго канала АЦП.

Между кодом и напряжением установлена прямая пропорциональная зависимость, то есть:

$$U = Code * k + a_0.$$

Коэффициенты для всех случаев хранятся в файле *Device\_2.inf*. Их значения загружаются процедурой *devCreateDevice*. Файл *Device\_2.inf* должен находиться в той же папке, что и библиотека *Device\_2.dll*.

Содержимое inf-файла приведено ниже:

Содержимое inf-файла	Комментарии
[DAC1]	Секция, содержащая калибровочные коэффициенты для «выхода 1» ЦАП.
k11	Коэффициенты для первого режима.
ao11	
k12	Коэффициенты для второго режима.
ao12	
[DAC2]	Секция, содержащая калибровочные коэффициенты для «выхода 2» ЦАП.
k21	Коэффициенты для первого режима.
ao21	
k22	Коэффициенты для второго режима.
ao22	
[ADC]	Секция, содержащая калибровочные коэффициенты для «канала 1» АЦП.
ao	
k	
[ADC2]	Секция, содержащая калибровочные коэффициенты для «канала 2» АЦП.
ao2	
k2	

### ***Примеры использования библиотеки:***

#### **Пример 1. Установка напряжения на ЦАП.**

В данной процедуре последовательная установка на «выходе 1» ЦАП напряжений от 0 до 10 В. Значения устанавливаемых напряжений накапливаются в массиве  $U[0..255]$ .

```
uses
  Device_2;
...
```



```

type
  TUArr : array [0..255] of extended;
...
program Example1(var U : TUArr);
  var
    i : integer;
  begin
    devCreateDevice; // Инициализация устройства
    devSetModesDAC1(2); // Установка второго режима на «выходе 1»
ЦАП
                                // (0..10 В)
    for i := 0 to 255 do
      begin
ЦАП
        devWriteUCodeDAC1(i); // Установка напряжения на «выходе 1»
        U[i] := devCodeDAC1ToU(i); // Перевод кода в соответствующее
// напряжение
        end;
    devDestroyDevice // Завершаем сеанс работы с УСО
  end;

```

### Пример 2. Чтение данных с АЦП.

В следующей процедуре осуществляется чтение с первого канала АЦП напряжения в диапазоне от 0 до 0,002 В. Переменная Ucode содержит значение считанного кода, переменная U — значение соответствующего напряжения.

```

uses
  Device_2;
...
program Example2(var U : extended; var Ucode:byte);
begin
  devCreateDevice; // Инициализация устройства
  devSetAmplification(1,1000); // Установка коэффициента усиления 1000
  devSetCountReading(50); // 50 чтений для усреднения
  devInitRead; // Инициализация чтения с АЦП
  Ucode := devReadUCodeADC; // Чтение данных с АЦП
  U := devCodeADCToU(i) / 1000; // Перевод кода в соответствующее
// напряжение
  devDestroyDevice // Завершаем сеанс работы с УСО
end;

```

### **Технические характеристики устройства:**

Разработанный комплекс предназначен для ввода/вывода аналоговой информации в IBM-совместимых компьютерах. Ком-

плекс имеет два независимых аналоговых входа для измерения напряжения и два независимых аналоговых выхода, используемых в качестве источников напряжения.

*Параметры интерфейса:*

LPT-порт.

Параллельный 8-разрядный интерфейс.

Поддерживаемые спецификации EPP1.7 или EPP1.9.

*Параметры АЦП:*

Разрешение 8 бит.

Полоса пропускания 10 кГц.

Время преобразования 50 нс.

Дифференциальная нелинейность  $\pm 1.0$  МЗР.

Интегральная нелинейность  $\pm 1.5$  МЗР.

Смещение нуля 1,8 %.

*Параметры программируемого усилителя:*

Коэффициенты усиления: 1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000, 5000, 10000, 100000.

Входное сопротивление 1000 МОм.

Входное напряжение смещения 7,5 мВ.

Полоса пропускания 20 кГц.

*Параметры ЦАП:*

Разрешение 8 бит.

Диапазон изменения входного напряжения: 0...5 В (режим 1).

Дискретность 0,02 В (режим 1).

Выходное напряжение смещения 2,0 мВ (режим 2).

Диапазон изменения входного напряжения: 0...10 В (режим 2).

Дискретность 0,04 В (режим 2).

Выходное напряжение смещения 7,0 мВ (режим 2).

Время установления 2 мкс.

Относительная погрешность  $\pm 1$  МЗР.

Дифференциальная нелинейность  $\pm 1$  МЗР.

*Аналоговые входы:*

Вход 1. Является входом программируемого усилителя.

Вход 2. Подключен непосредственно к входу АЦП через фильтр нижних частот. Диапазон входных напряжений: 0...+2 В.

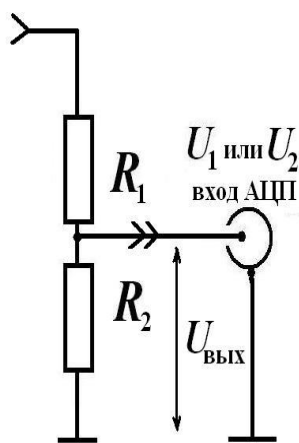
Рекомендуется для подключения измерительных датчиков.

### Руководство при работе с комплексом:

Передняя панель устройства сопряжения представлена на рисунке а. На ней находятся 2 разъема выходов ЦАП  $V_1$  и  $V_2$ , два разъема входов АЦП  $U_1$  и  $U_2$ , кнопка включения питания и све-



Рис. а



тодиод. На задней панели расположен интерфейсный разъем для подключения устройства к LPT-порту компьютера и разъем внутреннего источника питания устройства, с которого можно снять постоянные стабилизированные напряжения +15 В, -15В относительно общего провода. Устройство подключают к сети переменного напряжения 220В/50Гц нажатием кнопки «Питание». Светящийся индикатор свидетельствует о том, что устройство находится в рабочем состоянии.

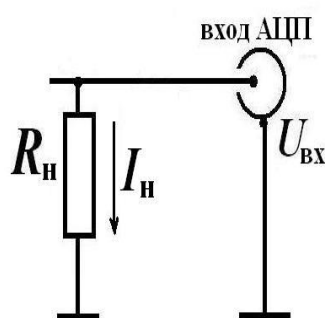


Рис. б

Исследуемые сигналы следует подавать на входы АЦП  $U_1$  и  $U_2$ . Во избежание выхода устройства из строя запрещается подавать на разъемы входов АЦП  $U_1$  и  $U_2$  напряжения выше предельного значения рабочего диапазона (0...2В). В случае необходимости исследования сигналов с большим значением верхнего предела напряжения следует использовать резистивные делители напряжения (рис. б). При этом значения  $R_1$  и  $R_2$  следует выбирать из следующего соотношения:

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{вх}} R_2}{R_1 + R_2}.$$

Входы  $U_1$  и  $U_2$  не предназначены для измерения тока. Если планируется производить измерение тока в какой-либо цепи, следует использовать внешний нагрузочный резистор (рис. б). При его использовании ток  $I_n$  определяется по формуле:

$$I_n = \frac{U_{вх}}{R_n},$$

где  $U_{вх}$  — напряжение, измеренное АЦП,  $R_n$  — сопротивление нагрузочного резистора. В данной схеме (рис. с) необходимо заземление нагрузки, что не всегда приемлемо. Например, данный способ не подходит в схеме на рисунке с для измерения, например, тока  $I_2$ , протекающего через резистор  $R_2$ . В этом случае следует использовать внешний преобразователь «ток-напряжение» с незаземленным нагрузочным резистором (рис. д).

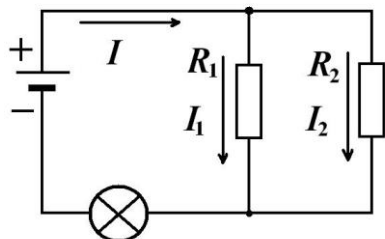


Рис. с

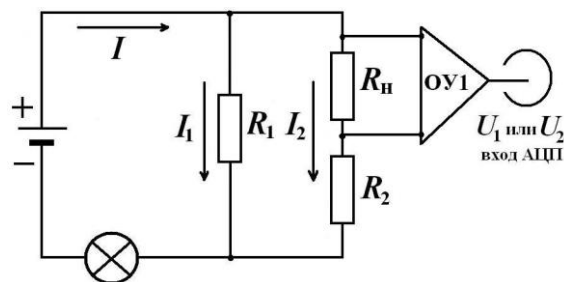


Рис. д

При этом в схему вводится нагрузочный резистор  $R_n$ , включенный последовательно с  $R_2$ . Сопротивление  $R_n$  должно быть много меньше, чем  $R_2$ . Обычно  $R_n$  выбирают в 1 Ом и меньше. Резистор  $R_n$  соединяет инвертирующий и неинвертирующий входы операционного усилителя ОУ1. Основное требование к операционному усилителю — это высокое входное сопротивление, которое должно составлять единицы-десятки МОм. Операционный усилитель измеряет падение напряжения на  $R_n$ , при этом ток, протекающий в ветви  $R_n$  и  $R_2$ , можно найти следующим образом:

$$I_2 = \frac{U_{вхАЦП}}{R_n},$$

где  $U_{вх АЦП}$  — напряжение, измеренное АЦП,  $R_n$  — значение сопротивления нагрузки.

Выходы ЦАП  $V_1$  и  $V_2$ , размещенные на передней панели (рис. 2), служат для подачи управляющих сигналов на исследуемые объекты. Выходы являются источниками напряжения и обес-

печивают работу в двух режимах, задаваемых программно. В первом режиме выходное напряжение может меняться в диапазоне 0...5 В, во втором 0...10 В. Выходы  $V_1$  и  $V_2$  являются независимыми. Программное обеспечение устройства позволяет выставлять на входах  $V_1$  и  $V_2$  как сигналы постоянного напряжения, так и формировать импульсы различной формы (прямоугольные, пилообразные, трапецевидные).

Во избежание выхода из строя устройства запрещается нагружать выходы ЦАП  $V_1$  и  $V_2$  на сопротивления менее 100 Ом.

При необходимости разрешается подавать на внешние устройства или исследуемые схемы напряжения питания +15 В и -15 В относительно «общего» провода. Эти напряжения снимаются с разъема, размещенного на задней панели устройства. Разрешается использовать эти питающие напряжения в цепях с потреблением тока не более 200 мА.

При работе с устройством рекомендуется следующая последовательность действий:

1. Устройство подключается к компьютеру (при выключенном питании).
2. Включается питание компьютера.
3. Инсталлируется программное обеспечение, необходимое для работы.
4. К аналоговым входам и выходам подключаются разъемы, соединяющие устройство и исследуемую схему. При необходимости на исследуемую схему можно подать питание  $\pm 15$  В с разъема блока питания, находящегося на задней панели устройства.
5. Включается питание устройства.
6. Включаются источники сигналов на исследуемом объекте (если необходимо).
7. Запускается используемое программное обеспечение и производится необходимая работа с ним.
8. Выключаются источники сигналов на исследуемом объекте.
9. Завершается выполнение программы.
10. Выключается питание комплекса.
11. Выключается питание компьютера.

#### **4.5. Автоматизированные работы физического практикума**

Подготовленные нами работы физического практикума входят в программу профильного элективного курса по электродинамике и позволяют с помощью компьютера осуществлять автоматизацию некоторых наиболее сложных экспериментов с применением устройства сопряжения, которым может комплектоваться рабочее место учащегося. Внедрение данного практикума в школах позволит формировать у учащихся необходимые начальные умения при работе с автоматизированными лабораторными установками, знакомить их с широко применяемыми в науке принципами аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования, не предусмотренными школьной программой [39].

Каждая работа выполняется двумя способами, сначала традиционным с помощью имеющегося в кабинете физики оборудования на базе разработанного нами индивидуального рабочего места, затем с помощью описанного в предыдущем параграфе аппаратно-программного измерительного комплекса, состоящего из устройства сопряжения, персонального компьютера и набора исследуемых элементов. Проведенная работа показывает, что именно такой подход формирования экспериментальных умений способствует их всестороннему развитию.

У учащихся в качестве ориентировочной основы деятельности выступают уже сформированные умения по сборке электрических цепей и знакомые способы проведения измерений. Автоматизированный способ выполнения работы позволяет ускорить процесс исследования, уделить больше времени анализу результатов, но в то же время он требует от экспериментатора определенной теоретической подготовки. Должно быть ясное понимание того, как передаются управляющие воздействия на рассматриваемые объекты, как осуществляется прием сигналов с исследуемых узлов и их дальнейшее преобразование и обработка [44]. Для этих целей при выполнении работ двумя способами рассматриваются аналогичные электрические цепи, с помощью которых обучаемый четко фиксирует место источника питания, роль измерительного прибора, способы внесения изменений в рассматриваемый процесс, методы обработки результатов при первом и втором способе выполнения работы. Для устойчивого овладения умением приемы деятельности должны повторяться многократно, процесс формирования умения должен быть растянут во времени, поэтому предлагаемые работы имеют схожую структуру. Ниже приводится перечень данных работ:

- исследование зависимости сопротивления проводников от температуры;
- исследование влияния температуры на проводимость полупроводников;
- знакомство с устройством и принципом действия полупроводникового фоторезистора;
- исследование проводимости полупроводникового диода;
- исследование влияния температуры на проводящие свойства полупроводникового диода;
- знакомство с устройством и принципом действия полупроводникового фотоэлемента;
- знакомство с устройством и принципом действия полупроводникового термоэлемента;
- знакомство с устройством и принципом действия полупроводникового биполярного транзистора;
- исследование электрической емкости конденсатора;
- исследование явления самоиндукции.

Каждая работа имеет цель, содержит перечень необходимого оборудования, краткие теоретические сведения, порядок выполнения работы двумя способами, разноуровневые контрольные вопросы (выделены разным шрифтом по мере усложнения).

Для того чтобы представить методику выполнения разработанных нами работ физического практикума, рассмотрим в качестве примера выполнение работы «Знакомство с устройством и принципом действия полупроводникового фотоэлемента».

Перед выполнением данной работы учащиеся должны самостоятельно, пользуясь рекомендуемой литературой, найти ответы на следующие вопросы: как устроен селеновый фотоэлемент? каково его условное обозначение? на чем основано действие полупроводникового элемента? и др.

В ходе выполнения этой работы традиционным способом каждый школьник собирает необходимую электрическую цепь, проводит прямые измерения, изменяет накал лампочки с помощью регулятора освещенности, фиксирует изменения тока и строит график зависимости фототока от освещенности. Автоматизированный способ позволяет учащимся самостоятельно по аналогии с первым способом делать подобные измерения, исследовать изменения фототока при различных нагрузках и построить на экране монитора семейство графиков.

После того как учащиеся выполняют измерения и вычисления, полученные результаты обсуждаются, сравниваются допущенные ошибки измерений, делаются выводы. Так как каждый учащийся самостоятельно выбирал величину нагрузочных резисторов, индивидуально полученные результаты оказываются отличными друг от друга, однако общая зависимость, отражающая объективный закон в ходе последующего коллективного обсуждения является одной и той же, не зависящей от знаний экспериментаторов и их умений.

### **Тема «Знакомство с устройством и принципом действия полупроводникового фотоэлемента»**

*Цель работы:* познакомить учащихся с устройством и принципом действия полупроводникового фотоэлемента, исследовать зависимость фототока от освещенности для различных нагрузок.

*Оборудование:* полупроводниковый фотоэлемент, гальванометр, миллиамперметр, соединительные провода, ключ, лампочка, переменный резистор, устройство сопряжения (УСО), персональный компьютер.

#### *Краткие теоретические сведения*

Селеновый фотоэлемент представляет собой железную пластинку (1), покрытую тонким слоем селена (2), обладающего дырочной проводимостью. На поверхность селена нанесен тонкий полупрозрачный слой золота (3), атомы которого проникают в селен и образуют в нем тонкий слой с электронной проводимостью (рис. 1).

На границе двух слоев с различной проводимостью образуется электронно-дырочный переход. Светочувствительная поверхность фотоэлемента покрыта прозрачным лаком. Условное обозначение фотоэлемента дано на рисунке 2. Для снятия напряжения с пленки золота на нее положено контактное кольцо (4) и сделаны отводы к клеммам (5). Снаружи фотоэлемент заключен в пластмассовый корпус (6).

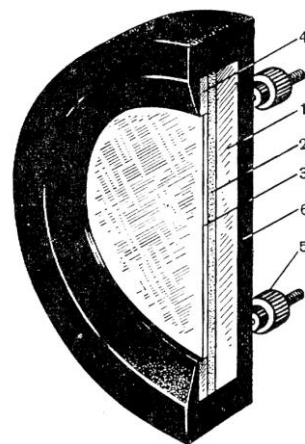


Рис. 1. Разрез фотоэлемента

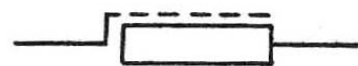


Рис. 2. Условное обозначение фотоэлемента



Действие полупроводникового фотоэлемента обусловлено тем, что при попадании света на тонкий слой золота с электронной проводимостью, в нем происходит интенсивное образование свободных носителей тока, как электронов, так и дырок. Эти носители, участвуя в тепловом движении, перемещаются в различных направлениях, в том числе и в направлении электронно-дырочного перехода. На границе этого перехода происходит разделение диффундирующих зарядов. Дырки, образовавшиеся в тонком слое золота, обладающем электронной проводимостью, являющиеся в нем неосновными носителями, свободно проходят через запирающий слой в селен, обладающий дырочной проводимостью. Электроны, являющиеся для этого слоя основными носителями, не могут преодолеть запирающий слой и остаются в данном полупроводниковом слое, заряжая его отрицательно. Таким образом, полученные под действием света пары разделяются: электроны накапливаются в полупроводнике, обладающем электронной проводимостью (n-проводимость), а дырки — в полупроводнике, обладающем дырочной проводимостью (р-область). Одновременно с этим под действием электрического поля, образовавшегося на границе полупроводников с различной проводимостью, в полупроводник, обладающий электронной проводимостью (тонкий слой золота), из проводника, обладающего дырочной проводимостью (слой селена), продолжают переходить неосновные для р-области носители — электроны (рис. 3).

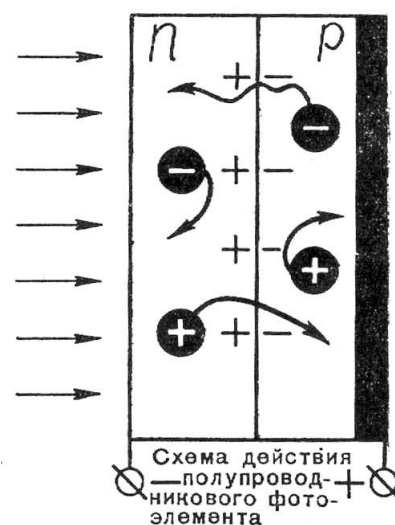
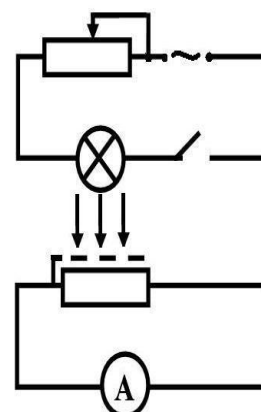


Рис. 3. Схема действия

В результате в какой-то момент устанавливается динамическое равновесие между потоками дырок и электронов, проходящими через запирающий слой. В это время между электродами устанавливается некоторая разность потенциалов, которая и представляет собой фотоэлектродвижущую силу фотоэлемента.

*Порядок выполнения работы:*

Задание 1:



1. Соберите электрическую цепь по схеме, изображенной на рисунке.

2. Замкните ключ и зафиксируйте с помощью миллиамперметра силу тока в цепи фотоэлемента при данной освещенности.

3. Измените накал лампочки и зафиксируйте силу тока в цепи при новой освещенности.

4. Увеличивая накал лампочки от минимального до максимального, фиксируйте силу тока в цепи фотоэлемента. результаты заносите в таблицу.

Рис. к заданию 1

	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$	$\Psi_8$	$\Psi_9$
$I, \text{мА}$									

5. По результатам постройте график зависимости фототока от освещенности.

### Задание 2:

1. Включите питание УСО.  
2. Запустите программу «Фотоэлемент».

3. Прочитайте теоретический материал.  
4. Соберите электрическую цепь, изображенную на рисунке, используя соответствующие входы устройства сопряжения.

5. Приступите к измерению зависимости фототока от освещенности. Для этого в левом верхнем углу выберите мышью вкладку «Фотоэлемент», проверьте правильность сборки схемы и ознакомьтесь с принципом ее работы.

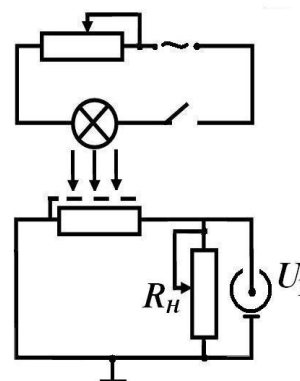


Рис. к заданию 2

6. В соответствующем окне укажите тип исследуемого фотоэлемента. Включите тумблер «освещение» и добейтесь минимального накала лампочки (накал лампочки устанавливается с помощью регулятора освещенности).

7. Проведите измерение фототока при данной освещенности нажатием специальной кнопки «пуск».

8. Увеличьте накал лампочки и вновь измерьте фототок; увеличивая накал лампочки до максимального, проводите каждый раз измерения фототока.

9. Выберите мышью вкладку «Фотоэлемент I( $\Phi$ )» и зарисуйте в тетради полученный график зависимости фототока от освещенности для данной нагрузки.

10. Измените нагрузку фотоэлемента  $R_n$  и повторите пункты 6—9.

11. Выключите источник света (тумблер «освещение»). Выключите питание УСО.

12. Завершите работу программы, для этого с помощью мыши выберите пункт меню «Устройство», осуществите выход.

13. Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

*Контрольные вопросы:*

**A.** 1) Как устроен фотоэлемент?

2) В чем сходство полупроводникового диода с фотоэлементом?

3) Как изменится фототок при уменьшении освещенности?

**B.** 1) *Какие носители беспрепятственно проходят через запирающий слой фотоэлемента?*

2) *Объясните механизм образования запирающего слоя в фотоэлементе?*

3) *Какова полярность фотоэлемента?*

**C.** 1) *Как изменится график фототока при увеличении нагрузки на фотоэлемент?*

2) *Какой вид имел бы график зависимости фототока от освещенности, если бы сопротивление нагрузки стремилось к нулю?*

3) *Нарисуйте график зависимости ЭДС фотоэлемента от освещенности?*

В данной работе учащиеся пользуются только одним входом устройства сопряжения для преобразования аналоговых сигналов в цифровые и дальнейшей их обработки с помощью компьютера. Устройство сопряжения обеспечивает лишь сбор необходимых данных, полученных в ходе эксперимента. Чтобы понять необходимость цифро-аналоговых преобразователей, предназначенных для управления экспериментом, рассмотрим еще одну работу из приведенного выше списка «Знакомство с устройством и принципом действия полупроводникового фоторезистора».

В этой работе благодаря имеющемуся в устройстве сопряжения цифро-аналоговому преобразователю, позволяющему синтезировать сигналы с заданной временной зависимостью, обучаемые имеют возможность исследовать вольт-амперные характе-

ристики фоторезисторов, получать семейство характеристик  $I(U)$  при различной освещенности, анализировать их и делать соответствующие выводы.

### Тема «Знакомство с устройством и принципом действия полупроводникового фоторезистора»

*Цель работы:* познакомить учащихся с устройством и принципом действия полупроводникового фоторезистора, исследовать зависимость сопротивления фоторезистора от освещенности, получить различные вольт-амперные характеристики фоторезисторов.

*Оборудование:* источник питания, полупроводниковый фоторезистор, лампочка, переменный резистор, амперметр, ключ, соединительные провода, устройство сопряжения (УСО) и персональный компьютер (ПК).

#### Краткие теоретические сведения

Фоторезистор представляет собой слой полупроводника (1), нанесенный на диэлектрическое основание (2) (рис. а). Металлические контакты (3) необходимы для подключения фоторезистора в электрическую цепь. Условное обозначение

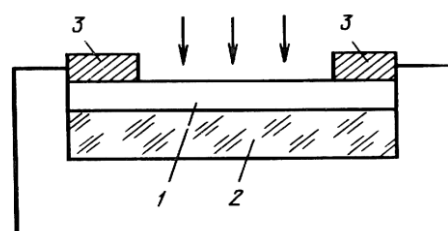


Рис. а

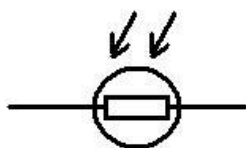


Рис. б

фоторезистора дано на рисунке б. В основе его действия лежит зависимость его сопротивления от освещенности полупроводникового слоя. Если фоторезистор не освещен, то он имеет большое сопротивление, равное  $10^4$ — $10^7$  Ом и называемое темновым. Ток, проходящий через такой фоторезистор, называют темновым током. При действии излучения с энергией, достаточной для перевода электронов из связанного состояния в свободное, в фоторезисторе происходит генерация пар подвижных носителей заряда (электронов и дырок), получающих упорядоченное перемещение в электрическом поле. Эти дополнительные носители увеличивают электрическую проводимость полупроводника, и его сопротивление уменьшается. Такая добавочная проводимость, обусловленная действием излучения, получила название фотопроводимости. У металлов явление фото-

проводимости практически отсутствует, так как у них концентрация электронов огромна и не может заметно увеличиваться под действием излучения.

Фоторезисторы характеризуются удельной чувствительностью

$$S_{уд} = I/(\Phi U),$$

где  $I$  — сила тока через фоторезистор,  $U$  — приложенное напряжение,  $\Phi$  — световой поток.

Обычно удельная чувствительность фоторезистора  $S_{уд}$  составляет несколько сотен или тысяч микроампер на вольт-люмен. Для изготовления фоторезисторов применяются различные полупроводники, имеющие нужные свойства. Так, например, сернистый свинец наиболее чувствителен к инфракрасным лучам, а сернистый кадмий к видимым. Фоторезисторы широко применяются в различных схемах автоматики и многих других устройствах.

*Порядок выполнения работы:*

Задание 1:

1. Соберите электрическую цепь по схеме, изображенной на рисунке.

2. Замкните ключ  $K_1$  и с помощью амперметра зафиксируйте силу тока в цепи при данной освещенности.

3. Замкнув ключ  $K_2$ , включите лампочку так, чтобы ее накал был минимальным (накал лампочки регулируется с помощью резистора  $R_1$ ), и зафиксируйте силу тока, протекающего через фоторезистор, при новой освещенности.

4. Увеличивая накал лампочки, измените освещенность фоторезистора и измерьте силу тока в цепи.

5. Повторите пункт 4, пока освещенность фоторезистора не станет максимальной.

6. Результаты измерений занесите в таблицу:

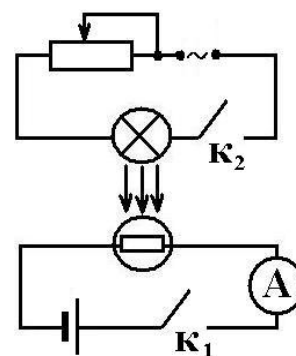


Рис. к заданию 1

	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$	$\Phi_8$	$\Phi_9$
$I, A$									
$R, Ом$									

7. Рассчитайте для каждого значения освещенности сопротивление фоторезистора по формуле  $R(\Phi) = U/I(\Phi)$  и результаты занесите в таблицу.

8. По результатам постройте график зависимости  $R(\Phi)$ .

### Задание 2:

1. Включите питание УСО.  
2. Запустите программу «Фоторезистор».

3. Прочитайте краткий теоретический материал.

4. Соберите электрическую цепь по схеме, изображенной на рисунке, используя соответствующие выходы устройства сопряжения.

5. Приступите к измерению вольт-амперной характеристики фоторезистора. Для этого в левом верхнем углу выберите мышью вкладку «Фоторезистор», проверьте правильность сборки схемы и ознакомьтесь с принципом ее работы.

6. В соответствующем окне укажите тип исследуемого фоторезистора. Включите тумблер «освещение» на исследуемой панели, убедитесь, что накал лампочки минимальный — положение 6 (установка накала лампочки осуществляется с помощью регулятора освещенности, расположенного на панели).

7. Осуществите измерение вольт-амперной характеристики  $I(U)$  при данной освещенности нажатием специальной кнопки «пуск».

8. Увеличьте накал лампочки, установив регулятор в положение 7; вновь измерьте ВАХ.

9. Повторите пункт 8, увеличивая накал лампочки через одно деление шкалы до тех пор, пока накал лампочки и соответственно освещенность фоторезистора не достигнут максимально возможного значения (положение 14).

10. Выберите мышью вкладку «ВАХ( $\Phi$ )» и зарисуйте в тетради семейство полученных характеристик  $I(U)$  при различной освещенности.

11. Выберите мышью вкладку « $R(\Phi)$ » и зарисуйте в тетради зависимость сопротивления фоторезистора от освещенности.

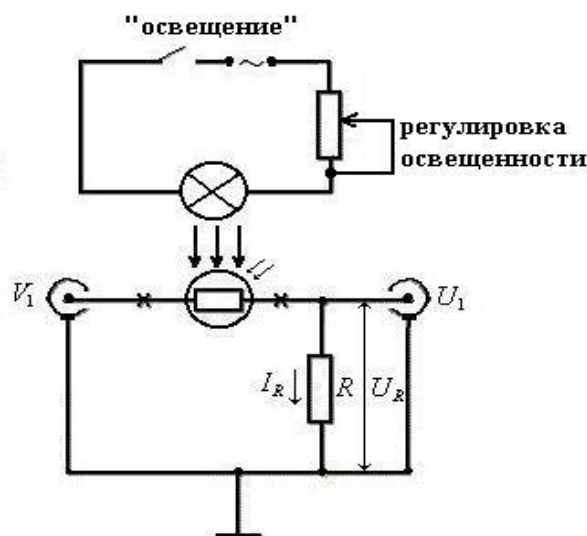


Рис. к заданию 2

12. Выключите источник света (тумблер «освещение»). Выключите питание УСО.

13. Завершите работу программы, для этого с помощью мыши выберите пункт меню «Устройство», осуществите «выход».

14. Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

*Контрольные вопросы:*

**А.** 1) Как устроен фоторезистор?

2) Как называется сопротивление фоторезистора при отсутствии освещенности?

3) Что произойдет с сопротивлением фоторезистора при увеличении светового потока?

**В.** 1) Какой вид имеет вольт-амперная характеристика фоторезистора?

2) Как рассчитать удельную чувствительность фоторезистора?

3) Какой физический смысл имеет тангенс угла наклона вольт-амперной характеристики фоторезистора?

**С.** 1) Что произойдет с концентрацией носителей заряда в полупроводниках при увеличении освещенности и почему?

2) Как изменится сопротивление металлического резистора при увеличении освещенности?

3) Зависит ли сопротивление фоторезистора от температуры?

Из содержания работы видно, что при выполнении первого задания напряжение, подаваемое на фоторезистор, не изменялось и определялось соответствующим источником.

Во втором задании роль источника выполняет программируемый выход устройства сопряжения  $V_1$ , являющийся выходом ЦАП, с помощью которого на исследуемую схему подаются необходимые управляющие сигналы. Динамика изменения этих сигналов такова, что проследить ее при традиционном проведении измерений невозможно, в то же время наглядность результатов, полученных на экране монитора в виде построенных графиков, позволяет ее количественно оценить.

Исследование проводимости полупроводниковых диодов позволило учащимся не только получить интересные вольт-амперные характеристики, но и проследить увеличение обратного

тока в зависимости от рода вещества, из которого изготовлен диод, сравнить быстроту открывания диодов в соответствии с шириной запрещенной зоны. На экран при этом различными цветами в одной и той же системе координат выводится одновременно несколько характеристик [38].

Для того чтобы, работая с полученным наглядным материалом, у обучаемых формировалась осознанность восприятия им предлагается путем соответствующих указаний определить по графику измеренной характеристики силу тока, протекающего через диод при подаче на него напряжения 1 В. Полученное значение помещается в соответствующее окно и после нажатия соответствующей клавиши сравнивается с реально измеренным значением в диапазоне допустимой ошибки. Узнать данное значение у соседа здесь полностью исключается, так как различны условия, при которых исследуется данный полупроводниковый диод, и соответственно результаты будут отличаться друг от друга. В зависимости от правильности введенного значения следуют дальнейшие указания.

Чтобы выяснить, как учащиеся понимают принцип измерения вольт-амперной характеристики с помощью компьютера и как умеют использовать ранее изученный теоретический материал (последовательное соединение, закон Ома для участка цепи и пр.), им предлагается следующий вопрос: «Определите напряжение, подаваемое на схему с выхода цифро-аналогового преобразователя, относительно корпуса в тот момент, когда падение напряжения на диоде составляет 1 В?» Для ответа на него необходимо знать падение напряжения на диоде, протекающий через него ток и номинал нагрузочного резистора. Рассчитанное значение заносится в соответствующий элемент в окне «Контрольные вопросы» и проверяется.

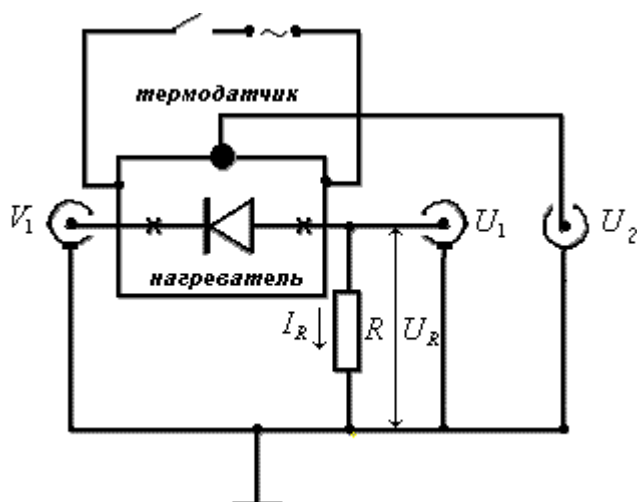


Рис. 30. Схема исследования влияния температуры на выпрямляющие свойства полупроводникового диода

Для исследования влияния температуры на выпрямляющие свойства полупроводникового диода исследуемый объект размещается внутри нагревателя (рис. 30), температура которого контролируется термодатчиком. Сигнал с термодатчика подается на другой



вход АЦП и обрабатывается им. Напряжение на нагреватель подается от сети переменного тока через понижающий трансформатор. Рабочий диапазон температуры от 0 до 100 °С. После сборки соответствующей схемы запускается программа для измерения обратной ветви ВАХ, которая последовательно выводит на экран графики, полученные при разных температурах (рис. 31).

Электрическая емкость при изучении электродинамики является одним из наиболее широко употребляемых понятий. Однако переходные процессы, протекающие в моменты заряда или разряда конденсатора, проиллюстрированы в школьном курсе физики явно недостаточно, что связано в основном с трудностями постановки эксперимента в традиционных условиях.

Применение компьютера совместно с устройствами, преобразующими аналоговые сигналы в цифровую форму и обратно, позволяют наглядно продемонстрировать процессы, характеризующие исследуемую емкость [35].

Преимущество данного метода исследования, заключается в том, что одновременно на экране монитора можно наблюдать временные зависимости для конденсаторов различной емкости, сравнивать их и выяснять отличительные признаки.

Установка позволяет также исследовать временные зависимости для сложных конденсаторов. Наглядно продемонстрировано увеличение времени заряда емкости при параллельном соединении конденсаторов и его уменьшение при последовательном соединении.

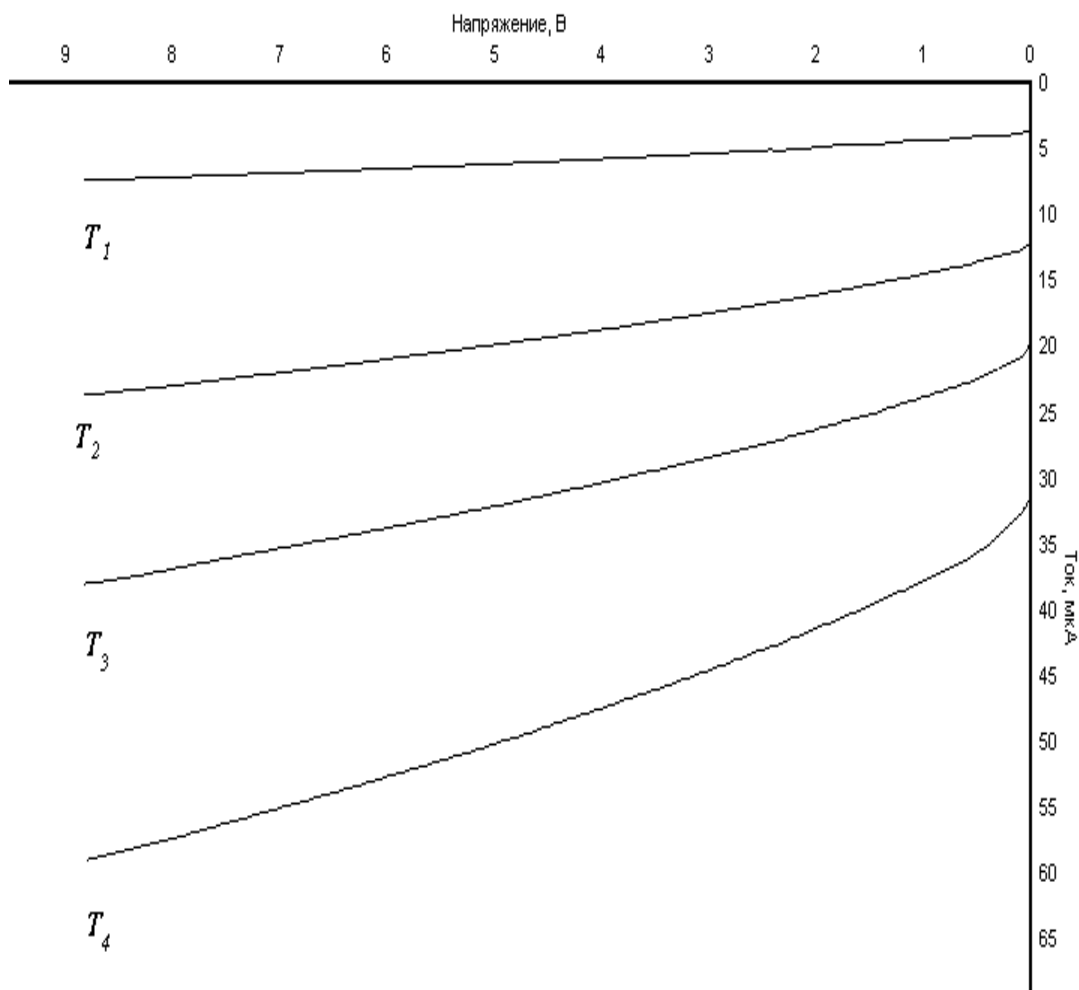


Рис. 31. Вольт-амперные характеристики обратного тока полупроводникового диода

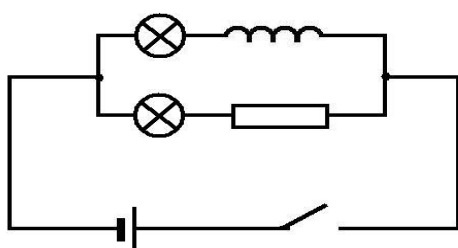


Рис. 32. Схема исследования явления самоиндукции

Для демонстрации учащимся явления самоиндукции [33] традиционно собирают экспериментальную установку, схема которой представлена рисунке 32. После замыкания ключа учащиеся видят, что лампочка, соединенная последовательно с катушкой индуктивности, загорается с некоторым запозданием. Однако при

размыкании цепи не удастся визуально заметить, что она и гаснет с опозданием. Вместо объяснения учащимся данного эффекта рекомендуется собрать другую установку, где параллельно катушке подключается неоновая лампа, напряжение зажигания которой значительно выше, чем ЭДС источника тока, а лампочка, соеди-

ненная последовательно с сопротивлением, вывинчивается. В момент размыкания ключа неоновая лампа дает яркую вспышку. Для того чтобы показать зависимость индуктивности от размеров проводника, его формы и магнитных свойств среды, выполняют серию опытов с различными катушками и сердечниками.

В дополнение к данным демонстрациям для учащихся, которым физика как учебный предмет будет необходим в их будущей профессии, предлагается провести более подробное исследование данного явления.

Вначале теоретически рассматривается электрическая цепь, состоящая из источника тока, ключа, индуктивности и сопротивления, соединенных последовательно (рис. 33.).

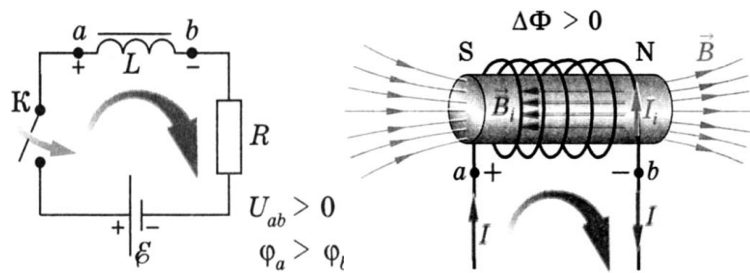


Рис. 33. Электромагнитные процессы при замыкании цепи

При замыкании ключа магнитный поток  $\Delta\Phi$ , пронизывающий катушку, будет возрастать. Согласно правилу Ленца, в катушке возникает индукционный ток  $I_i$ , создающий индукцию  $\vec{B}_i$ , направленную против внешней индукции  $\vec{B}$ .

Записывается закон Ома для этой цепи:

$$\mathcal{E}_{\text{ист}} + \mathcal{E}_{\text{си}} = I(R+r),$$

где  $r$  — внутреннее сопротивление источника тока,  $R$  — активное сопротивление цепи.

Учитывая, что  $\mathcal{E}_{\text{си}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ , имеем  $\mathcal{E}_{\text{ист}} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I(R+r)$ . Отсюда  $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ист}} - I(R+r)}{L}$  или  $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{1}{L}(\mathcal{E}_{\text{ист}} - I(R+r))$ .

На начальной стадии после замыкания ключа ток еще достаточно мал, поэтому величиной  $I(R+r)$ , стоящей в правой части уравнения, можно пренебречь по сравнению с величиной, равной

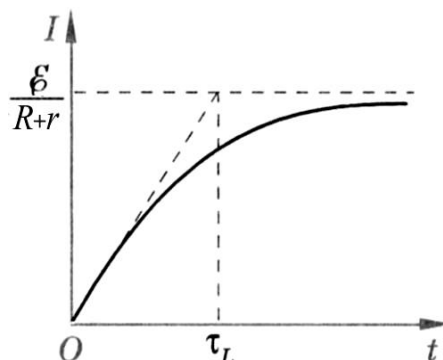


Рис. 34. График нарастания тока в цепи

$\varepsilon_{\text{ист.}}$ . В результате в начальный момент времени  $\frac{\Delta I}{\Delta t} \approx \frac{\mathcal{E}_{\text{ист.}}}{L}$  ток растет по линейному закону. Однако по мере увеличения силы тока величина  $I(R+r)$  будет расти и численное значение правой части уравнения будет уменьшаться, то есть уменьшаться будет и скорость нарастания тока в цепи. При некоторой величине силы тока правая часть уравнения обратится в ноль и, следовательно, в ноль обратится скорость изменения тока в цепи, то есть в дальнейшем ток изменяться не будет и в цепи установится постоянный ток  $I_0$ .

Его величину можно определить из условия: если  $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ , то  $\varepsilon_{\text{ист.}} - I_0(R+r) = 0$ , следовательно,  $I_0 = \frac{\mathcal{E}_{\text{ист.}}}{R+r}$ . Это означает, что установившееся значение тока в цепи не зависит от величины индуктивности  $L$ . График зависимости тока от времени представлен на рисунке 34.

Пунктирными линиями проведены асимптота графика  $I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$  при  $t \rightarrow \infty$  и касательная  $I(t) = \frac{\mathcal{E}_{\text{ист.}}}{L}t$  при  $t \rightarrow 0$ .

Для того чтобы оценить время установления в цепи переменного тока, вычислим время  $t = \tau$ , при котором ток достиг бы максимального конечного значения, если бы его скорость нарастания со временем не замедлялась, так как

$$I(\tau) = \frac{\mathcal{E}_{\text{ист.}}}{L} \cdot \tau = I_0 = \frac{\mathcal{E}_{\text{ист.}}}{R+r} \Rightarrow \tau = \frac{L}{R+r}.$$

Расчеты показывают, что за время  $t_1 = 2\tau$  величина тока отличается от установившегося значения на 13 %, а через  $t_2 = 3\tau$  меньше только на 5%. Таким образом, за характерное время установления тока в цепи, содержащей индуктивность, можно принять  $t = 3\tau = 3 \frac{L}{R+r}$ , которое тем меньше, чем больше активное сопротивление цепи и меньше индуктивность, присутствующая в цепи.

При размыкании ключа (рис. 35) ток, протекающий через катушку, не может резко измениться и продолжает течь еще некото-

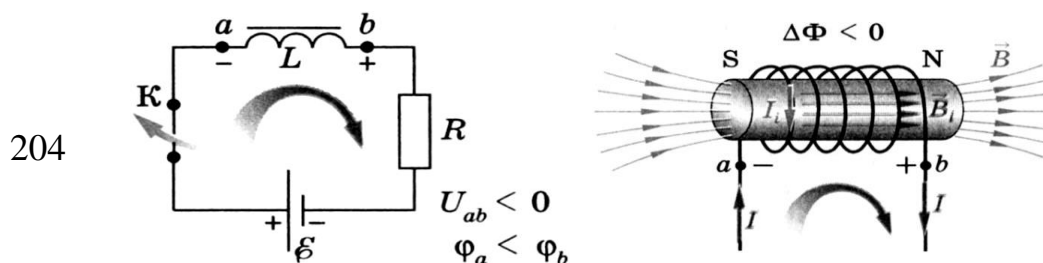


Рис. 35. Электромагнитные процессы при размыкании цепи

рое время. Ток самоиндукции протекает в ту же сторону, в которую протекал ток до размыкания цепи. Электродвижущая сила самоиндукции стремится поддерживать изменения магнитного потока, пронизывающего катушку. Реально ЭДС самоиндукции поддерживает движение электронов в проводнике, из которого сделана катушка, что приводит к появлению между контактами ключа нарастающей разности потенциалов. Из-за большой индуктивности катушки ЭДС самоиндукции может значительно превышать ЭДС источника тока, поэтому появление значительной разности потенциалов в месте размыкания цепи часто приводит к электрическому пробое и появлению электрической искры. В этот момент цепь на мгновение снова замыкается. Применим к этой цепи на момент замыкания закон Ома:

$$\varepsilon_{ист.} + \varepsilon_{si} = IR + U_{проб.}$$

Учитывая, что  $\varepsilon_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ , имеем  $L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \varepsilon_{ист.} - U_{проб.} - IR$ .

Поскольку, как правило,  $U_{проб.} \gg \varepsilon_{ист.}$ ,  $U_{проб.} \gg IR$ , то можно приблизительно полагать, что  $L \frac{\Delta I}{\Delta t} \approx -U_{проб.} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{U_{проб.}}{L}$ , откуда вид-

но, что скорость изменения тока отрицательна, так как ток уменьшается до тех пор, пока не обратится в ноль.

Оценим время  $\Delta t$ , за которое это произойдет. Из уравнения

$$\begin{aligned} \Delta t &= -\frac{L}{U_{проб.}} \Delta I = -\frac{L}{U_{проб.}} (I_k - I_n) = \\ &= \frac{L}{U_{проб.}} (I_n - I_k), \text{ учитывая, что} \end{aligned}$$

$$I_n = I_0 = \frac{\mathcal{E}_{ист.}}{R+r}, \text{ а } I_k = 0, \text{ имеем}$$

$$\Delta t = \frac{\mathcal{E}_{ист.}}{U_{проб.}} \frac{L}{R+r}. \text{ Так как } \frac{L}{R+r} = \tau, \text{ то в результате имеем}$$

$$\Delta t = \frac{\mathcal{E}_{ист.}}{U_{проб.}} \tau. \text{ Отсюда, поскольку } \varepsilon_{ист.} \ll U_{проб.} \text{ то } \Delta t < \tau, \text{ то есть время затухания тока меньше времени его нарастания (рис. 36).}$$

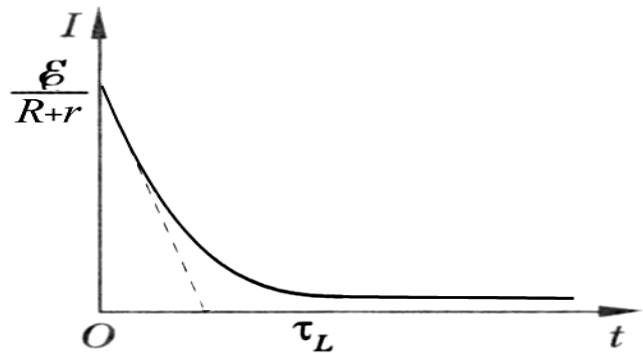


Рис. 36. График тока при размыкании цепи

При размыкании цепи, содержащей индуктивность, ток исчезает не сразу, а непрерывно уменьшается до нуля, однако время затухания тока все же меньше времени его нарастания при замыкании цепи.

В процессе размыкания цепи возникают резкие скачки напряжения, величина которых может во много раз превышать ЭДС источника, приводить к пробоям и выходу из строя элементов цепи.

Электрическая лампа, соединенная последовательно с катушкой в цепи, собранной по схеме, изображенной на рисунке 32, загорается с запаздыванием при включении тока. Однако визуально заметить, что она и гаснет с опозданием, не удастся, так как энергия магнитного поля катушки расходуется в этот момент на образование искры.

Далее предлагается проверить вышеизложенные теоретические рассуждения с помощью автоматизированного компьютерного эксперимента. С помощью разработанного устройства сопряжения (УСО), персонального компьютера, набора катушек, резисторов и соединительных проводов собирается экспериментальная установка (рис. 37) с использованием соответствующих выходов устройства сопряжения  $V_1$  и  $U_1$ .

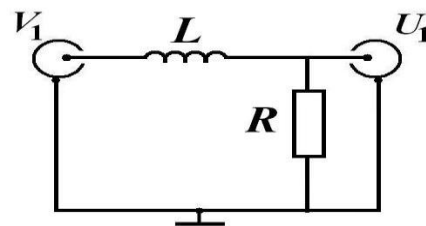


Рис. 37. Схема автоматизированного исследования установки

Включается питание УСО и запускается программа «Самоиндукция». Далее, следуя указаниям программы, на экране монитора или мультимедийном экране появляются реальные графики изменения тока от времени в зависимости от величины индуктивности. По полученным графикам учащиеся оценивают время установления тока в цепи при различных значениях  $L$  и наблюдают его уменьшение при увеличении активного сопротивления цепи  $R$ ; сравнивают время затухания тока с временем его нарастания; зарисовывают в рабочих тетрадях полученные зависимости; отвечают на контрольные вопросы и делают выводы.

Такая методика проведения физического практикума резко меняет стиль работы, темп становится плотным, учащиеся меньше отвлекаются, реже обращаются за помощью к учителю, выполняют значительно больший объем, чем в обычных условиях. Меняется характер умственной деятельности учащихся, нагрузка на

память уменьшается, возрастает объем логического и творческого мышления, при этом учащиеся имеют дело не с иллюзорными моделями изучаемых физических процессов, а с реальными процессами, отображенными и обработанными с помощью компьютерной техники.

#### 4.6. Компьютерные модели в демонстрационном эксперименте

По способу показа изучаемых явлений и закономерностей демонстрационные эксперименты можно классифицировать на следующие три группы.

Первая группа опытов связана с непосредственной демонстрацией изучаемых явлений и закономерностей и представляет такой способ демонстрирования, который позволяет учащимся воспринимать изучаемые явления непосредственно с помощью органов чувств. О непосредственном показе мы можем говорить и в тех случаях, когда в силу требований методики обучения используются специальные приемы, приспособляющие возможности человека к наблюдению явлений. Например, при демонстрации движения жидкости в капиллярах условия, необходимые для наблюдения этого явления одновременно всеми учащимися, не согласуются с условиями существования этого явления. В этом случае изображения капилляра проецируются на экран в увеличенном виде, что делает его хорошо наблюдаемым без изменения содержания. На экране учащиеся видят и капилляр, и жидкость, и характерную поверхность жидкости (мениск), и подъем жидкости в капилляре (в этом случае явление воспринимается непосредственно зрением).

Во вторую группу входят опыты, связанные с опосредованным восприятием, когда в ходе их проведения учащиеся наблюдают сопутствующие демонстрации эффекты. Так, органы чувств человека

не могут непосредственно воспринимать электрический ток, магнитное поле и многие другие явления природы, в связи с чем мы можем судить о них только по их действию на другие объекты.

Третью группу составляют модели, то есть демонстрируются не сами



Рис. 38. Опыт О. Герике  
с магдебургскими  
полушариями

физические явления и закономерности, составляющие предмет изучения, а их аналоги. В модельном эксперименте учащиеся наблюдают не само явление и даже не отражение этого явления в сопутствующих изменениях, а нечто совершенно иное, имеющее лишь сходство с изучаемым явлением. Условные образы модельного эксперимента выступают заместителями, представителями изучаемых явлений и закономерностей. Поэтому к модельному демонстрационному эксперименту как средству наглядности следует прибегать лишь в тех случаях, когда непосредственный и опосредованный показ невозможны.

Все три способа показа в демонстрационном эксперименте направлены на обеспечение того «живого созерцания», с которого начинается процесс познания новых для учащихся явлений и закономерностей.

Применение компьютера и других современных технических средств значительно расширяет возможности модельного демонстрационного эксперимента, позволяет моделировать и наблюдать многие явления, ранее недоступные для изучения в школьной физической лаборатории.

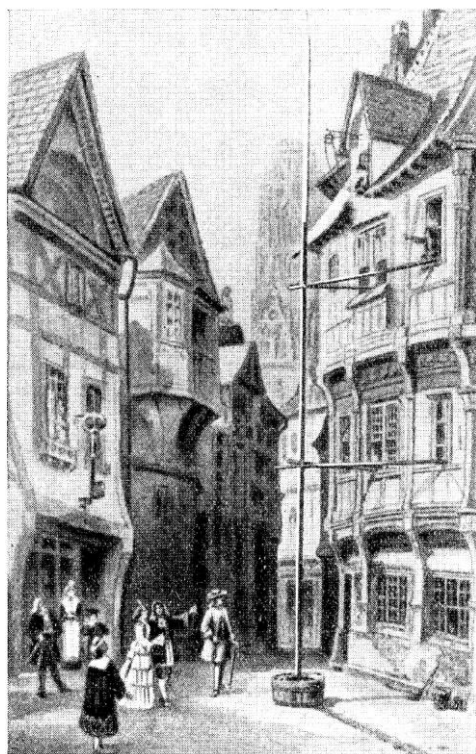


Рис. 39. Изображение водяного барометра Паскаля

Особую ценность представляют компьютерные слайды сделанные с подлинных исторических фотографий и документов. К числу таких слайдов относятся рисунок опыта О. Герике с магдебургскими полушариями (рис. 38), фотография водяного барометра Паскаля (рис. 39), картина «Перевозка гром-камня для постаменты памятника императору Петру Великому» и пр. [27]. Эти модели во всей их полноте и многообразии способствуют созданию ярких, красочных представлений о рассматриваемых объектах, помогают учащимся получить определенные представления об условиях жизни и работы ученых конкретной исторической эпохи, знакомят с ходом развития физического мышления.

Опыт показывает, что со-



Рис. 40. Диаграмма объема дров, дающего при сжигании равное количество теплоты



общение преподавателем число-вых данных, характеризующих те или иные физические вели-чины, не позволяет учащимся получить о них соответствующего представления, раскры-вающего их фи-зическое содер-жание. Цифры для учащихся останутся «мертвы-ми» пока в их сознании не будут сформированы соотношения этих величин между собой и другими, уже известными величинами. Наглядное представление о соотношении рассматриваемых вели-чин дают диаграммы, способствующие запоминанию некоторых из них. В связи с недостатком времени вычерчивание диаграмм на доске во время урока невозможно, поэтому целесообразнее их под-готовить заранее в виде компьютерных слайдов. По возможности диаграммам следует придавать художественное оформление. Например, для сравнения объема дров, дающих при сжигании одинаковое количество теплоты, гораздо информативнее будет диаграмма, изображенная на рисунке 40.

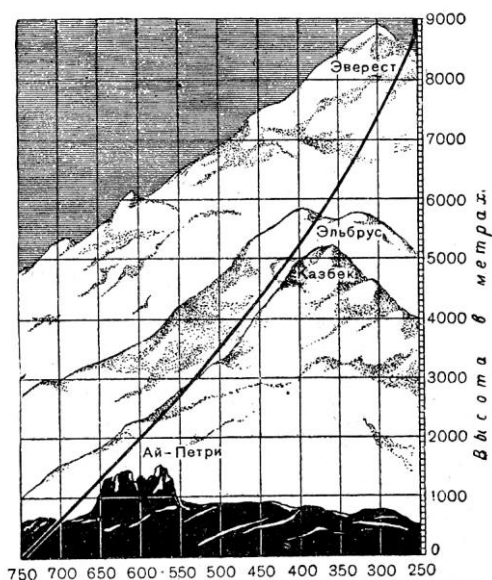


Рис. 41. График зависимости атмосферного давления от высоты

Чтобы подготовить учащегося к пониманию функциональной за-висимости, чаще всего используют различные графики. Основная трудность состоит в том, что за ста-тическим изображением графиков обучаемые не видят динамических изменений. Ранее для устранения этого непонимания в основной школе широко применялись графи-ки, художественно оформленные, выполненные в виде плакатов. Они вывешивались преподавателем по-сле проведения соответствующих объяснений и использовались как необходимый дидактический мате-риал. Сейчас эти пособия, необос-нованно забытые, пришедшие в ветхое состояние, с успехом могут заменить слайды, демонстрируемые с помощью мультимедийного проектора. Например, проиллюстрировать зависимость атмосфер-ного давления от высоты поможет художественно оформленный слайд, изображенный на рисунке 41.

Особый характер имеют слайды, позволяющие учащимся связывать полученные экспериментальные знания с их практиче-ским использованием. Так, после изучения выталкивающей силы,

учащимся полезно будет узнать о том, что на крупных судах имеются отметки допустимых глубин погружения (ватерлинии), обозначаемых буквами. Слайд, изображенный на рисунке 42, позволяет проиллюстрировать регистры Ллойда: FW (Fresh Water) — пресная вода, IS (India Summer) — Индийский океан, S (Summer) — соленая вода летом, W (Winter) — соленая вода зимой, WNA — Северный Ледовитый океан.

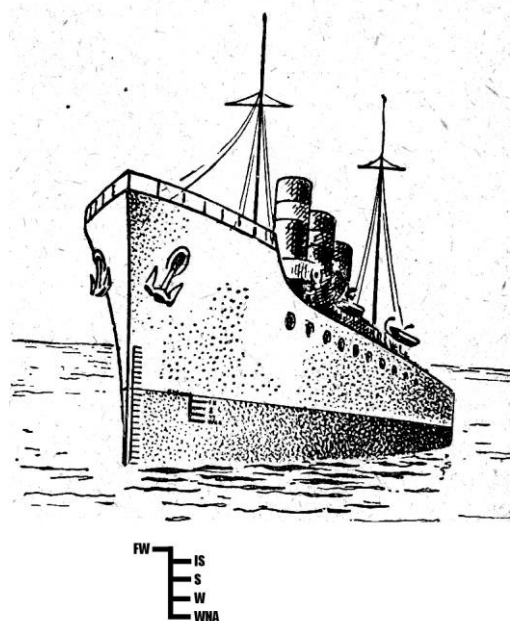


Рис. 42. Регистры Ллойда

При формировании многих физических понятий, таких, как электрон, ион, электронный газ и т. д., большинство из них определяются неявно, не через ближайший род и видовые отличия, а способами, заменяющими определения: указанием на некоторые существенные признаки, сравнением с другими, ранее определенными понятиями, описанием отдельных свойств.

Для того чтобы учащийся овладел этими понятиями, недостаточно умения использовать основные мыслительные операции, такие, как анализ, синтез, сравнение, обобщение и абстрагирование. Прежде всего у него должна быть создана соответствующая система

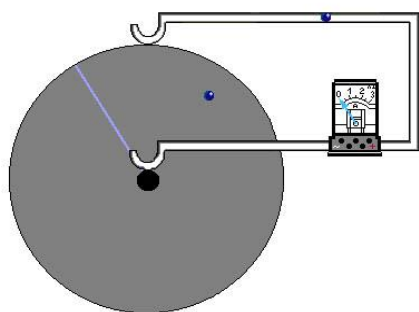
образов путем воображения. Средства воображения различны (агглютинация, гиперболизация, заострение, типизация, схематизация), но все они сводятся к переработке информации, полученной в предшествующем опыте. Однако для определенного класса физических понятий характерно отсутствие их аналогов в жизненном опыте, так, например, нет аналогов у электронов, ионов и пр. В этих случаях возникают типичные ошибки, обусловленные тем, что учащиеся оперируют терминами, а раскрыть содержание понятия не могут, не отличают существенные признаки понятия от несущественных. Во избежание данных ошибок необходимо изменить условия восприятия рассматриваемого материала. Для этого важна такая организация учебного процесса, когда при изучении явлений, недоступных непосредственному, живому восприятию, осуществляется их визуализация. Созданные ранее кинофрагменты

и диапозитивы, призванные обеспечить необходимую наглядность, чаще всего не используются по причине отсутствия исправных технических средств и превышенных сроков эксплуатации. Недостаток видеоматериалов, современная тенденция компьютеризации школы и общества, несомненный рост интереса учащихся к самим компьютерам создают реальную основу для более широкого использования компьютерных технологий в обучении, в частности компьютерной анимации, позволяющей моделировать динамику изучаемых процессов. Скорость вычислений нынешних компьютеров такова, что они могут производить довольно сложные и громоздкие расчеты, рисовать графические объекты за столь короткое время, что создается возможность моделировать поведение достаточно сложной системы и следить за ее эволюцией на экране компьютера чуть ли не в режиме реального времени.

Стандартное экспериментальное оборудование физического кабинета чаще всего позволяет наблюдать лишь результаты опытов и трактовать новые понятия на основе выводов из них, механизм протекающих процессов остается нераскрытым. Многие из фундаментальных опытов рассматриваются в описательном плане. Например, модели электронов описываются в виде равномерно заряженных вращающихся шариков. Хотя эти модели не отвечают современным научным представлениям, в школьном курсе физики опора на такие зрительные образы необходима для формирования других производных понятий. Освобожденные от «телесных», конкретных особенностей объекта, они передают главным образом пространственное, изменяющееся со временем расположение. Рассматриваемые в учебной программе опыты Иоффе и Милликена выглядят гораздо выразительнее, если осуществлено их компьютерное моделирование. Компьютерная модель опыта Рикке, представленная на экране компьютера и позволяющая учащимся видеть ионную решетку, свободный «электронный газ», наблюдать динамику движения электронов, является таким зрительным образом, который оказывает положительное воздействие на учащихся при

выводе закона Ома на основе классической электронной теории.

Традиционно при разъяснении роли источника тока, а также вопроса о сторонних



силах применяются различные аналогии. Несмотря на их огромную пользу в обучении, их использование предполагает наличие у учащихся такого уровня развития наглядно-образного мышления, при котором, отвлекаясь от статического рисунка, они смогут представить динамику рассматриваемой модели. Так, при выяснении роли сторонних сил часто в педагогической практике используется удачный и известный пример с металлическим диском, вращающимся вокруг своей оси с некоторой угловой скоростью. В электрическую цепь диск подключается при помощи скользящих контактов, касающихся оси диска и его окружности. В этом случае электроны металлического диска, двигаясь по инерции, вследствие центробежного эффекта, перемещаются к его краям, образуя между осью и внешней окружностью разность потенциалов. Несмотря на то, что во внешней цепи под действием кулоновских сил происходит движение зарядов, уменьшающее эту разность потенциалов, она остается неизменной благодаря сторонним процессам неэлектрического происхождения, протекающим внутри диска (рис. 43). Одним из способов облегчения восприятия данного материала является компьютерная анимация, позволяющая проникать в такие связи и отношения, которые скрыты от непосредственного наблюдения [37].

При изучении ионных процессов в электролитах применение современных образовательных технологий будет способствовать не только совершенствованию методики изложения материала, но и выбору учащимся своего, индивидуального характера приобретения знаний на основе своих личностно-нравственных установок [34].

Предварительно продемонстрировав учащимся, что дистиллированная вода не проводит электрического тока, изучение проводимости электролитов начинают с опытов, с помощью которых устанавливают, что растворы солей, кислот и оснований являются достаточно хорошими проводниками. При постановке данных экспериментов прежде всего фиксируют факт выделения вещества на электродах, свидетельствующий о том, что носителями электрических зарядов в электролитах являются заряженные атомы или группы атомов, возникающие при расщеплении молекул растворенного вещества, подчеркивая тем самым, что в отличие от металлов проводимость электролитов ионная. Явление электролитической диссоциации изучается в курсе химии, однако экспериментальных фактов, подтверждающих, что диссоциация происходит не под влиянием электрического поля, а при растворении, явно не-

достаточно. В курсе физики наиболее простым и доступным учащимся опытным подтверждением этому может быть то, что ток в электролите протекает при любой напряженности электрического поля, то есть при любой, даже самой незначительной разности потенциалов между электродами. Если бы образование ионов вызывалось полем, то для каждого электролита должно было бы существовать какое-то наименьшее значение напряженности поля, при котором могла бы быть совершена работа расщепления молекул, но опыт этого не подтверждает.

Другие трудности, с которыми сталкиваются преподаватели физики, объясняются тем, что в практике преподавания химии при объяснении рассматриваемого материала не пользуются понятием диэлектрической проницаемости растворителя, игнорируется роль теплового движения молекул. Их объяснение сводится к тому, что в растворах электролитов молекулы воды, обладающие большим дипольным моментом, ориентируются в электрическом поле растворенных молекул определенным образом. Их положительная сторона оказывается обращенной преимущественно к отрицательным ионам растворенного вещества, а отрицательная к положительным, что приводит к растаскиванию молекул электролита на положительные и отрицательные ионы.

Задача преподавателя физики — уточнить изучаемую картину явления. Сделать это можно при помощи разработанных обучающих компьютерных программ. Средствами анимации иллюстрируется динамика ориентации полярных молекул в растворе, приводящая к ослаблению связи (ионы отходят друг от друга на большее расстояние, толщина линии связи уменьшается), а не к растаскиванию молекул, так как связь между ионами уменьшается, но не исчезает полностью. Причем сила взаимного притяжения ионов уменьшается в  $\varepsilon$  раз, где  $\varepsilon$  — диэлектрическая проницаемость растворителя.

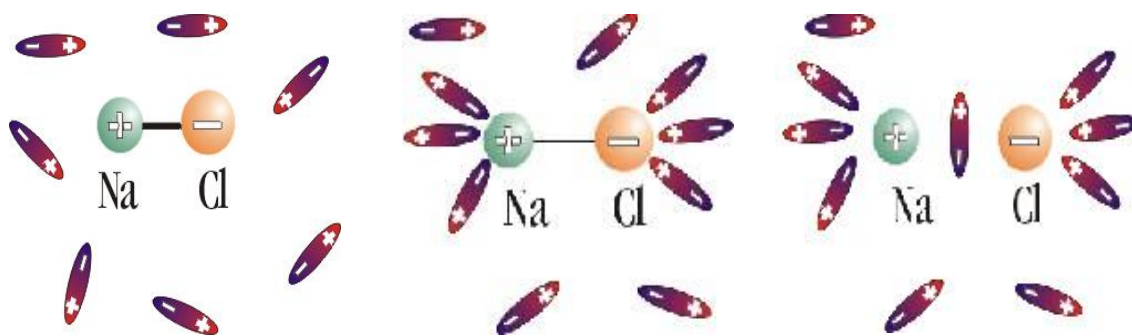


Рис. 44. Электролитическая диссоциация

Средствами компьютерной анимации наглядно продемонстрирован факт теплового движения молекул. Так как именно соударения с молекулами растворителя или растворенного вещества, причем молекулами достаточно быстрыми, приводят к распаду молекул с ослабленной связью на положительные и отрицательные ионы (рис. 44). Только такое объяснение явления диссоциации с учетом теплового движения молекул и распределения их по скоростям может дать правильную картину как явления диссоциации, так и обратного процесса — рекомбинации ионов, динамика которого также отражена в обучающей программе. Иначе учащимся невозможно было бы понять, почему не все, а только часть молекул в растворе диссоциирует на ионы, о чем свидетельствует имеющаяся в программе общая картина раствора, содержащая нераспавшиеся молекулы, молекулы растворителя и разноименно заряженные ионы.

Объяснение механизма электрического тока при создании разности потенциалов между электродами не вызывает затруднений у учащихся. При рассмотрении этого вопроса с помощью компьютерной анимации важно проиллюстрировать тот факт, что до образования электрического поля в электролите ионы совершают теплое беспорядочное движение, которое они сохраняют и при создании поля, приобретая дополнительные скорости, направленные в противоположные стороны для ионов различных знаков. Степень диссоциации раствора, от которой зависит проводимость данного электролита, также может быть отмечена средствами компьютерной графики с изображением определенного количества ионов в данном электролите при определенной концентрации раствора. Демонстрацию направленного движения разноименных ионов в электролите под действием электрического поля лучше

осуществлять, следуя ранее разработанной методике [85], и здесь нет необходимости сразу прибегать к компьютерному моделированию. Для этого берут листок бумаги, пропитанный раствором сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) и фенолфталеина, и помещают его на стеклянную пластинку. Поперек бумаги кладут белую нитку, смоченную раствором гидроксида натрия ( $\text{NaOH}$ ). Бумага под нитью, благодаря взаимодействию ионов  $\text{OH}^-$  с фенолфталеином, окрашивается в красный цвет. Затем к краям листка прижимают проводочные контакты, присоединенные к источнику, и наблюдают, как ионы  $\text{OH}^-$  начинают двигаться к аноду, окрашивая бумагу в малиновый цвет. По результатам данного опыта оценивается средняя скорость движения ионов под влиянием электрического поля (по скорости распространения малиновой окраски), измеряемая сотыми долями сантиметров в секунду.

Первый закон Фарадея излагается учащимся как экспериментальный при выполнении ими лабораторной работы по определению электрохимического эквивалента меди [100]. Проводя необходимые измерения, учащиеся устанавливают, что между количеством выделившегося вещества и количеством электричества, протекающего через электролит, существует прямо пропорциональная зависимость  $m=kq=kIt$ .



Рис. 45. Моделирование ионных процессов в электролите

В дополнение к проводимым экспериментам средствами компьютерной анимации можно продемонстрировать, что установленная в ходе опыта прямая пропорциональная зависимость между  $m$  и  $q$  объясняется на основе представления об ионной проводимости электролитов. Для этого показано, как каж-

дый осаждающийся на электроде ион переносит с собой некоторый электрический заряд (проиллюстрировано их направленное движение), и что полный заряд, перенесенный всеми ионами, пропорционален полному количеству ионов, осевших на электродах (показана их нейтрализация), то есть массе выделившегося вещества (рис. 45). В программе с помощью соответствующих клавиш предусмотрена также возможность регулировки силы тока через расплав электролита, приводящая к изменению скорости движущихся ионов и количества выделяемых веществ на электродах в единицу времени. Здесь, помимо реализации принципа наглядности в обучении, может быть реализован принцип активности уча-

щихся, когда им предоставляется возможность вносить изменения в параметры смоделированного процесса и наблюдать происходящую динамику. Из вспомогательного средства рассматриваемые модели превращаются в особый самостоятельный объект усвоения, являясь наглядными «носителями» теоретических знаний.

В отличие от первого закона, второй закон Фарадея излагается теоретически. Для его вывода используются логические рассуждения, основанные на ранее полученных опытных фактах и модельных представлениях, поэтому использование компьютерных моделей при его объяснении вполне оправданно. Вначале моделируются две соединенные последовательно электролитические ванны, через которые проходит один кулон электричества. В одной из ванн находится раствор NaCl, а в другой — HCl, то есть растворы соединений, в которых вещества одновалентны. На анодах обеих ванн при протекании тока выделится одинаковое количество хлора, равное его электрохимическому эквиваленту, так как общий заряд, который прошел через обе ванны, равен одному кулону. На катодах при этом выделяются ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{H}^+$ , причем число выделившихся ионов натрия и водорода будет одинаковым (столько, сколько их входило в соединение с хлором). Но так как натрий и водород имеют различный атомный вес, то массы выделившихся веществ будут различны, а именно  $m_{\text{Na}} : m_{\text{H}} = A_{\text{Na}} : A_{\text{H}}$ , или так как эти массы выделились при прохождении одного кулона электричества, то  $k_{\text{Na}} : k_{\text{H}} = A_{\text{Na}} : A_{\text{H}}$ . Таким образом учащиеся на основе модельных представлений получают первый вывод: электрохимические эквиваленты веществ зависят от их атомного веса. Для получения вывода о том, что электрохимические эквиваленты веществ обратно пропорциональны валентностям этих веществ, моделируются две ванны, содержащие вещества с различной валентностью. Например, одну берут с раствором серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , куда входит одновалентный водород, другую с раствором медного купороса  $\text{CuSO}_4$ , где медь двухвалентна. При прохождении через эти ванны одного кулона электричества к их анодам подходит одинаковое количество ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ , но за это же время число ионов водорода, подходящих к катоду в первой ванне будет в два раза больше, чем число ионов меди, подходящих к катоду во второй ванне, то есть на каждый выделившийся ион меди приходится два иона водорода, поэтому массы выделившейся меди и водорода относятся не как их атомные веса, а как атомные веса, деленные на валентность этих веществ:  $m_{\text{Cu}} / m_{\text{H}} = A_{\text{Cu}} : 2 / A_{\text{H}} : 1$ . Тогда  $k_{\text{Cu}} / k_{\text{H}}$



$= A_{Cu} : 2 / A_H : 1$ . Моделируя случай, когда во второй ванне имеется трехвалентное вещество, наглядно убеждаемся в том, что на каждый ион этого вещества приходится теперь три иона водорода, то есть в общем случае  $k_1 / k_2 = A_1 : n_1 / A_2 : n_2$ , а это означает, что электрохимические эквиваленты прямо пропорциональны атомным весам и обратно пропорциональны валентностям этих веществ. В такой формулировке, не прибегая к понятию химического эквивалента, учащиеся без затруднений усваивают смысл этого закона. Далее, записав второй закон Фарадея в форме  $k = CA / n$ , где  $C$  — постоянная Фарадея, воспользовавшись таблицами, вычисляется значение постоянной  $C$  для различных элементов и подчеркивается ее универсальность. Значение второго закона Фарадея заключается не только в том, что он позволяет раскрыть связь электрохимического эквивалента с атомным весом и валентностью, а главным образом в том, что из него непосредственно вытекает существование элементарного электрического заряда и его изучение составляет определенный этап в формировании понятия об электроны.

Элемент Даниэля

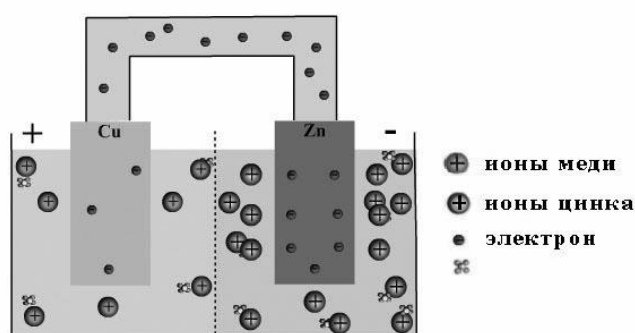


Рис. 46. Элемент Даниэля

Гораздо сложнее для восприятия процессы, протекающие в электролитах, при изучении гальванических элементов и аккумуляторов. При объяснении механизма возникновения электродвижущей силы в гальванических элементах сначала учащимся рассказывают о растворении металлов в электролите.

Опытным основанием для этого утверждения служит изнашивание электродов в процессе работы. Растворяются, посылая в электролит положительные ионы, оба электрода, и оба по отношению к электролиту заряжаются отрицательно, например, цинк и медь в элементах Вольта и Даниэля. Дело в том, что цинк растворяется в разведенной кислоте больше, чем медь (рис. 46). Проиллюстрировав этот процесс с помощью компьютера, увеличивая число ионов, переходящих с цинка в раствор, легко показать, что избыток отрицательного заряда на нем будет больше, чем на меди. Для создания верного представления у учащихся о том, что разность потенциа-

лов между электродами не зависит от размеров электродов, средствами компьютерной анимации демонстрируется равенство числа ионов, переходящих с металла в раствор, и числа ионов, осаждающихся из раствора на металле за то же время у каждого участка поверхности электрода. При замыкании внешней цепи на примере работы элемента Даниэля демонстрируется движение электронов в ней под действием сил электрического поля от цинка к меди, что приводит к нарушению равновесия между электродами и окружающим их электролитом. Цинк становится менее отрицательным, поэтому смоделированный процесс перехода с него положительных электронов в раствор начинает преобладать над обратным процессом перехода положительных ионов из раствора в цинк, что способствует восстановлению его первоначального заряда. Около медного электрода, благодаря увеличению его отрицательного заряда, положительные ионы меди, пришедшие из раствора, нейтрализуются избыточными электронами и осаждаются на нем в виде нейтральных атомов, поэтому разность потенциалов между цинковым и медным электродами будет поддерживаться постоянной при наличии тока во внешней цепи. При изучении других источников средствами машинной графики раскрывается механизм возникновения разности потенциалов в элементе Вольта. Эти наглядные средства позволяют так организовать учебную деятельность, что создаются условия для самостоятельного расчленения и обобщения учащимися существенных и несущественных признаков.

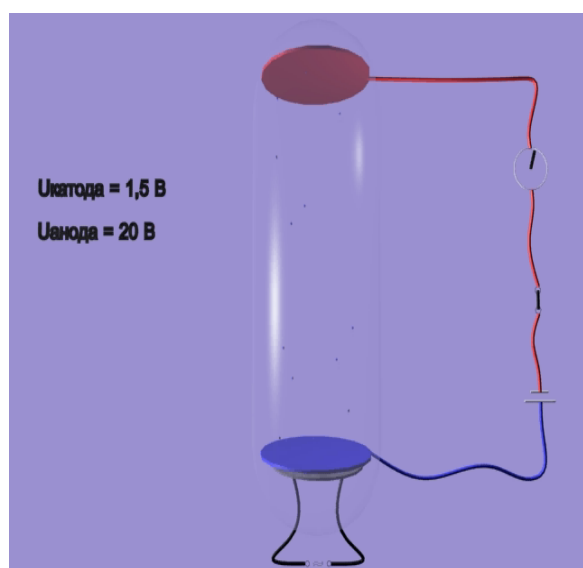


Рис. 47. Электровакуумный диод

Средствами компьютерной анимации, используя программу 3D Studio MAX, показано движение электронов в электровакуумном диоде (рис. 47). Продемонстрирована эмиссия электронов с поверхности катода, раскрыта зависимость количества эмитируемых электронов от напряжения накала, проиллюстрированы режимы образования и рассасывания электронного облака, показан режим насыщения. Имеется возможность варьирования усло-

вий протекания эксперимента, задавая различные значения анодного напряжения и изменяя накал катода. По результатам наблюдения различных динамических картин строятся качественные зависимости силы тока от напряжения, полученные на основе иллюзорных представлений, которые сравниваются с реальными вольт-амперными характеристиками данного прибора. Главная задача здесь заключается в том, чтобы раскрыть перед учащимся сущность этих явлений, объяснить их законы, подвести ребенка к надлежащим научным обобщениям.

При демонстрации коронного разряда с помощью двух тонких медных проволочек, соединенных с высоковольтным преобразователем и расположенных в изолированных штативах на небольшом расстоянии друг от друга, учащиеся наблюдают, как при увеличении напряжения вокруг проводников возникает свечение, коронирование. Для облегчения восприятия данного учебного материала созданы обучающие компьютерные программы, раскрывающие условия возникновения коронного разряда в зависимости от величины приложенного напряжения и неоднородности электрического поля. Проиллюстрирована динамика образования вторичных электронов и положительно заряженных ионов в результате столкновений. Пояснены процессы излучения при рекомбинации электронов с ионами, при переходе электрона на более низкий энергетический уровень в возбужденном атоме [45].

При изучении самостоятельного разряда в газах при пониженном давлении двухэлектродную трубку соединяют резиновым шлангом с ротационным насосом, а электроды — с полюсами высоковольтного преобразователя. Наблюдая, что при нормальном давлении воздух не пропускает электрического тока, начинают разряжать давление в трубке. После этого с некоторого момента становится заметным свечение сначала в виде тонких фиолетовых нитей, затем шнура малинового цвета. При дальнейшем понижении давления светящийся шнур бледнеет, расширяется, занимая почти всю трубку. Еще большее разряжение приводит к образованию заметного темного катодного пространства и положительного анодного столба. Демонстрация разработанных компьютерных слайдов и трехмерных клипов с помощью современной проекционной аппаратуры позволяет наглядно представить процессы ионизации, рекомбинации, образование электронной лавины и вторичных электронов, показать динамику изменения интенсивно-

сти свечения от давления, величины приложенного напряжения и расстояния между электродами [36].

Для облегчения восприятия сложных для понимания физических процессов при изучении электронной и дырочной проводимости полупроводников вместо статических схем движения различных носителей разработаны динамические компьютерные модели. Демонстрируя определенные фрагменты в ходе соответствующего занятия, возможно наглядно представить схему действия и устройство полупроводникового диода, термоэлемента, фотоэлемента, транзистора. Выбор процессов различного уровня сложности позволяет работать с обучаемыми, имеющими разную подготовку. В этих целях разработан материал для наиболее подготовленных учащихся, содержащий элементы зонной теории [41].

#### **4.7. Мониторинг функционального состояния учащихся и мотивации обучения**

Общеизвестно, что проблема сохранения и улучшения здоровья становится во главу угла в любом обществе, поскольку от ее решения в значительной степени зависит не только настоящее, но и будущее страны. В России сегодня проживает около 39 миллионов детей. Число оканчивающих школу здоровых детей с нормальным физическим развитием составляет в последнее время 12 % их общей численности.

Реформа образования проходит в сложный период, характеризующийся наличием социально-экономических и экологических проблем, возникновением различных стрессовых ситуаций. Их многообразие в период осуществления реформы образования часто приводит к изменению адаптационных возможностей организма и заболеваниям различной тяжести. За годы школьного обучения в связи с интенсификацией учебного процесса (объем усваиваемой информации за урок увеличился почти в три раза), нарушением санитарно-гигиенических норм, несоблюдением эргономических требований и прочих факторов количество здоровых детей сокращается примерно в пять раз.

Постоянное снижение уровня здоровья школьников свидетельствует о необходимости дозирования учебной нагрузки в соответствии с возрастными и индивидуальными возможностями организма. Неизбежное усложнение содержания образования в

настоящее время является серьезным фактором риска для здоровья школьников. Традиционные мероприятия, направленные преимущественно на устранение последствий чрезмерной учебной нагрузки или нерационального режима учебной деятельности, не позволяют добиться заметных результатов.

Особенно остро указанные проблемы проявляются при использовании инновационных методик обучения. Установлено, что к концу каждого учебного года у школьников, обучающихся по программам развивающего обучения, утомление сказывается в значительно большей степени, чем у детей, находящихся в условиях традиционного обучения. Важно учитывать при этом, что причиной негативных изменений функционального состояния школьника может быть не столько сама инновационная технология или система обучения, сколько способы ее практического воплощения. Если реализация педагогической системы осуществляется за счет расширения объема и интенсивности учебной деятельности, то результаты перегрузки становятся очевидными достаточно быстро. По мнению ученых, достоинства педагогических инноваций нередко нивелируются чрезмерностью суммарной учебной нагрузки.

В сложившейся ситуации жизнь подталкивает к объединению медицинских работников, педагогов и психологов с целью создания системы медицинской, психолого-педагогической помощи, отвечающей существующему социальному заказу микросоциума.

В последние несколько лет интенсивно разрабатываются методы активного мониторинга состояния здоровья учащихся. Хотя они имеют разные названия, у них общие цели и задачи: отслеживать самочувствие детей, обучающихся в определенном образовательном учреждении, своевременно корректировать функциональные отклонения и использовать адекватные профилактические мероприятия.

В рамках нашей работы впервые в образовательных учреждениях области было осуществлено исследование функционального состояния участников образовательного процесса с помощью валеологического аппаратно-программного комплекса (АПК) «Варикард», позволяющего на основе анализа вариабельности сердечного ритма распознавать различные уровни состояния здоровья учащихся и учителей. Аппаратно-программный комплекс «Варикард» разработан институтом внедрения новых медицинских технологий «Рамена» (г. Рязань) в содружестве с Московской медицинской академией, Институтом медико-биологических проблем и

другими научно-исследовательскими учреждениями. «Варикард», работающий совместно с персональным компьютером, прошел все необходимые технические и клинические испытания и рекомендован Министерством здравоохранения России к серийному выпуску и использованию в широкой медицинской практике. В ходе работы было обследовано более 800 человек в шести школах города, имеющих классы с различной профильной направленностью. Установлено, что лишь у 13 % учащихся старших классов здоровье соответствует физиологической норме, у 18 % обучаемых постоянно наблюдается срыв адаптационных возможностей организма и их состояние требует вмешательства врачей. У самой многочисленной (69 %) группы учеников, которые уже не здоровы, но еще не больны, происходят разнообразные изменения в функциональном состоянии их здоровья. Отмечено, что более половины учащихся этой группы склонны к утомлению и испытывают разнообразные стрессовые состояния. В ходе исследования нами был разработан комплекс средств, позволяющий установить, что состояние детей ухудшалось не только к окончанию четверти, но и в конце тяжелого учебного дня (5, 6 и более уроков). Особенно сильное влияние оказывали контрольные, проверочные и экспериментальные работы, с которыми учащиеся не справлялись в ходе обучения, а также длительное использование в ходе обучения компьютерных и других современных технологий. Негативные последствия особенно ярко проявлялись в профильных школах и классах, где в учебный план введены дополнительные курсы и увеличено число часов на изучение отдельных дисциплин. Заметные отклонения были обнаружены и там, где не всегда учитывались индивидуальные и психофизиологические возрастные особенности учащихся. По итогам проведенного исследования нами были разработаны практические рекомендации для учителей, внедряющих новые педагогические технологии в образовательных учреждениях города, способствующие укреплению и сохранению здоровья учащихся и прошедшие экспериментальную проверку в рамках общеобразовательных школ № 3, 43, 69.

В средней школе № 3, где введено физико-математическое профильное обучение, учащиеся дальнейшую свою деятельность будут связывать с физикой. Профилирующий предмет изучается по более сложной программе, что является одной из причин перегрузки учеников. В школе активно используются инновационные технологии обучения, лаборатории имеют хорошую техническую

оснащенность, учебный эксперимент проводится на базе современного оборудования. В школе созданы благоприятные условия для подготовки учащихся к поступлению в различные учебные заведения, организованы элективные курсы, функционируют разнообразные кружки, развита система дополнительных занятий. Для улучшения качества подготовки учащихся приглашаются преподаватели вузов. Высокий процент поступления выпускников школы в высшие учебные заведения поднимает престиж данного образовательного учреждения. В результате многие классы переполнены, учебный день для школьников оказывается практически всегда перегруженным.

В школе № 43, обычной общеобразовательной школе, где нет профильных классов, применяются другие инновационные методы обучения. Например, при проведении учебного физического эксперимента по физике используются разработанные нами разноуровневые лабораторные работы. При их выполнении каждый учащийся может выбирать задания различной степени сложности, отвечающие его способностям, интересам и проектируемой профессии, но не ниже базового уровня. Порой межличностная интеграция способствует тому, что учащиеся пытаются достичь максимального результата и выполнить как можно больше заданий независимо от состояния здоровья и функциональных возможностей на данный момент. Неверно рассчитанные силы, низкая эффективность собственных усилий, отсутствие положительных эмоций при достижении поставленных целей приводят к психологическим и физиологическим перегрузкам, снижению мотивации обучения.

Особый интерес вызывает школа № 69, где проблеме сохранения здоровья учащихся и учителей уделяется особое внимание. Здесь регулярно проводятся дни здоровья и конференции, посвященные здоровому образу жизни. В школе работает служба психологической поддержки, где трудятся опытные школьные психологи. Имеются бассейн, укомплектованные спортивные и тренажерные залы, реализуются специальные программы, направленные на укрепление и сохранение здоровья. При обучении физике и осуществлении школьного физического эксперимента используются традиционные методики. Каждая самостоятельная экспериментальная работа выполняется группами, состоящими из двух и более человек в зависимости от имеющейся комплектности оборудования. Современные компьютерные технологии на уроках физики используются крайне редко,

отсутствует дифференциация учащихся по способностям, познавательным интересам и основаниям для выбора будущей профессии.

Впервые был проведен мониторинг функционального состояния здоровья учащихся, что раньше ни в одной из школ не осуществлялось, не отслеживалась динамика изменения стрессовой устойчивости учащихся при воздействии на них различных технологий обучения.

Рассмотрим подробнее аппаратно-программный комплекс «Варикард», который мы использовали в исследовании состояния здоровья школьников. «Варикард» представляет собой переносное устройство, работающее совместно с персональным компьютером на основе анализа variability сердечного ритма. Основной блок с четырьмя электродами, предназначенный для ввода и преобразования информации, подключается к компьютеру через COM-порт и питается от сети переменного тока (рис. 48).

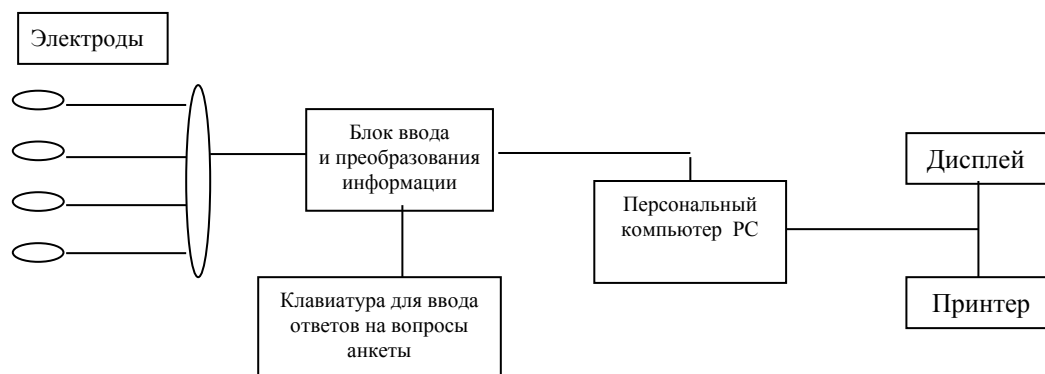
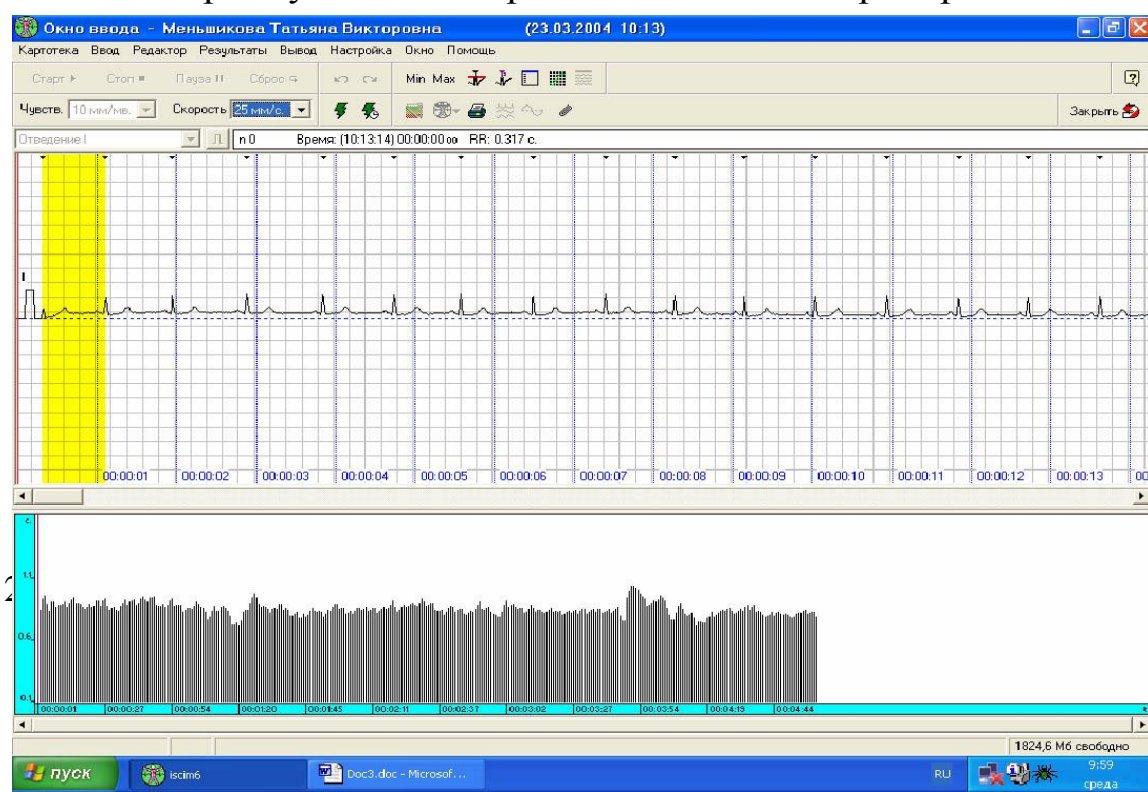


Рис. 48. Блок-схема комплекса «Варикард»

Важной особенностью комплекса «Варикард» и его существенным преимуществом перед аналогичными приборами является





ся то, что анализ variability сердечного ритма проводится в реальном масштабе времени с отображением на экране дисплея текущей электрокардиограммы (ЭКГ). По желанию она сохраняется в базе данных и может в последующем просмотрена врачом и использована для дальнейшего анализа (рис. 49).

Рис. 49. Текущая электрокардиограмма

Продолжительность ввода ЭКГ-сигнала устанавливается заранее, ввод автоматически прекращается в заданное время. Специальный комплекс программ позволяет оценивать степень напряжения регуляторных систем и объективно судить об адаптационных возможностях и функциональных резервах организма.

Используемый алгоритм для распознавания и оценки состояния регуляторных систем разработан на основании анализа результатов многих тысяч исследований как практически здоровых людей, так и с различными заболеваниями на различных этапах развития болезни и в процессе лечения.

Для оценки функциональных состояний используется 10-балльная шкала, которая изображается в виде «лестницы состояний». Для наглядного отображения результатов оценки функционального состояния на основе данных анализа variability сердечного ритма используется схема типа «светофор». В ней предусмотрены зеленая, желтая и красная зоны состояний, которые характеризуют нормальные состояния человека, донологические (переходные между здоровым и больным состоянием) и предпатологические, требующие внимания врача (рис. 50).

Каждый учащийся в зависимости от своего текущего функционального состояния здоровья попадает в одну из этих трех зон и находится в ней некоторое время, пока его адаптационные возможности остаются неизменными.

Любое увеличение нагрузки, умственной, физической, творческой, можно рассматривать как стрессовое воздействие. Пока активность симпатического отдела вегетативной нервной системы сохраняется на достаточно высоком уровне, процесс обучения осуществляется в условиях стабильного функционального состояния школьника.

Как только адаптационные резервы организма снижаются, возникает ситуация рассогласования механизмов регуляции вегетативных функций, наступает режим неустойчивой адаптации, ко-

торый проявляется у детей в виде повышенной утомляемости, снижения работоспособности, стрессовой устойчивости и в итоге функциональное состояние учащегося ухудшается.

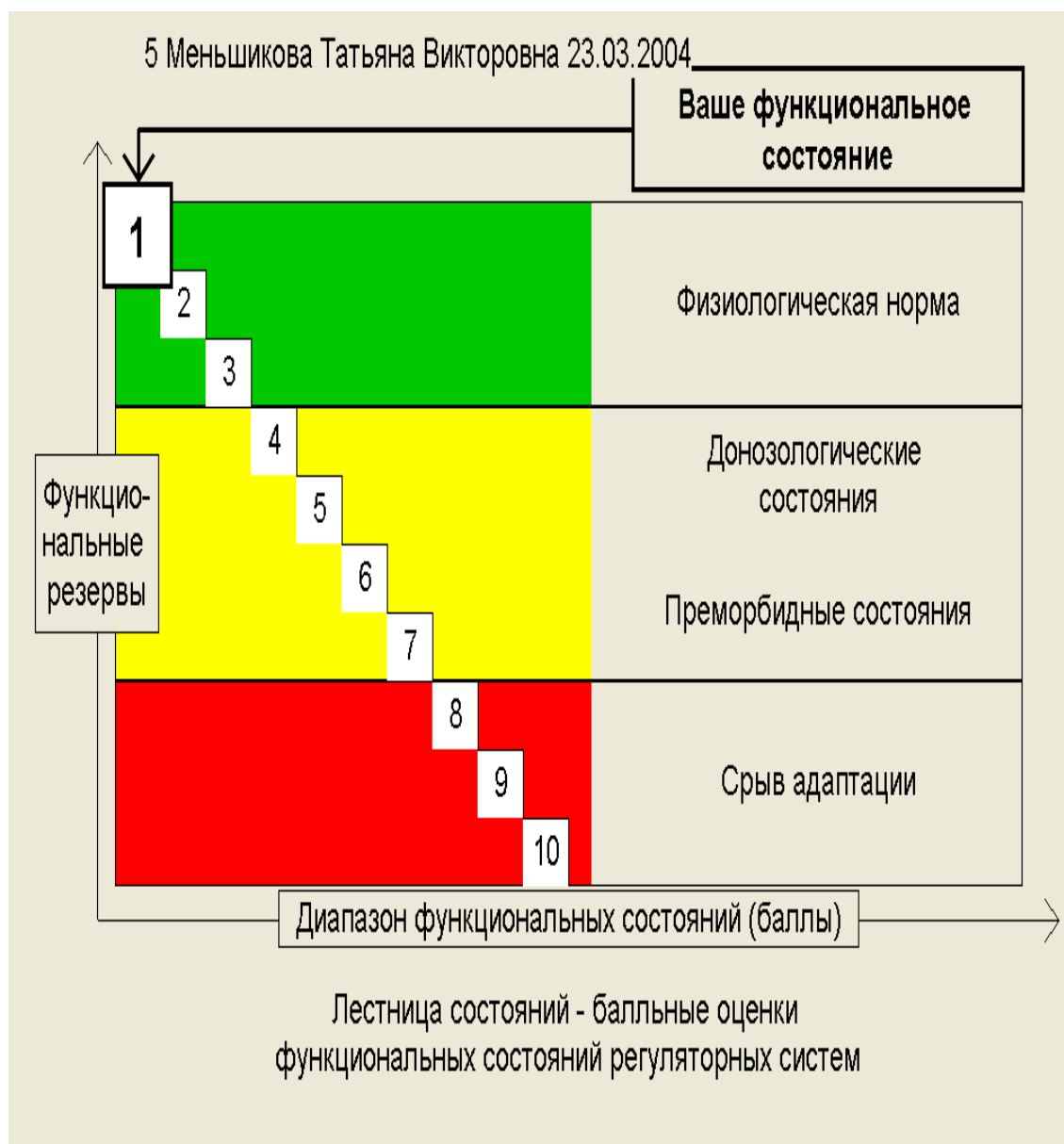


Рис. 50. Лестница оценки функциональных состояний учащегося

Специализированная база данных позволяет просмотреть серию исследований по конкретному ученику и по желанию получить графики динамики изменения любого из выбранных показателей.

В результате компьютерного обследования учащегося формируется заключение в виде «Карты оценки состояния здоровья» (рис. 51), которая включает оценку функциональных (адаптационных) возможностей организма, факторы риска и их интенсивность, вероятные профили патологии, комплексную оценку уровня здоровья, перечень рекомендаций по дополнительному обследованию.

Александров Дмитрий

№ 8

Анатольевич

Дата и время обследования: 25.03.2004 12:26

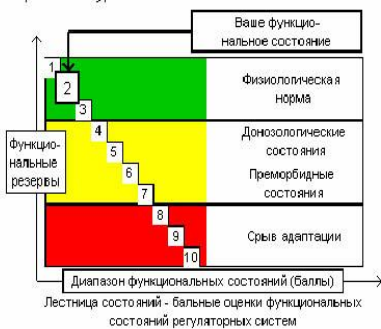
Возраст: 16

Пол: муж.

Адрес:

**Оценка функционального состояния**

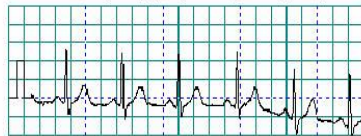
Нормальный уровень



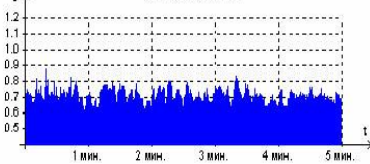
**Оценка состояния регуляторных систем**

Суммарный эффект регуляции	
Умеренная тахикардия	1
Функции автоматизма	
Нарушение ритма не выявлено	0
Вегетативный гомеостаз	
Равновесие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы	0
Вазомоторный (сосудистый) центр	
Умеренное усиление активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус	1
Симпатический сердечно-сосудистый подкорковый нервный центр	
Нормальная активность подкоркового сердечно-сосудистого центра	0

**Электрокардиограмма (I отведение)**



**Ритмограмма**



**Основные показатели сердечного ритма**

Наименование	Знач	Норма
Частота пульса (HR), уд/мин	83**	55 - 80
Среднее квадр. отклонение (SDNN), мс	41,5	30 - 100
Коэффициент вариации (CV), %	5,7	3 - 12
Стресс-индекс (SI), усл.ед.	162**	50 - 150
Индекс централизации (IC), усл.ед.	3,2	2 - 8
ПАРС (IARS), усл.ед.	(2, 0)	1 - 3
Число аритмий (NAR), %	0,0	0 - 4
Мощность HF, %	23,8	10 - 30
Мощность LF, %	48,0*	15 - 45
Мощность VLF, %	28,2	20 - 60
TP, мс <sup>2</sup> *1000	1,69**	0,8 - 1,5

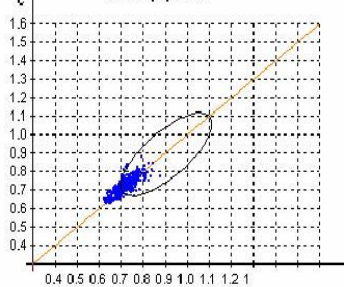
**Заключение**

У Вас хорошее функциональное состояние. Системы регуляции работают в нормальном режиме. Организм оптимально выходит из стрессовых ситуаций. Вам рекомендуется поддерживать этот нормальный режим регуляции путем соблюдения правильных соотношений между трудовыми нагрузками и отдыхом, рациональным питанием, систематическими занятиями физкультурой и спортом, регулированием сна. Проводить контроль своего функционального состояния по возможности раз в год.

**Гистограмма**



**Сктерграмма**



**Спектральная функция**

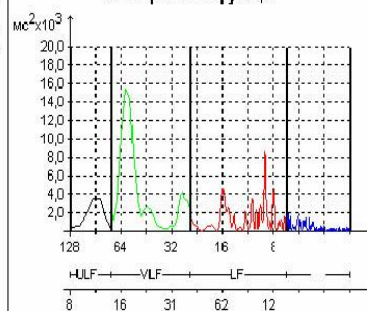


Рис. 51. Карта оценки состояния здоровья

На основе проведенных исследований были получены результаты, представленные в виде гистограммы (рис. 52).

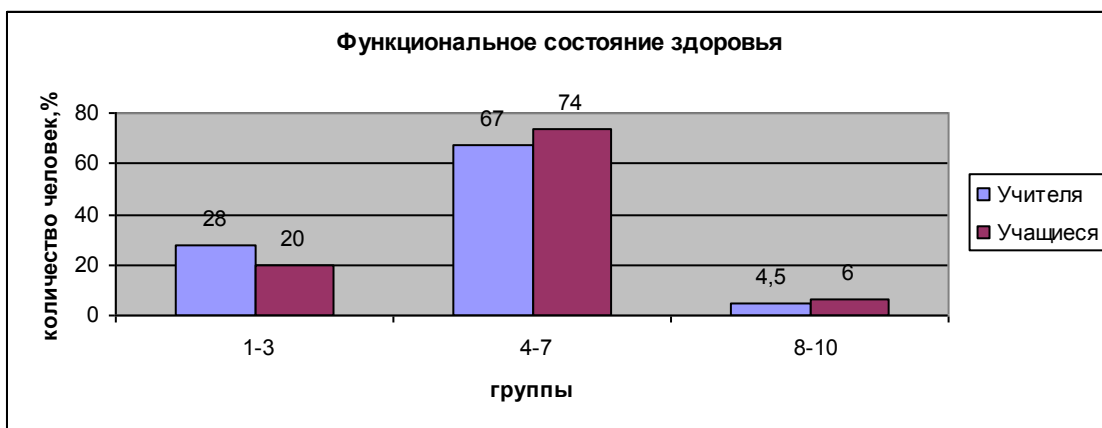


Рис. 52. Функциональное состояние здоровья участников образовательного процесса в школах № 3, 15, 43, 48, 51, 69 города Рязани

Как видно из представленной гистограммы, независимо от выбора школы общий вид распределения по группам примерно одинаков, то есть наибольшее количество учителей и учащихся имеют функциональные отклонения в здоровье и находятся в пределах 4—7-й групп. Как отмечалось выше, эти группы наиболее мобильны и могут постоянно изменять свой количественный состав в зависимости от принимаемых мер по укреплению здоровья и от организации педагогического процесса.

При проведении исследования в каждой отдельной школе мы попытались выяснить зависимость функционального состояния от специфики обучения. В школе № 3, в которой введено профильное обучение, исследовалось влияние углубленного содержания программы обучения по физике на здоровье учащихся профильных классов. Для этого нами был проведен сравнительный анализ состояния здоровья учащихся профильных и обычных общеобразовательных классов. Диагностика проводилась в конце учебного года до и после выполнения работ физического практикума. Полученные результаты отражены на рисунке 53.

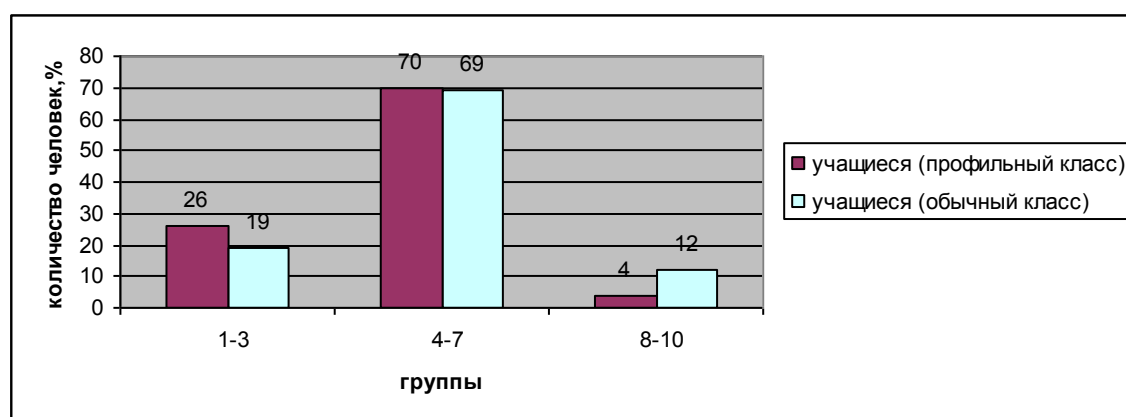


Рис. 53. Функциональное состояние здоровья учащихся школы № 3 города Рязани

Как следует из представленных результатов, углубленное изучение предмета незначительно сказывается на общем функциональном состоянии здоровья учащихся классов физико-математического профиля по сравнению с детьми, обучающимися по традиционной методике в рамках существующего стандарта. Однако проведенное в ходе обследования анкетирование показало, что те учащиеся, которые самостоятельно выбрали данный профиль обучения в соответствии со своими познавательными интересами и проектируемой

профессией, получают удовлетворение от учебной деятельности и испытывают положительные эмоции при достижении поставленных целей. Это формирует у них уверенность в своих силах и способствует расширению мотивации обучения. В итоге именно у этой категории учащихся улучшилось функциональное состояние, которое позволило им переместиться вверх по лестнице состояний. В то же время анализ стрессовой устойчивости показал, что стресс-индекс у учащихся профильных классов гораздо выше, что свидетельствует о том, что учеба в школе для подростка, осознанно связавшего свою будущую профессиональную деятельность с физикой, является серьезной умственной нагрузкой, которая оказывает существенное влияние на его функциональное состояние.

Особое внимание вызывает использование разноуровневых дидактических материалов в образовательных учреждениях и их влияние на функциональное состояние здоровья школьников, обучающихся по инновационным методикам. В этом исследовании приняли учащиеся 7—9-х классов школы № 43. Часть учащихся выполняла фронтальные лабораторные работы по имеющимся в учебных пособиях дидактическим материалам. Другая часть выполняла фронтальные эксперименты, используя разработанные нами рабочие тетради, содержащие разноуровневые задания. Из представленных на диаграмме распределений можно отметить положительное влияние разработанной методики на функциональное состояние учащихся, учитывая, что перед началом исследования были отобраны группы учащихся с примерно одинаковым начальным функциональным состоянием здоровья (рис. 54).

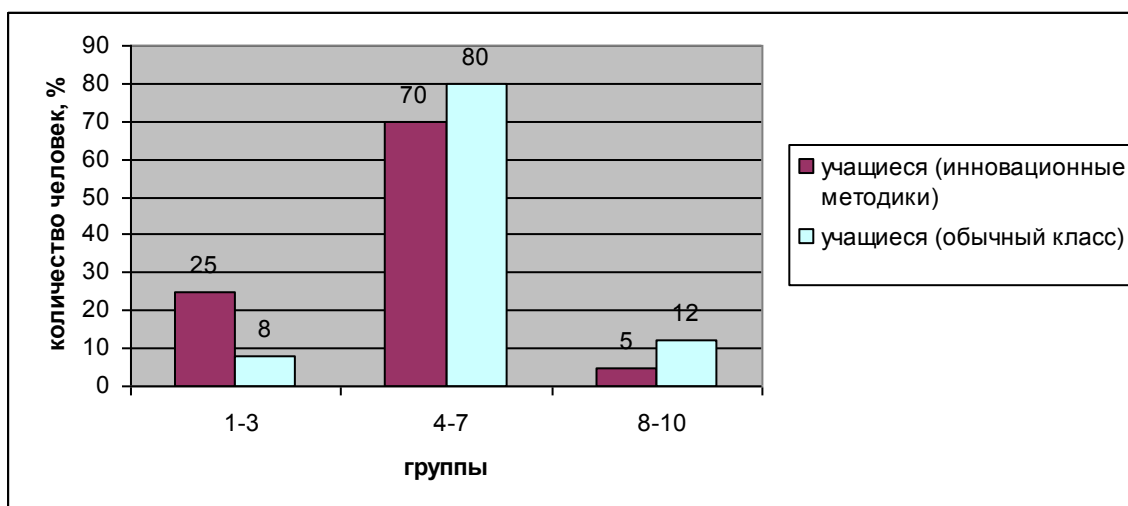


Рис. 54. Функциональное состояние здоровья учащихся школы № 43 города Рязани

Согласно методике использования разноуровневых заданий в ходе проведения самостоятельных экспериментов каждому учащемуся были созданы оптимальные условия для развития своих способностей, предоставлена возможность проведения более сложных исследований, развивающих их мышление и умение ориентироваться в окружающем мире. Учащийся, оценивая эффективность собственных усилий, становится более заинтересованным в дальнейшем расширении своего кругозора и углублении уровня знаний именно по той дисциплине, в которой он успешен, что и приводит к улучшению его соматического и психического состояния.

Для сравнения приведем результаты обследования учащихся и учителей школы № 69, где сохранению и укреплению здоровья уделяется большое внимание. Обучение физике в этой школе проводится согласно традиционным методикам, отсутствует внешняя дифференциация, не используются компьютерные технологии. В этой школе по сравнению с другими гораздо многочисленнее группа учителей, состояние здоровья которых соответствует физиологической норме, однако количество учащихся, находящихся на этом уровне, значительно ниже. Анализ других параметров и проведенное анкетирование позволили нам сделать вывод о том, что профилактические меры, используемые в данном учебном заведении, в первую очередь оказывают положительное действие на уже сложившийся организм взрослого человека, учащиеся же часто испытывают стрессовые воздействия из-за несформированности познавательных интересов, неудовлетворенности своими учебными достижениями, отсутствием возможности совершенствования своих знаний (рис. 55).

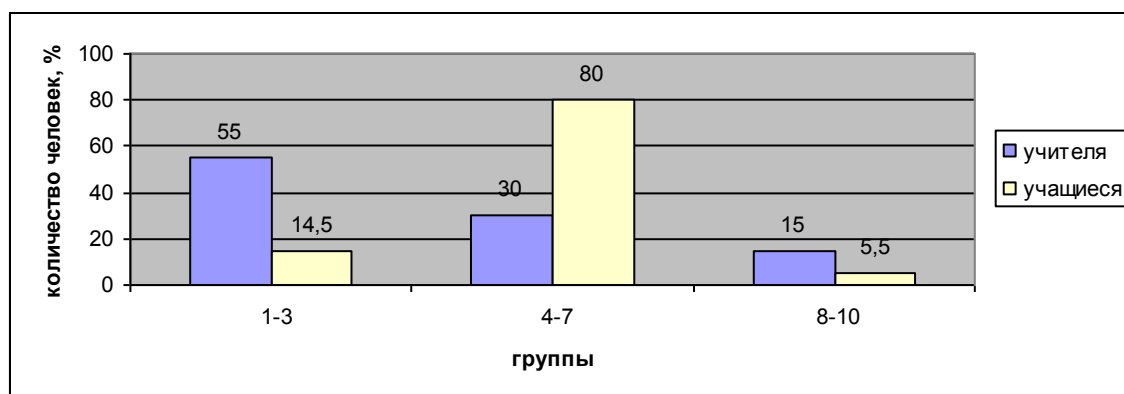


Рис. 55. Распределение функционального состояния здоровья учителей и учащихся в школе № 69 города Рязани

По результатам исследования нами были разработаны практические рекомендации для учителей, внедряющих новые педагогические технологии в образовательных учреждениях города Рязани, способствующие укреплению и сохранению здоровья учащихся:

1. Необходимо применять адекватные методики для формирования у учащихся познавательных мотивов средствами учебного физического эксперимента.

2. Для улучшения психологической атмосферы, снижения количества стрессовых ситуаций в классе необходимо использовать современные технологии обучения, учитывающие индивидуальные особенности школьника, создавать условия для его самореализации.

3. Использовать такие средства обучения, которые создают эмоциональную привлекательность учебной дисциплины.

4. При проведении экспериментов необходимо создавать условия, направленные на улучшение здоровья и профилактику заболеваний и отвечающие требованиям техники безопасности и санитарно-гигиеническим нормам.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

---

В монографии обобщен многолетний отечественный опыт проведения школьного физического эксперимента с момента его становления до наших дней, определены пути его совершенствования на основе использования современных образовательных технологий, направленных на всестороннее развитие личности.

На основе исследования интеграционных процессов в философии, психологии, образовании, педагогике и методике разработана современная теоретико-методологическая стратегия осуществления школьного физического эксперимента с учетом интегративных процессов.

Обоснована целостность учебного физического эксперимента, демонстрационного, фронтального, практикума с учетом социально-личностного подхода к заданию целей.

Уточнены задачи учебного эксперимента, требования к отбору оборудования и содержания в соответствии с целями развития личности, способствующие формированию интегративного стиля мышления, самостоятельному поиску информации при проведении экспериментов, ее извлечению, критическому осмыслению и адекватному преобразованию для создания новых знаний.

Теоретически обоснована структура интегративного подхода при осуществлении школьного физического эксперимента, в единстве четырех ее направлений: межпредметной, внутрипредметной, межличностной и внутриличностной интеграции.

Разработаны и созданы индивидуальные рабочие места учащихся, содержащие комплекс средств для создания оптимальных

условий проведения вариативного школьного эксперимента совместно с компьютером, обеспечивающие широкую функциональную возможность всех действий учащихся во время урока, создающие благоприятные условия для осуществления разнообразных приемов и методов лично ориентированного обучения.

Разработаны учебно-методические комплекты, содержащие разноуровневые фронтальные лабораторные работы для учащихся основной школы, автоматизированные работы физического практикума для профильной школы, предпрофильные и профильные элективные курсы для углубленного изучения традиционного и современного оборудования, рекомендации по использованию компьютерных моделей для расширения возможностей современного демонстрационного эксперимента, обеспечивающие систематический самостоятельный исследовательский характер учебно-познавательной деятельности учащихся во время проведения учебных экспериментов.

Осуществлен мониторинг функционального состояния здоровья учащихся и мотивации обучения при проведении экспериментальных работ, разработаны практические рекомендации, способствующие укреплению и сохранению здоровья учащихся для учителей, внедряющих новые педагогические технологии в образовательных учреждениях.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев, Б.Г. Человек как предмет познания. — Л., 1968. — 198 с.
2. Аверьянов, А.Н. Системное познание мира: методологические проблемы. — М., 1985. — 187 с.
3. Бабанский, Ю.К. Оптимизация процесса обучения. — М. : Педагогика, 1977. — 256 с.
4. Баяндин, Д.В. Моделирующая активная обучающая среда «Виртуальная физика» // Проблемы учебного физического эксперимента : сб. науч. тр. ; ИОСО РАО. — М., 2001. — Вып. 11.
5. Бега, Р.К. Учебное телевидение в школе / Р.К. Бега, И.С. Ковальский // Физика в школе. — 1970. — № 6.
6. Беляева, А.П. Интегративно-модульная педагогическая система профессионального образования. — СПб. : Радом, 1997. — 270 с.
7. Берулаева, М.Н. Теоретические основы интеграции образования. — М., 1998. — 255 с.
8. Бим-Бад, Б.М. Педагогическая антропология. — М., 1988. — 251 с.
9. Боверман, В.Б. Организация и проведение телевизионных уроков // Физика в школе. — 1963. — № 5.
10. Богоявленский, Д.Н. Психология усвоения знаний в школе / Д.Н. Богоявленский, Н.А. Менчинская. — М. : Изд-во АПН РСФСР, 1959. — 146 с.
11. Большая советская энциклопедия. — М., 1972. — Т. 10.
12. Бродский, Ю.С. Педагогизация среды как социально-педагогический результат интеграции воспитательных взаимодействий (организационно-технологический аспект) : дис. ... канд. пед. наук. — Екатеринбург, 1993. — 212 с.
13. Выготский, Л.С. Развитие высших психических функций. — М. : Просвещение, 1960. — 170 с.
14. Выготский, Л.С. Собр. соч. : в 6 т. — М. : Просвещение, 1982. — Т. 2. — 245 с.

15. Выготский, Л.С. Собр. соч. : в 6 т. — М. : Просвещение, 1984. — Т. 6. — 237 с.

16. Галанин, Д.Д. Состояние методики физики и задачи политехнического обучения // Известия АПН РСФСР. — 1959. — № 106.

17. Галанин, Д.Д. Физический эксперименте в школе / Д.Д. Галанин [и др.]. — М. : Учпедгиз, 1934—1941. — Т. 1—4.

18. Галицких, Е.О. Интегративный подход как теоретическая основа профессионально-личностного становления будущего педагога в университете. — СПб. : Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2001. — 264 с.

19. Гальперин, П.Я. Исследование мышления в советской психологии. — М. : Знание, 1966. — 146 с.

20. Гальперин, П.Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. — М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1985. — 45 с.

21. Гельмонт, А.М. Телевидение в школьном образовании / А.М. Гельмонт, Д.И. Полторак. — М. : Изд-во АПН РСФСР, 1963.

22. Гиркеи, Р. Эксперимент по курсу элементарной физики. — Ч. 1 : Механика / Р. Гиркеи, Г. Шпрокхоф. — М. : Учпедгиз, 1959.

23. Гиркеи, Р. Эксперимент по курсу элементарной физики. — Ч. 2 : Жидкости и газы / Р. Гиркеи, Г. Шпрокхоф. — М. : Учпедгиз, 1959.

24. Глазырин, А.И. Самодельные демонстрационные приборы по физике и опыты с ними. — М. : Учпедгиз, — 1960.

25. Глинка, И.В. Опыт по методике физики. — СПб., 1907. — 139 с.

26. Горячкин, Е.Н. Методика преподавания физики в семилетней школе. — Т. 4 : Рисунки и чертежи на уроках физики. — М. : Учпедгиз, 1955.

27. Горячкин, Е.Н. Общие вопросы методики физики. — М. : Учпедгиз, 1948. — Т. 1. — 496 с.

28. Горячкин, Е.Н. Методика и техника физического эксперимента / Е.Н. Горячкин, В.П. Орехов. — М. : Просвещение, 1964.

29. Гулд, Х. Компьютерное моделирование в физике : в 2 ч. / Х. Гулд, Я. Тобочник : пер. с англ. — М. : Мир, 1990. — 400 с.

30. Гусинский, Э.Н. Построение теории образования на основе междисциплинарного системного подхода. — М., 1994. — 198 с.
31. Данилюк, А.Я. Теория интеграции образования. — Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 2000. — 277 с.
32. Де-Метц, Г.Г. Библиографический очерк о Ф.Н. Шведове // Физическое обозрение. — 1906. — № 1.
33. Ельцов, А.В. Исследование явления самоиндукции с помощью компьютера // Проблемы учебного физического эксперимента / ИОСО РАО. — М., 2005. — № 22.
34. Ельцов, А.В. Применение компьютерных технологий к изучению ионных процессов в электролитах // Преподавание физики в высшей школе. М., 2002. — № 22.
35. Ельцов, А.В. Исследование зависимости заряда конденсатора от времени при помощи компьютера / А.В. Ельцов, П.В. Абросимов, С.В. Мурзин // Преподавание физики в высшей школе. — М., 1997. — № 12.
36. Ельцов, А.В. Использование компьютерных технологий для изучения разряда в газах / А.В. Ельцов, В.В. Ковалев // Новые технологии в преподавании физики: школа и вуз : 2-я Международная научно-методическая конференция. — М., 2000.
37. Ельцов, А.В. Использование компьютерной анимации при изучении источников тока / А.В. Ельцов, М.Е. Пантелеева // Проблемы учебного физического эксперимента : сб. науч. тр. / ИОСО РАО. — М., 2001. — Вып. 11.
38. Ельцов, А.В. Исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов с помощью компьютерных технологий / А.В. Ельцов, Д.В. Привалов, В.А. Степанов, В.В. Трегулов // Проблемы учебного физического эксперимента / ИОСО РАО. — М., 2002. — № 16.
39. Ельцов, А.В. Автоматизированные работы физического практикума / А.В. Ельцов, Д.В. Привалов, В.В. Трегулов, В.А. Степанов. — Рязань, 2003. — 66 с.
40. Ельцов, А.В. Формирование экспериментальных умений во время выполнения автоматизированных работ физического практикума // Физическое образование в вузах. — 2006. — № 4.

41. Ельцов, А.В. Использование компьютерных технологий для изучения электронных процессов в различных средах / А.В. Ельцов, В.А. Степанов // Физическое образование в XXI веке : сб. науч. тр. — М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 2000.

42. Ельцов, А.В. Оптические приборы / А.В. Ельцов, В.А. Степанов, Н.Б. Федорова // Физика в школе. — 2006. — № 1.

43. Ельцов, А.В. Разноуровневые лабораторные работы по физике. 7—9 классы : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений / А.В. Ельцов, В.А. Степанов, Н.Б. Федорова ; Ряз. гос. пед. ун-т. — Рязань, 2004. — 79 с.

44. Ельцов, А.В. Средства автоматизации измерительного эксперимента на основе персонального компьютера / А.В. Ельцов, В.В. Трегулов // Вестник Рязанского педагогического университета имени С.А. Есенина. — Рязань. — 2002. — № 2(8).

45. Ельцов, А.В. Использование компьютерных технологий при изучении коронного разряда / А.В. Ельцов, А.Г. Ширяев, А.А. Ширяев // Математика, компьютер, образование : 7-я Международная конференция. — Дубна, 1999.

46. Енохович, А.С. Выдающийся русский педагог-физик Я.И. Ковальский // Физика в школе. — 1957. — № 3.

47. Енохович, А.С. Владимир Владимирович Лермантов // Физика в школе. — 1949. — № 2.

48. Загвязинский, В.И. Теория обучения. Современная интерпретация. — М. : Академия, 2001. — 192 с.

49. Загвязинский, В.И. Методология и методы психолого-педагогического исследования / В.И. Загвязинский, Р. Атаханов. — М. : Академия, 2005. — 208 с.

50. Зинченко, В.П. Живое знание. — Самара, 1998. — 248 с.

51. Знаменский П.А. Лабораторные занятия по физике. — М. : Учпедгиз, 1930. — 196 с.

52. Знаменский, П.А. Методика преподавания физики. — Л. : Учпедгиз, 1955.

53. Знаменский, П.А. Методика преподавания физики в средней школе / под ред. П.А. Знаменского, Е.Н. Кельзи, И.А. Челюсткина. — М. : Учпедгиз, 1935. — 400 с.

54. Знаменский, П.А. Пионер физического эксперимента с простыми самодельными приборами // Физика в школе. — 1946. — № 4.
55. Знаменский, П.А. Методика преподавания физики в средней школе / П.А. Знаменский, Е.Н. Кельзи, И.А. Челюсткин. — Л. : Учпедгиз, 1935. — 400 с.
56. Зворыкин, Б.С. Электромагнитные колебания и волны в курсе физики средней школы. — М. : Изд-во АПН РСФСР, 1965.
57. Иоффе, А.Ф. Периодический закон Д.И. Менделеева и его философское значение. — М., 1974. — 223 с.
58. Кабанова-Меллер, Е.Н. Психология формирования знаний и навыков у школьников. — М. : Изд-во АПН РСФСР, 1962. — 112 с.
59. Кабанова-Меллер, Е.Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственное развитие учащихся. — М. : Просвещение, 1968. — 177 с.
60. Каменский, Я.А. Избранные педагогические сочинения. — М., 1955.
61. Каменецкий, С.Е. Модели и аналоги в курсе физики средней школы / С.Е. Каменецкий, Н.А. Солодухин. — М. : Просвещение, 1982.
62. Кашин, Н.В. Лабораторный курс физики. — М. : Учпедгиз, 1928. — 155 с.
63. Кашин, Н.В. Методика физики. — М. : Учпедгиз, 1916. — 370 с.
64. Келдыш, М. Естественные науки и их значение для развития мировоззрения и технического прогресса // Коммунист. — 1966. — № 17.
65. Колесина, К.Ю. Построение процесса обучения на интегрированной основе : дис. ... канд. пед. наук. — Ростов н/Д, 1995. — 319 с.
66. Корольков, А.А. Русская духовная философия. — СПб., 1998. — 323 с.
67. Косов, Б.Б. Личность и педагогическая одаренность. — Воронеж, 1998. — 310 с.

68. Кривошеев, В.Я. Фронтальные самостоятельные опыты и наблюдения учащихся на уроках физики в восьмилетней школе // Физика в школе. — 1961. — № 5.

69. Крутецкий, В.А. Психология обучения и воспитания школьников. — М., 1976. — 217 с.

70. Кузьмин, А.П. Опыты по физике с проекционной аппаратурой / А.П. Кузьмин, А.А. Покровский. — М. : Учпедгиз, 1961.

71. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / под ред. С.Е. Каменецкого, С.В. Степанова. — М., 2002. — 304 с.

72. Леднев, В.С. Содержание образования. — М., 1989. — 234 с.

73. Леонтьев, А.Н. Деятельность, сознание, личность. — М. : Политиздат, 1975. — 258 с.

74. Лермантов, В.В. Методика физики и содержание приборов в исправности. — СПб., 1907. — 176 с.

75. Лермантов, В.В. Методика физики. — М. : Учпедгиз, 1935. — 178 с.

76. Лернер, И.Я. Дидактические основы методов обучения. — М. : Педагогика, 1981. — 186 с.

77. Лосев, А.Ф. Дерзание духа. — М., 1988. — 267 с.

78. Мазеев, В. М. Об использовании радиовещания в целях обучения и воспитания // Физика в школе.— 1961. — № 1.

79. Максимова, В.Н. Акмеология школьного образования. — СПб., 2000. — 234 с.

80. Максимова, В.Н. Интеграция в системе образования. — СПб., 1999. — 200 с.

81. Малышевский, А.Ф. Культурологические основания образовательного пути человека // Мир человека. Философия. Образование. Культура. Основы духовной антропологии. — Калуга, 1996. — № 2.

82. Мамардашвили, М.К. Эстетика мышления. — М., 2001. — 178 с.

83. Мартынова, К.Е. Методика записей и зарисовок на уроках физики. — М. : Учпедгиз, 1961.



84. Методика обучения физике в школах СССР и ГДР / под ред. В.Г. Зубова, В.Г. Разумовского, М. Вюншмана, К. Либерса. — М. : Просвещение ; Берлин : Фольк унд виссен, 1978.— 223 с.
85. Методика преподавания физики в школе / под ред. Б.М. Яворского. — М. : Изд-во АПН РСФСР, 1960. — Т. 3.
86. Мур, Д.М. Сборник по методике и технике физического эксперимента. — М. : Учпедгиз, 1960.
87. Мур, Д.М. Физический эксперимент в школе. — М. : Учпедгиз, 1963.
88. Новые школьные приборы по физике и астрономии / под ред. А.А. Покровского. — М. : Изд-во АПН РСФСР, 1959. — 168 с.
89. Оборудование школьного физического кабинета / под ред. А.В. Смирнова. — М. : Школа Будущего, 2001. — 168 с.
90. Педагогика : учеб. пособие для студентов пед. вузов и пед. колледжей / под ред. П.И. Пидкасистого ; Педагогическое общество России. — М., 2001.— 640 с.
91. Педагогическая реальность в зеркале межпарадигмальной рефлексии. — СПб., 1999. — 243 с.
92. Педагогическое образование в университете: контекстно-биографический подход / под ред. А.Л. Гаврилова, М.Н. Певзнера. — Великий Новгород, 2001. — 218 с.
93. Педагогическое обозрение. — М., 1968. — № 1. — 97 с.
94. Пидкасистый, П.И. Компьютерные технологии в системе дистанционного обучения / П.И. Пидкасистый, О.Б. Тыщенко // Педагогика. — 2000. — № 5.
95. Покровский, А.А. Оборудование физического кабинета. — М. : Учпедгиз, 1958.
96. Покровский, А.А. Физический эксперимент в школе. Электроника, полупроводники, автоматика / А.А. Покровский, В.А. Буров, Б.С. Зворыкин, И.М. Румянцев. — М. : Просвещение, 1964. — 315 с.
97. Покровский, А.А. Демонстрационные опыты по теплоте и молекулярной физике / А.А. Покровский [и др.]. — М. : Учпедгиз, 1960.

98. Покровский, А.А. Демонстрационные опыты по физике в VI—VII классах / А.А. Покровский [и др.]. — М. : Изд-во АПН РСФСР, 1954.
99. Покровский, А.А. Физический эксперимент в школе / А.А. Покровский [и др.]. — М. : Просвещение, 1964.
100. Покровский, А.А. Фронтальные лабораторные занятия по физике / А.А. Покровский, Б.С. Зворыкин. — М. : Учпедгиз, 1956.
101. Покровский, С.Ф. Опыты и наблюдения в домашних заданиях по физике. — М. : Изд-во АПН РСФСР, 1963.
102. Программы общеобразовательных учреждений. Физика / В.С. Данюшенков, О.В. Коршунова, С.В. Громов. Н.В. Шаронова, П.Г. Саенко. — М., 2006. — 134 с.
103. Психологические проблемы неуспеваемости школьников / под ред. Н.А. Менчинской. — М. : Педагогика, 1975. — 170 с.
104. Разумовский, В.Г. Проблемы общего образования школьников и качество обучения физике / В.Г. Разумовский // Педагогика. — 2000. — № 8.
105. Разумовский, В.Г. Проблемы общего образования школьников и качество обучения физике // Педагогика. — М., 2000. — № 8.
106. Разумовский, В.Г. Физика в средней школе США. — М. : Педагогика, 1973. — 160 с.
107. Раченко, И.П. Технология развития педагогического творчества. Введение в интегративную педагогику. — Пятигорск, 1996. — 278 с.
108. Резников, Л.И. Графический метод в преподавании физики. — М. : Учпедгиз, 1960.
109. Резников, Л.И. Пути развития содержания и структуры курса физики средней школы // Физика в школе. — 1963. — № 4.
110. Роботова, А.С. Художественно-образное познание педагогических явлений: педагогика и литература. — СПб. : Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 1996. — 236 с.
111. Розенберг, М.И. Эмиль Христианович Ленц // Физика в школе. — 1948. — № 6.

112. Рубинштейн, С.Л. Человек и Мир // Проблемы общей психологии. — М., 1976. — 372 с.
113. Сидельников, И.В. Применение компьютерных технологий в учебном эксперименте / И.В. Сидельников, Е.Б. Петрова. — М. : Академия, 2002. — 304 с.
114. Сагатовский, В.Н. Философия развивающейся гармонии. Философские основы мировоззрения : в 3 ч. — СПб., 1999. — Ч. 3 : Антропология.
115. Семенов, В.Д. Взаимодействие школы и социальной среды. — М. : Педагогика, 1990. — 112 с.
116. Сериков, В.В. Образование и личность. Теория и практика проектирования педагогических систем. — М. : Логос, 1999. — 272 с.
117. Славин, А.В. Наглядный образ в структуре познания. — М. : Политиздат, 1971. — 104 с.
118. Сборник нормативных документов. Физика / сост. Э.Д. Днепров, А.Г. Аркадьев. — М. : Дрофа, 2004. — 111 с.
119. Свиридов, В.И. Фронтальные опыты по физике в восьмилетней школе // Физика в школе. — 1963. — № 4.
120. Современный учебный физический эксперимент : учеб. пособие / под ред. Ю.А. Воронина. — Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. пед. ун-та, 1999. — 295 с.
121. Соколов, И.И. Методика преподавания физики в средней школе. — М. : Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1951. — 590 с.
122. Соколов, Н.И. Методика преподавания физики в средней школе. — М. : Учпедгиз, 1951. — 600 с.
123. Съезд российских физиков-преподавателей «Физическое образование в XXI веке» : сб. науч тр., Москва, 28—30 июня 2000 г. / МГУ им. М.В. Ломоносова. — М., 2000. — 426 с.
124. Талызина, Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. — М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1975. — 320 с.
125. Телеснин, Р.В. Лекционные демонстрации по физике. — М. ; Л. : ГИТТЛ, 1952.

126. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы : учеб. пособие для студентов высш. пед. заведений / под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. — М. : Академия, 2000. — 368 с.

127. Тимирязев, А.К. Очерки по истории физики в России. — М. : Учпедгиз, 1949. — 73 с.

128. Трегулов, Ф.Ш. Образование третьего тысячелетия: от мифологии — через кризис педагогики — к технологии / Ф.Ш. Трегулов, В.Э. Штейнберг // Школьные технологии. — 1998. — № 3.

129. Турышев, И.К. История развития методики физики в России / Владимир. гос. пед. ин-т. — Владимир, 1974. — 231 с.

130. Учебное оборудование по физике в средней школе / под ред. А.А. Покровского. — М. : Просвещение, 1973. — 480 с.

131. Федорец, Г.Ф. Межпредметные связи педагогики и психологии. — Л., 1988. — 188 с.

132. Федорова, А. Физики больше не шутят // Поиск : еженедельная газета научного сообщества. — 2000. — № 12.

133. Федотова, Л.Д. Оценка качества начального профессионального образования : метод. рекомендации / Л.Д. Федотова, Е.А. Рыкова. — М. : АПО, 2000. — 82 с.

134. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. — М. : Мир, 1967. — Вып. 3 : Излучение. Волны. Кванты. — 238 с.

135. Фетисов, В.А. Лабораторные работы по физике. — М. : Просвещение, 1970.

136. Физика. 7 кл.: Тематическое и поурочное планирование к учебнику А.В. Перышкина «Физика. 7 класс» / Е.М. Гутник, Е.В. Рыбакова ; под ред. Е.М. Гутник. — 2-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2002. — 96 с.

137. Физика. 8 кл.: Тематическое и поурочное планирование к учебнику А.В. Перышкина «Физика. 8 класс» / Е.М. Гутник, Е.В. Рыбакова, Е.В. Шаронина ; под ред. Е.М. Гутник. — 2-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2002. — 96 с.

138. Физика. 9 кл.: Тематическое и поурочное планирование к учебнику А.В. Перышкина «Физика. 9 класс» / Е.М. Гутник, Е.В. Ша-

роница, Э.И. Дороница. — 4-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 96 с.

139. Физика: учебник для 10 класса с углубленным изучением физики / под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. — М. : Просвещение, 2005. — 431 с.

140. Физика: учебник для 11 класса с углубленным изучением физики / под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. — М. : Просвещение, 2005. — 448 с.

141. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: 10—11 кл. / Ю.И. Дик, О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов [и др.] ; под ред. Ю.И. Дика, О.Ф. Кабардина. — М. : Просвещение, 2002. — 157 с.

142. Формирование знаний и умений на основе теории поэтапного усвоения умственных действий / под ред. П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной. — М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1968. — 98 с.

143. Фридман, Л. М. Наглядность и моделирование в обучении. М. : Знание, 1984. — 80 с.

144. Чапаев, Н.К. Теоретико-методологические основы педагогической интеграции : дис. ... д-ра пед. наук. — Екатеринбург, 1998. — 560 с.

145. Шамаш, С.Я. Физический практикум в восьмилетней школе. — М. : Просвещение, 1964.

146. Шамаш, С.Я. Домашние измерительные работы по физике. — М. : Просвещение, 1964.

147. Шахмаев, Н.М. Использование технических средств в преподавании физики. — М. : Просвещение, 1964.

148. Шахмаев, Н.М. Учебное кино в преподавании физики // Физика в школе. — 1963. — № 5.

149. Шахмаев, Н.М. Демонстрационные опыты по электричеству / Н.М. Шахмаев, С.Е. Каменецкий. — М. : Учпедгиз, 1963.

150. Шиляев, С.Н. Компьютер и виртуальные приборы / С.Н. Шиляев, П.И. Руднев // Приборы и системы управления. — М., 1997. — № 12.

151. Шиляев, С.Н. Один компьютер — вся измерительная лаборатория / С.Н. Шиляев, П.И. Руднев // Электроника: наука, технология, бизнес. — М., 2000. — № 2.

152. Эльконин, Д.Б. Психология обучения младшего школьника. — М. : Просвещение, 1974. — 156 с.

153. Юдин, Э.Г. Системный подход и принцип деятельности. — М., 1978. — 340 с.

154. Якиманская, И.С. Развивающее обучение. — М. : Педагогика, 1979. — 144 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Глава 1. Методологические основы совершенствования школьного физического эксперимента в свете идей интеграции.....	10
1.1. Интеграция в образовании .....	10
1.2. Интеграционные процессы в ходе познавательной деятельности.....	17
1.3. Интеграция процессов познания и моделирования.....	26
1.4. Интегративная роль наглядности в процессе усвоения знаний .....	32
1.5. Целостный подход к рассмотрению средств обучения.....	39
Глава 2. История становления физического эксперимента в школах России.....	47
Глава 3. Традиционный подход к осуществлению школьного физического эксперимента .....	70
3.1. Традиционная методика школьного физического эксперимента .....	70
3.2. Физический эксперимент в основной школе .....	86
3.3. Эксперимент в условиях профильной старшей школы.....	94
3.4. Анализ школьного учебного оборудования по физике.....	106
3.5. Компьютер в школьном эксперименте по физике.....	119
Глава 4. Интегративный подход как теоретическая основа и методологическая стратегия школьного физического эксперимента.....	130
4.1. Интегративный подход к осуществлению школьного физического эксперимента .....	130
4.2. Совершенствование оборудования школьного кабинета .....	148
для проведения учебного физического эксперимента.....	148
4.3. Разноуровневые лабораторные работы по физике для основной школы.....	157
4.4. Аппаратные и программные средства, необходимые для автоматизации физического эксперимента.....	170
4.5. Автоматизированные работы физического практикума.....	189
4.6. Компьютерные модели в демонстрационном эксперименте.....	207
4.7. Мониторинг функционального состояния учащихся и мотивации обучения.....	220
Заключение .....	233
Библиографический список литературы .....	235

**Для заметок**



Научное издание

Ельцов Анатолий Викторович

**ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД  
КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ  
ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Монография

Редактор Т.Н. Свитнева  
Технический редактор К.В. Алексеев

Подписано в печать 12.01.2007 г. Гарнитура Times New Roman.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 14,4. Уч.-изд. л. 13,0. Тираж 500 экз. Заказ № 14.

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Рязанский государственный университет  
имени С.А. Есенина»  
390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46

Отпечатано в редакционно-издательском центре РГУ имени С.А. Есенина  
390023, г. Рязань, ул. Урицкого, 22