

Лекция 10

ФОРМИРОВАНИЕ У УЧАЩИХСЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УМЕНИЙ

1. *Общие сведения об экспериментальных умениях.*
2. *Дифференцированный подход в организации спецпрактикума.*
3. *Обработка результатов эксперимента в лабораторных работах спецпрактикума.*
4. *Правила построения графиков в лабораторных работах.*
5. *Организация физического спецпрактикума в школе.*
6. *Особенности организации физического спецпрактикума в вузе.*
7. *Домашние экспериментальные работы.*

1. Общие сведения об экспериментальных умениях

Важно на ранних стадиях физического образования закладывать у учащихся развитие универсальных и специфических экспериментальных умений и навыков. Именно в процессе изучения физики происходит формирование экспериментальных умений (ЭУ), научного типа мышления, которое является универсальным, обеспечивая объективность результата в любой деятельности. ЭУ складываются из освоенных действий или операций.

Операция — действие при использовании средств действия (например, измерение силы тока амперметром). Функциональные части действия: *ориентировочная, исполнительная, контрольно-корректировочная.*

Формы проявления действия: *материальная (материализованная), внешнеречевая, внутренняя речь, умственная;*

Характеристики действий:

- обобщенность;
- развернутость;
- освоенность;
- самостоятельность.

Измерение — соотношение свойств объектов или явлений с эталоном, с числами, осуществляемое по определённым правилам.

Умение — это освоенное действие. Для формирования ЭУ учащиеся должны быть вовлечены в экспериментальную деятельность, которая осуществляется при выполнении лабораторных работ (ЛР). Структурные элементы экспериментальной деятельности: *цель, предмет деятельности, средства, методы, продукт*. ЭУ у учащихся формируются при выполнении лабораторных работ (ЛР).

ЭУ включают в себя *интеллектуальные и практические умения*.

Интеллектуальные умения: умение определить или увидеть цель, выдвигать гипотезы, подбирать приборы, планировать эксперимент, вычислять погрешности, анализировать результаты, оформлять отчеты, делать выводы.

Практические умения: собирать установку, наблюдать, измерять, экспериментировать.

В процессе выполнения ЛР у учащихся вырабатываются личностные и профессиональные качества.

Личностные качества: аккуратность в работе, организованность, настойчивость в получении результата, культура умственного и физического труда.

Профессиональные качества будущего физика-исследователя — наличие исследовательской и информационной культуры.

Классификации ЛР

В зависимости от дидактических задач ЛР можно разделить на:

- *проверочные (иллюстративные);*
- *эвристические (исследовательские).*

Классификация ЛР по организационным условиям проведения приведена на рисунке 10.1.



Рис. 10.1. Схема, отражающая виды ЛР по организации их проведения

Фронтальные ЛР — это такой вид практических работ, когда все учащиеся класса одновременно выполняют однотипный эксперимент, используя одинаковое оборудование.

Специальный физический практикум (СФП) введен в школьную программу физики в 1957 году, хотя передовые учителя стали проводить СФП раньше.

Отличие СФП от фронтальных ЛР: СФП не связан по времени с изучаемыми материалами. Он может проводиться в течение учебного года, в конце учебного года, четверти, полугодия и включает серию опытов по той или иной теме или всему курсу. Работы выполняются в группах по 2—3 человека, и на последующих занятиях происходит смена работ по графику.

Домашние экспериментальные работы — простейший самостоятельный эксперимент, который выполняется учащимися дома без непосредственного контроля со стороны учителя за ходом работы. Например, учащиеся могут пронаблюдать дома интерференцию в мыльном клине приращивание кристаллов CuSO_4 .

Дидактическим условием формирования ЭУ, осуществляемых в процессе выполнения ЛР, является наличие *методического сопровождения* — блока методических разработок.

2. Дифференцированный подход в организации спецпрактикума

Современный уровень подготовки учащихся требует развития у них исследовательских навыков работы, что можно осуществить в процессе изучения обучения физике методами лабораторного практикума. Дифференцированный подход с целью осуществления уровневой дифференциации в организации спецпрактикума может осуществляться в направлениях:

- на стадии выполнения эксперимента лабораторной работы учащимся даются задания разного уровня сложности; эти задания дифференцированы и чётко прописаны в методических руководствах;
- на стадии обработки результатов эксперимента даются задания разного уровня сложности; эти задания также дифференцированы и чётко прописаны в методических руководствах.

Все лабораторные работы условно можно подразделить на 3 категории по уровню сложности заданий и уровню сложности компьютерной обработки.

ЛР, в которых требуются ЭУ:

Уровень I:

- измерить экспериментально ряд физических параметров;
- по формуле вычислить искомую величину;
- произвести расчёт погрешностей.

К таким работам относятся «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решётки», «Определение фокусного расстояния линзы» и др.

Уровень II:

- измерить экспериментально ряд физических параметров;
- по их значениям построить график исследуемой физической зависимости;
- произвести расчёт погрешностей.

При этом графики могут иметь линейный характер («Изучение закона Ома», «Изучение закона Гука» и др.) или нелинейный характер (степенные, экспоненциальные функции: «Изучение равноускоренного движения с помощью машины Атвуда», «Изучение поляризации света (закона Малюса)», «Изучение вольт-амперной характеристики вакуумного и полупроводникового диодов» и др.).

Уровень III:

- измерить экспериментально ряд физических параметров;
- по их значениям построить график исследуемой нелинейной физической зависимости (параболическая, гиперболическая, экспоненциальная и т.п.);
- аппроксимировать полученную экспериментальную нелинейную зависимость к математической функции (то есть определить, какой формуле подчиняется исследованная экспериментальная кривая) с использованием компьютерных программ;
- произвести расчёт погрешностей.

ЛР первого и второго уровня сложности, как правило, составляют содержание фронтальных лабораторных работ.

ЛР третьего уровня сложности (в основном по исследованию нелинейных зависимостей) приближаются к вузовским.

3. Обработка результатов эксперимента в лабораторных работах спецпрактикума

Преобразовать классические ЛР второго уровня в ЛР спецпрактикума довольно просто, усложнив их задания, то есть включить 3-е задание по компьютерной аппроксимации графика математической зависимостью. Для этого учащиеся должны освоить *метод спрямления* в соответствующих координатах (т.е. найти координаты, в которых исследуемая зависимость превращается в линейную, и произвести построение).

ЛР спецпрактикума — ЛР третьего уровня сложности. Это наиболее сложные работы, в которых содержится задание не только построить какую-либо зависимость, но и выяснить математический вид этой зависимости. В таких работах надо аппроксимировать полученную экспериментальную кривую к математическому выражению методом спрямления.

Метод спрямления

Метод спрямления заключается в приведении исследуемой экспериментальной зависимости к линейному виду:

$$y = kx \quad \text{или} \quad b \pm kx. \quad (10.1)$$

Этот метод широко используется в науке для доказательства того, что экспериментальная зависимость, полученная исследователем, отвечает тому или иному закону. Его можно применять и, не имея возможности, аппроксимировать экспериментальные кривые с помощью компьютерных программ. Этот метод выводит ЛР на более высокий уровень. Его использование рекомендуется тем учителям, кто желает научить школьников глубоко постигать физические явления и вывести ряд ЛР на уровень маленького исследования.

Рассмотрим этот метод на примерах.

Применение метода спрямления к степенной функции

Пример 1. Известно, что вольт-амперная характеристика (ВАХ) вакуумного диода на начальном участке является степенной функцией, имеющей «законом трёх вторых» (закон Богуславского—Ленгмюра):

$$I = k U^{3/2}, \quad (10.2)$$

Обозначим $U^{3/2}$ через x , тогда зависимость (10.2) будет иметь вид

$$I = kx. \quad (10.3)$$

Уравнение (10.3) — это линейная зависимость, график которой имеет вид (рис. 10.2).

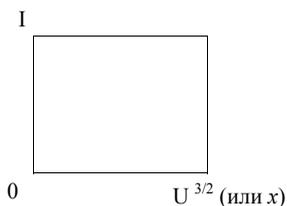


Рис. 10.2. Спрямление графика «закона трёх вторых» в координатах $I = f(U^{3/2})$

Если экспериментальные точки хорошо ложатся на прямую, то есть эффект спрямления прослеживается, значит «закон трёх вторых» справедлив.

Затем, применив пакет Excel для аппроксимации полученной зависимости линейной функцией, учащиеся убеждаются в том, с какой степенью достоверности выполняется «закон трёх вторых» на начальном участке вольтамперной характеристики диода. Степень соответствия определяет коэффициент регрессии.

При выполнении ЛР «Исследование гармонических колебаний математического маятника» по экспериментальным данным вычисляется величина периода колебаний в зависимости T от длины подвеса l :

$$T = 2\pi\sqrt{l/g} \quad (10.4)$$

и строится график зависимости $T(l)$. Затем учащиеся строят спрямлённый график в координатах $T = f(l^{1/2})$ или $T^2 = f(l)$ (рис. 10.3). Спрямление свидетельствует о справедливости математической формулы (10.4).



Рис. 10.3. График зависимости $T^2 = f(l)$ для математического маятника

Более того, из этого графика по углу его наклона можно определить экспериментальное значение ускорения свободного падения: $y = 5,1764 x$ — уравнение аппроксимирующей прямой. Тогда $T^2 = 5,1764 l$. Следовательно, $g = (4\pi^2 l)/T^2$ или $g = 4\pi^2/5,1764 \approx 8,1$ м/с. Среднее значение ускорения $g = 8,033 \pm 2,079$. Табличное значение $g = 9,8$ входит в этот интервал. Значит, полученный результат можно считать верным с учетом случайных ошибок в измерениях.

Подобные стереотипные задания включаются в другие ЛР, входящих в спецпрактикум: «Изучение равноускоренного движения с помощью прибора Атвуда» (спрямление параболической зависимости перемещения от времени $s(t)$ в координатах $s = f(t^2)$), «Исследование гармонических колебаний пружинного маятника» и др.

Применение метода спрямления к гиперболической зависимости

Рассмотрим применение метода спрямления к гиперболе, смещённой относительно оси ординат (рис. 10.4).

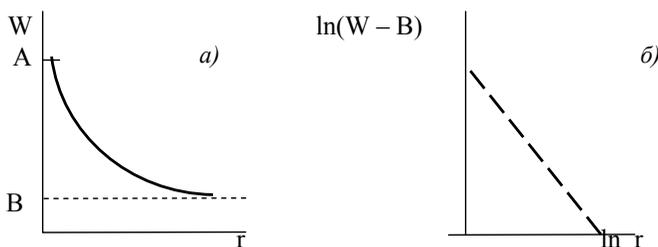


Рис. 10.4. Гипербола (а) и «спрямленная» гиперболическая зависимость в двойном логарифмическом масштабе (б)

Исследуем функцию вида:

$$W = B + A / r^\beta, \quad (10.5)$$

где B — постоянная при r , стремящемся к бесконечности, $W = B$.

1. Перенесём постоянную B в левую часть уравнения

$$W - B = A / r^\beta. \quad (10.5a)$$

2. Прологарифмируем зависимость (10.6):

$$\ln(W - B) = \ln A - \beta \ln r. \quad (10.6)$$

3. Обозначим $\ln(W - B) = y$; $\ln A = b = \text{const}$; $\ln r = x$.

Представим функцию (10.6) в виде: $y = b - \beta x$ (10.7)

Уравнение (10.6) — это линейная функция вида (10.7). Только по оси ординат откладывается $\ln(W - B)$ (рис. 10.4, б).

Применение метода спрямления к экспоненциальной зависимости

Пример 1. В качестве примера приведем механизм спрямления экспоненциальной зависимости сопротивления термистора от температуры лабораторной работы «Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводников». Известно, что зависимость сопротивления полупроводников от температуры $R(T)$ определяется формулой:

$$R = R_0 \exp\left(\frac{E}{2kT}\right), \quad (10.8)$$

где $k = 8,6 \cdot 10^{-5}$, эВ/К.

Экспериментальный график этой зависимости учащиеся выстраивают, исследуя эту характеристику для термистора (рис. 10.5).

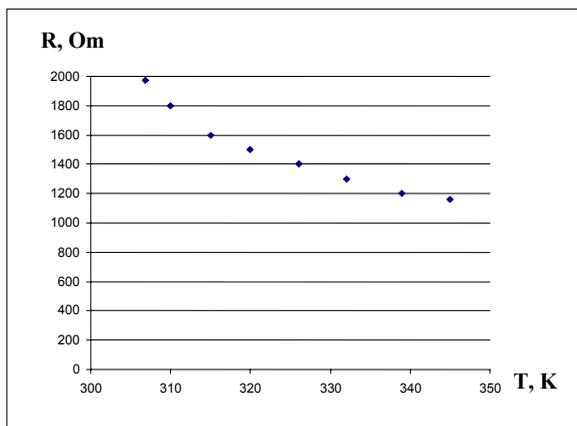


Рис. 10.5. Зависимость сопротивления полупроводника от температуры

Прологарифмируем выражение (10.8):

$$\ln R = \ln R_0 + \frac{E}{2kT}. \quad (10.9)$$

Представим функцию (10.9) в виде

$$y = a + b / T, \text{ где } b = E / 2k \quad (10.10)$$

Эту функцию можно привести к прямо пропорциональной, если обозначить $1/T$ через x , тогда зависимость (10.9) превращается в известную линейную:

$$y = a + bx.$$

Перестроив график $R(T)$ в координатах $\ln R = f(1/T)$, учащиеся получают прямую (рис. 10.6), что является доказательством того факта, что температурная зависимость $R(T)$ полупроводников описывается формулой (10.9).

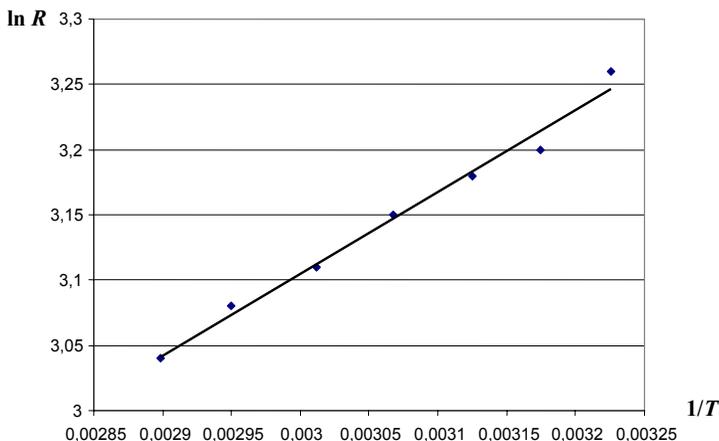


Рис. 10.6. Спрямление функции (10.9) в координатах $\ln R = f(1/T)$

По графику учащиеся также определяют энергию E , требующуюся для образования электронно-дырочной пары: $E = tg\alpha \cdot 2k$.

$$tg\alpha = \frac{\ln R_1 - \ln R_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} = \frac{E}{2k}, \text{ тогда } E = \frac{\ln R_1 - \ln R_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \cdot 2k = 0,07 \text{ (Эв)}. \quad (10.11)$$

Пример 2.

Рассмотрим эту процедуру на примере вольт-амперной характеристики (ВАХ) вакуумного или полупроводникового диода, которая имеет вид (рис. 10.7, а):

$$I = I_0 [\exp(+eU/kT) - 1] \text{ — прямое включение;} \quad (10.12)$$

$$I = I_0 [\exp(-eU/kT) - 1] \text{ — обратное включение,} \quad (10.13)$$

где e — заряд электрона, U — напряжение, k — постоянная Больцмана, T — температура.

А. Прямое включение.

Преобразуем (10.12):

$$I / I_0 = \exp(+eU/kT) - 1$$

или:

$$I / I_0 + 1 = \exp(+eU/kT). \quad (10.14)$$

Прологарифмируем (10.14):

$$\ln(I / I_0 + 1) = eU/kT.$$

Так как $T = \text{const}$, $e = \text{const}$, $k = \text{const}$, то $e/kT = \text{const}$, тогда

$$\ln(I / I_0 + 1) = \text{const } U. \quad (10.15)$$

На рисунке 10.7 представлены графики прямой ветки ВАХ полупроводникового диода: в обычных координатах $I = f(U)$ (а) и в координатах $\ln(I / I_0 + 1) = f(U)$ (б) из отчёта по лабораторной работе «Исследование полупроводникового диода».

Тогда график зависимости (10.15) будет представлять из себя прямую линию, т.е. график функции $y \sim x$.

По рисунку 10.7, б учащиеся убеждаются, что зависимость $I(U)$ действительно является экспоненциальной.

Б. Обратное включение

Формула ВАХ обратного включения:

$$I = I_0 [\exp(-eU/kT) - 1]. \quad (10.16)$$

Преобразовав (10.16) и произведя логарифмирование, получим выражение

$$\ln(I / I_0 + 1) = -\text{const } U,$$

которое представляет собой линейную зависимость вида $y = -kx$ (рис. 10.8).

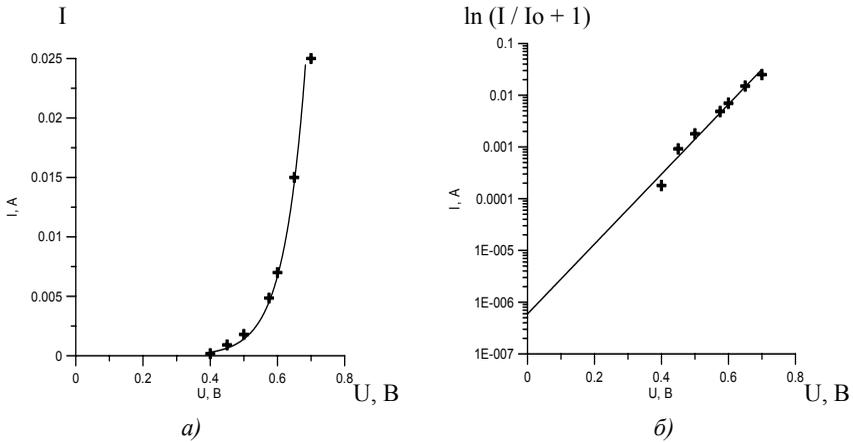


Рис. 10.7. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода (прямое включение): а) в обычных координатах $I = f(U)$; б) спрямлённая вольт-амперная характеристика в координатах $\ln(I/I_0 + 1) = f(U)$

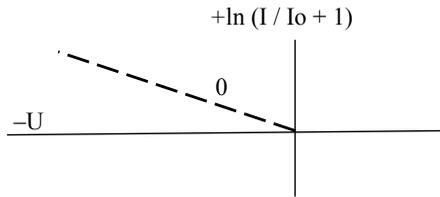


Рис. 10.8. Спрямление обратной ветви ВАХ полупроводникового диода в координатах $\ln(I/I_0 + 1) = f(-U)$

Подобные стереотипные задания могут содержаться и в других ЛР, например «Исследование поляризации света», в которой учащиеся проверяют закон Малюса $I = I_0 \cos^2 \varphi$, перестраивая зависимость интенсивности света I , выходящего из анализатора, от косинуса угла φ между осями поляризатора и анализатора в координатах $I = f(\cos^2 \varphi)$.

Таким образом, компьютерная обработка в анализе экспериментальных данных позволяет учащимся более детально исследовать задачу ЛР, приучает их оформлять ЛР в виде маленького, но логически завершённого исследования, в котором присутствуют все компоненты исследовательской

работы: от постановки задачи до анализа результатов с указанием степени достоверности.

Исследовательский подход к выполнению лабораторных работ СФП улучшает качество усвоения теоретического материала, прививает учащимся навыки научной работы и элементы исследовательской культуры, способствует повышению мотиваций к изучению физики.

4. Правила построения графиков в лабораторных работах

1. *Первое правило*, обеспечивающие информативность графика, — это правильный выбор масштаба по осям координат.

Перед построением графика обычно составляют таблицу измерительных значений величин.

Во-первых, масштабы по осям выбирают так, чтобы весь интересный интервал измерений значений величин был отражен на графике.

Во-вторых, каждое деление шкалы (например, клетка миллиметровой бумаги) должно соответствовать целому или какой-нибудь не очень сложной доле значения величины, откладываемой по осям. Это позволит легко откладывать результаты по осям координат и считывать их.

2. *Второе правило* касается проведения линий через отмеченные на них экспериментальные точки. Получающиеся при этом кривые должны быть плавными и проходить между экспериментальными точками. Нельзя соединять точки отрезками прямых. Необходимо, чтобы точки размещались по обе стороны кривой примерно на равных расстояниях. Можно также засечками (черточками) отмечать разбросы значений измерительных величин, обусловленные возможными ошибками измерений.

Примеры правильного (кривая 1) и неправильного (кривая 2) проведения кривых через экспериментальные точки приведены на рисунке 10.9.

3. *Третье правило* — это указание всех необходимых сведений, которые относятся к процессу измерения: даты измерения, фамилии проводившего измерение (на титульном листе). На графике надо указывать, какие величины и в каких единицах измерения отложены по осям. Под графиком следует дать название рисунка.

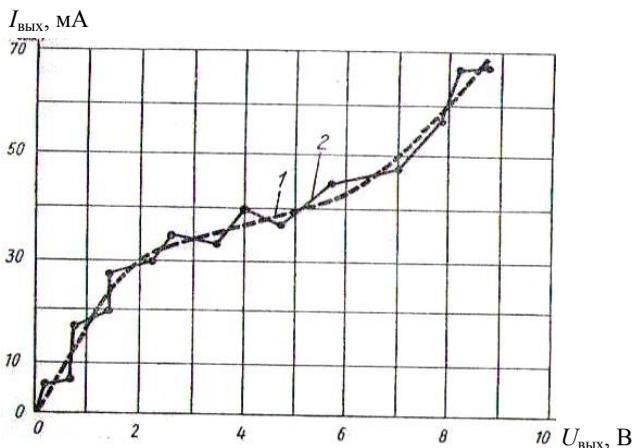


Рис. 10.9. Построение графика по экспериментальным точкам:
1 — верно; 2 — неверно

В заключении учащиеся описывают результаты работы и делают выводы на основе полученных результатов.

5. Организация физического спецпрактикума в школе

Физический практикум в программу по физике был введен только в 1957 г., хотя передовые учителя начали проводить физический практикум значительно раньше. Практически этот вид занятий стал внедряться после того, как были разработаны необходимое оборудование, методика проведения этих работ.

Физический практикум проводится с целью повторения, углубления, расширения и обобщения полученных знаний из разных тем курса физики; развития и совершенствования у учащихся экспериментальных умений путем использования более сложного оборудования, более сложного эксперимента; формирования у них самостоятельности при решении задач, связанных с экспериментом. Физпрактикум не связан по времени с изучаемым материалом, он проводится, как правило, в конце учебного года, иногда — в конце первого и второго полугодий, и включает серию опытов по той или иной теме.

Смена работ в бригадах делается по специально составленному скользящему графику. Составляя график, учитывают число учащихся в классе, число работ практикума, наличие оборудования. В таблице 10.1 приведен пример такого графика, составленный исходя из следующих данных: в классе 30 учащихся, в каждой подгруппе — 15, работают за установкой по 3 человека, всего 5 бригад. В практикум входят 5 работ, каждая лабораторная работа должна быть представлена в трех экземплярах. Необходимо строгое соблюдение графика — это важный принцип эффективной организации практикума.

Таблица 10.1

Скользящий график работ

(Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы, 2000, с. 339)

№ занятия	Бригада														
	1			2			3			4			5		
I	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
II	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	1	1	1
III	3	3	3	4	4	4	5	5	5	3	3	3	2	2	2
IV	4	4	4	5	5	5	1	1	1	2	2	2	3	3	3
V	5	5	5	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4

Номера ЛР

На каждую работу физического практикума отводятся 2 учебных часа, что требует введения в расписание сдвоенных уроков по физике. Это представляет затруднения. По этой причине и из-за недостатка необходимого оборудования практикуют одночасовые работы физического практикума. Следует отметить, что предпочтительными являются двухчасовые работы, поскольку работы практикума сложнее, чем фронтальные лабораторные работы, выполняются они на более сложном оборудовании, причем доля самостоятельного участия учеников значительно больше, чем в случае фронтальных лабораторных работ.

Физические практикумы предусмотрены в основном программами 9—11 классов. В каждом классе на практикум отводится примерно 10 часов учебного времени.

На первом занятии предусматривается проведение вводной беседы по следующему плану:

- задачи практикума;
- содержание практикума;

- организация работы;
- приемы измерений и вычисление погрешностей;
- требование к отчетам;
- правила безопасного труда.

Методическая разработка к ЛР, которую готовит учитель по каждой работе, должна содержать: *название, цель (познавательную задачу), список приборов и оборудования, краткую теорию, описание неизвестных учащимся приборов, план выполнения работы, требование к отчету.*

В зависимости от уровня экспериментальных умений учащихся те или иные элементы инструкции опускаются. Целесообразно составлять инструкцию в трех вариантах, рассчитанных на разную степень самостоятельности учащихся, с включением в них дополнительных заданий для успешно занимающихся учащихся.

Отчет учащихся о работе должен содержать: *название работы, цель работы, список приборов, схему или рисунки установки, план выполнения работы, таблицу результатов, формулы, по которым вычислялись значения величин, вычисления погрешностей измерений, выводы.*

При оценке работы учащихся в практикуме следует учитывать их подготовку к работе, отчет о работе, уровень сформированности умений, понимание теоретического материала, используемых методов экспериментального исследования.

Учитель может выставлять оценку за каждую работу, за группу близких по тематике работ, одну оценку за весь практикум.

Для проведения практикума используется специальное оборудование, оно более сложное, чем для фронтальных работ, более точное. В кабинете следует иметь по 2—3 комплекта оборудования для каждой работы практикума. Комплектуется и хранится оборудование по работам; оно может быть собрано в специальные ящики, подобные укладкам для приборов к фронтальным лабораторным работам.

Проведение практикума так же, как и фронтальных лабораторных работ, включает три этапа: подготовку, выполнение, подведение итогов. Деятельность, которая выполняется учителем и учащимися на этих этапах, представлена в модифицированной таблице (табл. 10.2) из учебника по методике обучения физике (Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы, 2000, с. 339).

Методика проведения занятия на спецпрактикуме

(Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы, 2000, с. 339)

Этап	Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Подготовка	1. Подготовка оборудования. 2. Выполнение работ, определение погрешности, оптимальной методики выполнения эксперимента. 3. Подготовка описаний-инструкций. 4. Составление графика работы	Готовятся в соответствии с графиком: повторение теоретического материала; знакомство (повторение) с теорией соответствующего эксперимента (приборы и установка, правила пользования приборами, методика проведения эксперимента); оформление тетради
Выполнение	1. Проверка подготовленности учащихся к выполнению работ. 2. Наблюдение за работой учащихся	1. Отчет о подготовке к выполнению работы. 2. Самостоятельное выполнение работы либо по готовой инструкции, либо самостоятельно разработанной. 3. Вычисление погрешностей измерений, анализ результатов
Подведение итогов	1. Проверка и оценка работы учащихся. 2. Рефлексия	1. Подготовка и представление отчета о работе. Результаты и выводы. 2. Рефлексия

Следует отличать выводы от результатов, полученных при выполнении работы. Как правило, учащиеся в выводах пишут содержание проделанной работы и её итоги. Это ошибка. Выводами следует считать, то, что следует из результатов, в чём они убеждаются. Например, в лабораторной работе «Исследование поверхностного натяжения жидкости» учащиеся измеряют коэффициент поверхностного натяжения (КПН) воды трижды, меняя длину петли. Получают значение коэффициента. Строят линейный график зависимости силы натяжения от длины петли. Измеряют КПН для мыльного раствора, раствора соли и горячей воды.

В результатах следует написать:

1) Проведено измерение КПН и получено его численное значение:

Среднее значение $\langle \alpha \rangle \pm \Delta \alpha = \dots\dots\dots$

2) Построен линейный график зависимости $F_{\text{н}} = f(l)$.

Из результатов следуют **выводы**:

1) КПН не зависит от длины петли (границы свободной поверхности жидкости) и не зависит от F_n , так как это коэффициент пропорциональности в линейном законе $F_n = f(l)$; отношение F_n / l остаётся постоянным;

2) КПН зависит от природы жидкости и её состояния.

Правильность формулировок выводов способствует формированию понятийного мышления.

6. Особенности организации физического спецпрактикума в вузе

Физика по-прежнему сохраняет роль лидера естествознания, определяя стиль и уровень научного мышления человечества. Именно физика наиболее полно демонстрирует способность человеческого разума к анализу любой сложной ситуации, введению языка для описания этой ситуации, выявлению ее фундаментальных качественных и количественных аспектов и доведению уровня понимания до возможности теоретического предсказания характера и результатов ее развития во времени.

Процесс изучения курса физики в высшей школе является сложным и многогранным процессом, состоящим из основных направлений: лекционные занятия, практические занятия и лабораторный практикум. Лабораторные работы (ЛР) являются одним из важных звеньев учебного процесса. При изучении курса физики, физических законов и закономерностей крайне важна экспериментальная работа, экспериментальные исследования. Безусловно, лабораторный практикум в вузе должен быть многоуровневым, содержащим ЛР разного уровня, различающиеся сложностью решаемых предметных и дидактических задач, методикой их проведения.

Роль ЛР следующая. На лабораторных занятиях студенты:

- получают навыки экспериментальной работы, учатся обращаться с различными приборами, пользоваться измерительными приборами;
- учатся обрабатывать полученные результаты, пользоваться справочной литературой;
- учатся самостоятельно делать выводы из полученных опытных данных.

На лабораторных занятиях осуществляется:

- интеграция теоретико-методологических знаний и практических умений студентов в условиях той или иной степени близости к реальной профессиональной деятельности;
- обеспечение наиболее благоприятных условий для учебно-исследовательской деятельности, развития творческого потенциала студентов;
- развитие умений работать самостоятельно;
- активизация познавательной деятельности студентов;
- регулярная работа в течение всего семестра, способствующая развитию навыков систематической работы.

Все это способствует более глубокому, полному и осознанному пониманию теоретического материала.

Но, несмотря на важность лабораторного практикума в процессе изучения физики, многие преподаватели встречаются с рядом проблем, основными является следующие:

- отсутствие заинтересованности, пассивность со стороны студентов при выполнении лабораторного практикума. Студенты с нежеланием посещают данные занятия, считая, что на этих занятиях можно ничего не делать, а затем списать полученные данные и результаты лабораторной работы; неосознанно и безынициативно выполняют работы;
- несерьезно относятся к защите, сдаче выполненной лабораторной работы преподавателю;
- ряд проблем, связанных с материальным обеспечением физических лабораторий, в которых осуществляется лабораторный практикум.

В лекции мы ограничиваемся обсуждением вопроса организации проведения физического лабораторного практикума с методической точки зрения, не учитывая третий вид проблем.

Ниже изложена традиционная методика проведения лабораторного практикума в высшей школе при изучении курса физики.

В проведении лабораторных работ выделяются следующие этапы занятия:

- I. Допуск к ЛР, включающий: а) проверочный тест и б) проверку бланка отчёта ЛР.
- II. Выполнение лабораторной работы.
- III. Оформление лабораторной работы.
- IV. Защита лабораторной работы (сделанной на текущем занятии).

Рассмотрим эти этапы подробнее (Семенюк, 2011).

V. Домашнее задание.

I. Допуск к ЛР.

а) В начале лабораторного занятия выполняется проверочный теоретический тест, состоящий из 5 вопросов. Цель проводимого теста заключается в определении степени подготовленности студента к данной лабораторной работе, владение им теоретическим материалом выполняемой работы. Тест должен содержать теоретические вопросы уровня воспроизведения, в которых отражается основное содержание и смысл данной проводимой работы. Подготовка к данному тесту должна помочь студенту в раскрытии смысла проводимого эксперимента, оценить особенности выполняемой лабораторной работы и ее специфику, а также обозначить итоговые результаты эксперимента. Данный проверочный тест можно проводить как в устной форме, так и в письменной (на усмотрение преподавателя). Идеально, если данный тест проводится с помощью компьютерного тестирования, который сразу оценивает подготовленность студента. Данный теоретический тест является своеобразным допуском к лабораторной работе: если студент показывает плохие результаты по подготовке теоретического материала, он не допускается к выполнению эксперимента. На данный этап занятия отводится от 5 до 15 минут.

б) Затем у каждого студента проверяется наличие бланка лабораторной работы, который представляет собой план-конспект лабораторной работы со всеми основными таблицами, законами и графиками. При отсутствии бланка лабораторной работы студент также не допускается к выполнению работы. Данное требование вводится в основном для экономии времени при выполнении лабораторной работы.

II. Выполнение ЛР. Следующим основным этапом занятия является выполнение работы. Группа студентов разбивается на пары по 2 человека (число студентов в группе может варьироваться от 2 до 5 человек в зависимости от количества проводимых работ и от общего числа студентов в группе). Но мы рекомендуем создавать группы студентов для выполнения лабораторной работы не более 5 человек, в этом случае вероятность, что кто-то из студентов будет бездельничать, очень велика. После разбивки студентов на группы приступают к выполнению лабораторного эксперимента согласно предписаниям данной лабораторной работы. В зависимо-

сти от сложности выполняемой ЛР обычно на данный этап занятия выделяют от 30 до 40 минут рабочего времени.

III. Оформление ЛР. Оформление работы включает проведение соответствующих расчетов, построение графиков (если это определено в задании проводимого эксперимента), подведение и оформление выводов. Оформление ЛР производится каждым студентом индивидуально, в специальной тетради, в которой выполняются только лабораторные занятия. На этот этап занятия отводится до 15 минут рабочего времени. После выполнения и оформления отчет с результатами ЛР сдается на проверку преподавателю.

IV. Защита ЛР. Заключительным этапом занятия является защита ЛР. Данный этап занятия проводится в виде индивидуальной беседы преподавателя и студента. Собеседование может проводиться также в виде тестирования, в форме устного собеседования или письменного опроса. Выбор той или иной формы контроля главным образом определяется количеством студентов в группе, общей подготовленностью студентов, уровнем развитых навыков и способностей студентов. Следует отметить, что данный этап лабораторного занятия является самым напряженным и интенсивным, так как за небольшой промежуток времени преподаватель должен оценить степень усвоения студентом лабораторного материала, определить уровень понимания изученного материала, выявить недостатки и пробелы в знаниях студента по данной тематике, а также проверить произведенные вычисления в соответствии с требованиями выполняемой работы, оценить правильность сформулированных выводов по окончанию эксперимента. Конечно, такую защиту лучше проводить в виде компьютерного тестирования, по окончании которого студенту выставляется итоговая оценка за выполнение данной ЛР. В случае, если такой возможности нет, можно провести устную беседу со студентом, которая может состоять из теоретических вопросов на знание основных законов, закономерностей и формул, на основании которых проводится данный эксперимент или же в подтверждение которых проводилась данная ЛР.

По окончании защиты ЛР преподаватель определяет, сдана или не сдана данная работа, выставляет оценку согласно требованиям вуза. В случае, если студент не защищает выполненную работу, ее сдача переносится на следующее лабораторное занятие, и на усмотрение преподавателя и по

желанию студента следующее занятие студент может начать не с проверочного теста к новой ЛР, а с защиты старой, несданной ЛР. Накопление студентом несданных ЛР ведет к снижению возможности получения вовремя зачета по физике и, соответственно, несвоевременному выходу студента на экзаменационную сессию.

Студенты, как правило, проводят защиту ЛР, сделанной на предыдущем занятии. Однако преподавателю надо стремиться к модели занятия, на котором выполнены все его задачи.

В заключение студенты получают домашнее задание с названием следующей лабораторной работы, списком литературы, которую необходимо изучить к следующему лабораторному занятию (см. табл. 10.3).

Таблица 10.3

План лабораторного занятия по физике (Семенюк, 2011 и др.)

Этапы	Структура лабораторного занятия	Содержание этапа занятия	Время, отводимое на соответствующий этап лабораторного занятия на подгруппу (группу)
I	1.1. Проверочный тест; 1.2. Проверка наличия бланка лабораторной работы	5 теоретических вопросов	5—15 мин 3—5 мин
II	Выполнение лабораторной работы		30—40 мин
III	Оформление лабораторной работы		15 мин
IV	Защита лабораторной работы	5-7 теоретических вопросов	20—30 мин
V	Задание на дом	Название следующей ЛР и литература для подготовки к ней	3 мин

Методика проведения лабораторных работ создает эффективные условия для стимуляции приобретения знаний, заставляющие студентов во время семестра систематически изучать теоретические вопросы дисциплины, регулярно готовиться к занятиям.

Преподаватель обязан в достаточно ограниченный промежуток времени в пределах данного занятия оценить знания каждого студента индивидуально дважды — приняв допуск и защиту ЛР по теории, что зависит от методической подготовки преподавателя и средств его УМК.

Преподавателю не следует забывать, что лабораторное занятие является полноправной формой обучения, такой же, как лекция и семинар, и на нём должны быть выполнены все задачи, в том числе эксперимент.

7. Домашние экспериментальные работы

Домашние лабораторные работы — простейший самостоятельный эксперимент, который выполняется учащимися дома, вне школы, без непосредственного контроля со стороны учителя за ходом работы.

Главная задача экспериментальных работ этого вида:

- формирование умения наблюдать физические явления в природе и быту;
- формирование умения выполнять измерения с помощью измерительных средств, использующихся в быту;
- формирование интереса к эксперименту и к изучению физики;
- формирование самостоятельности и активности.

Домашние лабораторные работы могут быть классифицированы в зависимости от используемого при их выполнении оборудования:

- работы, в которых используются предметы домашнего обихода и подручные материалы (мерный стакан, рулетка, бытовые весы и т.п.);
- работы, в которых используются самодельные приборы (рычажные весы, электроскоп и др.);
- работы, выполняемые на приборах, выпускаемых промышленностью.

Уже достаточно давно учащимся рекомендовано иметь домашнюю лабораторию. В нее включались в первую очередь линейки, мензурка, воронка, весы, разновесы, динамометр, трибометр, магнит, часы с секундной стрелкой, железные опилки, трубки, провода, батарейка, лампочка. Однако, несмотря на то, что в набор включены весьма простые приборы, это предложение не получило распространения.

Для организации домашней экспериментальной работы учащихся можно использовать так называемую мини-лабораторию, предложенную учителем-методистом Е.С. Обьедковым, в которую входят многие предметы домашнего обихода (бутылочки от пенициллина, резинки, пипетки, линейки и т.п.), что доступно практически каждому школьнику. Е.С. Обьед-

ков разработал весьма большое число интересных и полезных опытов с этим оборудованием.

Кроме того, промышленностью выпускаются различные конструкторы (по оптике, электричеству, электромагнетизму), которые могут быть использованы для домашнего эксперимента.

В последнее время появились фирмы, выпускающие школьное оборудование в виде как комплектов, так и отдельных приборов. Простейшие из этих приборов могут оказаться доступными для личного приобретения учащимися и войти в состав домашней лаборатории.

Появилась также возможность использовать ЭВМ для проведения в домашних условиях модельного эксперимента. Понятно, что соответствующие задания могут быть предложены тем учащимся, у которых дома есть компьютер и программно-педагогические средства.

Таким образом, в настоящее время имеются большие возможности для организации домашней экспериментальной работы учащихся. Наибольший интерес она вызывает у учащихся основной школы, которым могут быть предложены, например, следующие работы:

- измерение скорости равномерного движения;
- измерение вместимости сосуда;
- измерение толщины листа бумаги;
- измерение работы электрического тока;
- выращивание кристаллов;
- наблюдение зависимости скорости диффузии от температуры;
- наблюдение интерференции в тонких мыльных плёнках и т.п.

Учащимся старших классов целесообразно предлагать работы более высокого уровня: конструкторские, исследовательские.

Результаты выполненных работ должны быть соответствующим образом оформлены (так, как это делается при выполнении фронтальных лабораторных работ). Их следует обязательно обсудить и проанализировать на уроке.

Словарь терминов

Измерение — соотнесение свойств объектов или явлений с эталоном, с числами, осуществляемое по определённым правилам.

Библиография

1. *Гурина Р. В.* Учебно-исследовательский эксперимент по физике с компьютерной обработкой результатов: лабораторный практикум. Методические рекомендации для учителей физики профильных физико-математических классов. — Ульяновск : УЛГУ, 2007. — 48 с.
2. *Гурина Р. В., Гончар Л. И.* Применение пакета Excel при оформлении лабораторных работ по физике // Преподавание физики в высшей школе. — 2006. — № 32. — М. : МПГУ Международная акад. наук пед. образования. — С. 72—75.
3. Методика преподавания физики в 8—10 классах средней школы. Ч. 1 / В. П. Орехов, А. А. Усова, И. К. Турышев и др. ; под ред. В. П. Орехова, А. В. Усовой. — М. : Просвещение, 1980. — 320 с.
4. *Объедков Е. С.* Ученический эксперимент на уроках физики. — М., 1996.
5. Практикум по физике в средней школе (пособие для учителей) / под ред. А. А. Покровского. — М., 1973.
6. Профессиональная педагогика : учеб. для студентов, обучающихся по пед. специальностям и направлениям. — М. : Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. — 512 с.
7. *Семенюк Е. А.* Организация лабораторного практикума при изучении физики в вузе // Педагогика: традиции и инновации: материалы Междунар. заочн. научн. конф. Челябинск, октябрь, 2011 г. Т. 1. — Челябинск : Два комсомольца, 2011. — С. 87—89.
8. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы : учеб. пособие для студентов пед. вузов / под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. — М. : Изд. Центр «Академия», 2000. — 368 с.
9. Теория и методика обучения физике в школе. Частные вопросы : учеб. пособие для студентов пед. вузов / под ред. С. Е. Каменецкого. — М. : Изд. Центр «Академия», 2000. — 384 с.
10. Философский словарь / под ред. И. Т. Фролова. — 7-е изд., перераб. и доп. — М. : Республика, 2001. — 719 с.
11. Формирование системного мышления в обучении / под ред. З. А. Решетовой. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. — 344 с.
12. *Ясюкова Л. А.* Тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра (IST). Методическое руководство. — СПб. : ИМАТОН, 2002. — 80 с.

Лекция 11

ОБУЧЕНИЕ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

1. *Классификация физических задач.*
2. *Аналитический и синтетический способы решения физических задач.*
3. *Технология решения физических задач с помощью алгоритмов.*
4. *Расчётно-графические задания.*
5. *Систематизация задачного материала.*
 - 5.1. *Систематизация как мыслительная операция.*
 - 5.2. *Систематизация задачного материала по нарастающей сложности.*
 - 5.3. *Систематизация графических задач из разных разделов с общим методом решения на обобщающих уроках повторения.*
6. *Представление формул в виде логических цепочек как приём.*
7. *Показатели решения физических задач.*
8. *Методика обучения решению олимпиадных задач В.С. Тейтельмана.*
9. *Культура физического чертежа.*

1. Классификация физических задач

Физическая задача (ФЗ) — это небольшая проблема, которая решается на основе методов физики путем логических умозаключений, физического эксперимента и логических действий.

Решение ФЗ имеет огромное значение для обучения, воспитания и развития учащихся. Обучение учащихся решению задач:

– формирует у них виды деятельности, связанные с применением знаний в конкретных ситуациях, способствует усвоению учащимися курса физики;

– воспитывает у учащихся личностные и профессиональные качества: настойчивость, волю, усидчивость, самостоятельность;

– развивает логическое мышление в процессе овладения учащимся эвристическими и алгоритмическими приемами решения.

ФЗ классифицируются по следующим основаниям:

- 1) содержанию;
- 2) форме выражения вопроса;
- 3) форме выражения ответа;
- 4) способам выражения условия в ФЗ;
- 5) способам решения ФЗ;
- 6) степени сложности;
- 7) способу логических операций, применяемых в решении ФЗ

(рис. 11.1).



Рис. 11.1. Основания классификации ФЗ

Рассмотрим виды задач в каждой классификации и поясним некоторые из них (рис. 11.2).

По способу решения ФЗ делятся на алгебраические и геометрические, вычислительные и графические, экспериментальные и качественные. Геометрический способ использует знания геометрии: действия с векторами, площади и объёмы фигур. Пример — решение задач на принцип суперпозиции, задачи из геометрической оптики. Графический способ решения задачи используется, когда объектом решения задачи является график. При этом графические задачи подразделяются на 2 вида: 1) график является условием задачи; 2) график надо построить в результате решения задачи.

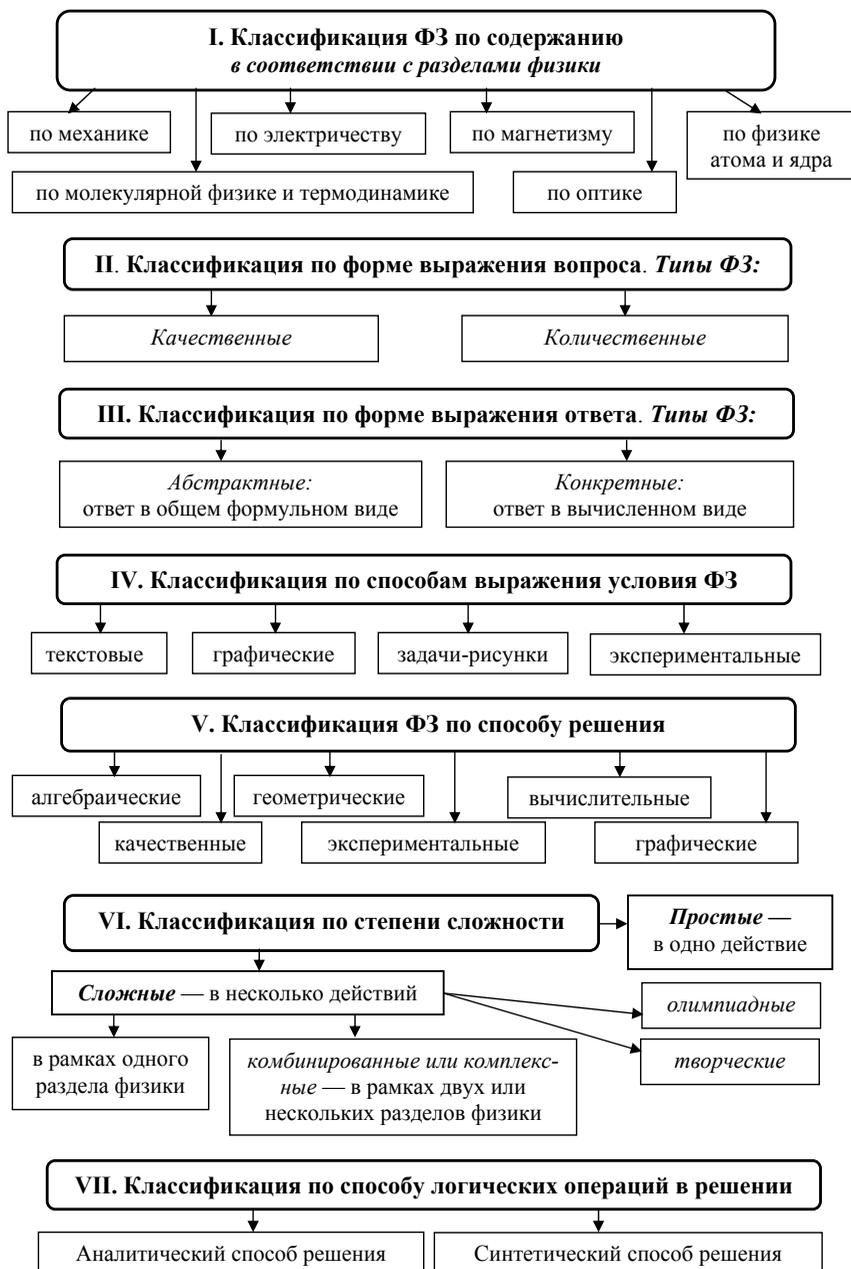


Рис. 11.2. Классификации ФЗ

Примером графических задач являются задачи на изопроцессы. Например, задача на нахождение работы при линейном процессе $P = kV$ (работа находится как площадь трапеции).

По степени сложности ФЗ делятся на простые и сложные. Сложность оценивается по числу операций, которые необходимо выполнить при ее решении. Простые задачи — тренировочные, требуют знания формул и единиц физических величин и сводятся к вычислению в одно действие. Сложные задачи — задачи, решение которых предполагает выполнение нескольких действий. К ним относятся и комбинированные и творческие, и олимпиадные. Задачи, в которых требуются сведения из двух или нескольких разделов физики, называются комплексными или комбинированными.

Рассмотрим последний класс задач более подробно.

2. Аналитический и синтетический способы решения физических задач

Логические приемы, осуществляемые при решении задач, включают *анализ* и *синтез*. По способу логических операций, используемых при решении задач, ФЗ делятся на *аналитические* и *синтетические*. Эти два приема в решении физических задач рассматриваются отдельно.

Как начать решать задачу?

Аналитический способ решения задач

При использовании аналитического приема решение задачи начинают с анализа вопроса: «Что надо найти?» (см. поясняющий рисунок 11.3).

1. Записывают формулу, в которую входит искомая величина (формула 11.1). Исходной формулой является формула нахождения искомой величины.

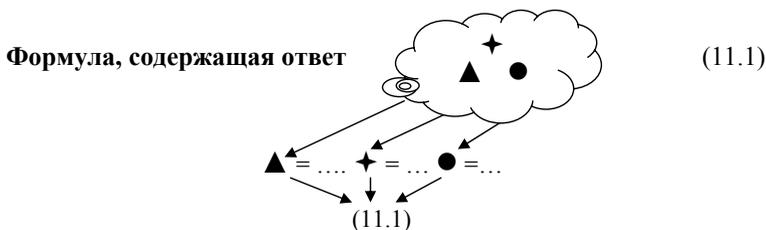


Рис. 11.3. К аналитическому способу решения задач

В сложных задачах, как правило, в эту формулу входят неизвестные физические величины ▲, ●, ✦.

2. Записывают формулы для величин, входящих в формулу (11.1), которые надо найти, используя данные в условии.

3. Последовательно находят эти величины (рис. 11.3).

4. Подставляют в исходную формулу (11.1).

Синтетический способ решения задач

Начинают с разбора условия и выясняют связи между величинами данных в условии задачи и работают с этими формулами до тех пор, пока в уравнениях, устанавливающих связи между величинами, данными в условии, не встретится искомая величина.

Рассмотрим решение конкретной задачи двумя способами.

Пример: Тело движется равномерно вверх по наклонной плоскости: h — высота, l — длина, μ — коэффициент трения. Найти к.п.д. наклонной плоскости (Теория и методика..., 2000).

После того, как записано условие задачи, сделан чертёж, расставлены силы, можно начать решение двумя путями.

Аналитический способ:

1) записать формулу КПД: $\eta = \frac{A_n}{A_0}$ (11.1)

2) Записать формулы для A_n и A_0 :

Полезная работа: $A_n = mgh$.

Общая, затраченная работа $A_0 = F_{\tau}L$, где F_{τ} — сила тяги.

3) Подставим их в (11.1):

$$\eta = \frac{mgh}{F_{\tau}L}. \quad (11.2)$$

4) Сила тяги неизвестна. Её найдём из уравнения динамики.

Запишем уравнение

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_{\tau} = 0. \quad (11.3)$$

Проецируем на оси и находим силу тяги:

$$F_{\tau} = mg(\sin\alpha + \mu \cos\alpha). \quad (11.4)$$

5) Подставляют найденную силу тяги (11.4) в уравнение (11.2) и находят КПД.

Синтетический способ:

Решение начинают с записи уравнения (11.3):

1) $m\bar{g} + \bar{N} + \bar{F}_{\text{тр}} + \bar{F}_{\text{T}} = 0$.

2) Находят силу тяги $F_{\text{T}} = mg(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)$.

3) Затем записывают уравнение для совершенной работы

$$A_0 = F_{\text{T}} L. \quad (11.4 \text{ а})$$

4) Выражают $\sin\alpha$ и $\cos\alpha$ через длину и высоту

$$\sin\alpha = \frac{h}{l}, \quad \cos\alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}. \quad (11.5)$$

5) Записывают формулу для полезной работы

$$A_n = mgh. \quad (11.6)$$

6) В конце записывают выражение для К.П.Д.

$$\eta = \frac{A_n}{A_0} \cdot 100\%. \quad (11.7)$$

$$\eta = \frac{mgh}{lmg(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)} = \frac{h}{l(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)}. \quad (11.8)$$

3. Технология решения физических задач с помощью алгоритмов

Технология обучения учащихся решению ФЗ — система приемов, реализация которых приводит к формированию у учащихся умений решать задачи.

Технология решения задачи — совокупность приемов и операций, выполнение которых приводит к ответу на вопрос задачи.

Процедура решения задач представляют собой последовательность определённых действий. **Процедура** — система последовательно осуществляемых операций, причём после любой операции либо не выполняется никаких операций, либо выполняется вполне определённая операция (Балл Г.А.).

Другими словами, процедура называется алгоритмической, если она состоит из эффективных операций и содержит только однозначно детерминированные разветвления.

Обучение учащихся решению стандартных физических задач (ФЗ) осуществляется с помощью алгоритмов — типовых стандартных ситуаций сценарного типа.

Общий алгоритм содержит последовательность действий, не зависящий от того, к какому разделу курса физики относится задача. Самый общий алгоритм организационного типа (нормативный алгоритм), отражающий формальный план решения любой ФЗ, выглядит так:

- 1-й этап — чтение и уяснение условия ФЗ;
- 2-й этап — краткая запись условия задачи;
- 3-й этап — перевод заданных значений физических величин в систему СИ;
- 4-й этап — анализ описания задачной ситуации (сопровождается рисунком или чертежом);
- 5-й этап — создание математической модели решения ФЗ (составление плана решения, запись уравнений, решение ФЗ в общем виде и получение общей формулы и ее проверка размерностью);
- 6-й этап — вычисления;
- 7-й этап — проверка ответа и его анализ.

Учащимся следует раздать схему общего алгоритма, которую они помещают в тетрадь для использования (рис. 11.4).



Рис. 11.4. Схема-фрейм общего алгоритма

Частный алгоритм относится к тому или иному разделу физики, фактически это алгоритм 5-го этапа — общепринятое выполнение в определенной последовательности элементарных операций для решения задач, принадлежащих к определенному классу или типу.

Общие и частные алгоритмы решения задач являются фреймами-сценариями. В алгоритме меняются лишь условия, цифровые данные, а действия остаются теми же от задачи к задаче.

Примеры частных алгоритмических предписаний решения задач

Пример 1. Тема «Динамика»

1. Сделать чертеж (размером 1/3-1/4 листа) с указанием всех сил, действующих на тело.

2. Написать уравнение Ньютона в векторной форме:

$$\sum \mathbf{F}_i = m\mathbf{a}; \text{ напр.: } \mathbf{F}_{\text{тяги}} + m\mathbf{g} + \mathbf{F}_{\text{тр}} + \mathbf{N} = m\mathbf{a} \quad (11.9)$$

3. Выбрать оси координат: x — по движению тела, $y \perp x$.

4. Спроецировать все силы на оси x : y :

5. Если есть сила трения, дописать 3-е уравнение: $\mathbf{F}_{\text{тр}} = \mu\mathbf{N}$.

6. Решить систему уравнений в проекциях и найти искомую величину.

Пример 2. Тема «Принцип суперпозиции электростатических полей»

1. Сделать чертеж, на котором указать векторы напряженностей электростатических полей $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2, \mathbf{E}_3, \dots, \mathbf{E}_n$, создаваемых зарядами $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ (начало всех векторов находится в точке, для которой надо найти значение результирующего вектора напряжённости).

2. Написать принцип суперпозиции в векторном виде:

$$\mathbf{E}_0 = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 + \dots + \mathbf{E}_n. \quad (11.10)$$

3. Геометрическим путем найти результирующий вектор \mathbf{E}_0 , изобразить его на чертеже и написать расчетную формулу для вычисления его величины на основании (11.10).

4. Найти величину напряжённости поля, создаваемого каждым зарядом $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2, \dots$, по формуле:

$$\mathbf{E}_i = kq_i / r^2, \text{ В/м.} \quad (11.11)$$

5. Подставить числа в расчетную формулу (11.11) и найти величину \mathbf{E}_0 .

В настоящее время общепризнано: сформировать умение решать задачи можно только с использованием алгоритмических методов. Это единственно верный путь.

4. Расчётно-графические задания

Каждое расчётно-графическое задание (РГЗ) включает несколько качественных графических и количественных задач. РГЗ составляются учителем к большинству тем. Деятельность учителя по организации занятий с РГЗ включает этапы:

1. К каждой теме учителем заготавливаются графики в количестве, равном числу учащихся (графики не имеют аналогов — каждый учащийся должен работать со своим графиком, чтобы исключить возможность списывания).

2. Составляется общее для всех учащихся задание, состоящее из нескольких конкретных задач или позиций (пунктов), и методические указания к выполнению задания.

Последовательность действий учителя и учеников по выполнению заданий следующая:

1. Все пункты задания записываются на доске.
2. Разбирается подробно пример выполнения РГЗ на доске с участием сильного учащегося.
3. Учитель раздаёт ученикам графики.
4. Учащиеся выполняют одно и то же задание по разным графикам, оформляя результат на рабочих листах. Учитель контролирует выполнение.
5. Учитель собирает рабочие листы, осуществляет проверку выполнения заданий (можно с привлечением учащихся). Оценки выставляются в журнал.

Ниже приведены примеры заданий по разным темам.

Тема: «Кинематика прямолинейного движения».

По этой теме предлагается две расчётно-графические работы.

РГЗ № 1. Пример. Дан график скорости тела $v_x(t)$, движущегося прямолинейно вдоль оси x (рис. 11.5). По заданному графику:

1. Определить характер движения на каждом участке.
2. Вычислить величину ускорения на каждом участке пути.
3. Начертить графики зависимостей:
 - а) ускорения от времени $a_x(t)$ с учётом проделанных вычислений;
 - б) пути от времени $s(t)$;
 - в) координаты от времени $x(t)$;
 - г) проекции вектора перемещения от времени $r(t)$.

РГЗ № 2. Пример. Дан график проекции перемещения $r_x(t)$, который состоит из участков парабол (рис. 11.6).

По заданному графику изобразить графически зависимости:

- а) проекции скорости от времени $v_x(t)$;
- б) проекции ускорения $a_x(t)$.

Учащиеся сдают рабочие листы с выполненным РГЗ по всем позициям, при этом получают графики в виде, представленном на рисунках 11.5, а, б (к РГЗ № 1) или 11.6, а, б (к РГЗ № 2).

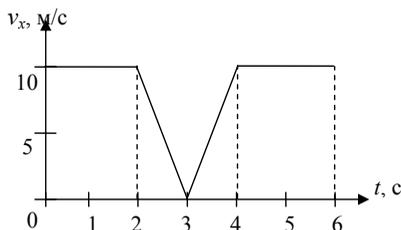


Рис. 11.5. К примеру в РГЗ № 1

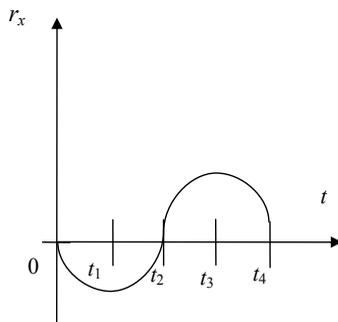


Рис. 11.6. К примеру в РГЗ № 2

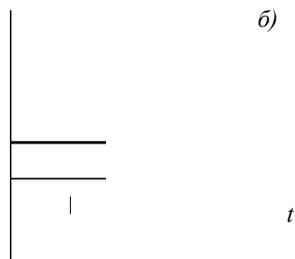
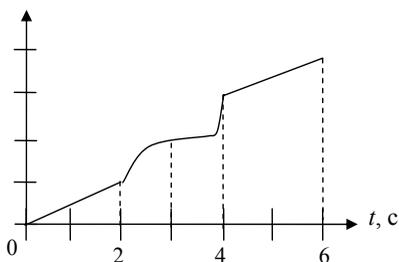
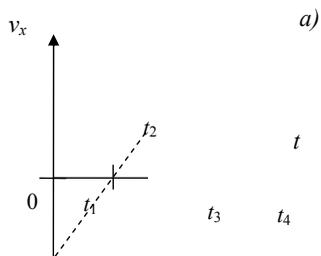
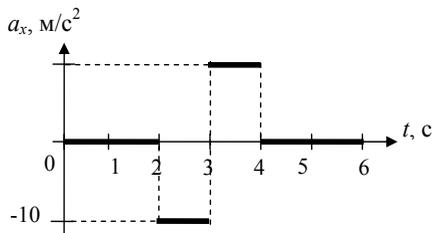


Рис. 11.5, а, б. К примеру РГЗ № 1

Рис. 11.6, а, б. К примеру РГЗ № 2

Тема: «Молекулярная физика и термодинамика».

К данной теме предлагается две расчётно-графические работы.

РГЗ № 1. Пример. Идеальный газ постоянной массы участвует в круговом процессе (цикле), изображенном в координатах P, V на рисунке 11.7.

Газ CO , $m = 56 \text{ г}$

V

Рис. 11.7. Цикл в координатах P, V
(к РГЗ № 1)

Задание:

- 1) Найти массу молекулы газа.
- 2) Назвать каждый из процессов цикла и дать их математическое выражение.
- 3) Изобразить цикл в двух других координатах (в данном случае P, T и V, T).

РГЗ № 2. Пример. Идеальный газ постоянной массы участвует в круговом процессе (цикле), изображенном в координатах P, T на рисунке 11.8.

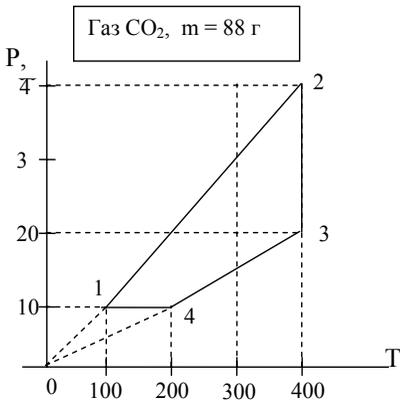


Рис. 11.8. Цикл в координатах P, T
(к РГЗ № 2)

Задание:

- 1) Назвать, какой из процессов отражает каждый участок цикла и дать их математическое выражение.
- 2) Вычислить работу газа на каждом участке цикла и за весь цикл.
- 3) Вычислить изменение внутренней энергии на каждом участке цикла и за весь цикл.
- 4) Вычислить количество теплоты, принимаемой (отдаваемой) системой на каждом участке цикла. Изобразить стрелками на графике, на каких участках цикла газ получает, а на каких отдаёт тепло.
- 5) Вычислить КПД цикла.

К теме «Гармонические колебания» каждому учащемуся даётся график гармонического колебательного процесса $y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ или $y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$ материальной точки, при этом параметры A , период T , φ_0 можно определить из графика. Учащиеся выполняют следующие задания:

- 1) определить период, круговую частоту, амплитуду и начальную фазу колебания;
- 2) написать уравнение данного колебания;
- 3) написать уравнение зависимости скорости колеблющейся материальной точки (МТ) от времени и изобразить графически;
- 4) написать уравнение зависимости ускорения колеблющейся МТ от времени и изобразить графически;
- 5) определить максимальную скорость и ускорение МТ.

Эффективность обучения решению ФЗ при использовании такой формы, как РГЗ, обеспечивается за счёт самообучения учащихся: учащиеся активно общаются друг с другом, помогая друг другу, сравнивая друг у друга задания и решения, охватывая результаты решений других вариантов заданий, прежде чем решат своё.

Систематически применяющиеся расчётно-графические работы, выполнение которых рассчитано на 5—15 минут, являются эффективным средством контроля знаний, позволяющим интенсивно накапливать оценки.

5. Систематизация задачного материала

5.1. Систематизация как мыслительная операция

Систематизация — мыслительная деятельность, в процессе которой изучаемые объекты организуются в определенную систему на основе выбранного принципа или признака. При этом активизируются такие виды мыслительной деятельности, как *анализ и синтез, сравнение, классификация*, в результате которых учащиеся:

- устанавливают причинно-следственные связи между компонентами;
- устанавливают структурные связи между элементами;
- группируют объекты в соответствии с выделенными признаками;
- выделяют сходство и различие объектов.

Классификация — вид СЗ, при котором объединение объектов происходит на базе определенных существенных принципов, при этом выделяется существенное, общее, что объединяет объекты в систему (родовые признаки) и их специфические различия (видовые признаки). Методологи-

ческая основа систематизации знаний учащихся — *системный подход*, позволяющий:

- дать общее представление о процессе, явлении, объекте;
- разделить его на компоненты, установить связи между ними;
- увидеть и определить место данного объекта (системы) в составе другой, более сложной системы.

Объективная, научная основа СЗ — логическая стройность физической науки и учебного предмета «Физика».

Дидактическая основа СЗ — принципы систематичности и последовательности в обучении; системность знаний.

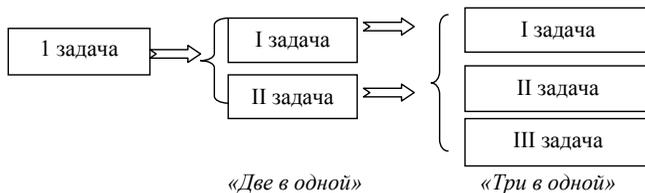
Психологическая основа — образование ассоциативных связей: локальных, внутрисистемных, межсистемных.

Системный подход к решению физических задач предусматривает рассмотрение структуры задачи как системы (Тулькибаева Н.Н., Усова А.А. и др.).

5.2. Систематизация задачного материала по нарастающей сложности

Систематизация (структурирование) задачного материала является специфическим методом интенсификации обучения учащихся решению физических задач. Задачи каждой темы по уровню сложности группируются в строгом порядке **в блоки**, принципом которых является поэтапное усложнение задач, при этом каждая задача входит в последующую задачу как часть. При необходимости для каждого блока задач вводится частный алгоритм.

Схему поэтапного усложнения задач иллюстрирует рисунок 11.9.



«Две в одной»

«Три в одной»

Рис. 11.9. Схема поэтапного усложнения задач, при которой усложнение происходит за счет включения предыдущей решённой задачи в условие последующей

Пример 1. Тема «Закон Архимеда».

Задача 1. Шарик плавает в воде, погрузившись в неё наполовину. Какова плотность материала шарика?

Задача 2. Шарик плавает в воде, погрузившись в неё наполовину. Сверху налили керосин (его плотность — 700 кг/м^3). Каково отношение объёма погруженной части шарика к общему?

Задача 3. Шарик плавает в воде, погрузившись в неё наполовину. Сверху налили керосин (его плотность — 700 кг/м^3). Вся система движется в лифте с ускорением $a = 5 \text{ м/с}^2$ вверх (или вниз). Каково теперь отношение объёма погруженной части шарика к общему?

Третья задача относится к типу конкурсных или олимпиадных задач.

Пример 2. Тема «Движение заряженной частицы в магнитном поле».

Систематизацию задач по нарастающей сложности и группировку их в блоки целесообразно произвести таким образом.

Задача № 1. Частица влетает в магнитное поле параллельно силовым линиям.

Задача № 2. Частица влетает в магнитное поле перпендикулярно к силовым линиям.

Задача № 3. Частица влетает в магнитное поле перпендикулярно силовым линиям, предварительно ускоренная электрическим полем.

Задача № 4. Частица влетает в магнитное поле под углом к силовым линиям.

Задача № 5. Частица влетает в магнитное поле под углом к силовым линиям, предварительно ускоренная электрическим полем.

Задача № 6. Частица в магнитном и электрическом полях.

Задачи блоков № 1 и № 2 входят в задачи блоков № 4 и № 5 как составные части. Внутри каждого блока рассматривается подблок — случай движения двух частиц — электрона и протона. В начале занятия необходимо вспомнить (или повторно рассмотреть) решения задач:

1) нахождения скорости заряженной частицы (например, электрона), движущейся в ускоряющем электрическом поле:

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}};$$

2) нахождения отношения скоростей двух заряженных частиц (электрона и протона), движущихся в продольном ускоряющем электрическом поле:

$$v_e / v_p = \sqrt{m_p / m_e} = \sqrt{1836}.$$

Результат решения этих задач используется далее в задачах блоков № 3 и № 5.

Примеры деления задач на четыре блока по нарастающей сложности для некоторых тем показаны в таблице 11.1.

Каждый урок практического занятия решения задач строится строго в соответствии с рассмотренным подходом. Структурирование задач в блоки и применение метода алгоритмического решения задач позволяет рассматривать около 10 задач за двухчасовое занятие, т.е. «наreshивать» в 1,5—2 раза больше задач, и таким образом интенсифицирует процесс формирования умений учащихся по решению задач в 1,5—2 раза.

На дом задается по несколько задач из каждого блока, при этом номера задач не называются. Учащиеся должны сами выделить из задачника блоки, подобрать задачи по своим силам и оформить решения задач в соответствии с номерами блоков. Просматривая и выискивая нужные задачи, ученик произвольно прорешивает и анализирует мимоходом массу задач.

Таблица 11.1

Пример структурирования задач по блокам по нарастающей сложности

№	Тема	Блок 1	Блок 2	Блок 3	Блок 4
1	Движение тела в поле тяготения Земли	<i>Подблок А</i> Свободное падение. <i>Подблок Б</i> Тело, брошенное горизонтально (две в одной): 1) равномерное движение по горизонтали; 2) свободное падение	Тело, брошенное вверх (две в одной): 1) равнозамедленное движение вверх; 2) равноускоренное движение вниз — свободное падение	Тело, брошенное под углом к горизонту (три в одной): 1) равнозамедленное движение вверх; 2) свободное падение; 3) равномерное движение по горизонтали	Комбинированные задачи: сравнение параметров движения двух тел, брошенных по-разному (вверх и горизонтально; вверх и под углом к горизонтально и т.п.)
2	Задачи на динамику	Вертикальное движение без трения (лифт, блоки)	Движение по окружности: а) в вертикальной плоскости без трения;	Движение по горизонтали с трением	Тело на наклонной плоскости: а) в покое или движется равномерно;

№	Тема	Блок 1	Блок 2	Блок 3	Блок 4
			б) в горизонтальной плоскости без трения и с трением		б) движется с ускорением
3	Движение заряженной частицы в магнитном поле (МП)	Частица движется вдоль силовой линии (равномерное движение)	Частица влетает в МП перпендикулярно к силовым линиям (движение по окружности)	Частица влетает в МП под углом к силовым линиям (две в одной): движение по окружности; равномерное движение вдоль линии МП	а) Совместные поля; б) Частица предварительно ускорена электрическим полем
4	Заряженная частица в поле плоского конденсатора	Частица находится в равновесии, в покое	Частица движется вдоль силовых линий равноускоренно	Частица влетает в конденсатор параллельно пластинам (две в одной): 1) равномерное движение, параллельное пластинам; 2) равноускоренное движение вдоль силовых линий	Частица предварительно ускорена электрическим полем. Частица движется в скрещенных полях (электрических; электрическом и магнитном)

5.3. Систематизация графических задач из разных разделов с общим методом решения на обобщающих уроках повторения

В 11 классе в период повторения целесообразно повторение организовать так, чтобы пройденный задачный материал перераспределить по блокам. При этом каждый блок содержит задачи, отражающие однотипные процессы, но из разных разделов физики.

Например, колебательные процессы повторяются на одном обобщающем занятии «Механические и электромагнитные гармонические колебания». На доске задаются графики колебательных процессов с числами:

1) обобщенный график-модель гармонического колебания (ГК)
 $y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ материальной точки;

- 2) график механического колебания математического маятника;
- 3) график механического колебания пружинного маятника;
- 4) график электромагнитных колебаний заряда конденсатора в колебательном контуре.

По заданным графикам ГК учащиеся должны определить параметры:

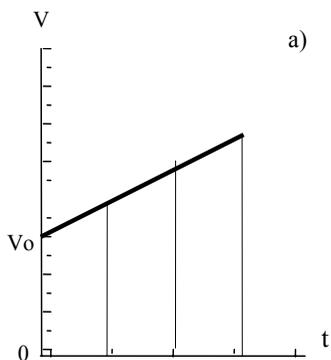
- а) амплитуду, период, частоту, начальную фазу каждого ГК;
- б) написать уравнение каждого ГК;
- в) написать уравнение зависимости скорости колеблющейся материальной точки от времени и изобразить графически;
- г) написать уравнение зависимости ускорения колеблющейся материальной точки от времени и изобразить графически;
- д) определить максимальную скорость и ускорение материальной точки;
- е) написать уравнение зависимости энергии колебания от времени и определить её максимальное значение;
- ж) определить специфические параметры колебательной системы (длину математического маятника, жесткость пружины при известной заданной массе грузика; индуктивность контура при известной заданной емкости конденсатора).

По графику 11.10, ε написать зависимость колебания силы тока от времени, определить амплитудное значение силы тока.

Структурировать задачный материал можно по другому принципу. Задачи берутся из разных разделов, отражающие *разные* физические процессы, а обобщающим элементом является *метод* нахождения искомой величины. Например, расчёт параметров различных физических процессов геометрическим методом через нахождение площади трапеции (рис. 11.10). На доске (или на разных досках) рисуются графики а)-г). Под каждым графиком иллюстрируется решение задачи.

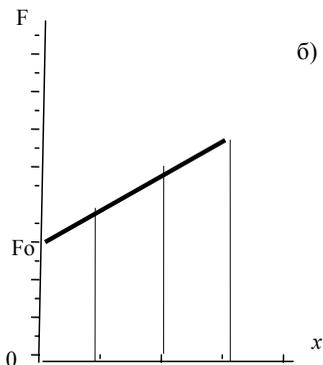
Важным является зрительное воздействие: одновременно на досках учащиеся видят панораму решения задач из разных разделов физики одним методом.

Систематическое использование обобщающих методов решения задач формирует системно-логическое мышление.



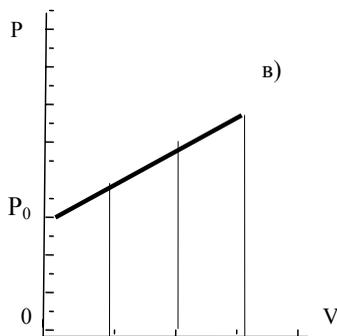
а)

Вычисление пути
при равнопеременном движении



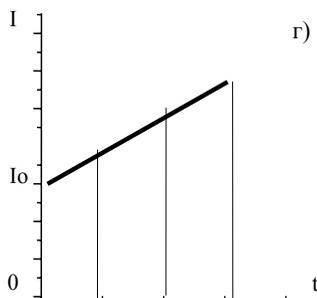
б)

Вычисление работы против силы
упругости при растяжении пружины



в)

Вычисление работы
идеального газа



г)

Вычисление количества электричества,
протекающего за время t через
поперечное сечение проводника

**Рис. 11.10. Панорама графиков линейных функций
для вычисления физических величин геометрическим методом
(путём нахождения площади трапеции)**

2. Если даны 2 газа — написать 2 уравнения состояния и для них и решить систему.

3. Если дана смесь газов — написать исходное уравнение для количества вещества смеси газов: $\nu = \nu_1 + \nu_2$.

Аналогичные ленты формул составляются по теме «Термодинамика» и на их основе — алгоритмы. Например, для изменения внутренней энергии газа можно записать ленту:

Лента 3

$$\Delta U = 3/2kTN = 3/2PV = 3/2\nu RT = 3/2RTN/N_A = 3/2RTm/M = 3/2RTV/V_M$$

В ленте 4 помещены формулы, помогающие решению задач на закон сохранения механической энергии.

Лента 4 (закон сохранения механической энергии)

$$mgH = mgh + mv^2/2 = mv_0^2/2 = mv_k^2/2$$

Обозначения: H — максимальная высота; h, v — высота и скорость тела в промежуточном положении; m — масса; v_0, v_k — начальная и конечная скорости тела.

Лента 5 (энергия конденсатора)

$$W = \frac{CU^2}{2} = qU/2 = q^2/2C$$

$CU = q \quad U = q/C$

Использование таких цепочек ускоряет процесс решения задач, так как при решении учащийся быстро выделяет (мысленно «вырезает») из цепочки нужную связку формул.

Использование задачникков разного уровня трудности

Каждому учащемуся необходимо иметь три задачника разного уровня сложности и работать по ним, постепенно переходя к более сложному. Например, задачники А.П. Рымкевича (1-й уровень), Н.И. Гольдфарба или

Г.Н. Степановой (2-й уровень), Г.В. Меледина (3-й, олимпиадный уровень). К концу 10-го класса базовым задачником для всех становится задачник 2-го уровня.

При применении указанных выше методов решения физических задач в описанном режиме учитель с учащимися за два года решают большое количество задач. При этом в долговременной памяти обучаемых скапливаются совокупность решённых типовых задач (создается «банк задач»), классифицированных по блокам (темам, типам, методам решений). Учащиеся не только хорошо ориентируются в задачном материале, но и знают подходы к *решению типов задач*. Каждую из задач ученик может воспроизвести в нужный момент времени и применить к «незнакомой» ситуации — новой нерешённой задаче.

7. Показатели решения физических задач

Качественными показателями сформированности умений решения ФЗ учащимся являются признаки, сведенные в схему на рисунке 11.11.

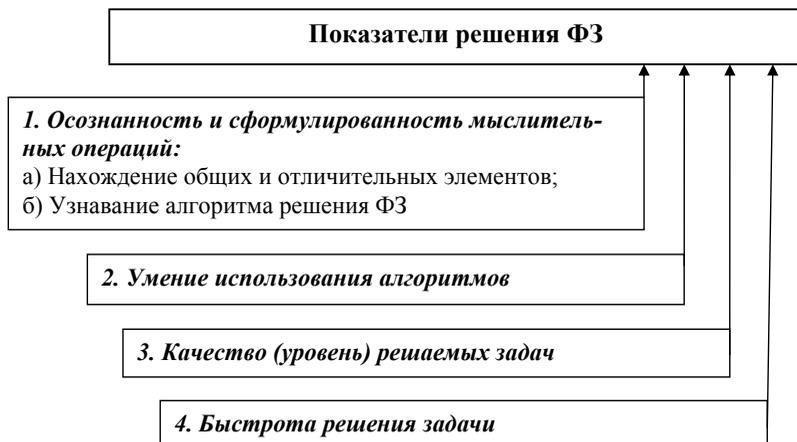


Рис. 11.11. Показатели сформированности умений решения ФЗ

Таким образом:

Эффективность формирования умений решению физических задач достигается за счёт:

- использования алгоритмов;
- уплотнения задачного материала благодаря его систематизации и распределения в блоки, что позволяет решать в 1,5—2 раза больше задач за то же время;
- систематического проведения обобщённых занятий по решению задач.

При применении указанных выше методов решения физических задач в описанном режиме учитель с учащимися за два года решивают большое количество задач. При этом в памяти обучаемых создается «банк задач», классифицированных по блокам (темам, типам, методам решений). Учащиеся не только хорошо ориентируются в задачном материале, но и усваивать подходы к *решению типов задач*. В долговременной памяти учащихся скапливается совокупность решённых типовых задач, каждую из которых ученик может воспроизвести в нужный момент времени и применить к «незнакомой» ситуации — новой нерешённой задаче.

8. Методика обучения решению олимпиадных задач **В.С. Тейтельмана**

Прочные знания ученики В.С. Тейтельмана, заслуженного учителя физики РФ, получали благодаря тому, что физика преподавалась как «живой» предмет, интересно, одним из любимых видов занятий у учеников было решение задач.

На всех занятиях В.С. Тейтельмана царила творческая свободная обстановка. В его классе всегда были победители физических олимпиад разного уровня. Огромное значение придавалось выработке умений решать физические задачи: задачи решались постоянно и в больших количествах. У В.С. Тейтельмана был «банк задач» — около 2000 интересных и трудных задач, оформленных на карточках, которые хранились в ящике. В течение двух лет надо было прорешать все эти задачи на уроках, причем по мере прохождения учебного материала «старые» задачи не забывались, они включались в самостоятельные работы, контрольные, то есть в голову уче-

ника тоже формировался «банк задач». Один из методов организации урока по решению задач был такой. Ученики вместе с учителем рассматривали решение нескольких (5—6) конкурсных или олимпиадных задач, причём было строго запрещено записывать в тетрадях решения. Как известно, олимпиадные задачи не поддаются алгоритмическому решению. В конце занятия ученики каждого ряда (при одиночной посадке в классе было 5 рядов) должны были решить заново и воспроизвести одну из пяти задач. Какая из пяти задач достанется тому или иному ряду, было не известно, поэтому каждым учащимся осуществлялась напряжённая мыслительная деятельность на уроке по осмыслению и запоминанию хода решения каждой задачи. Решения проверялись после уроков и сразу всем выставлялись оценки. Эти 5 задач каждый ученик должен был дома воспроизвести и уже записать в тетрадь. Осуществлялся систематический контроль знаний. Прочная обратная связь выступала условием успешности методов обучения В.С. Тейтельмана: еженедельно систематически проверялись тетради с задачами, причем решение задач надо было уметь объяснить. Таким образом, задачи трижды «прокручивались» в течение небольшого промежутка времени, а впоследствии эти же задачи неоднократно попадались на зачетах, контрольных, экзаменах, откладываясь в долговременной памяти.

Двойки Владислав Семёнович не ставил. Вместо них ставил «дырки», которые можно было впоследствии заполнить хорошей оценкой. Он любил говорить: «Двойка ставится за незнание, а я должен оценить знание».

9. Культура физического чертёжа

Особое внимание необходимо обращать на изготовление физического чертёжа. Основные грубые ошибки учащихся при выполнении чертёжей, включающих систему векторов, следующие.

1) Рисунки выполняются «от руки», что приводит к следующим погрешностям:

- оси координат, выполненные «от руки», не взаимно перпендикулярны, что влечёт дальнейшие искажения;
- сложение векторов по правилу параллелограмма не соблюдается — вместо параллелограмма вычерчивается неправильный четырёхугольник.

- 2) Не соблюдается соотношение длин векторов на чертеже из-за небрежности и из-за непонимания сущности законов физики.
- 3) Точки приложения сил выбираются неверно.
- 4) Выполняются очень мелкие рисунки.

Правила выполнения чертежей

- 1) Выполнять чертёж с помощью угольника и линейки. Не допускается выполнение чертежей «от руки».
 - 2) Величина чертежа должна быть достаточной для адекватного восприятия изображаемого процесса (1/3—1/4 листа).
 - 3) Размеры векторов должны быть достаточно обозримой величины. Помните, что размеры векторов не зависят от размеров самого чертежа и изображений тел на нём и не соотносятся масштабом с ними. Важно соблюсти соотношения между модулями векторов и их направлениями.
 - 4) Ось OX направлять по направлению движению тела.
 - 5) Начинать построение с вектора, модуль которого не изменяется.
 - 6) Дистраивать к этому вектору остальные векторы, соблюдая правила сложения векторов.
 - 7) Чертёж должен адекватно отражать законы физики. Например, если тело находится в покое или равномерно движется, геометрическая сумма всех векторов, действующих на тело, должна быть равна нулю.
- Приведём примеры правильного выполнения чертежей.

Чертёж к задачам на тему

«Движение тела, брошенного под углом α к горизонту» (рис. 11.12)

1. Начинают чертёж с изображения системы координат, траектории движения и вектора начальной скорости \mathbf{v}_0 , касательного к траектории.
2. Разложим вектор \mathbf{v}_0 на две составляющие вектора: \mathbf{v}_{0x} и \mathbf{v}_{0y} . Построим прямоугольник скоростей в начале координат.
3. Изобразим \mathbf{v}_{0x} в нескольких точках траектории. Составляющая $\mathbf{v}_{0x} = \text{const}$ (движение вдоль оси OX — это движение по инерции). Поэтому \mathbf{v}_{0x} изображается в этих точках неизменной, в том числе в верхней точке.
4. Построим прямоугольники скоростей в этих точках, учитывая, что $\mathbf{v}_{0y} \perp \mathbf{v}_{0x}$, а их результирующий вектор \mathbf{v} — диагональ прямоугольника — всегда касателен к траектории. При этом величина \mathbf{v}_{0y} изменяется: при движении вверх уменьшается (равнозамедленное движение), при дви-

жении вниз (равноускоренное) — увеличивается. В верхней точке $v_{0y} = 0$

Начальная скорость и конечная скорость (при ударе) равны друг другу.

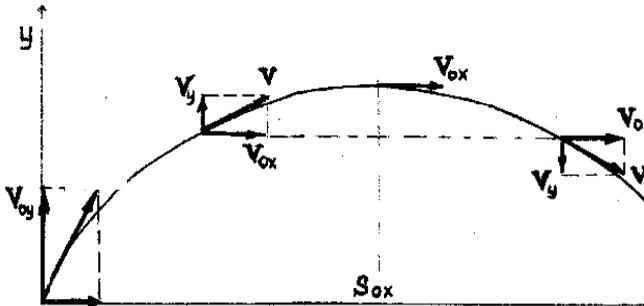
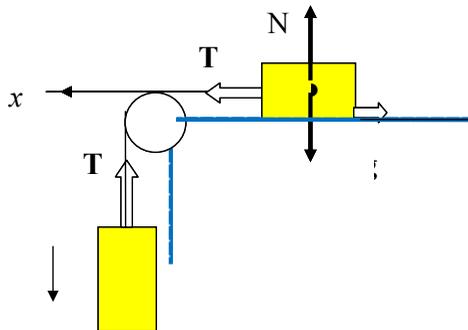


Рис. 11.12. Движение тела под углом к горизонту

Чертёж к задаче на тему «Блоки» (рис. 11)

По условию система тел А и В движется с постоянной скоростью. При этом тело А движется вниз, тело В — горизонтально. Тела: $M > m$. При изготовлении чертежа выполнены требования:



- Сила натяжения нити направлена вдоль нити и перпендикулярна к соединению её с телами, при этом для одной и той же нити

- Требуемое движение обеспечивается, если соотношение векторов сил на рисунке 11.13 следующее:

1. $F_{\text{тр}} < T$
2. $Mg > T$; $Mg > mg$
3. $mg = N$
4. Векторы Mg и mg приложены к центрам тяжести

Примечание: Векторы N и mg здесь сведены в точку центра тяжести B ; такое возможно, так как они лежат на одной прямой

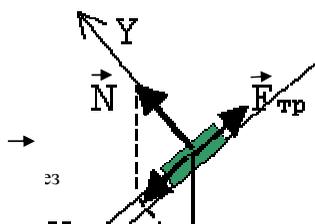
Чертёж к задаче на тему «Наклонная плоскость»

По условию тело массой m движется равномерно вверх по наклонной плоскости (или находится в покое). При изготовлении чертежа выполнены условия

- Ось OX направлена по направлению движения тела, ось OY перпендикулярна OX . Начало координат — в точке центра тяжести

- Все векторы для удобства сведены в одну точку центра тяжести (это условие не обязательно).

- Требуемое состояние обеспечивается, если соотношение векторов сил на рисунке следующее:



- Вектор $F_{\text{тр}}$ является результатом сложения векторов сил N и mg , модуль равен mg и лежит с ним на оси OX .

- Если в

Ульяновский государственный университет

Кафедра ФМПИ
Дисциплина Физика

Р.В. Гурина

Методическая
разработка

Сила Лоренца

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ (2 часа)

Методика преподавания физики

2013

I. ПОВТОРЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТ.

1. Ключевые формулы

Модуль силы Лоренца:

$$F_{\text{л}} = q v B \sin(\alpha),$$

где v — дрейфовая скорость.

1) Если $\alpha = 0$, то $F_{\text{л}} = 0$, траектория

движения — прямая линия.

2) Если $\alpha = 90^\circ$, то $F_{\text{л}} = \text{const}$, траектория движения — с

Радиус окружности

R

Период движения по окружности

T

2. Правило левой руки для положительно заряженной

частицы

в магнитном

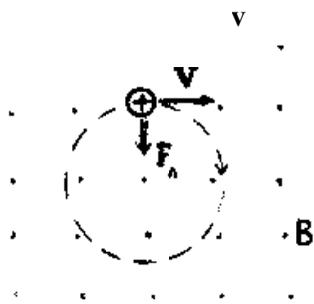
поле

и скорости

движения

частицы

относительно



II. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

БЛОК I

Частицы влетают в МП перпендикулярно силовым линиям В с одинаковой скоростью

Задача 1. (11.74 Вольк). Протон и электрон, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в однородное магнитное поле. У какой частицы радиус кривизны R траектории больше и во сколько раз? У какой частицы период обращения T в магнитном поле больше и во сколько раз?

Дано: $m_p/m_e = 1840$ $v_p = v_e$	Решение: $F_l = F_c$ $q B v = m v^2 / R$	
$R_p/R_e = ?$ $T_p/T_e = ?$	$R = m v / q B \quad (1) \longrightarrow$ $T = 2\pi R / v \quad (2) \longrightarrow$	$R_p/R_e = m_p/m_e = 1840 \quad (4)$ $T_p/T_e = m_p/m_e = 1840 \quad (5)$

Ответ: у протона больше в 1840 раз при $v_p = v_e$

Задача 2. Самостоятельно

Протон и α -частица влетают в магнитное поле перпендикулярно силовым линиям, $v_p = v_\alpha$.

Найти $R_\alpha / R_p = ?$; $T_\alpha / T_p = ?$

Решение

$$\left. \begin{array}{l} R_\alpha = m_\alpha v_\alpha / q_\alpha B \\ R_p = m_p v_p / q_p B \end{array} \right\} \begin{array}{l} R_\alpha / R_p = m_\alpha / q_\alpha : m_p / q_p = 4m_p / 2q_p : m_p / q_p = 2 \\ T_\alpha / T_p = 2\pi R_\alpha / v_\alpha : 2\pi R_p / v_p = R_\alpha / R_p = 2 \end{array}$$

Ответ: $R_\alpha / R_p = 2$; $T_\alpha / T_p = 2$

Первый решивший излагает решение у доски.

БЛОК II

Частицы влетают в МП перпендикулярно силовым линиям с разной скоростью (ускоренные электрическим полем)

Задача 3. Как найти скорость частицы, которая разгоняется разностью потенциалов U ?

Скорость v найдём из закона сохранения энергии:

$$m v^2 / 2 - 0 = q U \quad \Rightarrow \quad \boxed{v = \sqrt{2qU/m}} \quad (6)$$

Задача 4. Электрон, имевший нулевую начальную скорость, разгоняется разностью потенциалов $U = 10^3$ В и влетает в однородное магнитное поле $B = 10^{-2}$ Тл перпендикулярно силовым линиям. Определить радиус окружности R электрона.

Дано:

$$q = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$B = 10^{-2} \text{ Тл}$$

$$U = 10^3 \text{ В}$$

Решение:

Из (2) и (6):

$$R = m v / q B$$

$$v = \sqrt{2qU/m}$$

$$\left. \begin{array}{l} R = m v / q B \\ v = \sqrt{2qU/m} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$R = ?$$

$$R = (m \sqrt{2qU/m}) : q B = \sqrt{m} \sqrt{2qU} : q B$$

Ответ: $R = \sqrt{2mU} / B\sqrt{q}$

Задача 5. Протон и электрон, имеющие нулевую начальную скорость, разгоняются разностью потенциалов U . Сравнить их конечные скорости.

Дано:

$$m_p/m_e = 1840$$

Решение:

$$v_p / v_e = (\sqrt{2q_p U / m_p}) : (\sqrt{2q_e U / m_e}) = \sqrt{m_e / m_p} = \sqrt{1/1840}$$

$$v_e / v_p = ?$$

Перевернём дробь:

Ответ: при разгоне в ЭЛС поле

$$\boxed{v_e / v_p = \sqrt{1840}}$$

(7)

Запомним результат и запишем в блок формул!

Задача 6. Протон и α -частица, имеющие нулевую начальную скорость, разгоняются разностью потенциалов U . Сравнить их конечные скорости.

Дано: $m_\alpha = 4m_p$ $q_\alpha = 2q_p$	Решение: $v_p / v_\alpha = \sqrt{2q_p U} / \sqrt{m_p} : \sqrt{2q_\alpha U} / \sqrt{m_\alpha} = \sqrt{q_p} / \sqrt{m_p} : \sqrt{q_\alpha} / \sqrt{m_\alpha}$
$v_p / v_\alpha = ?$	$v_p / v_\alpha = \sqrt{q_p m_\alpha} / \sqrt{m_p q} = \sqrt{q_p 4m_p / m_p 2q_p} = \sqrt{2}$

Ответ: при разгоне в ЭЛС поле: $v_p / v_\alpha = \sqrt{2}$.

Задача 7. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов U , влетают в однородное магнитное поле. Скорость какой частицы больше, и во сколько раз? Найти значения R_p / R_e и T_p / T_e .

Дано: $m_p / m_e = 1840$ $ q_p = q_e $	Решение Мы знаем из задачи № 5, формула (7), что скорость электрона больше скорости протона:
$v_e / v_p = ?$ $R_p / R_e = ?$ $T_p / T_e = ?$	$v_e / v_p = \sqrt{1840}$
	Из (2): $\left. \begin{aligned} R_p &= m_p v_p / q_p B \\ R_e &= m_e v_e / q_e B \end{aligned} \right\} \Rightarrow$

$$R_p / R_e = m_p v_p / q_p B \cdot q_e B / m_e v_e$$

$$R_p / R_e = m_p / m_e \cdot v_p / v_e = 1840 / \sqrt{1840} = \sqrt{1840}$$

$T_p = 2\pi R_p / v_p$ $T_e = 2\pi R_e / v_e$	$\left. \begin{aligned} T_p / T_e &= (R_p / v_p) \cdot (v_e / R_e) \\ v_e / v_p &= \sqrt{1840} \\ R_p / R_e &= \sqrt{1840} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} T_p / T_e &= \sqrt{1840} \cdot \sqrt{1840} = \\ &= 1840 \end{aligned} \right\}$
--	--

Ответ: $R_p / R_e = \sqrt{1840}$ раз; $T_p / T_e = 1840$ раз.

БЛОК III

Частицы влетают в МП под углом α к силовым линиям с одинаковой скоростью

Алгоритм:

1. Сделать чертёж. Разложить v на две составляющие — параллельную \mathbf{V} и перпендикулярную \mathbf{V} : v_x и v_y .

2. Подставить числа и найти значения v_x и v_y .

3. Частица участвует в двух движениях: по инерции по оси x со скоростью v_x и по окружности — в перпендикулярной плоскости со скоростью v_y . Результирующая траектория — пространственная спираль.

4. Написать формулу (2) для радиуса R , при этом скорость в этой формуле теперь будет v_y

$$R = m v_y / q B = \dots\dots\dots$$

Подставить числа и найти значение R .

5. Написать формулу для периода T , при этом скорость в этой формуле теперь будет v_y

$$T = 2\pi R / v_y = \dots\dots\dots$$

Подставить числа и найти значение T .

6. Написать формулу для шага h движения по инерции по оси x , при этом подставив туда скорость v_x . Шаг — расстояние, которое проходит частица по оси x за время, равное периоду:

$$h = v_x T = \dots\dots\dots$$

Подставить числа и найти значение h .

Задача 8. В однородное магнитное поле индукции $B = 1$ Тл влетает под углом $\alpha = 30^\circ$ к полю со скоростью $v_0 = 10^5$ м/с электрон массой m и зарядом q .

Найти радиус и шаг винтовой линии, по которой движется электрон

B
x

$$h = v_x T$$

Рис. 2

Дано:

$$B = 1 \text{ Тл}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v_0 = 10^5 \text{ м/с}$$

$$q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$R = ?$$

$$T = ?$$

$$h = ?$$

Решение

1. Разложим v на две составляющие:

$$v_x = v_0 \cos \alpha = 10^5 \sqrt{3} / 2 = 5 \cdot 10^4 \sqrt{3}, \text{ м/с}$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha = 10^5 / 2 = 5 \cdot 10^4, \text{ м/с.}$$

2. Найдем радиус R :

$$R = m v_y / q B$$

$$R = 9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^5 / 2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 2.8 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

3. Найдём период T : $T = 2\pi R / v_y$

$$T = 2\pi \cdot 2.8 \cdot 10^{-7} / 10^5 / 2 = 4\pi \cdot 2.8 \cdot 10^{-12} = 35 \cdot 10^{-12} \text{ с.}$$

4. Найдём шаг спирали — расстояние, которое частица проходит по инерции со скоростью v_x за время T :

$$h = v_x T = (10^5 \sqrt{3} / 2) \cdot 35 \cdot 10^{-12} = 35 \cdot \sqrt{3} / 2 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Ответ: $R = 2.8 \cdot 10^{-7} \text{ м}; T = 35 \cdot 10^{-12} \text{ с}; h = 35 \cdot \sqrt{3} / 2 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$

Примечание: для сокращения времени задачу можно решить в общем виде.

Задача 9. Протон и электрон влетают с одинаковой скоростью в МП под углом $\alpha = 30^\circ$ к силовым линиям. Найти R_p / R_e , T_p / T_e , h_p / h_e

Дано:

$$m_p / m_e = 1840$$

$$|q_p| = |q_e|$$

$$v_{0e} = v_{0p}$$

Решение:

$$v_{ye} = v_{0e} \sin \alpha = v_{yp} = v_{0p} \sin \alpha$$

$$1. R_p / R_e = m_p v_{yp} / q_p B \cdot q_e B / m_e v_{ye} = m_p / m_e = 1840$$

$$2. T_p / T_e = R_p / R_e = 1840$$

$$3. h_p / h_e = v_{xp} T_p / v_{xe} T_e = 1840$$

Ответ: $R_p / R_e = T_p / T_e = h_p / h_e = 1840.$

БЛОК IV

Частицы влетают в МП под углом α к силовым линиям с разной скоростью

Задача 10. Протон и электрон влетают в магнитное поле, ускоренные одинаковой разностью потенциалов U под углом α . Найти: R_p/R_e ; T_p/T_e ; h_p/h_e .

Дано:

$$m_p/m_e = 1840$$

$$q_p = |q_e|$$

$$U = \text{const}$$

$$v_{oe}/v_{op} = \sqrt{1840}$$

$$R_p/R_e = ?$$

$$T_p/T_e = ?$$

$$h_p/h_e = ?$$

Решение:

$$v_{ye} = v_{oe} \sin \alpha$$

$$v_{yp} = v_{op} \sin \alpha$$

$$\Rightarrow v_{yp}/v_{ye} = 1/\sqrt{1840}$$

$$1. R_p/R_e = m_p v_{yp}/q_p B \cdot q_e B/m_e v_{ye}$$

$$R_p/R_e = m_p/m_e \cdot v_{yp}/v_{ye} = 1840/\sqrt{1840} = \sqrt{1840}$$

$$2. T_p/T_e = R_p/R_e = \sqrt{1840}$$

$$3. h_p/h_e = v_{xp} T_p/v_{xe} T_e = \sqrt{1840} v_{xp}/v_{xe}$$

$$\text{Но: } v_{xe} = v_{oe} \cos \alpha$$

$$v_{xp} = v_{op} \cos \alpha$$

$$\Rightarrow v_{xe}/v_{xp} = v_{oe}/v_{op} = \sqrt{1840}$$

$$\text{Тогда } h_p/h_e = \sqrt{1840} \cdot 1/\sqrt{1840} = 1.$$

$$\text{Ответ: } R_p/R_e = T_p/T_e = \sqrt{1840}. \quad h_p/h_e = 1.$$

БЛОК V

Энергия частицы в магнитном поле

Задача 11. Определить энергию электрона, если радиус кривизны его траектории в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле с $B = 7$ мТл, составляет 3 см.

Дано: $B = 7 \text{ мТл} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$ $R = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $q_e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ <hr style="border: 0.5px solid black;"/> $W = ?$	Решение: 1) $ma_{ц} = q B v$, (1) но $a_{ц} = v^2/R$ $m v^2/R = q B v$ $m v = q B R$ (2) 2) возводим (2) в квадрат и разделим на 2. $m^2 v^2 / 2 = (q B R)^2 / 2$ или $m \cdot m v^2 / 2 = (q B R)^2 / 2$
--	--

Ответ: $W_k = (q B R)^2 / 2 m$.

Подставим числа: Расчёт провести самостоятельно дома.

БЛОК VI. Задачи повышенной сложности

Движение микрочастицы в совместных полях **B** и **E**

Задача 12. Скрещенные магнитные поля: $\mathbf{B}_1 \perp \mathbf{B}_2$. Электрон влетает в пространство, где на него действуют два взаимно перпендикулярных магнитных поля \mathbf{B}_1 и \mathbf{B}_2 . Векторы \mathbf{B}_1 и \mathbf{B}_2 перпендикулярны вектору \mathbf{v} . Определить траекторию его движения.

Решение: Величина индукции результирующего поля B_0 находится по теореме Пифагора $B_0^2 = B_1^2 + B_2^2$. При этом $\mathbf{B}_0 \perp \mathbf{v}$. Траектория — окружность радиуса $R = m v / q B_0$, движение равномерное. Плоскость окружности перпендикулярна вектору \mathbf{B}_0 .

Задача 13. Скрещенные магнитное и электрическое поля. $\mathbf{E} \perp \mathbf{B}$ (Мясников № 521; Рымкевичи № 843). Пучок электронов влетает в пространство, где действуют однородное электрическое поле напряженностью $E = 1 \text{ кВ/м}$ и перпендикулярное ему однородное магнитное поле индукции $B = 1 \text{ мТл}$. Скорость электронов **постоянна** и направлена перпендикулярно векторам **E** и **B**.

- 1) Найти скорость движения электронов.
- 2) Как будут двигаться электроны, если электрическое поле выключить?
- 3) Как будут двигаться электроны, если магнитное поле выключить?

Дано:

$$v = \text{const}$$

$$E = 1 \text{ кВ/м} = 10^3 \text{ В/м}$$

$$B = 1 \text{ мТл} = 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$E \perp B \perp v$$

$$v = ?$$

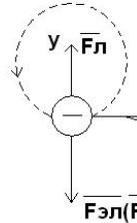
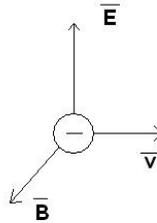


Рис. 3

если $B = 0$

1) Так как электрон движется равномерно, на него не действует сила, т.е.

$$\mathbf{F}_л + \mathbf{F}_к = 0, \text{ проекции сил на } oy: F_л - F_к = 0 \Rightarrow q B v = q E \Rightarrow v = E / B \Rightarrow v = 10^6 \text{ м/с}$$

$$[v] = \text{Н/Кл} \cdot \text{Тл} = (\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{А}) / (\text{Кл} \cdot \text{Н}) = (\text{м} \cdot \text{А}) / (\text{А} \cdot \text{с}) = \text{м/с}$$

2) При выключении электрического поля на электрон будет действовать только сила Лоренца, и он будет двигаться по окружности радиуса $R = m v / q B$ (рис. 3).

3) Если выключить магнитное поле, то электроны будут двигаться по параболе, так, как они движутся в заряженном плоском конденсаторе, когда влетают в него параллельно пластинам (рис. 3).

Ответ: скорость электрона $v = 10^6 \text{ м/с}$.

Задача 14. Электрическое и магнитное поля совпадают по направлению (колинеарны) $\mathbf{E} \parallel \mathbf{B}$ (Задача вступительного экзамена в филиал МГУ). Электрон движется в области пространства, где имеется однородное электрическое поле с напряженностью $E = 0.5 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ и однородное магнитное поле с индукцией $B = 10^{-2} \text{ Тл}$, причем векторы \mathbf{E} и \mathbf{B} имеют одинаковое направление.

Найти величину ускорения электрона a в момент, когда его скорость равна $v = 10^5 \text{ м/с}$ и составляет $\alpha = 60^\circ$ с направлением \mathbf{E} и \mathbf{B} ($e/m = 1.6 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$ — удельный заряд электрона). Какова траектория электрона?

Дано:

$$e/m = 1.6 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$$

$$E = 0.5 \cdot 10^3 \text{ В/м}$$

$$v = 10^5 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

a — ?

Траектория — ?

Решение:

1. Выполним чертёж (рис. 4). Электрон летит под углом $\alpha = 60^\circ$ к оси x (к сонаправленным векторам \mathbf{E} и \mathbf{B}).

2. Разложим вектор скорости на две составляющие: параллельную оси x и перпендикулярную оси ox .

3. Определим характер движения электрона. Под

действием силы Лоренца электрон должен совершать равномерное движение по спирали, закручиваясь вокруг \mathbf{V} . Радиус спирали определяется величиной скорости v_{\perp} . Постоянный шаг спирали определяется величиной v_{\parallel} , но при отсутствии поля \mathbf{E} .

Однако, ЭЛС поле присутствует, на электрон действует постоянная Кулоновская сила вдоль оси x , и она будет придавать ускорение частице, направленное вдоль оси x . Значит, шаг спирали будет увеличиваться, а угол α уменьшается.

Таким образом, имеются два ускорения: центростремительное, создаваемое силой Лоренца и ускорение вдоль оси x , создаваемое силой Кулона. Найдём это общее ускорение.

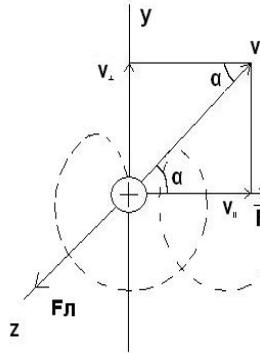


Рис. 4

Изобразим плоскость xOz и векторы \mathbf{F}_L и \mathbf{F}_3 и результирующий вектор \mathbf{F} в плоскости листа (рис. 5).

Рис. 5

1 способ:

\mathbf{V} и \mathbf{E} совпадают

$$F_L = e v B \sin \alpha$$

$$a = F/m$$

$$F_{эл} = e E$$

$$a = (\sqrt{e^2 E^2 + (evB \sin \alpha)^2}) / m$$

$$F = \sqrt{F_3^2 + F_L^2}$$

$$a = e/m \cdot \sqrt{E^2 + (vB \sin \alpha)^2}$$

$$a = F / m$$

$$a = 1.76 \cdot 10^{14} \text{ м/с}^2$$

2 способ:

1) Определить отдельно:

нормальное (центростремительное) ускорение: $a_n = F_L / m$,

ускорение вдоль оси x:

$$a_x = F_x / m$$

2) Определить общее ускорение

$$a = \sqrt{(a_n)^2 + (a_x)^2}$$

Радиус спирали постоянный: $R = m v_{\perp} / q B$,

шаг спирали растёт

$h = v_{\parallel} T$, так как v_{\parallel} растёт

Ответ: ускорение электрона $a = 1.76 \cdot 10^{14} \text{ м/с}^2$

Вопросы на понимание:

1: Какова будет траектория движения электрона, если поля B_1 и B_2 направлены под углом $\alpha < \pi/2$.

Ответ: окружность, движение равномерное.

2: Можно ли направить таким образом магнитные поля, и какой величины их взять, чтобы движение частицы было прямолинейное равномерное?

Ответ: поля противоположно направлены, равны друг другу.

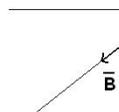


Рис. 6

III. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ. ДИКТАНТ

Запись на доске: $m_{\alpha} = 4m_p$, $q_{\alpha} = 2q_p$ или $m_{\alpha} / m_p = 4$, $q_{\alpha} / q_p = 2$

1. Протон и α -частица влетают в магнитное поле перпендикулярно силовым линиям, $v_p = v_{\alpha}$. Найти $R_{\alpha} / R_p = ?$; $T_{\alpha} / T_p = ?$

$$R_{\alpha} = m_{\alpha} v_{\alpha} / q_{\alpha} B$$

$$R_{\alpha} / R_p = m_{\alpha} / q_{\alpha} : m_p / q_p = 4m_p / 2q_p : m_p / q_p = 2$$

$$R_p = m_p v_p / q_p B$$

$$T_{\alpha} / T_p = 2\pi R_{\alpha} / v_{\alpha} : 2\pi R_p / v_p = R_{\alpha} / R_p = 2$$

Ответ: $R_{\alpha} / R_p = 2$; $T_{\alpha} / T_p = 2$.

2. Протон и α -частица, имеющие нулевую начальную скорость, разгоняются разностью потенциалов U . Сравнить их конечные скорости.

$$v_p / v_\alpha = ?$$

$$v_p / v_\alpha = \sqrt{2q_p U / m_p} : \sqrt{2q_\alpha U / m_\alpha} = \sqrt{q_p / m_p} : \sqrt{q_\alpha / m_\alpha} = \sqrt{q_p m_\alpha / m_p q_\alpha}$$

$$v_p / v_\alpha = \sqrt{q_p \cdot 4m_p / m_p \cdot 2q_p} = \sqrt{2}$$

Ответ: $v_p / v_\alpha = \sqrt{2}$ или $v_\alpha / v_p = 1 / \sqrt{2}$.

3. Условие то же. Протон и α -частица, ускоренные одинаковой разностью потенциалов U , влетают в однородное магнитное поле с индукцией B . Сравнить их радиусы R_p / R_α или R_α / R_p .

Дано: $U = \text{const}$, $\longrightarrow v_p / v_\alpha = \sqrt{2}$

$$R_p = m_p v_p / q_p B$$

$$R_\alpha = m_\alpha v_\alpha / q_\alpha B$$

$$\left. \begin{array}{l} R_p = m_p v_p / q_p B \\ R_\alpha = m_\alpha v_\alpha / q_\alpha B \end{array} \right\} \begin{array}{ccc} 1/4 & 2 & \sqrt{2} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \end{array}$$

$$R_p / R_\alpha = m_p v_p / q_p B \cdot q_\alpha B / m_\alpha v_\alpha = \frac{m_p}{m_\alpha} \cdot \frac{q_\alpha}{q_p} \cdot \frac{v_p}{v_\alpha}$$

$$R_p / R_\alpha = 1/4 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} = 1/2 \cdot \sqrt{2} = \sqrt{2} / 2 = 1 / \sqrt{2}$$

Ответ: $R_p / R_\alpha = 1 / \sqrt{2}$ или $R_\alpha / R_p = \sqrt{2}$.

4. Условие то же. Сравнить периоды обращения частиц T_α / T_p .

$$T_\alpha = 2\pi R_\alpha / v_\alpha$$

$$T_p = 2\pi R_p / v_p$$

$$v_p / v_\alpha = \sqrt{2}$$

$$R_\alpha / R_p = \sqrt{2}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_\alpha = 2\pi R_\alpha / v_\alpha \\ T_p = 2\pi R_p / v_p \\ v_p / v_\alpha = \sqrt{2} \\ R_\alpha / R_p = \sqrt{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} T_\alpha / T_p = R_\alpha / v_\alpha : R_p / v_p \text{ или} \\ T_\alpha / T_p = R_\alpha / R_p \cdot v_p / v_\alpha \\ T_\alpha / T_p = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2 \end{array} \right.$$

Ответ: $T_\alpha / T_p = 2$ или $T_p / T_\alpha = 1/2$.

5. Протон и α -частица, ускоренные одинаковой разностью потенциалов U , влетают в однородное магнитное поле с индукцией B под углом $\alpha=60^\circ$ к силовым линиям. Сравнить шаг протона и шаг α -частицы.

Дано: $U = \text{const}$, $\rightarrow T_\alpha / T_p = 2$, $v_\alpha / v_p = 1/\sqrt{2}$
 $h_\alpha / h_p = T_\alpha v_\alpha \cos \alpha : T_p v_p \cos \alpha$
 $h_\alpha / h_p = T_\alpha / T_p \cdot v_\alpha / v_p = 2 \cdot 1/\sqrt{2} = \sqrt{2}$

Ответ: $h_\alpha / h_p = \sqrt{2}$.

Методические указания:

1. Физический диктант лучше всего сделать на этом же занятии. Однако если времени не хватило, диктант следует провести в начале следующего практического занятия.

2. Оценивание знаний по 5- или 10-балльной шкале.

Словарь терминов

Классификация — вид систематизации, при котором объединение объектов происходит на базе определенных существенных принципов, при этом выделяется существенное, общее, что объединяет объекты в систему (родовые признаки) и их специфические различия (видовые признаки).

Общий алгоритм — последовательность действий, не зависящая от того, к какому разделу курса физики относится задача.

Операция — действие, осуществляемое с помощью средств обучения.

Процедура — система последовательно осуществляемых операций, причём после любой операции либо не выполняется никаких операций, либо выполняется вполне определённая операция; последовательность определённых действий.

Технология обучения учащихся решению физических задач — система приемов, реализация которых приводит к формированию у учащихся умений решать задачи.

Технология решения задачи — совокупность приемов и операций, выполнение которых приводит к ответу на вопрос задачи.

Физическая задача (ФЗ) — это небольшая проблема, которая решается на основе методов физики путем логических умозаключений, физического эксперимента и логических действий.

Библиография

1. Анофрикова С. В., Стефанова Г. П. Практическая методика преподавания физики. Ч. I : учеб. пособие. — Астрахань : Изд-во АПГУ, 1995. — 252 с.
2. Балл Г. А. Теория учебных задач. Психолого-педагогический аспект. — М.: Педагогика, 1990. — 184 с.
3. Бендриков Г. А., Буховцев Б. Б. и др. Задачи по физике для поступающих в вузы. — СПб. : Специальная лит., 1995.
4. Гольдфарб Н. И. Сборник вопросов и задач по физике. — М. : Высш. шк., 2003.
5. Гурина Р. В. Расчетно-графические задания по физике. Ч. 1 (Механика и молекулярная физика) : методическое пособие по физике. — Ульяновск : УлГУ, 1998.
6. Гурина Р. В. Тесты по физике : пособие для учащихся профильных физико-математических классов и поступающих в вузы. — Ульяновск : УлГУ, 2006. — 137 с.
7. Задачи московских физических олимпиад / под. ред. С. С. Кротова. — М. : Наука, 1998.

8. *Каменецкий С. Е., Орехов В. П.* Методика решения задач по физике в средней школе. — М. : Просвещение, 1987. — 336 с.
9. *Козел С. М., Раиба Э. И., Славатинский, С. А.* Сборник задач по физике. — М. : Наука, 1989.
10. *Меледин Г. В.* Физика в задачах. — М. : Наука, 1994.
11. *Мясников С. П., Осанова Т. Н.* Пособие по физике. — М. : Высш. шк., 1988.
12. *Рымкевич А. П., Рымкевич П. А.* Сборник задач по физике. — М. : Просвещение, 1999.
13. Сборник задач по элементарной физике : пособие для самообразования / Б. Б. Буховцев, В. Д. Кривченко, Г. Я. Мякишев, И. М. Сараева. — 5-е изд., перераб. — М. : Наука ; Гл. ред. физ.-мат. лит, 1967.
14. *Степанова Г. Н.* Сборник задач по физике. — М. : Просвещение, 1995.
15. *Тарасов Л. В., Тарасова А. Н.* Вопросы и задач по физике (анализ характерных ошибок поступающих во вузы) : учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1975.
16. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий, Н. Е. Важеевская, и др. ; под ред С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. — М. : Издательский центр «Академия», 2000. — 368 с.
17. *Тулькибаева Н. Н.* Методические основы обучения учащихся решению задач по физике : дис. ... д-ра пед. наук. — Челябинск, 1989. — 378 с.
18. *Усова А. В.* Психолого-педагогические основы формирования у учащихся научных понятий : учеб. пособие к спецкурсу. — Челябинск : ЧГПИ, 1986. — 84 с.

Лекция 12

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. *Функции и типовые профессиональные задачи учителя физики.*
2. *Организация факультативных занятий по физике.*
3. *Внеклассная работа по физике.*
4. *Организация школьных олимпиад по физике.*
5. *Формирование умений и навыков учащихся при обучении физике.*
6. *Проверка достижений учащимися целей обучения физике.*
 - 6.1. *Функции контроля знаний и умений.*
 - 6.2. *Определение уровней знаний при их проверке.*
 - 6.3. *Оценка умений. Определение уровней сформированности умений.*
7. *Формирование научного мировоззрения учащихся.*
8. *Учитель физики как классный руководитель.*

1. Функции и типовые профессиональные задачи учителя физики

Функции учителя физики (основные направления деятельности по организации учебно-воспитательного процесса) проиллюстрированы на рисунке 12.1 и в таблице 12.1.



Рис. 12.1. Функции учителя физики

Подробная информация о каждой функции содержится в таблице 12.1.

Таблица 12.1

Функции учителя физики

№	Функции учителя физики	Содержание деятельности
1	В качестве учителя физики	<ul style="list-style-type: none"> • Организация учебного процесса для достижения целей обучения, заданных государственным образовательным стандартом общего образования (ГОС ОО) по физике и выбранной программой курса физики. • Организация уроков физики, элективных курсов, факультативов, спецпрактикума. • Разработка дидактических средств, в том числе на основе учебных электронных изданий
2	В качестве члена методического объединения	<ul style="list-style-type: none"> • Постановка и решение научно-методических задач, вытекающих из практики работы учебного заведения. • Разработка элективных курсов
3	В качестве заведующего кабинетом	<ul style="list-style-type: none"> • Приобретение, хранение в определенном тематическом порядке учебного оборудования, ТСО и средств новых информационных технологий. • Организация эксплуатации оборудования
4	Как руководителя кружка	<ul style="list-style-type: none"> • Формирование профессиональных планов. • Удовлетворение познавательных интересов
5	В качестве классного руководителя	<ul style="list-style-type: none"> • Воспитатель, психотерапевт, управленец, хозяйственник, духовный наставник, завхоз. • Работа с родителями учащихся
6	Как администратора	Ведение и оформление документации, фиксирующей организацию учебного процесса (классного журнала, оформление аттестатов и пр.). Разработка программ и тематических планов, контрольно-измерительных материалов. Подготовка отчетов о работе. Руководство какой-либо структурой (курсами, ассоциациями и пр.); совмещение с административной должностью (директора, завуча); мониторинг обученности физике

Типовая задача учителя — задача, наиболее часто встречающаяся в жизни и сформулированная в общем виде. Учитель физики в процессе деятельности выполняет следующие типовые задачи (см. табл. 12.2) (Проянкова, 2009).

Профессиональные типовые учебные задачи учителя физики

Учебные задачи учителя и содержание деятельности по их реализации
<p>1. Подготовка к преподаванию школьного курса физики по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка годового плана. 2. Разработка тематического и календарного планов. 3. Разработка системы учебного эксперимента по каждой теме. 4. Организация физического практикума. 5. Разработка системы физических задач по каждой теме. 6. Разработка системы контрольно-измерительных средств по теме
<p>2. Разработка и проведение уроков разных типов, на которых у учащихся формируются:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Система знаний и как результат освоения — физическая картина мира. 2. Умения по систематизации элементов знаний. 3. Умения в решении физических задач. 4. Экспериментальные умения. 5. Научное мировоззрение. 6. Понятийное, системное, логическое, творческое мышление. 7. Методологические знания и умения (о методах получения физических знаний разных типов на эмпирическом и теоретическом уровнях познания). 8. Разработка и проведение индивидуальных занятий с учащимися, имеющими отставание в изучении программного материала
<p>3. Организация внеклассных мероприятий по предмету:</p> <ul style="list-style-type: none"> • подготовка учащихся к предметным олимпиадам и турнирам; • организация работы предметного кружка
<p>4. Организация мероприятий учителем в качестве классного руководителя:</p> <ul style="list-style-type: none"> • воспитательных мероприятий с классом в школе и вне школы; • взаимодействия с родителями для достижения целей обучения и воспитания учащихся; • участие в школьных обязательных мероприятиях

Ниже рассмотрим деятельность учителя по решению некоторых важных профессиональных задач.

2. Организация факультативных занятий по физике

Факультативные занятия (ФЗ) были введены и практику работы школ в 1966 г. для углубления знаний учащихся по физико-математическим, естественным и гуманитарным наукам, а также для развития разносторонних способностей и интересов учащихся. По существу в то время ФЗ являлись единственной формой дифференцированного обучения. В на-

стоящее время ФЗ проводятся в школе в условиях профильного обучения наряду с другими формами дифференцированного обучения. Часы на их проведение входят в варьируемую часть базисного учебного плана, в его школьный компонент. О востребованности ФЗ в условиях профильной школы свидетельствуют следующие цифры: интерес к физико-математическим дисциплинам у 80 % выпускников профильных физматклассов (ФМК) возникает уже в среднем звене школы, а у тех, кто закончил «обычные» классы, этот интерес возникает в старшем звене школы (60 %); выбор профессии выпускники ФМК делают до 10 класса (40 %) и в старшем звене школы (60 %), а выпускники «обычных» классов — 100 % — только в старшем звене; 70 % выпускников ФМК делают выбор специальности в 11-х классах, а большинство выпускников «обычных» классов — 80 % — в приемной комиссии (Гурина, 2009).

Значение ФЗ состоит в том, что они позволяют:

- удовлетворять интересы учащихся в различных направлениях, развивать склонности и способности учащихся в соответствии с их интересами;
- расширять кругозор учащихся, повышать их культурный уровень;
- повышать мотивацию к получению знаний;
- готовить учащихся к продолжению образования в вузе;
- развивать творческие способности учащихся, их самостоятельность;
- знакомить учащихся с современными достижениями науки и техники;
- формировать у учащихся методологические и коммуникативные умения в процессе подготовки докладов, рефератов;
- способствовать профессиональной ориентации учащихся, а для части учащихся — осуществить выбор профессии;
- продуктивно работать с научной и информацией и дополнительной литературой;
- эффективно работать в группе по интересам.

На сегодняшний день разработана система факультативных курсов, в которой условно можно выделить три группы:

1. *Курсы повышенного уровня*, тесно связанные с основным курсом физики. Их цель — углубить знания, полученные учащимися на уроках.

2. *Курсы прикладной физики*, направленные на расширение программы изучения физики, цель которых — знакомство учащихся с важнейшими достижениями физической науки и применением их в технике, развитие их интереса к современным технологиям (курс по нанотехнологиям, ускорителям элементарных частиц и т.п.).

3. *Спецкурсы*, на которых сверх школьной программы изучаются некоторые разделы физики и астрономии, играющие важную роль в формировании у учащихся научного мировоззрения (космология, внегалактическая астрономия и т.п.). Цель этих курсов — расширение кругозора учащихся, а также компенсация отсутствия некоторых важных тем в программе основного курса.

ФЗ проводятся по специальным программам, утвержденным Министерством образования, и содержатся в сборниках программ. Помимо этого, учителю дано право работать по собственной программе, которая должна быть утверждена администрацией школы.

К спецкурсам по физике и астрономии, а также интегрированным курсам относятся: «Оптика» (VII или VIII класс), «Элементы кибернетики» (VIII класс), «Физика и компьютер» (IX класс), «Земля во Вселенной» (VII—VIII классы), «Основы космонавтики» (X класс), «Физика космоса» (XI класс), «Строение и свойства вещества» (X класс), «Техника и окружающая среда» (X класс), «Методы решения физических задач» (XI класс), «Эволюция естественно-научной картины мира» (XI класс). Программы этих курсов опубликованы и утверждены Министерством образования. Факультативные курсы «Оптика» и «Физика космоса» обеспечены учебными пособиями для учащихся.

Например, задачей курса «Эволюция естественно-научной картины мира» является формирование у учащихся целостных представлений о природе и обществе, убеждения в том, что в основе многообразных явлений лежат единые принципы. Программа этого курса согласована с программой основных курсов физики, химии, биологии, астрономии, обществоведения.

Спецкурс «Космология и теория гравитации» (Гурина) направлен на формирование у учащихся глобального космического мышления, получение знаний об эволюции Вселенной.

Минимальная наполняемость группы, с которой могут проводиться ФЗ, — 10 человек. Основными принципами отбора содержания факультативных курсов по физике являются:

- связь факультатива с основным курсом;
- научность, отражение в содержании факультативных курсов фундаментальных физических законов и принципов;
- осуществление межпредметных связей;
- реализация принципа политехнизма.

Методы, формы и средства обучения на ФЗ по физике

Формами обучения учащихся на ФЗ являются традиционные формы: *лекции* (по теоретическим вопросам, которые носят ориентировочный, установочный характер); *семинарские занятия* (посвящаются обсуждению теоретических вопросов, их более глубокой проработке); *лабораторные фронтальные работы*.

Новыми необычными видами ФЗ являются *практикум по решению физических задач (ПРЗ)* и *лабораторный физический практикум (ЛФП)* (ЛФП более подробно рассмотрен в лекции 9). ПРЗ проводится начиная с IX класса в виде серии уроков решения задач по крупной теме. Например, после изучения кинематики, динамики, законов сохранения. На занятиях по ПРЗ появляется возможность решать комбинированные и олимпиадные задачи. Этим практикум по решению задач отличается от уроков решения задач при изучении основного курса физики. В некоторых специализированных ФМК занятия ПРЗ и ЛФП проводятся еженедельно.

Тематика работ практикума достаточно разнообразна. Можно выделить пять групп работ:

- 1) работы, в которых проверяются важнейшие законы и закономерности физики (например «Исследование законов фотоэффекта»);
- 2) работы, при выполнении которых учащиеся знакомятся с методами измерений физических величин (например, «Измерение коэффициента поверхностного натяжения разными методами», «Измерение ЭДС элемента мостовым методом» и т.д.);
- 3) работы, задачей которых является исследование различных процессов (например, «Исследование движения тел в поле тяготения Земли» и др.);

4) работы, в которых исследуются физико-технические характеристики и параметры материалов, приборов и устройств (например, «Определение удельного сопротивления металлов»);

5) работы по физико-техническому моделированию (например, сборка автоматических устройств с полупроводниковыми приборами).

В практикуме можно поставить работы, разные по уровню сложности, по характеру деятельности учащихся, по характеру управления их деятельностью (от детальных алгоритмов до кратких указаний и формулировки познавательной задачи). Соответственно, в описаниях работ могут быть выделены три уровня деятельности учащихся:

1. В описании подробно дается алгоритм действий, который должен осуществить учащийся для выполнения задания (алгоритмический уровень деятельности). Роль учителя — интенсивная педагогическая поддержка.

2. Описание содержит указания к заданию, помогающие учащимся самостоятельно выполнять работу. Учителю отводится роль консультанта.

3. Задание сформулировано в описании в общем виде. Учащийся самостоятельно выполняет задание, сам подбирает оборудование по описанию и вырабатывает алгоритм действий (эвристический уровень деятельности).

3. Внеклассная работа по физике

Внеклассная (внеурочная) работа является обязательной составной частью учебно-воспитательного процесса, осуществляемого школой, учителем. Выделяются три главных направления внеклассной работы — *образовательное, конструктивно-техническое и учебно-исследовательское*.

Внеклассная (внеурочная) работа является обязательной составной частью учебно-воспитательного процесса, осуществляемого школой, учителем.

Главные принципы — принципы доступности, научности и систематичности, а также принципы развивающего и воспитывающего обучения.

На современном этапе развития школы наиболее важными задачами внеклассной работы считаются следующие:

- повышение воспитательного воздействия всех форм внеурочной деятельности;
- всемерное развитие познавательной и творческой активности учащихся;
- усиление практической направленности знаний, формирование у учащихся устойчивых умений и навыков;
- осуществление индивидуализации и дифференциации в работе с детьми;
- всестороннее развитие личности ребенка.

В педагогической и методической литературе различают следующие типы внеклассной работы:

- *Индивидуальная работа* — дополнительные занятия с отдельными учащимися, отстающими в своей работе от других, а также с учащимися, опережающими остальных в развитии, в форме руководства проектной деятельностью.

- *Групповая работа* — систематическая работа, проводимая с частью учащихся, проявляющих к изучению физики повышенный интерес и направленная на удовлетворение профессиональных и познавательных интересов, приобретение новых знаний и практических умений.

- *Массовая работа* — эпизодическая работа, проводимая с большим коллективом (лекции, вечера и конференции, экскурсии и т.п.): работа по привитию интереса к физике, к *учению* вообще и по развитию способностей у *всех обучаемых*.

Наиболее распространенными формами организации внеклассной работы по-прежнему являются ее традиционные формы — кружки, олимпиады и вечера.

Кружки по физике и технике: физический, физико-технический, технический. Наибольшей популярностью в структуре технического творчества пользуется электронное направление («Электронная автоматика», «Основы электроники», «Физика и электронные игры») и др. Устойчивый интерес к этой области электроники вызван внедрением электронных автоматических устройств во все сферы науки, производства и быта.

Вечера и конференции по физике и технике. Главной целью любого вечера является привитие интереса к занятиям физикой, стимули-

рование учащихся к более глубокому и всестороннему изучению предмета.

Темой вечера (или конференции) могут послужить:

- памятные даты и знаменательные события в науке и техники (День космонавтики и т.п.);
- крупные достижения науки и техники (например, нанотехнологии; научные возможности адронного коллайдера и т.п.);
- жизнь и деятельность великих отечественных и зарубежных ученых («Н.И. Лобачевский и Я. Больяй — создатели неевклидовой геометрии», «Хаббл — человек, открывший взрыв Вселенной» и др.);
- отдельные темы или разделы школьной программы («Трение», «Законы сохранения и симметрия», «Электрические и магнитные поля» и т.п.);
- вопросы, раскрывающие роль физики в жизни человека, развитии техники и прикладных наук («Физика в медицине», «Физика и музыка» и др.);
- вопросы мироздания («Эволюция Вселенной и т.п.).

Конференция (вечер) является итогом работы коллектива по изучению большого раздела или курса физики в целом в течение всего учебного года.

4. Организация школьных олимпиад по физике

При организации и проведении олимпиад преследуются следующие дидактические и воспитательные цели:

- развитие устойчивого интереса к предмету;
- систематизация и повторение ранее изученного материала;
- развитие у школьников рационального физического мышления;
- воспитание таких качеств, как настойчивость, целеустремленность, умение преодолевать трудности;
- оказание помощи учащимся старших классов в выборе профессии.

Олимпиады по физике проводятся в настоящее время в пять этапов:

I этап — школьные олимпиады. Проводятся они силами учителей в первом полугодии учебного года, и участвовать в них могут все желающие учащиеся.

II этап — районные (городские для небольших городов) олимпиады. Этот этап проводится в декабре-январе по заданиям, составленным краевыми, областными оргкомитетами, а для Москвы и Санкт-Петербурга — городскими оргкомитетами.

III этап — краевые, областные (для Москвы и Санкт-Петербурга — городские) олимпиады. Организуют и проводят этот этап областные комитеты в январе-феврале. На основании Положения о проведении Всероссийских олимпиад часть заданий составляется членами оргкомитета областной олимпиады, а другая часть берется из сборника заданий, присланных жюри Всероссийской олимпиады.

IV этап — зональный. Он проводится в марте (в дни школьных каникул) одновременно в четырех зонах: северо-западной, центральной, юго-западной и сибирской. Для этого этапа задачи утверждаются Центральным оргкомитетом Всероссийской олимпиады.

V этап — заключительный. Он проводится в апреле в одном из городов России, и в нем участвуют победители зональных олимпиад — по 7—8 человек от каждого класса. Команды Москвы и Санкт-Петербурга участвуют в заключительном этапе самостоятельно. Победители олимпиады награждаются дипломами I, II и III степеней, похвальными грамотами, ценными подарками и специальными призами (библиотечки по физике и математике, измерительные приборы и др.).

Можно принять следующее определение: *олимпиадные задачи* — это задачи повышенной сложности, нестандартные по условию и методам решения. Решение таких задач требует от учащихся ясного понимания основных законов физики, творческого умения применять эти законы, развитого ассоциативного мышления, внимания, воли в преодолении трудностей и твердых навыков в решении обычных школьных задач.

К *задачам повышенной сложности* в основном относят:

- задачи, допускающие различные подходы к их решению;
- задачи, решение которых требует привлечения материала из нескольких разделов курса физики или других учебных предметов (например, астрономии, химии и т.д.);

- задачи с элементами альтернативы;
- задачи, решение которых требует вероятностных рассуждений и введения определенных предположений;
- задачи с представленными в их условии завуалированными данными;
- задачи, в которых обнаруживается противоречие между результатами вычислений и «здоровым смыслом» (физические парадоксы и софизмы).

Заключительный этап Всероссийской олимпиады проводят во второй половине апреля, т.е. до завершения прохождения всей программы. Определить победителя можно только после тщательного анализа лучших работ.

В положении о Всероссийских физико-математических олимпиадах предложены следующие критерии оценки знаний:

– правильно и исчерпывающе выполненное задание оценивается в 10 баллов; при наличии недочетов в правильно выполненном задании снимаются 2 балла, но в отдельных случаях, при оригинальном решении и незначительности допущенных недостатков, возможно снятие только одного балла; задание, выполненное не до конца, при правильном ходе решения и допущенной ошибке оценивается в 4 балла;

– задание, выполненное не до конца, с грубой ошибкой, оценивается в 2 балла; совсем не выполненное задание оценивается в 0 баллов;

– задание считается решенным, если оно оценено не менее чем на 6 баллов.

Пример олимпиадной задачи нестандартного условия: *Четыре черепахи находятся в углах квадрата со стороной a . Они начинают двигаться одновременно с постоянной по модулю скоростью V , причём первая черепаха всё время держит курс на вторую, вторая — на третью, третья — на четвёртую, четвёртая — на первую. Встретятся ли черепахи и, если встретятся, то через какое время? (Ответ: $t = a / V$)*

5. Формирование умений и навыков учащихся при обучении физике

Виды умений, навыков и опыта, приобретаемых при обучении физике, проиллюстрированы на рисунке 12.2.



Рис. 12.2. Умения и опыт, приобретаемые учащимися при обучении физике

6. Проверка достижений учащихся целей обучения физике

6.1. Функции контроля знаний и умений

Выделяются следующие дидактические функции контроля знаний и умений: контролирующая, обучающая, ориентирующая и воспитывающая.

- Сущность **контролирующей** функции проверки состоит в выявлении уровня знаний, умений и навыков учащихся, предусмотренных программой и соответствующих данному этапу обучения.

- Сущность **обучающей** функции проверки и учета ЗУНов заключается в том, что ожидание контроля, а затем результаты контроля ЗУНов толкают учащихся на совершенствование проверяемых знаний, умений и навыков, их систематизацию. Во время контроля — зачёта, экзамена, контрольной работы — мозг работает с максимальной эффективностью, и учащийся начинает глубже понимать материал, особенно после устной беседы с учителем или преподавателем, в которой преподаватель выясняет, насколько глубоко учащийся уяснил материал. Задания тестов составляются так (тоже должны носить обучающий характер), чтобы после их выполнения учащийся полностью разобрался в учебном материале.

- **Ориентирующая** функция проверки состоит в ориентации учащихся по результатам их оцененного учебного труда на ликвидацию пробелов в знаниях и умениях; осуществлении обратной связи с учащимися — информации учителя о достижении цели обучения отдельными учащимися и классом в целом.

- **Воспитывающая** функция проверки реализуется в воспитании чувства ответственности у школьников за свой учебный труд, трудолюбия, дисциплины труда; в формировании черт личности — честности, правдивости, настойчивости, взаимопомощи.

6.2. Определение уровней знаний при их проверке

Количество уровней должно быть невелико, раскрытие и их конкретизация должны быть посильными для каждого учителя физики без специального обучения. В соответствии с требованиями программы по физике предлагается выделять следующие уровни ЗУНов при проверке достижения целей обучения в VII—XI классах (табл. 12.3) (Онопrienко, 1988).

Уровни освоения знаний учащихся

Уровень и его характеристика	Содержание знаний и деятельности учащихся на уровне	Характер заданий и средств обучения
<p>I уровень, низший Опора на память: предполагает прямое запоминание отдельных знаний и умений, требуемых программой</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Умение описывать устно или письменно физическое явление (например, явление теплопередачи, опыты, иллюстрирующие это явление). 2. Знание отдельных фактов истории физики. 3. Знание названий приборов и области их применения (например, амперметр — прибор для измерения силы тока). 4. Знание буквенных обозначений физических величин (ФВ). 5. Знание условных обозначений приборов, умение их изображать и узнавать на схемах и чертежах 	<p>Вид заданий репродуктивный, предполагающий воспроизведение учащимися отдельных знаний и умений. Тестовый контроль ЗУНов</p>
<p>II уровень, средний Воспроизведение учебной информации; узнавание и перенос на новую ситуацию по аналогии</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Знание теории, лежащей в основе изучаемого явления. 2. Знание и понимание формулировок физических законов (ФЗ), их математической записи. 3. Знание и понимание определений ФВ. 4. Знание единиц ФВ, их определений. 5. Понимание принципа действия приборов, умение определять цену деления, пределы измерений, снимать показания 	<p>Репродуктивно-рефлекторные задания, выполнение которых возможно не только на основе памяти и на основе осмысливания</p>
<p>III уровень, высокий Определяет конечную цель обучения</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Умение применять теорию для объяснения некоторых частных явлений. 2. Понимание взаимозависимости различных признаков, характеризующих группу однородных явлений (например, зависимость энергии электронов, вылетающих из металла под действием света, от длины волны света). 3. Умение изображать графически взаимосвязь между ФВ, определять характер этой связи. 4. Умение сопровождать ответ экспериментом, подбирать необходимые для этого приборы. 5. Умение производить расчет, пользуясь известными формулами. 6. Представление об историческом развитии отдельных разделов физики (например, о развитии представлений о волновой и квантовой природе света). 7. Сформированность «технических приемов» умственной деятельности: умение читать книгу, находить нужные сведения, составлять план ответа и т.п. 	<p>Эвристические задания</p>

Более простая и менее подробная система критериев степени усвоения знаний учащимися предлагается в учебнике по методике обучения физике (Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы, 2000). Эти уровни отражают также стадии освоения знания (табл. 12.4).

Таблица 12.4

Уровни усвоения и стадии освоения знаний

Уровни усвоения знания	Значение
I низкий	Запоминание знания
II средний	Понимание знания
III выше среднего	Применение знания в знакомой ситуации
IV высокий	Применение знания в новой ситуации

Критериями эффективности полученных знаний являются: объем усвоенных знаний, системность знаний, осмысленность (понимание материала), действенность и прочность (табл. 12.5).

Таблица 12.5

Оценка качества полученных знаний

Критерии	Значение
Объем знаний	Сумма фактов, правил, понятий, законов, которые должны быть усвоены учащимися
Системность	Понимание учащимися внутренней логики материала. Показатель системности знаний может быть получен из результатов выполненных заданий по выводу формул, получению следствий, по решению логических задач
Осмысленность	Проявляется в правильности и убедительности суждений, умении ответить на видоизмененные вопросы, применить знания к решению задач. Установить уровень осмысленности знаний можно, включив в проверочные работы соответствующие задания на понимание
Действенность знаний	Проявляется в умении учащихся переносить знания и виды деятельности на другие области, применять их в разнообразной деятельности
Прочность знаний	Уровень прочности оценивается по объему знаний спустя несколько месяцев после изучения материала (оценка остаточных знаний)

Уровень знаний учебной группы определяет **коэффициент обученности**. Сначала рассчитывается средний балл правильных ответов в группе, затем определяется коэффициент обученности респондентов по данно-

му вопросу как отношение среднего балла к максимальному количеству баллов:

$$k = \frac{\text{средний балл}}{\text{максимальный балл}} \cdot 100\%. \quad (12.1)$$

6.3. Оценка умений.

Определение уровней сформированности умений

Основные критерии сформированности любых умений (по А.В. Усовой) следующие:

1. *Полнота сформированности операций*, слагающих деятельность, выполнить которую должны научиться учащиеся.
2. *Последовательность* выполнения операций: насколько она продумана и рациональна.
3. *Осознанность* сущности операций.

На основании критериев разрабатываются контрольные задания или тесты, выявляющие степень сформированности каждого признака.

Степень полноты операций может быть определена в виде количественного показателя K для каждого учащегося учебной группы по специальному тесту. По этим показателям определяется среднеарифметическое значение коэффициента полноты выполнения операций:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{nN}, \quad (12.2)$$

где n_i — число операций, усвоенных i -м учащимся; N — количество учащихся, выполнявших задание; n — количество операций, которое должно быть выполнено.

Если внедряется новая методика и надо проверить её эффективность, вычисляются средние показатели полноты выполнения операций для контрольной группы K_k и для экспериментальной группы $K_э$. Далее определяется отношение коэффициентов $K_э / K_k$. Если отношение $K_э / K_k > 1$, то считается, что проверяемая методика формирования умений более эффективна по сравнению с традиционной.

7. Формирование научного мировоззрения учащихся

Мировоззрение является важнейшим элементом духовного мира человека. *Мировоззрение* — система принципов, взглядов, ценностей, идеалов и убеждений, определяющих как отношение к действительности, общее понимание мира, так и жизненные позиции, программы деятельности людей (Философский словарь, 2001, с. 334).

В духовном мире личности мировоззренческие формы по-разному представлены интеллектуальным и эмоциональным опытом людей. *Мироощущение* охватывает эмоционально-психологическую сторону мировоззрения на уровне настроений и чувств. *Мировосприятие* представляет собой опыт формирования духовных образов с использованием ощущений, восприятий и представлений. Под *миропониманием* предполагают интеллектуальную сторону мировоззрения. Включаясь в мировоззрение, элементы сознания личности приобретают новый статус: они содержат в себе отношение, активную или пассивную *позицию человека*, окрашиваются эмоциями и социальными чувствами, сочетаются с волей к действию, соотносятся с деловитостью или нейтральностью, с воодушевлением или трагизмом.

Обобщенно под мировоззрением понимается *единство знаний и убеждений*, оно является определяющей деятельно-мотивационной стороной духовного мира личности, для которого будет характерна комплексность мировосприятия, наличие оценочной составляющей, выражающейся в определенном отношении людей к окружающей действительности.

Выделяют четыре вида мировоззрения: *обыденное, религиозное, научное, гуманистическое* (Философский словарь, 2001).

Обыденное мировоззрение — это понимание мира отдельным индивидом, сформированное его индивидуальностью, образованием, воспитанием, деятельностью и т.д. Делает каждого человека творцом его собственного мира. Отличается тем, что формируется стихийно и является результатом пережитого опыта человеком. Такой вид мировоззрения присущ каждому человеку. Отличительными чертами его являются субъективность, ненаучность и доходчивость.

Религиозное мировоззрение — это мировоззрение, основанное на понимании, осознании и принятии человеком определенной религиозной картины мира. Любое явление этого мира определяется в зависимости от

отношения его к Богу. Человек создан по подобию Бога, является Его высшим творением, человек принадлежит к двум мирам: физическому и духовному. Такое мировоззрение отражает общечеловеческие ценности, универсальные важнейшие морально-нравственные нормы, но игнорирует, а иногда и противоречит научным взглядам на мир.

Научное мировоззрение — базируется на научной картине мира и опирается на последние достижения в области науки и техники. Отличительными особенностями такого мировоззрения являются упорядоченность явлений по строго определенным правилам с использованием особого языка и замкнутость системы знаний, выстроенной на основе аксиом и правил, которые подтверждаются эмпирически. Главным недостатком является недостаточная вовлеченность человека в конструируемый им образ мира.

Гуманистическое мировоззрение — мировоззрение будущего, которое провозглашает человека, его право на счастье, развитие и проявление своих положительных способностей наивысшей ценностью. Такое мировоззрение противопоставляется религиозному, не признаёт существования сил, стоящих выше человека и природы. Представляет собой оптимальный синтез отдельных качественно отличных проявлений мировосприятия человека.

Структура мировоззрения

В структуре мировоззрения, как правило, представляются три подсистемы духовного мира личности, которые находятся в постоянной взаимосвязи:

- познавательная;
- ценностная;
- деятельностная подсистемы.

В структуре мировоззрения в целом выделяются следующие наиболее важные элементы (Шаронова, 2011):

1. **Знания.** Одним из элементов мировоззрения выступают обобщенные, переосмысленные и оцененные знания — обыденные (повседневные или жизненно-практические), составляющие основу обыденно-практической картины мира, или теоретические, составляющие основу научной картины мира, сформированной на основе теории.

2. **Идеалы и ценностные ориентации.** Знания никогда не заполняют собой всего поля мировоззрения. В мировоззрении осмысливается и

оценивается уклад человеческой жизни, формируется определенная система экономических, нравственных, художественно-эстетических и других идеалов, получают одобрение (осуждение) те или иные способы жизни, поведения и общения.

3. **Принципы и нормы жизни.** Они позволяют человеку определить линию поведения, общения и деятельности, отношение к обществу, его материальной и духовной культуре, а также к себе. Основное значение приобретают *нравственные, правовые, экономические нормы жизни, принципы гуманизма, справедливости, трудолюбия, социального равенства.*

4. **Убеждения.** В них выражается отношение человека к природе и обществу, к своему месту в обществе. Убеждения могут быть индивидуальными или ориентированными на других людей, положительными и отрицательными, реальными и идеализированными. Убеждения определяют личностную позицию человека.

Н.В. Дмитриева выделяет следующие компоненты **научного мировоззрения** (табл. 12.6) (Дмитриева, 2011; Шаронова, 2011).

Таблица 12.6

Содержание компонентов научного мировоззрения

Компоненты научного мировоззрения	Содержание компонентов
1. Научные знания	Система научных знаний. Знание эволюции возникновения мира и человека; знания о Вселенной, о Солнечной системе, о Земле; осознание роли человека в преобразовании природы и развитии человеческой цивилизации
2. Научные взгляды	Сформированность научной физической картины мира; мотивированное (активное) отношение к учебе, получению новых знаний, стремление осмысливать, анализировать, систематизировать полученные знания
3. Научно-нравственные идеалы и ценностные ориентации	Наличие в системе ценностных ориентаций личности школьников научных и нравственных эталонов в области науки: отношение к природе и цивилизации на основе общечеловеческих ценностей, гуманизма, нравственности
4. Научные убеждения	Уверенность в своих знаниях, основанных на научно доказанных фактах, обоснованная убежденность во взглядах и идеалах, критическое отношение к действительности, побуждение к деятельности согласно научным и нравственным идеалам. Отстаивание своих научных и нравственных идеалов в социальных отношениях

Соответственно, в качестве *критериев, по которым можно судить о сформированности научного мировоззрения* рассматриваются:

1) усвоение мировоззренческих знаний и приобретение способности применять усвоенные знания в процессе изучения нового материала;

2) наличие научных взглядов;

3) наличие научно-нравственных идеалов;

4) наличие убеждений, адекватных научному мировоззрению.

К основным показателям сформированности научного мировоззрения учащихся относятся уровень усвоения именно научных мировоззренческих идей и знаний, взглядов и убеждений учащихся.

Академик В.С. Стёпин в структуре мировоззрения выделяет 3 компонента (Стёпин, 2007):

- онтологический;
- эпистемиологический;
- аксиологический.

Онтологический компонент — это воззрение на бытие, которое, по сути, является физической картиной мира, формирующейся в сознании учащегося в процессе обучения физике.

Эпистемиологическая составляющая отражает сформированность методологических и исследовательских умений учащихся (эпистемиология — теория познания, от греч *episteme* — знание и *logos* — учение) (Философский словарь, 2001, с. 693).

Аксиологический компонент представляет собой мотивы и ценности и в целом мотивационно-ценностное отношение к миру, формирующееся в процессе обучения и воспитания.

В базовом учебнике по методике физике (Теория и методика, 2000, с. 251) мировоззрение имеет структуру из трёх компонентов, одним из которых является уже диалектическое мышление (табл. 12.7).

Задания по проверке сформированности мировоззрения должны включать группы философских обобщений о материальности мира, его познаваемости, диалектичности.

Выделены также уровни (I—III), на которых могут быть сформированы знания, взгляды и убеждения, диалектическое мышление.

Рассмотрим методику диагностирования каждого уровня в виде заданий разных типов. Выполнение третьего задания предполагает умение

«видеть» противоречия «и-и» и «ни-ни». Этому требованию отвечают вопросы типа: «Что такое свет?» Варианты ответов:

- 1) Электромагнитная волна.
- 2) Поток частиц — фотонов.
- 3) И то, и другое.
- 4) Ни то, ни другое.
- 5) И то, и другое; ни то, ни другое одновременно.
- 6) Ни один из ответов не подходит.

Таблица 12.7

Компоненты мировоззрения и уровни их сформированности

Компонент мировоззрения	Уровни сформированности		
	I	II	III
Знания	Воспроизведение	Применение без философской терминологии	Применение с формулировкой философского положения
Взгляды и убеждения	Уверенность в истинности знаний	Готовность отстаивать свои взгляды	Применение знаний при наличии препятствий
Диалектическое мышление	Работа с противоречием «и-и»	Работа с противоречиями «и-и», «ни-ни»	Работа с противоречиями «и-и», «ни-ни» одновременно

При выполнении этого задания учащиеся показывают понимание закона единства и борьбы противоположностей, а также понимание диалектического противоречия на самом высоком уровне — «и то, и другое, ни то, ни другое одновременно» (Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы, 2000, с. 252).

Разные подходы к делению мировоззрения на компоненты обусловлены отсутствием жесткого понятийного аппарата в методологии гуманитарных наук, что относит их к слабой версии науки в отличие от фундаментальных наук.

Как сказано выше, структуру мировоззрения формируют познание, ценности, идеалы, убеждения, верования, нормы и т.д., а также реализация ценностей и норм в практических поступках, превращение норм в личные взгляды, убеждения. Практический элемент, т.е. реальное поведение человека в определенных обстоятельствах, важно, так как без практической составляющей мировоззрение носит абстрактный, отвлеченный характер.

Поэтому выделяются *два уровня мировоззрения*:

1. *Жизненно-практический уровень* — основывается на здравом смысле и повседневном опыте, зависит от воспитания, национальных и религиозных традиций, образования, интеллектуальной и духовной культуры, профессиональной деятельности их носителей, содержит не только богатые традиции, но и предрассудки, не отличается продуманностью и систематичностью.

2. *Теоретический уровень* преодолевает недостатки жизненно-практического уровня. Решением мировоззренческих проблем здесь наряду с наукой занимается философия, претендующая как на теоретическую обоснованность содержания, так и на обоснованность способов достижения обобщенных знаний о действительности. Философия не только содержит мировоззренческие системы, но и анализирует мировоззрение как таковое.

Таким образом,
мировоззрение — это совокупность взглядов, оценок, принципов, определяющих самое общее видение, понимание мира, места в нем человека и вместе с тем жизненные позиции, программы поведения людей. Ядром мировоззрения человека являются ценности — специфически социальные определения объектов окружающего мира, выявляющие их положительное значение для человека и общества.

8. Учитель физики как классный руководитель

Содержание деятельности учителя физики как классного руководителя физико-математического класса иллюстрируется схемой на рисунке 12.9.

Для создания творческой, доброжелательной атмосферы в классе, побуждающей к учению, важен стиль поведения КР, стиль руководства КР коллективом класса.

Стиль руководства — типичный вид поведения руководителя в отношениях с членами коллектива в процессе достижения поставленной цели. Это привычная манера поведения руководителя по отношению к под-



Рис. 12.9. Функции и содержание деятельности классного руководителя ФМК

чиненным, чтобы оказать на них влияние и побудить их к достижению целей организации. Это способ, система методов воздействия руководителя на подчиненных.

Большинство исследователей выделяют следующие стили руководства:

- авторитарный (директивный) стиль;
- демократический (коллегиальный);
- либеральный (попустительский или анархический).

Авторитарный (директивный) стиль управления характеризуется высокой централизацией руководства, доминированием единоначалия. КР единолично принимает решения или отменяет их. К мнению коллектива не прислушивается, все решает за коллектив сам.

Преобладающими методами управления являются приказы, наказания, замечания. Контроль очень строгий, детальный, лишаящий подчиненных инициативы.

В общении преобладают резкость. Такой стиль руководства отрицательно сказывается на морально-психологическом климате, ведет к значительному снижению инициативности, самоконтроля и ответственности членов коллектива.

Коллегиальный (демократический) стиль управления характеризуется распределением полномочий, инициативы и ответственности между руководителем и заместителями, руководителем и подчиненными. КР всегда выясняет мнение коллектива и принимает коллегиальные решения. Общение — в форме просьб, пожеланий, рекомендаций, советов, поощрений за качественную и оперативную работу, доброжелательно и вежливо; по необходимости применяются приказы. Такой стиль стимулирует благоприятный психологический климат в коллективе, учитывает интересы подчиненных.

Попустительский (либеральный) стиль управления характеризуется отсутствием активного участия КР в управлении коллективом. Такой руководитель «плывет по течению», попадает под влияние коллектива. Увиливает от разрешения назревших конфликтов, стремится уменьшить свою персональную ответственность. Работу пускает на самотек, редко ее контролирует. Такой стиль руководства предпочтителен в творческих коллективах, где члены коллектива отличаются самостоятельностью и творческой индивидуальностью, но не в школе (см. табл. 12.8).

Стили управления коллективом

Критерии	Авторитарный	Демократический	Либеральный
Способ принятия решений	Единоличный с подчиненными	На основе консультаций сверху или мнения группы	На основе указаний
Способ доведения решений до исполнителя	Приказ, распоряжение, команда	Предложение	Просьба, упрощение
Распределение ответственности	Полностью в руках руководителя	В соответствии с полномочиями	Полностью в руках исполнителя
Отношение к инициативе подчиненных	Допускается	Поощряется и используется	Полностью передается подчиненным
Отношение к общению с подчиненными	Отрицательное, соблюдает дистанцию	Положительное, активно идет на контакты	Инициативы не проявляет
Отношение к подчиненным	По настроению, неровное	Ровное, доброжелательное, требовательное	Мягкое, нетребовательное
Отношение к дисциплине	Жесткое, формальное	Разумное	Мягкое, формальное
Отношение к стимулированию	Наказание с редким поощрением	Поощрение с редким наказанием	Нет четкой ориентации

Успешные управленцы не являются приверженцами только одного стиля. Как правило, они интуитивно или вполне осознанно комбинируют различные стратегии руководства (многомерный стиль руководства).

Эффективность обучения и воспитания зависит также от личностных и профессиональных качеств КР. По теории М. Карне, компетентность учителя может являться более важным фактором, чем средства и методы обучения. Качества учителя, необходимые для работы с одаренными детьми в раннем возрасте, описаны М. Карне (Одаренные дети, с. 236—250). Десятилетние наблюдения показали, совокупность требований к качествам учителя, работающего с учащимися ФМК, в целом соответствуют требованиям, описанными М. Карне. Адаптировав эти требования к нашим условиям, можно сказать, что учитель, работающий в ФМК, должен:

- быть доброжелательным и чутким;
- разбираться в особенностях психологии школьников, имеющих способности к точным наукам;

- иметь опыт работы в учреждениях общего среднего образования;
- иметь опыт работы с собственными детьми школьного возраста;
- иметь высокий уровень интеллектуального развития (или выше среднего), соответствующий интеллектуальным запросам учащихся;
- иметь широкий круг интересов и умений;
- иметь помимо педагогического еще какое-нибудь образование;
- быть готовым к самым разным неожиданностям, связанным с обучением юных физиков и математиков;
- иметь живой и активных характер;
- обладать чувством юмора, но без склонностей к сарказму (анкетирование студентов физико-технического факультета УлГУ в 2002 году показало, что на третье место после глубоких знаний предмета и умения донести учебный материал студенты ставят чувство юмора преподавателей);
- проявлять гибкость, быть готовым к пересмотру своих взглядов и постоянному самосовершенствованию;
- иметь своё, возможно, нетрадиционное личное мировоззрение;
- иметь специальную послевузовскую подготовку по работе с одарёнными детьми в области естественных наук и быть готовым к дальнейшему приобретению специальных знаний;
- обладать позитивной *Я-концепцией*: поддерживать и признавать в учащихся своеобразие;
- обладать хорошим здоровьем и жизнестойкостью;
- обладать целеустремлённостью, настойчивостью и обстоятельностью;
- иметь творческое начало, заниматься наукой;
- быть профессионально зрелым, иметь солидный педагогический опыт (предпочтительно привлекать к работе с одарёнными учащимися опытных, хорошо проявивших себя педагогов, владеющими эффективными методами воспитания и преподавания);
- быть эмоционально стабильным;
- быть чутким, т.е. чувствительным к переживаниям и потребностям других;

- умело руководить классом и способствовать индивидуализации обучения;
- знать концептуальные модели познания и процессов мышления;
- уметь вовлечь родителей в процесс активного обучения и воспитания их детей;
- уметь объективно оценивать успехи обучаемого;
- быть способным к самоанализу: уметь анализировать и оценивать сильные и слабые стороны своей личности.

Добавим в этот список ещё два положения — **авторитет КР** и работа о нём (стремление к укреплению авторитета), а также **умение КР пользоваться суггестивными средствами**. Авторитет обладает мощным суггестивным эффектом (суггестия — внушение) и является средством интенсификации учебного процесса. Преподаватель своим авторитетом через непроизвольное запоминание, через интерес повышает мотивацию к изучению предмета, даёт **внутреннюю установку** ученику на получение знаний (Лозанов, 1981).

Библиография

1. *Гурина Р. В.* Классный руководитель физико-математического класса: направления, методы и формы деятельности : учеб. пособие. — Ульяновск : УлГУ, 2004. — 96 с.
2. *Гурина Р. В.* Подготовка учащихся физико-математических классов к будущей профессиональной деятельности в области физики : моногр. — Ульяновск : ЗАО «МДЦ», 2009. — 394 с.
3. *Дмитриева Н. В.* Формирование научного мировоззрения в космическом образовании школьников : автореф. дис. ... канд. пед. наук. — М., 2011. — 26 с.
4. *Лозанов Г. К.* Суггестология и суггестопедия. — София : Наука и искусство, 1981. — 124 с.
5. Методика преподавания физики в 8—10 классах средней школы. Ч. 1 / В. П. Орехов, А. А. Усова, И. К. Турышев и др. ; под ред. В. П. Орехова, А. В. Усовой. — М. : Просвещение, 1980. — 320 с.
6. Одарённые дети / под ред. Г. В. Бурменской, В. М. Слуцкого. — М. : Прогресс, 1991. — 376 с.
7. *Ожегов С. И., Шведова Н. Ю.* Толковый словарь русского языка. — М. : Азбуковник, 1997.
8. *Оноприенко О. В.* Проверка знаний, умений и навыков учащихся по физике. Книга для учителя. — М. : Просвещение, 1988.

9. *Прояненко Л. А.* Деятельностный подход в обучении физике // Физика в школе. — 2005. — № 1. — С. 34—41.
10. *Прояненко Л. А.* Методическая подготовка будущих учителей к решению типовых задач организации учебно-воспитательного процесса по физике: проблема, концепция, модель : моногр. — М. : Карпов Е.В., 2009. — 160 с.
11. *Стёпин В. С.* О третьей научной картине мира // Общая и прикладная ценология. — 2007. — № 1. — С. 5—14.
12. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий, Н. Е. Вадеевская и др. ; под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурешевой. — М. : Издательский центр «Академия», 2000. — 368 с.
13. Управление персоналом : слов.-справ. / под ред. В. К. Скляренко, О. И. Волкова. — М., 2000.
14. Управление персоналом [Электронный ресурс] : слов.-справ. — URL : psyfactor.org.
15. *Усова А. В.* Психолого-педагогические основы формирования у учащихся научных понятий : учеб. пособие к спецкурсу. — Челябинск : ЧГПИ, 1986. — 84 с.
16. *Усова А. В.* Теория и методика обучения физике в средней школе. — М. : Высш. шк., 2005. — 303 с.
17. Философский словарь / под ред. И. Т. Фролова. — 7-е изд., перераб. и доп. — М. : Республика, 2001. — 719 с.
18. *Шаронова Н. В., Дмитриева Н. В.* Методика формирования основ научного мировоззрения учащихся средствами космического образования в системе дополнительного образования // Школа будущего. — М.: МПГУ, 2011. — № 4. — С. 61—67.

Лекция 13

ФОРМИРОВАНИЕ У УЧАЩИХСЯ ПОНЯТИЙ О ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИНАХ И ЗАКОНАХ

1. *Физические величины (ФВ) и их размерность.*
2. *Классификация физических величин.*
3. *Единицы измерения физических величин.
Системы единиц физических величин.*
4. *Проблемы формирования у учащихся физических понятий.*
5. *Формирование у учащихся понятий
о физических величинах методом фреймовых опор.*
 - 5.1. *Понятийное мышление.*
 - 5.2. *Способы формирования понятий о ФВ I типа.*
6. *Формирование у учащихся понятий о физических законах
и физических величинах как коэффициентов
пропорциональности в законах.*
 - 6.1. *Формирование у учащихся понятий о физических
законах, выражающих прямо пропорциональную
зависимость, и о ФВ как коэффициентах
пропорциональности в законах.*
 - 6.2. *Формирование у учащихся понятий о физических
законах, выражающих обратно пропорциональную
зависимость, и ФВ как коэффициентов
пропорциональности в законах.*

1. Физические величины и их размерность

Физической величиной называют свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта (Болсун, 1983).

Совокупность ФВ, связанных между собой зависимостями, называют системой физических величин. Система ФВ состоит из *основных величин*, которые условно приняты в качестве независимых, и из *производных величин*, которые выражаются через основные величины системы.

Производные физические величины — это физические величины, входящие в систему и определяемые через основные величины этой системы. Математическое соотношение (формула), посредством которого про-

изводная ФВ выражается через другие величины системы и в котором проявляется непосредственная связь между ними, называется *определяющим уравнением*. Например, определяющим уравнением скорости служит соотношение

$$V = \frac{s}{t}. \quad (13.1)$$

Опыт показывает, что система ФВ, охватывающая все разделы физики, может быть построена на семи основных величинах:

- 1) *масса*,
- 2) *время*,
- 3) *длина*,
- 4) *температура*,
- 5) *сила света*,
- 6) *количество вещества*,
- 7) *сила электрического тока*.

Учёные договорились обозначать основные ФВ символами: длину (расстояние) в любых уравнениях и любых системах — символом L (с этой буквы начинается на английском и немецком языках слово длина), а время — символом T (с этой буквы начинается на английском языке слово время). То же самое относится и к размерностям массы (символ M), электрического тока (символ I), термодинамической температуры (символ Θ), количества вещества (символ N), силы света (символ J). Эти символы называются *размерностями* длины и времени, массы и т.д., причем не зависимо от размера длины или времени. (Иногда эти символы называют логическими операторами, иногда — радикалами, но чаще всего размерностями.) Таким образом, *размерность основной ФВ* — это всего лишь символ ФВ в виде заглавной буквы латинского или греческого алфавита.

Так, например, размерность скорости — это символ скорости в виде двух букв LT^{-1} (согласно формуле (13.1)), где T представляет собой размерность времени, а L — длины. Эти символы обозначают ФВ времени и длины независимо от их конкретного размера (секунда, минута, час, метр, сантиметр и т.д.). Размерность силы — MLT^{-2} (согласно уравнению второго закона Ньютона $F = ma$). У любой производной ФВ имеется размерность, так как имеется уравнение, определяющее эту величину. В физике имеется одна чрезвычайно полезная математическая процедура, называемая **анализом размерностей или проверкой формулы размерностью**.

По поводу понятия «размерность» до сих пор имеются два противоположных мнения. В статье «Размерность физической величины» (Коган) приводятся следующие аргументы по поводу этого спора. Более ста лет продолжают споры о физическом смысле размерностей. Два мнения — размерность относится к ФВ, и размерность относится к единице измерений ФВ — уже целый век делят учёных на два лагеря. Первую точку зрения отстаивал известный физик начала XX века А. Зоммерфельд. Вторую точку зрения отстаивал выдающийся физик М. Планк. Известный метролог Л. Сена (1988) придерживался второй точки зрения, согласно которой понятие размерности относится не к ФВ, а к ее единице измерений. Эта же точка зрения изложена и в популярном учебнике по физике И. Савельева (2005).

Однако это противостояние искусственно. Размерность ФВ и ее единица измерений — различные физические категории, и их не следует сравнивать. В этом кроется суть ответа, решающего эту проблему.

У производной ФВ размерность имеется постольку, поскольку имеется уравнение, определяющее эту величину. Пока нет уравнения, нет и размерности, хотя от этого ФВ не перестает существовать объективно.

В настоящем пособии понятие «размерность», как и полагается, относится к ФВ и с единицами ФВ не идентифицируется.

2. Классификация физических величин

В основе любой классификаций должен лежать определённый критериальный признак.

- Если в основу классификации положить наличие (отсутствие) у ФВ определительной формулы (уравнения связи между ФВ), то все ФВ разделятся на 2 больших класса — *основные и производные ФВ*.
- Если в основу классификации ФВ положить разделы физики, изучающие определённые классы явлений, то ФВ разгруппируются на *механические, термодинамические, электрические, магнитные, оптические, квантовые ФВ*.
- Если критериальным признаком является наличие у ФВ направленности в пространстве, *ФВ разделяются на векторные и скалярные*.

- Если в основе деления на группы лежит происхождение (способ получения) ФВ, то они разделяются на 2 класса:
 - *ФВ, которые вводятся учёными «административно» («искусственно»)* для описания физических явлений и процессов (работа, мощность, КПД, сила тока, напряжённость поля и т.д.);
 - *ФВ — константы пропорциональности в законах* и закономерностях, «естественно» вытекающие из законов: гравитационная постоянная, удельное сопротивление, коэффициент диффузии (теплопроводности, внутреннего трения) и т.д.
- Если критериальным признаком является наличие или отсутствие размерности, тогда все физические величины делятся на *безразмерные* и *размерные*. Безразмерными являются все относительные величины, например относительное удлинение, относительная диэлектрическая проницаемость и др. Ясно, что размерности одной и той же ФВ в различных системах величин могут оказаться различными. Поэтому размерность производной ФВ является ее относительной характеристикой, зависящей от выбора системы величин.
- Если группировать ФВ по признаку изменчивости (изменяется или не изменяется), тогда все физические величины можно разделить на три больших класса:
 - Переменные физические величины.*
 - Постоянные физические величины.*
 - Физические величины, являющиеся постоянными при определённых условиях или допущениях.*

Рассмотрим каждый из этих классов ФВ подробнее. В каждом классе можно выделить подклассы.

К **классу I** относятся все основные величины, а также производные величины, выраженные определяющими уравнениями, то есть функциональными зависимостями через основные:

а) через прямо пропорциональную зависимость, например:

работа $A = Fg \cos(\mathbf{F}^{\wedge}\mathbf{r})$, магнитный поток $\Phi = BS \cos(\mathbf{B}^{\wedge}\mathbf{n})$ и др.;

б) через прямо и обратно пропорциональную зависимость, например:

давление $P = F / S$, мощность $N = A / t$, ускорение $a = v / t$ и др.;

в) через другие функции (степенную, логарифмическую и т.д.).

К **классу II** относятся постоянные физические величины, которые *по степени (уровню) общности* можно разделить на подклассы или группы, при этом они могут быть размерными и безразмерными.

1) универсальные постоянные физические величины, которые входят в фундаментальные физические законы как коэффициенты пропорциональности или являются характеристиками элементарных частиц и процессов микромира. Например гравитационная постоянная G в законе всемирного тяготения

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r_2^2}.$$

Константа определяется из закона так: G — это ФВ, численно равная силе, действующей между двумя телами единичной массы на расстоянии, равном единице.

К этой группе ФВ относятся: элементарный электрический заряд e , гравитационная постоянная G , постоянная k в законе Кулона, универсальная газовая постоянная R и др.

2) постоянные физические величины, символизирующие константы физических теорий: скорость света c , постоянная Авагадро N_A , постоянная Больцмана $k = R / N_A$, постоянная Планка h и др. Численные значения констант первой и второй групп определяются опытным путём и составляют содержание таблицы фундаментальных физических постоянных.

3) специфические постоянные величины, характеризующие узкий круг явлений и процессов, определенные свойства физических отдельных систем или веществ (например, красная граница фотоэффекта, критическая температура, температура Кюри, показатель адиабаты и др.).

4) постоянные, являющиеся производными от других постоянных, введенные для удобства применения. Например, диэлектрическая постоянная ϵ_0 появилась в результате того, что английский учёный Хевисайд в 1924 году предложил ввести число π в коэффициент пропорциональности k в законе Кулона, так как число π входит в множество формул для объемов и площадей различных фигур и решение многих электростатических физических задач упрощается (например, расчёт напряжённостей полей около заряженных тел по теореме Гаусса и др.). Хевисайд определил, что число π целесообразно ввести в знаменатель нового коэффициента. Таким образом, появился коэффициент пропорциональности в законе Кулона для вакуума в виде $k = 1/4 \pi \epsilon_0$. Отсюда высчитали значение

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Таким же образом возникла магнитная постоянная μ_0 из закона Ампера для параллельных токов и др.

К этой же группе относится постоянная Больцмана $k = R / N_A$; постоянная Планка в виде $h / 2\pi$ и др.

К классу III относятся ФВ двух видов:

а) **ФВ, отражающие свойства материалов и процессов и зависящие от свойств материалов, условий и среды протекания процессов.**

- В эту группу входят ФВ, являющиеся коэффициентами пропорциональности в законах или закономерностях. Например, коэффициент жёсткости пружины, удельное сопротивление проводников, удельная теплоёмкость веществ, коэффициент диффузии, коэффициент теплопроводности и др.

- В эту группу входят также ФВ, представляющие определения некоторых производных величин, например плотности однородного тела $\rho = \frac{m}{V}$; концентрации частиц $n = N / V$ и др. Данные ФВ также зависят от свойств материалов.

Постоянные этой группы составляют содержание многочисленных частных таблиц физических величин.

б) **ФВ, вытекающие из определительной формулы, но не являющиеся функциональными зависимостями.** Такие ФВ являются характеристиками определённых тел или частных (конкретных) систем (отражающие свойства среды, зависящие от определённых параметров системы, не входящих в определительную формулу ФВ).

Примеры: напряженность электростатического поля $E = F / q''$, потенциал $\phi = W / q''$. Рассмотренные величины не зависят от параметров, входящих в формулы (при увеличении в 10 раз величины пробного заряда q'' сила, действующая на заряд, и его энергия возрастут тоже в 10 раз, отношения останутся постоянными, но для данной точки поля и для конкретного заряда, создающего поле). Однако для других точек поля и для другой среды значения E и ϕ будут другими. К этой же группе относится ФВ — электроёмкость проводника $C = q / \phi$ и др.

в) **коэффициенты и относительные постоянные** (коэффициент трения, коэффициент полезного действия, относительная диэлектрическая

проницаемость, магнитная восприимчивость, коэффициент размножения нейтронов, коэффициент отражения и др.).

Рассмотрим классификацию производных ФВ, в основании которой лежит формальный признак — форма записи ФВ, отражающая простые арифметические действия — деление или умножение, т.е. **производные ФВ** получаются в результате операций деления или умножения. В этом случае ФВ делятся на два вида:

- ФВ, как произведение нескольких других ФВ

(схема такой ФВ:  =  ).

- ФВ, как отношение двух других ФВ

(схема ФВ:  =  / ).

Размер физической величины — это количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию «физическая величина». Для сравнения размеров однородных величин вводится значение ФВ.

Значением физической величины называется оценка этой величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц. Например, 24 кг — значение массы некоторого тела.

3. Единицы измерения физических величин. Системы единиц физических величин

Следует различать систему ФВ от системы единиц ФВ.

Единица физической величины — это ФВ, которой по определению присвоено числовое значение, равное единице. Измерить физическую величину — это значит найти в результате проведенного эксперимента отношение этой величины к физической величине, принятой за единицу. В результате измерения получим числовое значение искомой величины, выраженное в определенных единицах.

В 1960 г. было принято решение о создании Международной системы единиц, которой было присвоено международное сокращенное наименование SI (Sistem International — международная система) или в русской транскрипции — СИ. Аббревиатура СИ при чтении произносится отдельно (Эс—И), а не вместе (СИ). При использовании этой аббревиатуры не

рекомендуется употреблять слово «система», так как оно уже входит в сокращенное наименование в виде буквы «С». Поэтому следует говорить и писать «единицы СИ», а не «единицы системы СИ».

В СИ основными единицами являются:

- 1) единица длины — метр (м);
- 2) единица массы — килограмм (кг);
- 3) единица времени — секунда (с);
- 4) единица силы электрического тока — ампер (А);
- 5) единица термодинамической температуры — кельвин (К);
- 6) единица силы света — кандела (кд);
- 7) единица количества вещества — моль (см. табл. 13.1).

Эти семь основных единиц СИ имеют удобные для практического использования размеры и широко применяются в различных областях науки и техники.

СИ содержит две дополнительные единицы: единицу плоского угла — радиан (рад) и единицу телесного угла — стерadian (ср). Эти единицы не входят в число основных, но вместе с тем они и не являются производными, так как их размеры не зависят от выбора основных единиц системы. Используя семь основных и две дополнительные единицы СИ, можно получить все производные единицы для измерения и выражения ФВ во всех разделах физики, а также во всех естественных науках и технике. Производные единицы СИ образуются с помощью уравнений связи между величинами определяющих уравнений, в которых числовые коэффициенты равны 1, при замене величин в этих уравнениях единицами СИ.

Наименования и обозначения основных, дополнительных и производных единиц установлены соответствующими решениями Генеральных конференций по мерам и весам. Производные единицы, если они не имеют специальных наименований, именуется через наименования соответствующих основных или других производных единиц, через которые они выражаются. Например, единица скорости — метр в секунду — выражена через две основные единицы: метр и секунду.

Следует различать понятия: ФВ, наименования ФВ, единицы ФВ, наименования единиц ФВ, обозначения, определения ФВ, определения единиц ФВ. Сравнительные различия этих понятий даны в таблице 13.1 по отношению к основным единицам СИ.

Таблица 13.1

Основные единицы СИ

ФВ		Наименование единицы ФВ	Обозначение единицы ФВ		Единица	Определение
			Международное	Русское		
Наименование ФВ	Буквенное обозначение ФВ					
Длина	l	метр	m	м	1 метр равен 1/650 763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86	
Масса	m	килограмм	kg	кг	1 килограмм равен массе международного прототипа килограмма	
Время	t	секунда	s	с	1 секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133	
Сила электрического тока	I	ампер	A	A	1 Ампер равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н	
Термодинамическая температура	T	кельвин	K	K	1 Кельвин равен 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды	
Количество вещества	v	моль	mol	моль	1 моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг. При применении моля структурные элементы должны быть одинаковыми	
Сила света	J	кандела	cd	кд	1 кандела равна силе света, испускаемого с поверхности площадью $1/600\,000$ м ² полного излучателя в перпендикулярном направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при давлении 101 325 Па	

Для обозначения единиц приняты *правила сокращенного обозначения* наименований единиц символами в виде одной, двух или трех, а иногда и четырех букв, входящих в наименование единиц.

Укажем наиболее существенные правила написания единиц ФВ:

1. Обозначения единиц, наименования которых образованы от фамилий ученых, пишутся с прописной (заглавной) буквы (например, ампер — А, ньютон — Н, паскаль — Па), обозначения всех остальных единиц — со строчной буквы (например, метр — м, секунда — с, кандела — кд и т.д.).

2. В тексте обозначения единиц ничем не выделяются, а пишутся как и все остальные буквы текста.

3. В обозначениях единиц точка как знак сокращения не ставится (за исключением тех случаев, когда единица стоит в конце предложения).

4. При написании обозначения единицы после числовых значений величин делается пробел. Причем переносить обозначение единицы на другую строку запрещается. Например: 50 Ом — правильно, 50Ом — неправильно; 15 °С — правильно, 15°С, 15° С — неправильно;

Исключение составляют знаки, поднятые над строкой, перед которыми пробелы не ставятся. Например, 20° или 20", но не 20 ° или 20 ".

5. Не допускается запись производных единиц ФВ в виде трёхэтажных дробей, то есть в записи применяется только одна черта (косая или прямая).

Пример: правильно: $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ или $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$;

неправильно: $\text{Дж}/\text{кг}/\text{К}$ или $\frac{\text{Дж}}{\frac{\text{кг}}{\text{К}}}$.

При применении косой черты обозначения ФВ в числителе и знаменателе помещаются в одну строку, а в случае произведения обозначений в знаменателе последнее заключается в скобки.

Правильно: $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

Неправильно: $\text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{К}$

6. Не допускается комбинирование буквенных обозначений единиц с наименованиями единиц. Здесь имеется в виду следующее: нельзя для одних единиц приводить обозначения, а для других — наименования.

Правильно: 15 м/с

Неправильно: 15 м/секунду

7. При написании значений величин с указанием погрешностей решаются две формы записи:

$(12,3 \pm 0,1)$ м или $12,3 \text{ м} \pm 0,1 \text{ м}$.

Форма записи типа $12,3 \pm 0,1$ м не допускается.

8. Форма записи обозначений ФВ производных единиц ФВ:

$$[F] = [m] \cdot [a] = \text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2} = \text{Н}$$

9. Кроме температуры Кельвина (Т), допускается применять также температуру Цельсия (t), определяемую выражением $t = T - T_0$, где $T_0 = 273,15 \text{ К}$ по определению. Температура Кельвина выражается в кельвинах (К), температура Цельсия — в градусах Цельсия (обозначение международное и русское — °С). Разность температур Кельвина выражают в кельвинах. Разность температур Цельсия можно выражать как в кельвинах, так и в градусах Цельсия.

10. Десятичные кратные и дольные единицы образуются с помощью приставок, при этом необходимо соблюдать ряд правил, основные из которых изложены ниже:

— приставка и ее обозначение пишется слитно с наименованием единицы или ее обозначением: километр (км), гигаэлектронвольт (ГэВ);

— к единицам, представляющим собой произведение или отношение единиц (например, ньютон-метр, вольт на метр и т.д.), приставки присоединяются к первой единице, входящей в произведение или отношение.

4. Проблемы формирования у учащихся физических понятий

Формирование у учащихся физических понятий является важной задачей учителя, однако в её успешном решении существует ряд проблем.

Первая проблема связана с качеством учебных текстов. Выше указывалось, что важнейшим свойством научного текста является экономия языковых средств. Однако авторы учебников при определении физических понятий часто не руководствуются этим важнейшим принципом. «Раскрыть содержание понятия — значит, перечислить его существенные признаки, т.е. признаки, необходимые и достаточные для отличия данного предмета от сходных с ним предметов» (Современный словарь по педагогике, 2001, с. 362). К сожалению, в курсе физики часто можно встретить трудные для восприятия и запоминания определения понятий, в которых в

силу громоздкости сложно выделить существенные признаки. Трудны для понимания и запоминания формулировки некоторых физических законов. «Закон выражает определённый порядок причинной, необходимой и устойчивой связи между явлениями, повторяющимися существенные отношения, при которых изменение одних явлений вызывает вполне определённое изменение других» (Современный словарь по педагогике, 2001, с. 230). Как следует из определения, формулировка закона не должна содержать второстепенные дополнения, уточнения, которые делают её запутанной, «тяжеловесной» и трудной для запоминания.

Е.С. Кузьмина отмечает, что трудности понимания научного текста связаны с размером предложений и размерами словосочетаний, выражающих компоненты предложений (Кузьмина, 2002).

В качестве отрицательного примера она рассматривает формулировку закона Архимеда, которое содержит 27 слов, из них — 6 причастий: *«На тело, находящееся в жидкости, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх, равная весу жидкости, вытесненной телом, и приложенная в точке, являющейся центром тяжести в вытесненном объёме»* (Кузьмина, 2002, с. 147). Кроме того, в формулировку включены второстепенные признаки — куда направлена сила, где находится точка приложения силы.

В пособии по физике О.Ф. Кабардина о первом законе Ньютона говорится так: «В каких же системах отсчёта наблюдается явление инерции, и существуют ли такие системы отсчёта? Ответ на этот вопрос даёт один из основных законов механики, который называется *первым законом Ньютона* (или законом инерции). *Существуют такие системы отсчёта, относительно которых поступательно движущиеся тела сохраняют свою скорость постоянной, если на них не действуют другие тела»* (Кабардин, 1996, с. 15).

Во-первых, конструкция этого предложения носит характер утверждения или постулата, а не закона, так как начинается со слов «существуют...». Во-вторых, многие учащиеся не понимают смысла этого закона, сформулированного в таком виде. Достаточно задать вопрос: «Что происходит с телом, если на него не действует сила (другие тела)?» Учащиеся часто дают однозначный ответ: «Оно находится в покое», забывая про равномерное прямолинейное движение. Сам И. Ньютон формулировал закон инерции просто и ясно: *«...всякое отдельно взятое тело, поскольку оно*

предоставлено самому себе, удерживает состояние покоя или равномерного прямолинейного движения» (Кудрявцев, 1982, с. 102).

Другой пример. Понятие одного моля в учебнике физики даётся так: «1 моль — это количество вещества, в котором содержится столько же молекул или атомов, сколько атомов содержится в углероде массой 0,012 кг» (Мякишев, 1994, с. 10). Это определение трудно для понимания и запоминания, так как в нём содержится ещё определение числа Авогадро с использованием смысловой конструкции, обозначенной словосочетанием «столько же, сколько». Определение содержит излишнее растолковывание, и это делает определение также «тяжеловесным». Проще сначала дать определение числу Авогадро, чтобы учащиеся чётко уяснили, что в 12 граммах изотопа углерода C_{12} содержится число Авогадро частиц (т.е. $6 \cdot 10^{23}$). Тогда формулировка одного моля существенно упрощается и становится понятной: 1 моль — это количество вещества, в котором содержится число частиц, равное числу Авогадро.

Второй проблемой является методологическая — плохая сформированность у учащихся представлений о физических понятиях. Результаты простейшего педагогического эксперимента показали, что учителя не ведут целенаправленную системную деятельность по формированию у учащихся физических понятий и не ставят перед собой такой цели.

Значительную часть определяемых понятий в курсе физики занимают ФВ, *выраженные формулами*. Респондентам — студентам вузов предлагалось выявить среди 30 формул законы (закономерности) или ФВ, отметить, к какому элементу знания относятся формулы, выбрав один из трёх ответов: 1) закон (З); 2) понятие о физической величине (ФВ); 3) сомневаюсь (табл. 13.2).

Опросник позволяет выявить сформированность понятий физических законах (З) и о физических величинах (ФВ). Так как предлагался выбор из трех ответов, вероятность отгадывания правильного ответа составляла 33,3%.

Уровень знаний респондентов, позволяющий классифицировать формулы на две категории — понятия о физических величинах и законах (к какой категории относятся те или иные формулы), — определялся следующим образом. Рассчитывался средний балл правильных ответов в группе, определялся коэффициент обученности респондентов.

Анкетирование проводилось среди студентов различных вузов: инженерно-физического факультета высоких технологий, механико-матема-

тического факультета УлГУ, факультета физики и информационных технологий МПГУ — 98 респондентов. Были опрошены также 30 учителей школ Ульяновской области, проходивших курсы переподготовки в Институте повышения квалификации. Результаты опроса показали следующее. Средний коэффициент обученности: 53,8 % — у студентов и 75 % — у учителей физики при вероятности отгадывания правильного ответа 33,3 %.

Таблица 13.2

Анкета студентов

Формула	ФВ — физическая величина; З — закон (закономерность)		
$p = m v$	П	3	Сомневаюсь
$A = F s \cos (F^{\wedge}s)$	П	3	Сомневаюсь
$F_{\text{тр}} = k N$	П	3	Сомневаюсь
$F_x = g m$	П	3	Сомневаюсь
$M = F l$	П	3	Сомневаюсь
$q = C \varphi$	П	3	Сомневаюсь
$p = q / l$	П	3	Сомневаюсь
$Q = c m \Delta t^{\circ}$	П	3	Сомневаюсь
$p = I S$	П	3	Сомневаюсь
$\Phi = B S \cos (B^{\wedge}n)$	П	3	Сомневаюсь
$L = m v r$	П	3	Сомневаюсь
$\varphi = k q / r$	П	3	Сомневаюсь
$F \Delta t = m \Delta v$	П	3	Сомневаюсь
$F = B I / \sin a$	П	3	Сомневаюсь
$R = p l / S$	П	3	Сомневаюсь
$a = \Delta v / \Delta t$	П	3	Сомневаюсь
$E = F / q$	П	3	Сомневаюсь
$\Phi = L I$	П	3	Сомневаюсь
$\varphi = \Pi / q$	П	3	Сомневаюсь
$C = \varepsilon \varepsilon_0 S / d$	П	3	Сомневаюсь
$I = q / t$	П	3	Сомневаюсь
$\Phi = L I$	П	3	Сомневаюсь
$N = A / t$	П	3	Сомневаюсь
$\varepsilon = A^* / q$	П	3	Сомневаюсь
$P = F / S$	П	3	Сомневаюсь
$P = p g h$	П	3	Сомневаюсь
$N = U^2 / R$	П	3	Сомневаюсь
$\varepsilon = 3/2 k T$	П	3	Сомневаюсь
$P = n k T$	П	3	Сомневаюсь
$v = m / M$	П	3	Сомневаюсь

Результаты опроса свидетельствуют о том, что:

1. Учащиеся не умеют распознавать и разделять в совокупности формул законы (закономерности) и физические величины (какая формула выражает закон, а какая понятие о физической величине).

2. Учащиеся не понимают и не умеют определять физический смысл величин.

3. Учащиеся не понимают разницы в формулировке физической величины и закона (закономерности). Они не умеют формулировать физические законы (закономерности) как функциональные зависимости. Они не понимают и не умеют определять физический смысл констант пропорциональности в законах (закономерностях).

4. Учителя физики не ведут системную работу по формированию у учащихся системного подхода к понятию «ФВ».

5. Формирование у учащихся понятий о физических величинах методом фреймовых опор

5.1. Понятийное мышление

Деятельность по формированию понятий у учащихся способствует развитию у них понятийного мышления. Формирование понятийного мышления является важнейшей задачей интеллектуального развития личности учащегося. Понятийное мышление основывается на выделении существенных характеристик и отношений. В структуре понятийного мышления выделяются три логические операции (Ясюкова, 2002):

- 1) выделение существенного признака;
- 2) установление категориальной принадлежности, выделение класса;
- 3) осознание закономерных связей между явлениями.

При этом основным в становлении полноценного понятийного мышления считается развитие операции категоризации, так как «индивид переходит к оперированию объектами не как самостоятельными сущностями, а как представителями определённых родов и классов» (Ясюкова, 2002, с. 16). Овладеть понятийным мышлением, то есть видеть в первую очередь связи между объектами и явлениями (принципы, правила, закономерности), не просто. Проверить правильность понимания можно, предложив учащемуся задание, где правилом (принципом), устанавливающим связи, можно воспользоваться. «Применение будет адекватным, если у учащегося

сформировалась соответствующая понятийная структура, в рамках которой происходит идентификация объективных связей и отношений и легко осуществляется перенос принципа деятельности в другие аналогичные ситуации» (Ясюкова, 2002, с. 15).

В методике обучения физике выделяется три уровня усвоения понятия о физических величинах (Формирование понятий, 1983, с. 8).

1. *Качественный уровень* характеризуется тем, что учащиеся усваивают только основу введения понятия, дают его определение без знания формулы, указывают связь с другими понятиями.

2. *Количественный уровень* характеризуется знанием учащимися формулы величины, её единиц измерения. Ряд учащихся определяют понятие через отношение величин, образующих формулу.

3. *Общий уровень* характеризуется тем, что содержание понятия ученики «схватывают» многосторонне, во взаимосвязи, правильно сочетают взаимоотношение сторон, раскрывающих сущность изучаемых свойств, процессов и явлений.

Однако следует отметить расплывчатость названных критериев, что приводит к трудностям нахождения количественных показателей: как определить показатель, учитывающий, насколько многосторонне схватывают ученики содержание понятия (п. 3). Не понятно, как ученики могут формулировать величины без знания формул (п. 1).

В зависимости от происхождения (способа получения) большинство ФВ подразделяются на 2 типа:

1. ФВ вводятся учёными «искусственно» для описания физических явлений и процессов. Условно назовем этот вид ФВ «тип I». При этом ФВ этого типа делятся по форме записи еще на 2 вида: а) ФВ как произведение других ФВ; б) ФВ как отношение двух других ФВ.

2. ФВ как константы пропорциональности в законах. Условно назовем этот вид ФВ «тип II».

Рассмотрим наиболее эффективные способы формирования понятий о физических величинах обоих типов.

5.2. Способы формирования понятий о ФВ I типа

а) Обобщённый план

При формировании понятий о ФВ у учащихся рекомендуется использовать обобщённый план изучения ФВ как средство и ООД-инструк-

цию (Методика преподавания физики в 8—10 классах средней школы. Ч. 1, 1980, с. 23):

1. Указать, что характеризует данная ФВ.
2. Прочитать, осмыслить определение величины.
3. Уяснить, какая это величина — основная или производная.
4. Если величина производная, записать определительную формулу.
5. Раскрыть физический смысл величин, входящих в определительную формулу.
6. Определить, скалярная это величина или векторная.
7. Установить единицу измерения данной ФВ в СИ.
8. Указать основные способы измерения величины.

Наиболее эффективно происходит формирование понятий о ФВ и законах с помощью обобщенного плана, если представить его в схемном виде или в виде таблицы и раздать учащимся в качестве опоры (см. рис. 13.1).

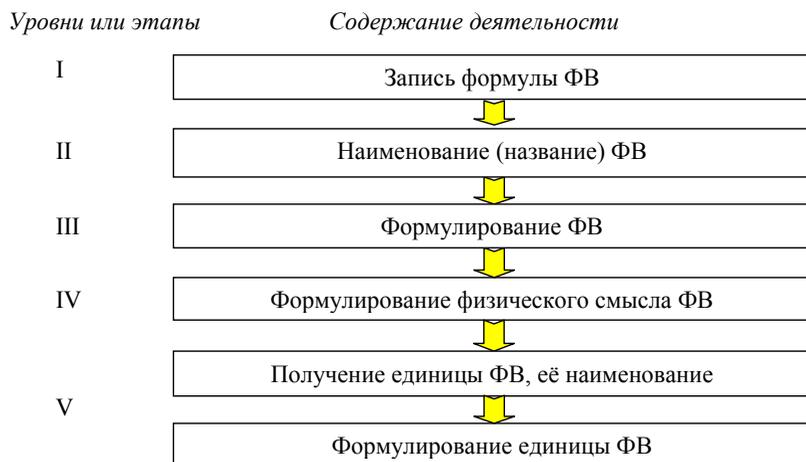


Рис. 13.1. Обобщённый план изучения ФВ в виде схемы

Изложенный выше подход к изучению ФВ имеет недостатки:

- План лишь указывает, *что* надо сказать и в какой последовательности, но он не помогает ученику, *как* сказать.

- Рассказ по плану возможен, если ученик предварительно выучил материал, а учитель хорошо его объяснил.

- План не может быть использован для освоения ФВ II-го типа.

б) Формирование понятий о ФВ как произведении других ФВ посредством фреймовых схем

Фреймовый подход с помощью инструкций — фреймовых схем позволяет интенсивно и с высокой эффективностью формировать у учащихся навыки формулирования ФВ (Гурина, 2007, 2008, 2009).

Рассмотрим сначала ФВ, определяемые через произведение нескольких других физических величин и способ их изучения с помощью фреймовых схем.

ФВ, определяемые через произведение нескольких других физических величин: механическая работа ($A = F r \cos(\hat{F}r)$), импульс ($p = m v$), магнитный поток $\Phi = B S \cos(\hat{n}S)$, момент силы и др. имеют стереотипную форму записи, характерную для операции умножения и которую можно изобразить в виде геометрических символов в таком виде:

$$\square = \bigcirc \Delta \diamond \quad (13.2)$$

Здесь геометрические фигуры являются слотами — пустыми окнами, в которые помещаются обозначения (буквенные выражения) ФВ, а сама схема — каркасом формулы. Сконструируем фреймовую схему-опору сценарного типа на основании каркаса формулы (13.2):

- добавим ключевые словосочетания, входящие в формулировку ФВ;

- достроим каркас схемы, добавив в качестве иерархических этажей этапы, раскрывающие содержание ФВ (физический смысл ФВ, единицу ФВ, наименование единицы ФВ, формулирование единицы ФВ).

Схема 1 (рис. 13.2) позволяет развернуть ответ о любой ФВ такого вида по определённому жёсткому сценарию.

Схема 1
ФВ как произведение других величин

1. Каркас формулы:

$$\square = \circ \Delta \diamond$$

2. Каркас формулировки:

\square — физическая величина, равная произведению \circ , Δ и \diamond .

3. Физический смысл понятия \square :

\square — ФВ, численно равная \circ при $\Delta = 1$ и $\diamond = 1$

4. Наименование единицы ФВ: $[\square] = [\circ] [\Delta] [\diamond]$.

5. Единица ФВ: $1[\square] = 1[\circ] 1[\Delta] 1[\diamond]$

Рис. 13.2. Фреймовая схема-сценарий для изучения ФВ I типа (ФВ как произведение других величин)

в) Формирование понятий о ФВ как отношении других ФВ посредством фреймовых схем

Схема-опора 2 используется для обучения пониманию и формулированию ФВ, выраженных формулами в виде отношения двух других ФВ, например, давления $P = F / S$, мощности $N = A / t$, напряженности электрического поля $E = F / q$, потенциала $\varphi = A_{\infty} / q$, емкости $C = q / \varphi$ и др. Стереотипность в форме записи, которая отражает действием деления.

Все приведённые выше формулы можно изобразить в виде одной схемы из знаковых символов — пустых окошек разной формы или одинаковой формы, но разного цвета, в которые помещаются буквенные выражения ФВ:

$$\square = \frac{\circ}{\Delta} \tag{13.3}$$

Схема 2 (рис. 13.3) отражает структуру формул с общим формальным признаком, которым является операция деления двух других ФВ.

Схема 2
ФВ как отношение двух других величин

1. Каркас формулы:

$$\square = \frac{O}{\Delta}$$

2. Каркас формулировки:

\square — физическая величина, равная отношению O к Δ .

3. Физический смысл \square :

\square — ФВ, численно равная O , если $\Delta = 1$ (ед. вел.)

4. Наименование единицы ФВ: $[\square] = \frac{[O]}{[\Delta]}$

5. Единица ФВ: $1[\square] = \frac{1[O]}{1[\Delta]}$

*Рис. 13.3. Фреймовая схема-сценарий для изучения ФВ I типа
(ФВ как отношение двух других величин)*

В результате работы со схемами 1 и 2 у учащихся формируются следующие умения:

1. Давать определение физической величины.
2. Определять физический смысл изучаемого понятия.
3. Определять наименование единицы физической величины $[\square]$.
4. Определять единицу измерения изучаемой физической величины в системе СИ: $1[\square]$.
5. Самостоятельно применять умения к новой ситуации.

Схемы включают пункты обобщённого плана, отражающего последовательность соответствующих умственных действий.

Формулы для закрепления умственных действий при работе со схемами приведены в таблице 13.3.

Схема 3 является частным случаем схемы 2 и применяется для обучения учащихся формулированию и пониманию различных физических коэффициентов (рис. 13.4).

Формулы для закрепления умственных действий

К схеме 1	К схеме 2
$p = m v$ — импульс $A = F s \cos (F s)$ — работа $M = F l$ — момент силы $p = q l$ — дипольный момент $p = I S$ — магнитный момент контура $\Phi = B S \cos (B n)$ — магнитный поток $L = m v r$ — момент импульса $F t$ — импульс силы	$a = v / t$ — ускорение $E = F / q$ — напряженность $\varphi = \Pi / q$ — потенциал $I = q / t$ — сила тока $N = A / t$ — мощность $\nu = N / t$ — частота $\varepsilon = A^* / q$ — ЭДС $P = F / S$ — давление

Схема №3

1. Каркас формулы:

2. Каркас формулировки:

— физическая величина, равная отношению к

3. Физический смысл коэффициента:

= при = 1

или показывает, какую часть от целого составляет величина

Рис. 13.4. Схема-фрейм для обучения формулированию коэффициентов

6. Формирование у учащихся понятий о физических законах и физических величинах II типа как коэффициентов пропорциональности в законах

6.1. Формирование у учащихся понятий о физических законах, выражающих прямо пропорциональную зависимость, и о ФВ II типа как коэффициентах пропорциональности в законах

Ряд физических законов, закономерностей, выраженных формулами, имеет стереотипную математическую форму записи, которую формально можно изобразить в виде знаковых символов в таком виде:

$\square \sim \circ \triangle \diamond$

(13.4)

С коэффициентом пропорциональности ☀ при переходе к равенству схема приобретает вид:

$$\boxed{\square = \text{☀} \circ \Delta \diamond} \quad (13.5)$$

Возможна другая визуализация — в виде фигур одинаковой формы, но разного цвета:

$$\boxed{\square} \sim \blacksquare \text{ } \square \text{ } \square \text{ } \text{или} \text{ } \boxed{\square} = \text{☀} \blacksquare \text{ } \square \text{ } \square$$

В данную схему укладываются: закон Гука — $F \sim |\Delta x|$, закон Ома — $I \sim U$, закон Джоуля–Ленца — $Q \sim I^2 R t$, закон Фарадея для электролиза — $m \sim I t$, закон Ампера — $F \sim I I \sin \alpha$ и многие другие законы и закономерности. Обе схемы отражают структуру формул с общим формальным признаком, которым является прямая пропорциональная зависимость величины \square от величин \circ, Δ, \diamond .

Формулировка закона (закономерности) имеет стереотипную конструкцию предложений: величина \square прямо пропорциональна величине \circ , величине Δ и величине \diamond (с обязательным применением ключевых словосочетаний «физическая величина», «прямо пропорциональна»).

Схема-опора 4 (рис. 13.5) используется при изучении законов (закономерностей), имеющих форму записи (13.5). Примеры приведены в таблице 13.4.

Таблица 13.4

Формулы законов и закономерностей

Формула	Коэффициент пропорциональности ФВ типа II
<i>К схеме 4</i>	
$F_{\text{тр}} = k N$	где k — коэффициент трения
$F = g m$	где g — ускорение свободного падения: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$
$F = k x $	закон Гука, где k — коэффициент жёсткости
$Q = L m$,	где L — удельная теплота плавления
$q = C \varphi$, $q = C U$	где C — электроёмкость
$I = G U$	закон Ома, где G — проводимость, $R = 1 / G$
$m = k I t$	закон Фарадея, где k — электрохимический эквивалент
$F = B I l \sin \alpha$	сила Ампера, где B — магнитная индукция
$\Phi = L I$	где L — индуктивность

Схема 4

Прямо пропорциональная зависимость

$\square \sim O$

переход к равенству:

$\square = * O$

$\square \sim O \Delta \diamond$

переход к равенству:

$\square = * O \Delta \diamond$

где $*$ = const (коэффициент пропорциональности).

1. Каркас формулировки закона:

\square прямо пропорциональна O (или O, Δ, \diamond).

2. Физический смысл константы пропорциональности:

$*$ — физическая величина, численно равная \square ,

если $O = 1$ ($O, \Delta, \diamond = 1$) (единицы величины)

3. Наименование единицы величины константы пропорциональности:

$$[*] = \frac{[\square]}{[O] [\Delta] [\diamond]}$$

4. Единица величины константы пропорциональности равна:

$$1[*] = \frac{1[\square]}{1[O] 1[\Delta] 1[\diamond]}$$

5. Графическое выражение закона:



6. Работа с графиком.

Математический смысл коэффициента пропорциональности $*$:

- коэффициент пропорциональности численно равен тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс;
- $*$ не зависит от \square и от O ;
- $*$ может зависеть от формы, размеров, материала, свойств среды и др.

Рис. 13.5. Фреймовая схема для изучения физических законов и ФВ II типа

6.2. Формирование у учащихся понятий о физических законах, выражающих обратно пропорциональную зависимость, и ФВ II типа как коэффициентов пропорциональности в законах

Ряд физических законов, закономерностей, выраженных формулами, имеет стереотипную математическую форму записи, которую формально можно изобразить в виде знаковых символов в таком виде:

$$\boxed{\square \sim \frac{\mathbf{O}}{\Delta}} \quad \boxed{\square = \star \frac{\mathbf{O}}{\Delta}} \quad (13.6)$$

где \star — коэффициент пропорциональности.

Возможна другая запись, например, в виде фигур одинаковой формы, но разного цвета. Схемы (13.6) отражают структуру формул с общим формальным признаком, которым является прямая пропорциональная зависимость величины \square от величины \mathbf{O} и обратно пропорциональна величине Δ .

При этом формулировка закона (закономерности) подчинена определенной синтаксической структуре и имеет известную стереотипную конструкцию предложений: **величина \square прямо пропорциональна величине \mathbf{O} и обратно пропорциональна величине Δ** (с обязательным применением ключевых словосочетаний «физическая величина», «прямо пропорциональна», «обратно пропорциональна»). На рисунке 13.6 представлена подробная схема 5. В данную схему укладываются формулировки законов всемирного тяготения, Кулона, Ампера для параллельных токов и многие другие:

$R = \rho l / S$ — зависимость сопротивления проводника R от длины l и площади поперечного сечения S ;

$E = k \frac{q}{r^2}$ — зависимость величины напряжённости поля точечного заряда E от величины этого заряда и расстояния между зарядом и точкой, в которой определяется напряжённость ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ Нм}^2 / \text{Кл}^2$);

$\varepsilon_s = -L \Delta I / \Delta t$ — зависимость величины ЭДС самоиндукции, формируемой в контуре от скорости изменения силы тока в контуре;

$C = \varepsilon \varepsilon_0 S / d$ — зависимость ёмкости конденсатора от площади пластин и расстояния между ними и т.п.

Схема 5

Прямо и обратно пропорциональная зависимость

$$\square \sim \frac{\bigcirc}{\Delta} \qquad \square = \star \frac{\bigcirc}{\Delta}$$

где $\star = \text{const}$ — коэффициент пропорциональности

1. Каркас формулировки:

\square прямо пропорциональна \bigcirc и обратно пропорциональна Δ

2. Физический смысл константы пропорциональности:

\star — физическая величина, численно равная \square , если $\bigcirc = 1$ и $\Delta = 1$

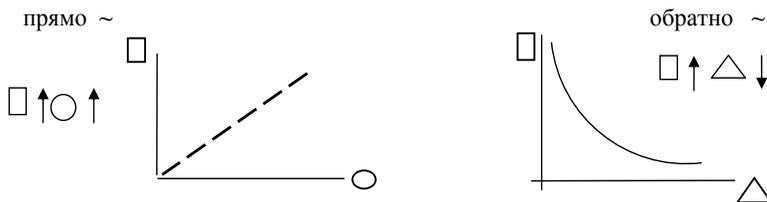
3. Наименование единицы величины константы пропорциональности:

$$[\star] = \frac{[\square] [\Delta]}{[\bigcirc]}$$

4. Единица величины константы пропорциональности равна :

$$1[\star] = \frac{1[\square] 1[\Delta]}{1[\bigcirc]}$$

5. Графическое выражение закона:



6. Работа с графиком:

- график зависимости \square от \bigcirc линейный;
- график зависимости \square от Δ — гипербола;
- \star не зависит от $\Delta, \bigcirc, \square$

Рис. 13.6. Фреймовая схема для изучения прямо и обратно пропорциональных зависимостей

В таблице 13.5 приведены формулы, которые учитель использует для тренинга учащихся и контроля уровня сформированности понятий о законах такой формы записи и о ФВ II типа — константах пропорциональности в законах.

Таблица 13.5

**Формулы законов и закономерностей к схеме 5,
константы пропорциональности ФВ типа II**

<i>К схеме 5</i>	
$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	— закон всемирного тяготения, где $G = 6,6 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$
$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$	— закон Кулона, где $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Нм}^2/\text{Кл}^2$
$F_0 = k \frac{I_1 I_2}{r}$	— закон Ампера, где $k = F = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Нм}/\text{А}^2$
$\varphi = k \frac{q}{r}$	— потенциал точечного заряда, где $k = F = 9 \cdot 10^9 \text{ Нм}^2/\text{Кл}^2$

Наблюдения показали: использование фреймовых схем 1—5 способствует формированию специфических речевых умений, повышению эффективности обучения: учащиеся перестают бояться формул, они «проговаривают» любую формулу и свободно раскрывают их физический смысл.

В результате работы со схемами 4 и 5 у учащихся формируются следующие умения:

1. Формулировать закон (закономерность).
2. Определять физический смысл константы пропорциональности.
3. Определять наименование единицы величины константы пропорциональности и единицу величины константы пропорциональности в СИ.
4. Изображать графики, отражающие закон (закономерности).
5. Объяснять математический смысл константы пропорциональности в законе, от каких параметров не может, а от каких может зависеть константа пропорциональности.
6. Самостоятельно применять умения к незнакомой ситуации.

По схемам 1—5 легко установить уровни усвоения понятий о ФВ I и II типов и оценить учащихся по 5-балльной системе (рис. 13.7).

Уровни усвоения понятия о физических величинах как системных объектах по схемам 1—5			
<p><i>Низкий</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • знание формулы; • знание ФВ, входящих в формулу, их названий <p>Оценка 2</p>	<p><i>Средний</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • знанием формулы; • определение ФВ; • определение единицы её измерения. Проговаривание этапов 1—4 (без графиков в схемах 4 и 5 и их пояснений) <p>Оценка 3</p>	<p><i>Выше среднего</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • характеризуются тем, что ФВ воспринимают как системный объект. Проговаривание этапов схем 1—5 (включая построение графика без его объяснения) <p>Оценка 4</p>	<p><i>Высокий</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • характеризуется тем, что ФВ воспринимают как системный объект. Проговаривает все этапы схем 1—6, включая построение графика закономерности (закона) и объяснение графиков <p>Оценка 5</p>

Рис. 13.7. Оценка усвоения знаний о ФВ

Педагогический эксперимент, проводимый в ряде школ г. Ульяновска и в УлГУв 2002—2004 гг. (общее число респондентов — около 700) показал, что, обученность формулированию ФВ и законов и пониманию их физического смысла больше в разы (2—3 раза), а обученность в формулировании и раскрытии физического смысла констант пропорциональности в законах больше в десятки раз при использовании фреймового метода в экспериментальных группах по сравнению с контрольными группами, где фреймовые схемы не применялись (Гурина, 2007, 2008, 2009).

Библиография

1. Болсун А. И., Вольштейн С. Л. Единицы физических величин в школе. Кн. для учителя. — Минск : Нар. Асвета, 1883. — 95 с.
2. Гурина Р. В. Подготовка учащихся физико-математических классов к будущей профессиональной деятельности в области физики : моногр. — Ульяновск : ЗАО «МДЦ», 2009. — 394 с.
3. Гурина Р. В., Ларина Т. В. Теоретические основы и реализация фреймового подхода в обучении : моногр. : в 2 ч. Ч. II. Естественно-научная область знаний: физика, астрономия, математика / под ред. Р. В. Гуриной. — Ульяновск : УлГУ, 2008. — 264 с.

4. *Гурина Р. В., Соколова Е. Е., Литвинко О. А.* Фреймовые опоры : методическое пособие / под ред. Р. В. Гуриной. — М. : Народное образование ; НИИ школьных технологий, 2007. — 96 с.
5. *Кабардин О. Ф.* Физика : учеб. пособие для учащихся. — 4-е изд. — М. : Просвещение : АО «Учеб. лит.», 1996. — 367 с.
6. *Коган И. Ш.* Системы физических величин и системы их единиц — независимые друг от друга понятия. — URL : <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8792.html>.
7. *Кубрякова Е. С., Демьянков В. В., Панкрац Ю. Г., Лузина Л. Г.* Краткий словарь когнитивных терминов / под общ. ред. Е. С. Кубряковой. — М. : Филологич. фак-т МГУ им. М.В. Ломоносова, 1996. — 245 с.
8. *Кудрявцев П. С.* Курс истории физики : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физическим спец. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Просвещение, 1982. — 448 с.
9. *Кузьмина Е. С.* Имплицидная предикативность научного текста : моногр. — М. : Изд-во РУДН, 2002. — 200 с.
10. *Лотте Д. С.* Основы построения научно-технической терминологии. — М., 1961.
11. Методика преподавания физики в 8—10 классах средней школы. Ч. 1 / В. П. Орехов, А. А. Усова, И. К. Турышев и др. ; под ред. В. П. Орехова, А. В. Усовой. — М. : Просвещение, 1980. — 320 с.
12. *Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б.* Физика : учеб. для 10 класса средней школы. — 3-е изд. — М. : Просвещение, 1994. — 222 с.
13. *Ожегов С. И., Шведова Н. Ю.* Толковый словарь русского языка. — М. : Азбуковник, 1997.
14. Современный словарь по педагогике / сост. Е. С. Рапацевич. — Минск : Современное слово, 2001. — 928 с.
15. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / С. Е. Каменецкий, Н. Е. Важеевская и др. ; под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. — М. : Издательский центр «Академия», 2000. — 368 с.
16. *Усова А. В.* Психолого-педагогические основы формирования у учащихся научных понятий : учеб. пособие к спецкурсу. — Челябинск : ЧГПИ, 1986. — 84 с.
17. *Усова А. В.* Теория и методика обучения физике в средней школе. — М. : Высш. шк., 2005. — 303 с.
18. Формирование понятий о физических величинах в курсе физики первой ступени : методические рекомендации для учителей физики средней школы. — Челябинск : ЧГПИ, 1983. — 22 с.
19. *Ясюкова Л. А.* Тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра (IST) : методическое руководство. — СПб. : «ИМАТОН», 2002. — 80 с.

Лекция 14

ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЕ ВОСПИТАНИЕ УЧАЩИХСЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ КЛАССОВ

1. *Воспитание: общие понятия и сведения*
2. *Ценности и их роль в жизни человека.*
3. *Организация профессионально ориентированного воспитания учащихся в физико-математических классах.*
4. *Методы и формы воспитания учащихся профильных физико-математических классов.*
5. *Воспитание мотива достижения цели.*
6. *Развитие личности учащегося.*
 - 6.1. *Структура личности.*
 - 6.2. *Теория черт личности.*
 - 6.3. *Типы характера по Фромму.*
 - 6.4. *Проблемы коллектива в классе. Изгой.*
7. *Школьные типы личности.*
8. *Астрономия — дисциплина, формирующая идеологию молодого поколения.*

1. Воспитание: общие понятия и сведения

Под воспитанием понимается целенаправленное воздействие на мотивационно-ценностную сферу учащегося, которую формируют потребности, ценности, мотивы, установки (Поляков, 1996). Воспитание также рассматривается как управление процессом развития личности через создание благоприятных условий (Григорьев, 2002) и как передача «общественно-исторического опыта новым поколениям с целью подготовки их к общественной жизни и производительному труду» (Современный словарь по педагогике, 2001, с. 84).

Современная педагогика подразделяет воспитание на следующие виды: гражданское, нравственное, патриотическое и интернациональное, правовое, трудовое, физическое, экологическое, экономическое, эстетическое (рис. 14.1).

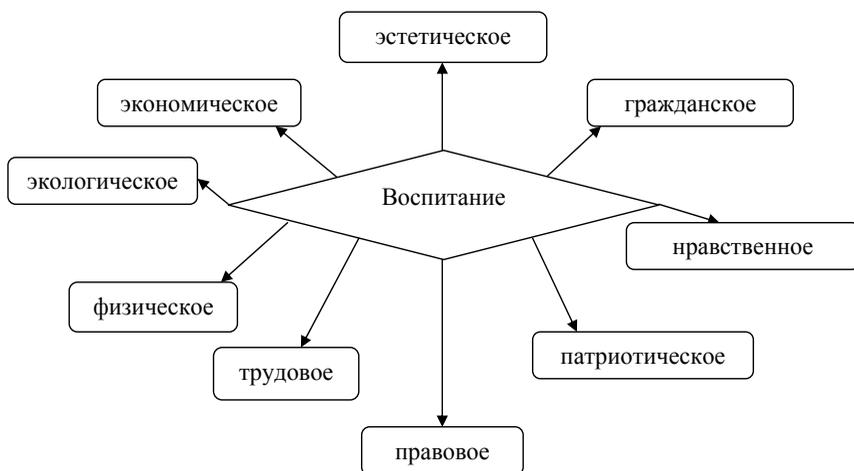


Рис. 14.1. Виды воспитания в современной педагогике

Утрата идеалов коммунизма и его основного свода нравственных заповедей — морального кодекса строителя коммунизма — заставляет педагогов изыскивать воспитательные возможности в других областях общественного знания. Например, школам Калмыкии предлагается строить систему воспитания на ценностях буддизма — одной из мировых религий. Б.С. Гершунский считает, что только Образованию суждено стать истинной Религией будущего. «Именно в этом смысле Школа — Храм, а подлинное вероформирующее Образование — Религия» (Гершунский, 2002 с. 225).

На чём основывается воспитательная деятельность учителя физики?

Традиционно отечественная педагогическая наука разделена на две ветви — теорию обучения и теорию воспитания. В настоящее время подготовка учащихся ФМК рассматривается в единстве обучения и воспитания. Обучение и воспитание — две стороны «одной медали», неразрывно связанные между собой. В профильном классе эта связь имеет свои особенности. Особенностью воспитательного процесса в профильном классе должна быть его профессиональная направленность. Профессионально ориентированное воспитание (ПОВ) учащихся в ФМК рассматривается как общественно-исторический опыт, передаваемый учащимся и осваиваемый ими в процессе образовательной деятельности, как подготовка к вступлению в профессиональную сферу.

Основным принципом организации воспитательного процесса является *принцип воспитывающего обучения (ВО)*, который утверждает, что правильно организованное обучение является мощным средством нравственного воспитания. Воспитание в обучении — вот смысл ВО. Понятие «воспитывающее обучение» введено немецким педагогом И.Ф. Гербартом, который утверждал: «Обучение без нравственного образования есть средство без цели, а нравственное образование (или образование характера) без обучения есть цель, лишённая средства» (Гербарт, 1906). Физика и астрономия несут в себе огромные резервы воспитательного воздействия на формирование мировоззрения, глобального сознания, научного мышления.

Задачами воспитания учителя физики, таким образом, выступает формирование профессионально-личностных качеств и ценностей: *воспитания* таких качеств личности учащихся ФМК, как *ответственность* за последствия результатов исследований и открытий в области физики и *уверенность* в правильности своих действий (выбора методов, постановки задач и пр.), а также мотивационно-ценностное отношение к человеческой цивилизации, к жизни на Земле, к Миру.

2. Ценности и их роль в жизни человека

Ценности представляют собой предмет устремлений человека, являются важнейшим моментом смысла его жизни. Высшие духовные ценности играют важную роль в формировании того или иного вида мировоззрения.

В научной литературе отмечается, что из всей массы установок личности выделяются те, которые носят ценностный характер, представляют собой ценности или ценностные ориентации, определяющие, что в жизни является наиболее важным для человека, обладают для него личностным смыслом, и поэтому, учитывая индивидуальную ситуацию человека, определяют его жизненные цели, «генеральную жизненную линию» индивида.

Классификация ценностей:

1) Витальные — жизнь, здоровье, физическое и духовное благосостояние, качество жизни.

2) Социальные — социальное положение и благополучие, социальное равенство, личная независимость, профессионализм, комфортная работа.

3) Политические — свобода слова, гражданские свободы, правопорядок, законность, безопасность.

4) Моральные — добро, честность, долг, бескорыстие, порядочность, верность, любовь, дружба, справедливость.

5) Религиозные — Бог, божественный закон, вера, спасение, благодать, ритуал, Священное Писание и Предание.

6) Эстетические — красота, стиль, гармония, следование традициям, культурная самобытность.

Как регуляторы поведения личности, ценности оказывают влияние на ее поведение, общение и деятельность. Осознанная система ценностей как совокупность ценностных установок составляет *ценностные ориентации* личности. Они формируются в процессе усвоения практики, социальных норм и требований своего времени и тех социальных групп, в которые личность оказывается включенной. Ценностные ориентации подкрепляются и корректируются жизненным опытом индивида.

Потребности являются исходной движущей силой активности человека, источником мотива и выражаются как состояние неудовлетворенности. Потребность становится внутренним *мотивом* деятельности, ее побудителем. *Внутренние* мотивы определяются личностными качествами учащегося, его способностями. *Внешние мотивы* — это социальные мотивы (престижность будущей профессии, престижность учёбы в гимназии, лицее и т.п.). Эти мотивы побуждают школьника к учебной деятельности. Деятельность всегда предметна и мотивирована — непредметной, немотивированной деятельности не существует.

Наряду с потребностями источником становления мотива являются *ценности*. Если потребность — это сила, исходящая от человека как индивида, то личностная ценность — это сила, имеющая свое начало в культуре. Ценности присваиваются и «живут» в личности как в виде понятий, так и в виде образов. То есть ценности могут иметь как рационалистический характер (опираться на логическое обоснование), так и иррационалистический (основываться на верованиях, аналогиях, мифах).

Важным понятием мотивационно-ценностной сферы (МЦС) является *установка*, которая описывает ограничения, предрасположенности в отношении развертываемой деятельности. Установки — механизмы, включающиеся по отношению ко всем элементам ситуации, в которой разворачивается деятельность. Для познавательной деятельности это предрас-

положенность к определенному восприятию источника знаний (в том числе педагога), к предполагаемому познаваемому содержанию, к предлагаемым способам работы, к себе как субъекту познания.

Установки в отношении будущих ожидаемых событий, взаимодействий, поведения людей описываются понятиями «ожидания» и «экспектации». Школьные ожидания — это есть не что иное, как личностная позиция школьника, это интегративное образование, включающее эмоционально-оценочное состояние, субъективные ориентации (мотивы, потребности, установки, интересы, убеждения), приобретенные в процессе жизнедеятельности в отношении учителей-предметников, обучения, классного руководителя, одноклассников, внеклассной деятельности (Поляков, 1996).

Психологи в *структуре личности* выделяют:

- направленность личности как отношение человека к действительности, которая включает систему взаимодействующих интересов, потребностей, идейных и практических установок (Ковалёв, 1970);
- опыт личности, включающий направленность личности, преобразовательные, познавательные, эстетические, коммуникативные качества (Леднёв, 1989);
- систему отношений личности к действительности (Мясищев, 1957).

Личность определяется «тем, что она знает, что и как она ценит, что и как она создает, с кем она общается...» (Каган, 1974, с. 262).

Известно, что мотивы и ценности составляют *аксиологический* компонент мировоззрения (Стёпин, 2007), следовательно, это составляющая мировоззрения, формирующаяся в результате *воспитания*.

Мотивационно-ценностное отношение к Миру, отражающее персональную ответственность за деятельность и последствия научных исследований и открытий в области физики, является основой этической компетентности будущего физика — выпускника ФМК.

3. Организация профессионально ориентированного воспитания учащихся в физико-математических классах

Система профессионально ориентированного воспитательного процесса учащихся ФМК включает:

- цели, принципы (организационно-педагогические, дидактические);

- содержание воспитания; деятельностный блок (направления, механизмы реализации, методы, средства, формы);
- условия эффективного воспитательного процесса;
- результативность воспитательного процесса (рис. 14.2).

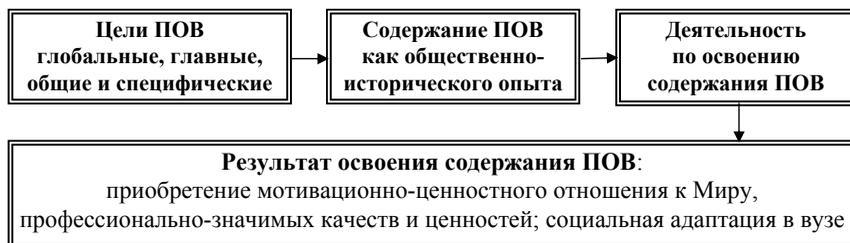


Рис. 14.2. Система POV в ФМК

• Цели POV.

В соответствии с иерархией целей *глобальной общей* социокультурной воспитательной целью, стоящей перед учителем физики, является формирование всесторонне развитого человека, гармонической нравственной личности через активизацию внутренних возможностей учащегося.

Главными (базовыми) общими целями являются:

- формирование общей культуры;
- интеллектуальное развитие учащихся.

Специфическими целями являются:

- формирование у учащихся таких ценностей, как постижение истины, стремление к творчеству, познанию тайн природы, постижение научной физической картины мира и т.п.;
- формирование глобального, «космического» мышления;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к Миру;
- воспитание у учащихся *мотива достижения цели*, потребностей и мотивов к самообразованию в области физики, к максимальному развитию профессионально-личностных качеств и творческих способностей.

• **Принципы воспитания учащихся физико-математических классов** включают в себя *общие и специфические*.

Среди **общих** главными (базовыми, основополагающими) являются принципы: *демократичности воспитания; гуманизации; природосообразности*, предполагающий учёт половой и возрастной дифференциации и

дифференциации по природным задаткам; *индивидуализации*; акцент на *самовоспитание*.

Среди **специфических** главными выделены принципы:

– *профессиональной ориентации воспитательного процесса* — выбор специфических методов, форм, средств, согласующихся с интересами учащихся ФМК;

– *воспитывающего обучения (ВО)*, который рассматривает обучение как средство нравственного воспитания.

• **Содержание профессионально ориентированного воспитания как общественно-исторический опыт**

Содержание воспитания рассматривается в педагогике как общественно-исторический опыт, передаваемый учащимся и осваиваемый ими в процессе обучения.

Содержание ПОВ учащихся ФМК включает:

I. Совокупность профессионально-личностных характеристик выпускника ФМК:

общих — дисциплинированность, ответственность, организованность, настойчивость в достижении целей, аккуратность и др.;

специфических — наличие основ информационной и исследовательской культуры, научного мировоззрения, специфических коммуникативных качеств (общение с помощью языка формул), «космического» мышления; любовь к творчеству, эксперименту; ответственность за судьбу цивилизации.

II. Система профессионально-этических знаний, умений: знание основ общей и профессиональной культуры; система этических умений в соответствии с кодексом поведения в социуме.

III. Система профессионально-значимых ценностей, убеждений.

Ценностями выпускника ФМК являются: человеческая цивилизация, физика как наука и как область познания, творчество в области физики, технический прогресс, идеи и т.п. *Убеждения* — это установки, определяющие идейность личности, уверенность в истинности и ценности норм, принципов, правил и идеалов. Для физика это уверенность в истинности научных суждений, законов, современной физической картины мира.

Исследование *профессионально-личностных ценностей* выпускников профильных ФМК при вузах, проведенное с помощью анкеты «Почему Вы выбрали данную профессию?», выявило, что более всего они ценят по-

лучение глубоких знаний по профилю (80 %), формирование научного мировоззрения и современной картины мира (65 %), развитие умений творчески мыслить, воображать, творить (44 %).

IV. Система отношений личности включает в себя следующие отношения:

– *производственные* — деловые отношения;
– *мотивационно-ценностные (общего характера)* — к Миру, людям, общечеловеческим проблемам, *специфические* — к профессиональной деятельности физика, к науке и научным открытиям, к ответственности за судьбу человечества на нашей планете и др.);

– *эмоционально-волевые* в отношении поставленной цели, раскрытия сущности непознанных физических явлений и т.п. (волевая регуляция деятельности, волевые свойства личности — целеустремлённость, решительность, выдержка, мужество, терпение, настойчивость и др.).

4. Методы и формы воспитания учащихся профильных физико-математических классов

К *общим*, не связанным со специализацией, относятся методы:

– общие коммуникативные методы воспитания: *беседа, убеждение, дискуссия, лекция, поощрение, наказание*;

– суггестопедический метод (через эмоциональное внушение в активном состоянии посредством авторитета учителя (Лозанов, 1981);

– воспитание личным примером учителя-предметника;

– создание учителем *любых* ситуаций успеха для каждого ученика ФМК (успешность в учёбе, победа в конкурсах различного профиля — физических, технических, художественных, спортивных и т.д.; поощрение *любого* успеха). Ситуация успеха — средство борьбы с негативными установками — страхом поражения, боязнью неудачи, которые могут привести к развитию синдрома «выученной беспомощности».

Специфические методы и формы воспитания осуществляются:

1) через освоение содержания курса физики, астрономии, космологии, исследовательских лабораторных работ физического практикума — формирование научного мировоззрения, глобального мышления, мотивационно-ценностного отношения к Миру, элементов исследовательской культуры;

2) через выполнение творческих проектов, участие в творческих курсах (конференциях, технических выставках, олимпиадах) — воспитание основ исследовательской культуры; развитие творческой активности; креативных качеств личности, специфической коммуникативной культуры (общение языком формул);

3) посредством проведения профессионально-ориентированных внеклассных мероприятий.

Среди профессионально ориентированных внеурочных классных мероприятий можно выделить научно-практические конференции, выставки научно-технического творчества, практику в лабораториях физико-технического факультета, клуб сумасшедших идей и интересных встреч, а также викторины, юморины, КВН, классные «Огоньки», Последний звонок, выпускной вечер.

Главной особенностью воспитательной работы в ФМК является её профессионально ориентированное интеллектуальное содержание. Профессиональная ориентация воспитания организуется целенаправленно, так как многие выпускники ФМК потом избирают путь науки. При этом формами внеурочной воспитательной деятельности являются:

- 1) физические викторины;
- 2) посещение профессионально-ориентированных выставок (голографии, технического творчества и т.п.);
- 3) организация профессионально ориентированных КВН и юморин «Физики шутят»;
- 4) научно-практические конференции учащихся;
- 5) выставки научно-технического творчества учащихся;
- 6) учебная практика в лабораториях физико-технического факультета материнского вуза;
- 7) клуб сумасшедших идей и интересных встреч;
- 8) публикации результатов исследований учащихся в сборниках трудов студентов и других изданиях

Средства ПОВ делятся на общие и специфические.

К ***общим*** воспитательным средствам относятся:

- 1) вербальные (словесные убеждения КР, литература, периодические издания, Internet и др.);
- 2) суггестопедические (авторитет);
- 3) наглядные (примеры учителей, КР, одноклассников для подражания).

Специфическим средством является астрономия как средство воспитания мотивационно-ценностного отношения к миру.

Выявлена роль дисциплины «Астрономия» в формировании мотивационно-ценностного отношения к миру и глобального мышления (Гурина, 2009). Все люди осознают себя в определённом пространственно-временном масштабе. Большая часть человечества обладает так называемым *обыденным* сознанием, для которого характерны узкие пространственно-временные рамки: мой дом, моя школа, работа, моя жизнь и т.д. «Обыденное сознание совпадает со спонтанными, непрофессиональными, базирующимися исключительно на непосредственном опыте практической деятельности людей способами освоения мира» (Краткий словарь по социологии, 1989, с. 317). Мир такого человека ограничен личными интересами, мотивационно-ценностное отношение (МЦО) к миру, интерес к глобальным проблемам человечества отсутствуют. Обыденное сознание соответствует *бытовому*, низкому уровню сознания.

Когда объектом мышления становится Космос, мышление распространяется на эту новую область, расширяя границы обыденного сознания. Учащиеся в процессе познания этого объекта узнают, что Вселенная не вечна и не бесконечна; что звёзды рождаются и умирают; что вместе с Солнцем на нашей планете исчезнет жизнь и т.д., сознание учащихся поднимается на более высокую ступень — на уровень космического сознания. Для этих учащихся список известных качеств ума: *ясность, логичность, сообразительность, глубина или вдумчивость, широта, гибкость или пластичность, самостоятельность, оригинальность, критичность* пополняется такими свойствами, как *глобальность и масштабность мышления*.

Глобальность мышления — это свойство ума, которое заставляет задумываться над общечеловеческими земными и вселенскими проблемами (астероидная опасность, ядерная война, осмысление развития Вселенной в пространстве и времени и др.), ставить глобальные проблемы и подходить к оценке и решению этих проблем глобально. Глобальное мышление направлено на осмысление сохранения жизни и человеческой цивилизации на планете Земля и в солнечной системе. *Масштабность мышления* — это способность оперировать огромными промежутками времени и пространства (миллиарды лет, миллиарды парсек).

Исследования с помощью специальных анкет показали: изучение астрономии и спецкурса по космологии не только формирует у учащихся

мировоззрение и научную картину мира, но и способствует развитию у них планетарного, космического мышления, мотивационно-ценностного отношения к Миру, для которых характерны действия, направленные на благо человечества.

5. Воспитание мотива достижения цели

Мотив учения — направленность школьника на отдельные стороны учебной деятельности, связанная с внутренним отношением ученика к ней. Мотив — это то, что побуждает к учению, ради чего учится школьник.

Основными видами мотивов являются *познавательные и социальные*. В современном понимании **мотив** — побуждающая причина, определяющая готовность и стремление человека к тому или иному виду деятельности. О познавательном мотиве свидетельствует **направленность** деятельности учащегося в процессе учения **на содержание учебного предмета**.

В формировании мотива достижения цели важное значение придаётся **созданию ситуаций успеха учащимся**, чтобы каждый учащийся верил в свои силы. Следовательно, преподаватель должен создавать такие условия в образовательном процессе, чтобы у учащегося формировался **мотив достижения цели**.

По Дэвиду Макклеланду (Макклеланд, 1955, 1976), этот мотив складывается из двух противоположных мотивационных тенденций — *стремления к успеху и избегания неудач*. Высокий уровень мотивации достижения означает, что у учащегося преобладает, доминирует стремление к успеху; о низком уровне мотиваций свидетельствует стремление учащегося избегать неуспеха. Д. Макклеланд сформулировал одно из основных условий формирования мотивации достижения: *формирование синдрома достижения*, то есть преобладание у человека стремления к успеху над стремлением избегать неудач. Успех чаще всего приписывается действию внутренних факторов (своим способностям, умениям), а неуспех — внешним факторам (трудности задачи, невезению). Люди с высокой мотивацией достижения обычно приписывают свои успехи внутренним факторам, а неуспехи — отсутствию необходимых усилий со своей стороны, то есть тоже внутренним факторам.

В результате серии неудач у человека может развиваться так называемая *«выученная беспомощность»* (Макклеланд, 1955, 1976). Такое название получила причинная схема, обладатели которой искренне убеждены, что вероятность тех или иных последствий их действий и поведения в целом не зависит от того, что они делают. Иначе говоря, такие учащиеся видят основную причину последствий своих действий во внешних и нестабильных факторах или, попросту говоря, в везении. Это своего рода фатализм — вера в счастливый или несчастный случай как основной фактор успешных и неуспешных результатов. Действие такой причинной схемы обычно сопровождается негативными переживаниями собственного бессилия и беспомощности, а также свёртыванием попыток достичь чего-либо. *«Выученной» беспомощность называется потому, что она может быть сформирована (и чаще всего так и бывает) при соответствующем причинном объяснении неоднократно повторяющихся ситуаций неуспеха. Выученная беспомощность — это крайне негативная схема: она ставит незримый, но очень прочный барьер на пути достижений.*

Проще всего ситуацию успеха можно спланировать, если опираться на интерес учащихся, в данном случае — на интерес к физике, технике при организации профессионально значимых видов деятельности. Педагоги профильных дисциплин организуют такие виды деятельности или участвуют в таких мероприятиях, которые заведомо приведут к успеху: выставки научно-технического творчества, олимпиады и проч.

6. Развитие личности учащегося

6.1. Структура личности

Рубинштейн С.Л. (Рубинштейн, 1946) выделяет такие компоненты личности:

- темперамент;
- способности;
- направленность (интересы, потребности и т.п.).

В концепции В.Н. Мясищева личность рассматривается как *система отношений* (при этом в структуре личности выделяется «эмоциональная», «оценочная» (когнитивная) и «конативная» (поведенческая) стороны отношений).

Анализируя взгляды В.Н. Мясищева на личность, следует подчеркнуть два положения, значимые для теоретического осмысления проблемы личности.

Первое из них в том, что он стал первым, кто в открытой форме поставил вопрос о *структуре личности*. «Структурная характеристика освещает нам человека со стороны его целостности или расщепленности, последовательности или противоречивости, устойчивости или изменчивости, глубины или поверхности, преобладания или относительной недостаточности тех или иных психических функций» (Мясищев, 1957).

Это принципиальное положение. Именно *отношение*, по мысли В.Н. Мясищева, является интегратором этих свойств личности, что и обеспечивает целостность, устойчивость, глубину и последовательность поведения личности.

Второе положение заключается в том, что В.Н. Мясищев строит свою концепцию личности, центральным элементом которой является понятие «отношение».

Отношения — сознательно-избирательная, психологическая связь с различными сторонами объективной действительности, которая выражается в действиях (поступках) и переживаниях и построена на опыте.

По концепции В.Н. Мясищева:

- 1) отношение — это системообразующий элемент личности;
- 2) личность предстаёт как система отношений;
- 3) личность как система отношений, структурирована по степени обобщенности — от связей субъекта с отдельными сторонами или явлениями внешней среды до связей со всей действительностью (миром) в целом.

Сами отношения личности формируются под влиянием общественных отношений, которыми личность связана с окружающим миром в целом и обществом в частности.

Действительно, с момента рождения человек вынужден вступать именно в общественные отношения (сначала с матерью — непосредственно-эмоциональные отношения, затем с окружающими его близкими, сверстниками, воспитателями, педагогами, коллегами и т.д. в виде игровой, учебной, общенческой и трудовой деятельности), которые, преломляясь через «внутренние условия», способствуют формированию, развитию и закреплению личностных, субъективных отношений человека. Эти отношения выражают личность в целом и составляют внутренний потенциал че-

ловека. Именно они проявляют, т.е. обнаруживают для самого человека скрытые, невидимые его возможности и способствуют появлению новых. При этом отношения играют регулятивную роль в поведении человека.

Структура отношения. В.Н. Мясищев выделяет в отношении 3 элемента: «эмоциональную», «оценочную» (*когнитивную, познавательную*) и «конативную» (*поведенческую*) стороны.

Каждая сторона отношения определяется характером жизненного взаимодействия личности с окружающей средой и людьми (включая различные моменты — от обмена веществ до идейного общения).

I. Эмоциональный компонент отражает переживание отношения человека к окружающему миру, к собственной деятельности и личности. Во многом определяется сознательным регулированием проявления темперамента и характера. Способствует формированию эмоционального отношения личности к объектам среды, людям и самому себе.

Эмоциональная сторона отношения выражается посредством привязанности, любви, симпатии и противоположных по знаку чувств — неприязни, вражды, антипатии.

II. Познавательный (оценочный) компонент включает отношение к миру как к *объекту познания*, его оценку и осмысление. Тесно связан со склонностями и способностями человека, определяющими те виды деятельности, которые человек предпочитает. Способствует восприятию и оценке (осознанию, пониманию, объяснению) объектов среды, людей и самого себя.

Познавательная или оценочная сторона проявляется в принятых личностью моральных ценностях, выработанных убеждениях, вкусах, склонностях, идеалах.

III. Поведенческий (конативный) компонент осуществляет выбор стратегий и тактик поведения личности по отношению к значимым (ценным) для нее объектам среды, людям и самому себе. В поведении (*поступках*) сказывается сознательная регуляция реагирования, вызванного объектом. Высшие уровни регулирования поведения связаны с работой самосознания личности.

Поведенческая сторона отношения выражается посредством потребностей, поскольку сама потребность, указывая на свой предмет, тем самым дает и косвенное указание на способ достижения этого предмета.

Также различаются следующие виды отношений:

- По направленности отношения делятся на отношения:
 - к другим людям (взаимоотношения);
 - к себе;
 - к предметам окружающего мира.
- С точки зрения эмоциональной и рациональной оценок они разделяются на *положительные* и *отрицательные*

О развитии отношений. Если личность это система ее отношений, то процесс развития личности обуславливается ходом развития ее отношений. В раннем возрасте у ребенка развивается выраженная избирательность отношения — к родителям, воспитателям, сверстникам. В школьном возрасте увеличивается число отношений, возникают внесемейные обязанности, учебный труд, необходимость в произвольном управлении своим поведением. В старшем школьном возрасте формируются принципы, убеждения, идеалы.

Отношение и установка. Необходимость сопоставления между собой этих психологических понятий обусловлена тем, что каждое из них претендовало на роль всеобъемлющей психологической категории. И отношения, и установки В.Н. Мясищев рассматривает в качестве интегральных психических образований, которые возникают в процессе индивидуального опыта. Но между ними есть разница:

- *установка бессознательна* и потому она безлична;
- *отношение сознательно*, хотя мотивы или источники его могут не осознаваться;
- отношение характеризуется *избирательностью*, а установка — *готовностью* (готовность к действию).

Таким образом, отношения и установки — это отличные друг от друга психические образования. Понятие «отношение» представляет самостоятельный класс психологических понятий.

6.2. Теория черт личности

Один из основателей теории черт личности Г. Олпорт классифицировал черты личности по признаку *ценностных ориентаций*. У разных людей наблюдаются различные комбинации ценностных ориентаций как черт личности. Выделено 6 таких черт личности (Олпорт, 2002).

1. **Теоретическая.** Человек, придающий особое значение этой ценности, прежде всего заинтересован в *раскрытии истины*. Такой человек характеризуется рациональным, критическим и эмпирическим подходами к жизни. Фундаментальная наука или философия — виды деятельности, которые наиболее подходят таким людям.

2. **Экономическая.** «Экономический» человек ценит то, что *полезно и выгодно*. Он практичен, его деятельность направлена на то, чтобы делать деньги. Знания, не находящие конкретного применения, он считает бесполезными. Многие блестящие достижения в области техники и технологии явились результатом реализации научных потребностей людей экономического склада.

3. **Эстетическая.** Такой человек больше всего ценит форму и гармонию. Воспринимает любые жизненные явления с точки зрения привлекательности, симметрии или уместности. Эстетический субъект не обязательно будет художником, но его наклонности всегда проявляются в интересе к эстетическим сторонам жизни.

4. **Социальная.** Наивысшая ценность для людей такого типа — *любовь людей*. Любовь — единственная приемлемая для них форма человеческих отношений. В чистом виде социальная установка является для таких людей альтруистической и связана с религиозными ценностями.

5. **Политическая.** Доминирующим интересом людей политического типа является *власть*. Ценят власть и влияние на других, славу и известность. И не обязательно власть только в области политической.

6. **Религиозная.** Представители этого типа главным образом заинтересованы в понимании мира как единого целого. Способы выражения этой черты и способы самоутверждения этого типа могут быть различными. Одни религиозные личности являются мистиками. Другие находят смысл в активном участии в жизни и помощи другим (мать Тереза), третьи отстраняются от мирской жизни (монахи), стремясь к соединению с высшей реальностью

6.3. Типы характера по Фромму

Характер — совокупность психических, духовных свойств личности, обнаруживающихся в его поведении (Ожегов, с. 860). Характер — индивидуальное сочетание устойчивых психических особенностей человека, обуславливающее типичный для данного субъекта способ поведения в опре-

делённых жизненных условиях и обстоятельствах (Современный словарь по педагогике, 2001, с. 859).

Под *личностью* Фромм понимает целостность *врождённых и приобретённых психических свойств*, характеризующих индивида и делающих его уникальным (Фромм, 1998, 2010). Врождённые психические свойства — это темперамент, талант и другие конституционно заданные психические свойства. Характер формируется также при воздействии социума (в том числе при воспитании). В то время как различия в темпераменте не имеют этического значения, различие в характере образуют реальную проблему этики, они свидетельствуют об уровне, достигнутом индивидом в искусстве жить в обществе. Следует отличать индивидуальный характер от социального. Индивидуальный характер — это искусство жить в ладу с собой.

Характер выполняет функцию отбора идей и ценностей. Он также даёт основу для приспособления индивида к обществу. Обычная семья — это «психический посредник» общества. Ребёнок приобретает характер, заставляющий его хотеть делать то, что он должен делать в своём социуме. Поэтому ребёнок приобретает наряду с индивидуальными чертами также и общие черты, присущие большинству членов социального класса или культуры (субкультуры). Таким образом, можно говорить о социальных чертах характера. Благодаря отличию индивидуального характера от социального, внутри одной и той же культуры (класса) одна личность отличается от другой.

Фромм выделил пять социальных типов характера (рис. 14.3), преобладающих в современных обществах (Фромм, 1998).

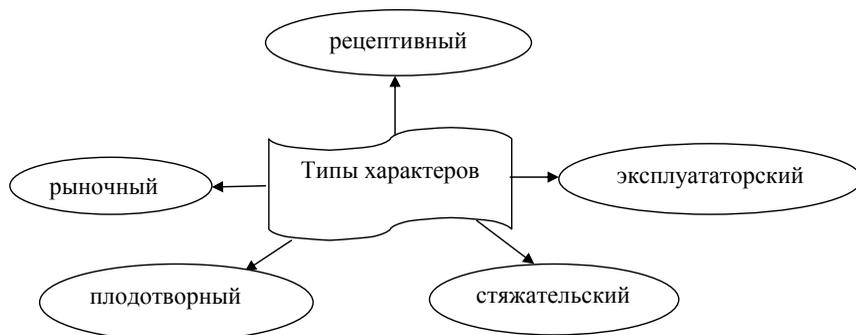


Рис. 14.3. Типы характера по Фромму

1. Рецептивный тип (РТ)

Человек рецептивной ориентации считает, что «источник всех благ» лежит вовне, и что единственный способ обрести желаемое — получить его извне. Для РТ проблема любви состоит в том, чтобы «быть любимым», а не в том, чтобы любить. Поэтому они «бросаются» за всеми, кто предлагает им любовь или то, что похоже на любовь. В интеллектуальной среде они — лучшие слушатели, поскольку ориентированы на восприятие идей, а не на их создание. Предоставленные сами себе, они чувствуют себя потерянными или парализованными. Религиозные люди РТ ждут всего от Бога и ничего — от собственной активности, не религиозные ищут «магических помощников», чтобы питаться от них. Они вынуждены быть верными многим людям, которые обеспечивают их безопасность, и они боятся потерять их, что делает их слишком зависимыми от других. Люди рецептивного типа дружелюбны и доверчивы, они любят поесть и выпить. Рот у них выразителен: губы приоткрыты, как будто постоянно ждут пищи. Однако они приходят в смятение, когда им грозит потеря «источника питания». Делают они что-то для других ради того, чтобы добиться их расположения.

2. Эксплуаторский тип (ЭТ)

Основная предпосылка — источник всех благ находится вовне и ничего нельзя создать самому. Отличие от РТ в том, что ЭТ не ждёт от других что-либо в дар, а отнимает у них желаемое силой или хитростью. Такая ориентация распространяется на все сферы действий. В области любви и чувств они нацелены присваивать и красть. Они испытывают влечение только к тем людям, которых они могут отнять или увести у кого-то другого. Они не склонны влюбляться в непривязанного ни к кому человека. В интеллектуальной деятельности такие люди склонны не создавать идеи, а красть их (плагиат) или в более скрытом виде — выдавать чужие мысли за свои. В сфере материальной — вещи, которые они могут отобрать у других, всегда кажутся им лучше, чем те, которые они могут создать сами: они склонны переоценивать то, что принадлежит другим и недооценивать своё собственное. Они эксплуатируют и используют всех и всякого из кого они могут что-то выжать. Они любят объекты своей эксплуатации, но им «наскучивают» те, из кого они уже всё выжали. Крайний случай — клептоман, который наслаждается только теми вещами, которые украл, хотя у него достаточно денег, чтобы купить их. Отли-

чительные черты этих людей — язвительная гримаса, подозрительность, цинизм, зависть и ревность.

3. *Стяжательский тип (СТ)*

СТ не нацелен получать блага извне. Свою безопасность они видят в стяжательстве и экономии. Их скупость распространяется как на деньги и материальные вещи, так и на чувства и мысли. Любовь для них — это обладание и только. Сами же они не дают ничего. Они не способны к плодотворному мышлению. У них характерные жесты погруженных в себя людей и плотно сжатые губы. Они педантично аккуратны. Их высшие ценности — порядок и безопасность. Так как внешний мир воспринимается как угроза оборонной позиции, то их ответной реакцией будет упрямство. В отношениях с людьми близость для них — угроза. Безопасность — это отстранённость или обладание людьми. Стяжатель подозрителен и несёт особое чувство справедливости: «Моё — это моё, а твоё — это твоё».

4. *Рыночный тип*

Всё имеет свою цену, за всё надо платить, всё продаётся и покупается. Рыночная ориентация характера развилась в качестве доминирующих в современную эпоху рыночных отношений.

5. *Плодотворная ориентация*

Плодотворный тип (ПТ) нацелен на использование своих сил и максимальную реализацию присущих ему возможностей. Плодотворная любовь мало похожа на то, что называют любовью. Для ПТ любовь — это не страсть, кого-то обаявшая, и не аффект. Это деятельность, забота и ответственность. Материнская любовь — это самый общераспространённый пример продуктивной любви. В процессе интеллектуальной деятельности ПТ не безразличен к предмету (объекту), он взаимодействует с ним, уважает его, заботится о нём и отвечает за него. ПТ характеризуется ещё объективностью: он видит объект таким, каков он есть в действительности, а не таким, каким хотелось бы. Любовь ПТ предполагает уважение, знание, желание, чтобы объект рос и развивался. Это близость между двумя людьми при условии сохранения целостности каждым из них.

6.4. *Проблемы коллектива в классе. Изгой*

Каждый человек, в том числе дети и подростки, имеет не только положительные эмоции, но и негативные, которые могут нести разрушитель-

ные последствия для данной личности. Учитывая, что личность находится в социальном окружении, следует предположить, что личность будет сбрасывать свои негативные эмоции на людей, постоянно находящихся рядом. Постепенно негативные эмоции концентрируются на одной или нескольких персонах, так появляется изгой группы.

Изгойское место в микросоциологии — это такая точка в социальном пространстве малой группы (к последней относится и ученический класс), которая концентрирует негативные эмоции. Если в эту точку попадает тот или иной индивидуум, изгойское место преобразуется в социальную роль изгоя.

Классификация изгоев (Сперанский, 2004)

В зависимости от реакции на негативное отношение одноклассников учеников, занимающих изгойское место в социальной структуре класса, условно можно разделить на три типа: ***изгой*** — «***клоун***», ***изгой*** — «***белая ворона***» и ***изгой*** — ***антагонист***. Рассмотрим последовательно все три типа изгойской позиции.

Изгой — «***клоун***» играет со своим социальным окружением на грани «фола». Своим поведением представитель данного типа изгойства подставляет себя под насмешки, выявляя границы и несовершенства социального устройства в классе. Такой тип изгойства требует от индивида достаточно высокого интеллекта. Ученик-клоун может ставить в затруднительное положение не только одноклассников, но и педагогов, работающих в этом классе.

Изгойство «белой вороны» вызвано совсем другими причинами. Изгой этого типа имеет серьёзные отличия в системе этических основ одноклассников, которые заложены семейным воспитанием. Причиной таких отличий может служить принадлежность семьи ученика к другому этносу, социальному слою, религии и т.д. Подросток становится «белой вороной» в сущности по одной причине — в отличие от «клоуна», он не может вести себя по-другому. У одноклассников «белой вороны» создается о нем масса мифических домыслов и вымыслов, которые рождаются из-за невозможности лидера класса и его окружения объяснить поведение своего одноклассника

Изгой антагонистического типа олицетворяет крайнюю степень изгойства. Данное изгойство основано на взаимном неприятии ученика и

класса в целом. Нередко в антагонистическую степень изгойства срываются максимально эгоистичные ученики, которые склонны обвинять своё социальное окружение и не видеть истинных причин своего положения в классе. Причинами антагонистического изгойства служат порой известные всем изъяны семейного воспитания.

Выстраивая свою работу с учениками-изгоями, педагогу необходимо помнить, что наличие изгоя — это изначная сторона эмоциональной жизни ученического класса. Как правило, в обыденном сознании изгойство представляется в виде травли одного или двух учеников в классе. Причем факт изгойства обращает на себя внимание, когда отношения зашли уже достаточно далеко, когда действия изгоя или его одноклассников совершаются в состоянии аффекта и не укладываются в общечеловеческие стандарты.

7. Школьные типы личности

Самые характерные из замеченных школьных типов личности следующие (Лесгафт, 2004).

- 1) лицемерный тип;
- 2) честолюбивый тип;
- 3) добродушный тип;
- 4) мягко-забитый тип;
- 5) злобно-забитый тип;
- 6) угнетённый тип.

1. Лицемерный тип

Характеристика типа. Ребёнок лицемерного типа при появлении в школе отличается обыкновенно своей скромной внешностью; в играх он подвижен и весел. Вначале он очень приветлив и внимателен ко всем окружающим, а потом более к тем, от которых что-либо зависит. Он сближается с ними более всего, угождает им и даже внимательно предупреждает различные их желания. При всяком удобном случае он ласкается к своим учителям и воспитателям (в особенности девочки) и указывает на свою привязанность к ним. Он не пропускает случая высказывать самые ходячие правила нравственности, смотря при этом прямо в глаза наставнику, когда

замечен какой-нибудь проступок товарища. С виду он является таким простодушным или откровенно-добродушным ребёнком, что все к нему относятся с участием. В классе он всегда старается быть скромным и только своей высоко поднятой рукой показывает учителю свою готовность отвечать или решать задачу. Ответы его, не всегда удачные, чаще всего содержат в себе слова учителя, которые он успел запомнить. Такой ребёнок вначале обыкновенно учится хорошо и исполняет всё, что от него требуется, но это продолжается недолго.

Вскоре оказывается, что этот прелестный ребёнок нелюбим своими товарищами. Мало-помалу этот ребёнок всё более отдаляется от своего класса, оставаясь, однако же, часто любимцем учителя, который, видя его угнетённым и преследуемым, ещё более покровительствует ему. При этом сближении с наставником ребёнок передаёт, то как бы случайно в разговоре, а то и прямо, все действия товарищей и их проступки.

Вообще он часто прибегает к различным болезням, которыми он якобы страдает; ими он желает разжалобить окружающих и тем достигнуть удовлетворения своих желаний. Мнимые страдания в виде кашля, притворная слабость, нервные припадки составляют излюбленные средства, к которым прибегает такой ребёнок.

Подозреваемый или даже уличённый во лжи, он никогда не сознается, в особенности если не предвидит наказания. Всеми средствами, а иногда и рассказывая небылицы, он старается оправдаться, и если ничто не помогает, он, заливаясь слезами, горько будет жаловаться на несправедливость и пристрастное отношение к нему окружающих. *Ложь* составляет вообще характерное явление у такого ребёнка. Во всех своих действиях он руководствуется только личной выгодой и совершенно безучастен к требованиям или страданиям других, даже самых близких ему лиц.

Каким же образом мог развиваться такой тип в семье и дойти иногда ещё вне школы до таких твёрдо установившихся форм, какие приходится встречать там? Какие условия могли создать такого ребёнка, какую связь и значение имеют все те явления, которые у него наблюдаются?

Условия формирования типа. Развитию такого типа более всего способствуют ложь и лицемерие со стороны старших, окружающих ребёнка, чисто практическое направление домашней жизни, постоянный мелкий расчёт и стремление к лёгкой наживе, отсутствие всякой заботы о детях, удовлетворение тех желаний ребёнка, исполнения которых он стремится

достичь лаской, смиренным видом и выпрашиванием; вообще все те случаи, где ничто не побуждает ребёнка к мышлению, где он окружён ложью и лицемерием в каком бы то ни было лице. Ребёнок, то остающийся без всякого призора и внимания, то принимающий участие в расчётах и развлечениях взрослых, научается ценить эти последние и потом старается уже прибегать ко всевозможным приёмам, чтобы ими пользоваться.

Память у ребёнка лицемерного типа относительно слабо, односторонне развита; он нисколько не привык сосредоточивать своё внимание на получаемых впечатлениях, чтобы более основательно усвоить их; он усваивает главным образом то, что внешне сильнее действует и что легче даётся по разнообразию впечатлений.

О нравственных качествах молодого человека лицемерного типа и говорить нечего. Идеалов у него нет, к пониманию идеи правды и любви он не подготовлен, у него нет веры, нет ничего святого. Сдерживать его может только физическая сила, перед чем он преклоняется и даже унижается, и боль, чего он более всего опасается. Как эгоист, знающий только свою выгоду, такой человек не гостеприимен; он может угостить только за счёт другого, да и то только тогда, когда вполне удовлетворит самого себя. Привязанности не имеет ни к кому; при удалении его из родной семьи нельзя заметить даже признака грусти, в особенности если существует надежда на жизнь при более выгодных условиях. Ему чужды чувства уважения и исполнения долга, как и вообще всякое глубокое и искреннее чувство.

Ложь, внешний блеск и хвастовство составляют наследие той среды, в которой ребёнок рос и воспитывался; они составляют прямое следствие недостатка внутренних достоинств и слабого умственного его развития.

Можно ли винить такого ребёнка? Можно ли винить мать или тех лиц, в семье которых он вырос? Понятно, что нельзя: ребёнок может вырасти при данных условиях, прожить весь свой век и умереть, не отдавши себе никакого отчёта в своих действиях. Мало того, такие лица всегда очень уверены в своих действиях и очень довольны собой. Так проходит вся жизнь, исключительно животная и всегда вредная для человеческого общества.

Из всего сказанного следует, что характеристическими признаками ребёнка лицемерного типа будут **ложь во всех её видах**, отсутствие привычки рассуждать, способность улавливать внешнюю сторону предметов и явлений, хвастовство, хитрость, отсутствие каких-либо глубоких чувство-

ваний и понятия о правде, исключительное соблюдение личной выгоды. Действия людей данного типа преимущественно опытно-рефлекторные (инстинктивные) и имитационные, направленные исключительно к удовлетворению удовлетворения его потребностей.

2. Честолюбивый тип

Характеристика типа. Дети этого типа всегда отличаются своим внешним видом, выражением чувства собственного достоинства, что можно заметить при первом их появлении в школе. Обыкновенно чистый и опрятный ребёнок смотрит прямо, уверенно и спокойно присматриваясь к окружающему и не высказывая вперёд.

Уже среди 8—9-летних детей, приводимых в школу, приходится встречать лица с резко выраженным честолюбивым типом. Нужда, неудачи, борьба с неблагоприятными семейными условиями при пробудившемся соревновании содействуют тому, что чувствование ребёнка более сосредоточивается на одном: на желании возвыситься над другими и доказать им своё превосходство; но зато это желание тем интенсивнее, резче и страстнее проявляется. В таком случае развивается холодный, расчётливый, самоуверенный эгоист, жадно следящий за удовлетворением своего чувствования, легко переходящего в страсть и даже в манию величия.

При каких же условиях развивается этот тип в семье?

Условия формирования типа. Честолюбивый тип развивается, по видимому, при двух различных условиях: во-первых, вследствие соревнования, это, собственно, и есть чистый тип; во-вторых, вследствие постоянных похвал и восхищения достоинствами ребенка. Понятно, что и последствия будут различны, смотря по тому, при каком из этих условий ребенок вырос...

Руководствуясь чувствованием своего превосходства или даже величия, лицо, принадлежащее к честолюбивому типу, страстно преследует свои цели, расчётливо, эгоистично, как будто всё существует для него и его прославления. Справедливость его формальная и вытекает из его чисто внешнего отношения к правде. Страстный, он не останавливается перед средствами для достижения своей цели и при неудаче легко решается на крайние меры.

3. Добродушный тип

Характеристика типа. Ребёнок добродушного типа является тихим, спокойным, внимательным, следящим за всеми окружающими его явле-

ниями. Он не обращает на свою внешность никакого внимания, даже в отношении чистоты, опрятности и целостности своей одежды. У него нет внешней приветливости и ласковых отношений, а также стремления чем-либо угодить, отличиться или привлечь к себе внимание своего наставника. Он скорее навлечёт на себя неудовольствие своим простым, прямым и даже иногда неловким обращением. Он не высказывает вперёд, а обыкновенно остаётся в стороне и молча следит за действиями других.

Условия формирования типа. Условия, при которых развивается подобный тип, насколько возможно было проследить их, следующие: тихая, спокойная, в особенности деревенская жизнь с самого рождения на свет; любящая добрая мать или другое близкое ребёнку лицо, отсутствие всякой похвалы и внешности, действующей на чувствования, а также отсутствие всяких мер наказания или преследования ребёнка. Ребёнок пользуется полной свободой; ко всем его нуждам и требованиям относятся со вниманием и удовлетворяют их, насколько это возможно и насколько позволяют обстоятельства; в противном случае всегда объясняют ему причину отказа. Ребёнок никогда не подвергается насилию; ему ничего не навязывают, не втолковывают, не вбивают, а объясняют и отвечают на его вопросы.

Он всегда знает причину тех требований, которые ему ставят. Всё это делается вследствие добрых и простых отношений к ребёнку. Игры и занятия он сам себе отыщет, доставляйте только ему всё необходимое для них. До школьного периода ему предоставляется свободный выбор развлечений, причём всегда с участием относятся ко всем его требованиям и заявлениям.

Наблюдая за развитием добродушного типа и за условиями, при которых он появляется, можно убедиться, какое огромное влияние имеет добрая, любящая, умная мать. Иногда при относительно неблагоприятных условиях появляется подобный тип, если только на него повлияет простой, добрый, внимательный человек, никогда не забегающий вперёд своими советами и распоряжениями, а спокойно рассуждающий с ребёнком о тех вопросах, которые у последнего появляются.

4. Мягко-забитый тип

Характеристика типа. Тип этот лучше всего назвать мягко-забитым, или заласканным типом. В этом случае ребёнок бывает забит не строгими взысканиями и наказаниями, не розгой, а внешней, животной лаской, которая забивает не меньше розги и приводит к таким же печаль-

ным результатам. Развивается он также при отсутствии условий, необходимых для образования его умственного развития. Тип этот можно было бы ещё назвать и «зalasканным», только этим последним названием не удаётся охарактеризовать все его проявления.

Появляясь в школе, ребёнок такого типа сильно стесняется новой обстановки: он смотрит, что делают другие, и мелочно подражает им. Принуждённый сделать что-нибудь независимо от других, он оказывается обыкновенно очень неловким, неумелым и очень слезливым. Во всех затруднительных случаях он чаще всего прибегает к слезам; да и плачет он, как 3—4-летний ребёнок, с криком и воем, закрывая глаза тыльной стороной руки.

Когда он несколько привыкнет к школьной обстановке, он входит в стадо, и им управляет лицемер или честолюбец, а защищает добродушный. Вообще ребёнок этого типа находится под покровительством или влиянием какого-либо другого товарища, и его действия и рассуждения вполне зависят от последнего.

Условия формирования типа. Появляется такой тип во всех тех случаях, когда всякая деятельность ребёнка предупреждается, когда всё для него готово, и он никогда не возбуждается к рассуждению и к самостоятельному распоряжению своим временем и своими действиями. Честолюбивая или раздражительная мать, не терпящая никаких противоречий, желая похвалиться своими детьми, старается ласками и угодой их чувствованиям сделать их умниками и послушными и, таким образом, всего более содействует развитию детей мягко-забитого типа.

При этом его окружают ещё возможно большей пышностью и роскошью и с раннего возраста подвергают сильным впечатлениям, вывозя его на собрания, вечера, балы, концерты, театры, путешествуя с ним по всевозможным странам и при этом постоянно удовлетворяя все его нужды, предупреждая все его желания, никогда не допуская никаких лишений.

В то же время деятельность такого ребёнка обыкновенно стеснена бесконечным рядом кратких и бессмысленнейших моралей в роде: «не шали», «так умники не делают», «не приставай со своими рассуждениями», «об этом хорошие дети не говорят», «не рассуждай, а делай то-то» и т.д., но всё это без малейшего смысла, без всяких сколько-нибудь разумных объяснений, а путём начитываний и напоминаний, но всё же без применения каких-либо насильственных мер.

Предупреждая все требования и постоянно направляя ребёнка во всех его действиях и размышлениях, всегда делают его совершенно негодным к жизни.

Этот тип в особенности распространён в женских учебных заведениях, даже в высших, где он встречается иногда в самом чистом виде. Школа как будто совершенно не влияет на них. Холодность, апатия, отсутствие всякой любви и привязанности, отсутствие понятия о правде характеризуют их всюду. Равнодушие, внешность, имитация и разве только циничное стремление удовлетворять свои большей частью чувственные потребности — всё это составляет наследие, данное им воспитанием и вносимое ими в жизнь.

5. Злостно-забитый тип

Характеристика типа. Появляясь в школе, ребёнок такого типа отличается настойчивой молчаливостью, стесняющимся, конфузливим видом, причём иногда у него прорываются резкие бесцельные движения, особенно в те минуты, когда он думает, что на него никто не смотрит. Добиться от него какого-нибудь слова чрезвычайно трудно: он вместо ответа иногда вдруг фыркнет, делает какое-либо грубое движение или произнесёт соответственные звуки. Он никогда не посмотрит прямо и ласково, всё больше сбоку и исподлобья. От товарищей он то сторонится, то как бы нечаянно толкнёт или щипнёт кого-нибудь. На все их предложения и расспросы он либо вовсе не ответит, либо ответит отрицательно, либо начнёт потешать их различными резкими выходками и сценами.

Подозрительность, резкость и угловатость действий, замкнутость, тугая и сдержанная реакция на внешние впечатления, проявления мелкого самолюбия и резкие выходки, сменяющие апатичную жизнь, стеснённую мерами и правилами, — вот те крупные черты, которые характеризуют молодых людей злостно-забитого типа.

Условия формирования типа. Причины, содействующие проявлению и развитию такого типа в семье, будут главным образом: запрещение рассуждать, применение различных насильственных мер для понуждения и укрощения ребёнка и всякие несправедливые и произвольные требования.

Рассматривая злостно-забитый тип, можно заметить в основании его проявлений одну черту, общую с честолюбивым типом, а именно возбуждение различных чувствований как в одном, так и в другом случае. В первом случае возбуждается чувство оскорбления, в последнем — чув-

ствование первенства, превосходства или даже величия. Возбуждение всякого рода чувствований (причём ощущение растёт пропорционально логарифму раздражения) неминуемо ведёт к соответствующей степени угнетения, за которой уже следует апатия.

6. Угнетённый тип

Характеристика типа. Ребёнок такого типа появляется в школе обыкновенно бледным, слабым и отличается всегда своим тихим и смиренным нравом. Лицо его серьёзно, озабочено, он отличается своей замечательной скромностью, что и составляет один из самых характеристических его признаков.

Такой ребёнок весьма трудолюбив, он постоянно чем-либо занят и всегда вполне сосредоточен над своим делом. Он отдаляется от своих товарищей, отыскивает себе более спокойный уголок, чтобы наедине воспользоваться временем для своих работ.

Он никогда не выходит вперёд, а остаётся позади, в последних рядах, и внимательно следит за всеми происходящими в классе занятиями. В играх и развлечениях товарищей он обыкновенно не принимает никакого участия; так же скромно выражает свою радость, как подавляет своё горе; он нелегко плачет и не выражает своей скорби различными внешними проявлениями. Всякая похвала и отличие его очень стесняют и заставляют спрятаться, уйти.

При разговорах даже с чужим для него лицом он всегда просто и прямо смотрит в глаза, отличается большой искренностью и откровенностью, всегда везде видит свои недостатки и неуменье и во всех неудачах обвиняет себя.

Ласки он не терпит и всегда удаляется от неё; внешних проявлений и движений вообще у него очень мало, а украшений — никогда никаких. Себя он ни в каком случае не жалеет; никогда не останавливается перед препятствиями, если только можно преодолеть их трудом. Стойкость и настойчивость его громадны; лишения, бедность, страдание, нужда никогда его не остановят, так как он может ограничить свои требования до самых крайних пределов.

К товарищам и окружающим он всегда относится мягко и нетребовательно, теоретически защищает их перед другими и старается объяснить их действия и поступки в лучшую сторону. Конечно, он надёжный това-

рищ, никогда никого не выдаст и спокойно подвергнется при этом всякому преследованию и несправедливости.

Условия развития. Развитию этого типа в чистом виде содействуют любящая, мягкая, трудящаяся мать или другие близкие, живущие в постоянной нужде и недостатках; эти-то лишения и являются здесь угнетающими моментами, это условия, требующие постоянной борьбы с экономическими затруднениями и приучающие преодолевать их трудом и настойчивостью.

Этот тип развивается в бедной семье, в которой добрые и трудолюбивые родители всё делят со своими детьми и всегда отдают им лучшую часть, но эта часть почти никогда не удовлетворяет их самых скромных потребностей. Ребёнок привык постоянно видеть перед собой нужду и недостаток своих родителей и лиц, с которыми он близко связан, к которым приучился относиться искренно и с любовью.

Нельзя не заметить у него отсутствия собственно детского возраста; он как будто рано возмужал под влиянием суровой действительности, которая его окружала. Характерные черты его: скромность, трудолюбие и стойкость, развившиеся под влиянием борьбы с угнетающими внешними условиями жизни и при благоприятной нравственной обстановке. Он является в школу с такой привычкой к труду, что даже избегает здесь развлечений своих товарищей, посвящая всё свободное время учебным занятиям или какой-либо другой работе. Привычка к труду, усвоенная первоначально имитационно, потому что кругом все трудятся, становится затем как бы физиологической потребностью.

Описанные здесь типы не произвольны и не случайны, но соответствуют различным степеням умственного и нравственного развития ребёнка, причём первая степень (с малосознательными отражённо-опытными проявлениями), соответствует лицемерному и мягко-забитому типам.

8. Астрономия — дисциплина, формирующая идеологию молодого поколения

Провозглашенная в недалёком прошлом стратегия «гуманитаризации образования» происходила за счет «выдавливания» предметов естествен-

но-научного цикла из школьных учебных программ, обеспечивающих фундаментализацию образования, и механического их замещения гуманитарными дисциплинами. Например, за период с 1959 по 2006 гг. в общеобразовательных 11-х классах число часов в неделю дисциплин «физика + астрономия» уменьшилось в три раза: с 6 до 2 часов в неделю. Введённые новые стандарты 2005 года предусматривают объем изучения физики 5 часов в неделю в физико-математических классах (ФМК), что меньше на 1 час общеобразовательных стандартов 45-летней давности для этих дисциплин. Как следствие такой «гуманитаризации» ликвидирован учебный предмет «астрономия», играющий огромную роль в формировании у учащихся научного мировоззрения и современной картины мира, — предмет, находящийся на стыке дисциплин естественного и гуманитарного циклов, являющийся осью их интеграции. С 1993 года рекомендовано изучать лишь отдельные вопросы астрономии в курсе физики. Кроме количественного уменьшения объема учебного материала, «гуманитаризация» физики для общеобразовательных классов пошла по пути упрощения знаковой системы и перехода на уровень эмпирических обобщений. Такой примитивный механизм гуманитаризации привел к резкому падению естественно-научной грамотности выпускников общеобразовательных школ, что подтверждается приведенными ниже результатами исследования. Успешно осуществив гуманитаризацию, мы нажили другую проблему — естественно-научную безграмотность.

Проводился опрос среди студентов 1, 2, 4 курсов УлГУ экологического, экономического, гуманитарного факультетов, факультета лингвистики и международного сотрудничества; школьников 10-х классов; учащихся 1—2 курсов профессионального лицея (всего 429 респондентов). Опрашиваемые студенты-экономисты специализировались в экономике и управлении на предприятии; студенты-экологи обучались на специальностях: «Природопользование», «Почвоведение», «Биоэкология», «Лесное хозяйство».

Анкета содержала примитивные вопросы, правильные ответы на которые отражают бытовой уровень астрономических знаний прошлого и более глубоких веков. К удивлению, оказалось, что многие вопросы, даже такие: «Как движутся Солнце и Земля относительно друг друга?», «К каким небесным телам относится Солнце?», «Каков период вращения Луны

вокруг Земли?», вызвали затруднение у части респондентов. В среднем только 55,6 % респондентов правильно ответили на простейшие вопросы.

Студенты (имеющие за плечами среднее образование, изучающие в вузе в той или иной мере курсы современного естествознания) продемонстрировали следующие знания (точнее, их отсутствия). Не знают, что Солнце — это звезда, 20 % студентов-экономистов, 17 % студентов-экологов. Не знают, что такое галактика, 50 % экологов, 38 % экономистов, 60 % гуманитариев. Не знают, сколько планет в солнечной системе 20 % экономистов, 38 % гуманитариев. Причём, в ответах 10 % гуманитариев, 30 % лингвистов Солнце и/или Луна фигурируют как планеты Солнечной системы. Не знают, почему светит Луна, 16 % экологов, 31 % гуманитариев. Коперник сгорел на костре, защищая гелиоцентрическую систему, и был бы весьма удивлен, что у части студентов XXI века картина мира соответствует средневековой геоцентрической системе: оказывается, считают, что Солнце вращается вокруг Земли, 26,3 % гуманитариев, 13 % лингвистов. Знают, что период обращения Луны вокруг Земли составляет около месяца, только 21 % гуманитариев, 33 % экономистов, 30 % экологов. Остальные ответили, что Луна совершает 1 оборот вокруг Земли за 1 день или 1 сутки — это 50 % респондентов-экономистов, 27 % экологов, 16 % гуманитариев, 20 % лингвистов, или за 1 год — такой срок указали 26 % гуманитариев, 11 % экологов. Около 40 % гуманитариев отметили ответ «не знаю» (Гурина, 2009).

Каковы последствия астрономической безграмотности? Какую роль вообще играют астрономические знания в формировании мышления и сознания человека? Мышление (по отношению к сознанию) — это сложнейшая система психических функций, которые проявляются как «способность выполнять сложнейшие ориентировочные действия во внутреннем, умственном плане сознания» (Маланов). Возможно ли увязать современное мышление с астрономической безграмотностью?

В ФМК с углубленным изучением физики («физических» классах) школы № 40 г. Ульяновска, астрономия изучалась: в 10-м классе курс астрономии — 1 час в неделю, в 11-м классе спецкурс космологии — 18 часов (Гурина) (космология — часть астрономии, занимающаяся вопросами эволюции и устройства Вселенной). В связи с этим автору была дана уникальная возможность проследить, какое влияние оказывает изучение астрономии (и спецкурса космологии) на сознание и мышление этих уча-

щихся, по сравнению с учащимися ФМК, не изучающими астрономию. Уже первые два года наблюдения показали, что изучающие астрономию учащиеся отличаются от других наличием новых качеств ума: высоким уровнем мотивационно-ценностного отношения к миру, глобальным мышлением (глобальная оценка проблем).

Все люди осознают себя в определённом пространственно-временном масштабе. Большая часть человечества обладает так называемым *обыденным* сознанием, для которого характерны узкие пространственно-временные рамки: мой дом, моя школа, работа, моя жизнь и т.д.: «обыденное сознание совпадает со спонтанными, непрофессиональными, базирующимися исключительно на непосредственном опыте практической деятельности людей способами освоения мира». Мир такого человека ограничен личными интересами, мотивационно-ценностное отношение (МЦО) к миру, интерес к глобальным проблемам человечества отсутствуют. Обыденное сознание соответствует *бытовому*, низкому уровню сознания.

Когда объектом мышления становится Космос, мышление распространяется на эту новую область, расширяя границы обыденного сознания. Учащиеся в процессе познания этого объекта узнают, что Вселенная не вечна и не бесконечна; что звёзды рождаются и умирают; что вместе с Солнцем на нашей планете исчезнет жизнь и т.д., сознание учащихся поднимается на более высокую ступень — на уровень космического сознания. Для этих учащихся список известных качеств ума: *ясность, логичность, сообразительность, глубина или вдумчивость, широта, гибкость или пластичность, самостоятельность, оригинальность, критичность* пополняется такими свойствами, как *глобальность и масштабность мышления*.

Глобальность мышления — это свойство ума, которое заставляет задумываться над общечеловеческими земными и вселенскими проблемами (астероидная опасность, ядерная война, осмысление развития Вселенной в пространстве и времени и др.), ставить глобальные проблемы и подходить к оценке и решению этих проблем глобально. Глобальное мышление направлено на осмысление сохранения жизни и человеческой цивилизации на планете Земля и в Солнечной системе.

Масштабность мышления — это способность оперировать огромными промежутками времени и пространства (миллиарды лет, миллиарды парсек).

Наши наблюдения показали, что благодаря изучению курсов астрономии и космологии сознание учащихся поднимается на уровень космического сознания, который характеризуется следующими признаками:

1. Наличие астрономических знаний, космологических знаний о развитии Вселенной в пространстве и времени (*когнитивная составляющая*).

2. Сформированная система мотивационно-ценностных отношений (МЦО) личности: к миру, жизни на Земле, людям, профессиональной деятельности, к общечеловеческим проблемам; осознание уникальности жизни и разума во Вселенной (*аксиологический компонент*).

3. Сформированное научное мировоззрение и стремление его осуществления в деятельности (*мировоззренческий компонент*).

4. Приобретение новых качеств ума: глобальный стиль мышления (видение общечеловеческих проблем и глобальный подход к их решению); масштабность мышления — умение оперировать гигантскими пространственно-временными промежутками, а также понятиями, отражающими глобальные космические феномены — «рождение и смерть Вселенной», «космический суп», «расширение Вселенной» и т.д.

5. Сформированность *личностных этических качеств*: гордость за достижения отечественной науки; осознание ответственности за последствия научных открытий, за судьбу человечества, бессмысленность войн, межрелигиозных распрей, осуждение терроризма (*нравственно-этический компонент*).

6. Высокий уровень познавательного интереса к астрономии, глобальным общечеловеческим проблемам (*познавательный компонент*).

7. Развитие самосознание в русле *естественно-научного* направления *русского космизма* — комплекса идей о неразрывной связи судьбы человека с освоением космоса (К. Циолковский, В. Вернадский, А. Чижевский и др.) (Гурина, 1998, 2004, 2009). Учащийся изменяет взгляд на самого себя, начинает осознавать глубинную причастность себя как сознательного существа космическому бытию (человек — часть Вселенной, микрокосм).

В соответствии с вышеперечисленными признаками космического сознания был разработан опросник «Я и Вселенная» и проведен обширный эксперимент (2003—2006 гг.) по исследованию влияния изучения астрономии на мышление учащихся, результаты которого приводятся ниже (Гурина, 2003, 2009).

Констатирующий опрос проводился среди **контрольных групп** учащихся школ г. Ульяновска и студентов УлГУ (314 респ.). Формирующий и контролирующий эксперимент проводился в **экспериментальных группах** учащихся ФМК школы № 40 г. Ульяновска и студентов УлГУ, изучавших астрономию. Всего в контролирующем эксперименте участвовали 107 учащихся.

Анкета включала вопросы: 1. Любишь ли ты смотреть на звездное небо? 2. Осознаешь, ощущаешь ли ты себя частичкой Великого Космоса (гражданином Вселенной)? 3. Интересно ли тебе знать, какие из звезд ближе к Земле, какие дальше? Какие из них молодые, какие старые? Есть ли у них планетные системы, а на планетах жизнь? 4. Осознаешь ли ты ответственность за судьбу нашей планеты и человечества? 5. Смотришь ли ты познавательные программы? 6. Веришь ли ты, что освоение космоса имеет не только научный интерес, но и практическую значимость для человечества? 7. Волнуют ли тебя вопросы происхождения Мира, жизни во Вселенной? Задумываешься ли ты, откуда всё взялось и когда?

Предлагались ответы:

1) «нет», «не знаю, что ответить» или «я не думаю об этом: у меня есть более важные дела»;

2) «более, или менее (иногда, эпизодически)»;

3) «да, безусловно».

Продолжили анкету следующие вопросы и ответы трех уровней:

8. Что есть для тебя твой Мир?

Ответы:

1) «Я не думаю об этом» или «не знаю, что сказать».

2) «Мой Мир — это я сам и мои близкие, друзья, школа, родители, мой дом, моя страна», «Мой Мир — это наша Земля».

3) «Мой Мир — это вся наша Вселенная».

9. Какими промежутками времени ты оперируешь и мыслишь?

Ответы:

1) «Я не думаю об этом» или «не знаю, что сказать».

2) «В пределах человеческой жизни, нескольких поколений», «В пределах, очерченных историей нашего человечества».

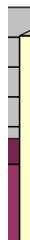
3) «В пределах времени существования всего мироздания — нашей Вселенной».

10. Какими пространственными масштабами ты опишешь?

Ответы:

- 1) «Я не думаю об этом» или «не знаю, что сказать».
- 2) «Моё пространство — мой дом, мой двор, моя школа».
- 3) «Моё пространство — это вся наша Вселенная».

Подсчитывалось накопленное число ответов всех респондентов на каждом уровне ответов в процентном отношении к их числу. Распределение ответов этих респондентов показано на рисунке 14.1. В контрольных группах учащихся ФМК и студентах астрономии, преобладают ответы среднего уровня. Среднего (а не низкого) уровня объясняется тем, что анкетированная интеллектуальная прослойка молодежи, получающая информацию через интернет, телевидение, журналы естественно-научного профиля.



39%

Оценка *сформированности мотивационно-ценностного отношения к Миру* и «космического» мышления проводилась по результатам опросов контрольных и экспериментальных групп. Ответы респондентов соответствовали трём уровням:

1-й — низкий, соответствующий мышлению на бытовом уровне, отсутствию мотивационно-ценностного отношения к Миру;

2-й — средний;

3-й — высокий («космическое» мышление, мотивационно-ценностное отношение к Миру).

Для *обыденного (бытового)* уровня мышления характерна ограниченность (узкие пространственно-временные рамки — мой дом, моя школа, работа, жизнь и т.д.), отсутствие мотивационно-ценностного отношения к Миру, интереса к глобальным проблемам человечества.

Результаты опросов показали, что после изучения астрономии и космологии количество респондентов с «космическим мышлением» и мотивационно-ценностным отношением к Миру возрастает в 2,75 раза и соответствует 68 % всех респондентов.

Выводы:

- Результатом ПОВ учащихся ФМК выступают:
 - сформированность мотивационно-ценностного отношения к Миру и «космического» мышления;
 - сформированность профессионально-личностных ценностей.
- Астрономия является средством формирования мотивационно-ценностного отношения к Миру и «космического» мышления, то есть *идеологии* молодого поколения, поэтому необходимо вернуть астрономии статус самостоятельной дисциплины в школе.

Таким образом,

изучение астрономии и спецкурса по космологии способствует развитию у учащихся «космического» мышления, мотивационно-ценностного отношения к Миру, для которого характерны действия, направленные на сохранение земной цивилизации и благо человечества.

Библиография

1. *Батаршев А. В.* Многоличностный опросник Р. Кэттела : практическое руководство. — М. : Т.Ц. Сфера, 2002. — 96 с.
2. *Вернадский В. И.* Научная мысль как планетарное явление. — М. : Наука, 1991. — 55 с.
3. *Герbart И. Ф.* Главнейшие педагогические сочинения в систематическом извлечении. — М. : Педагогика, 1906. — 280 с.
4. *Гершунский Б. С.* Философия образования для XXI века : учеб. пособие для самообразования. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Педагогич. об-во России, 2002. — 512 с.
5. *Григорьев Д. В., Кулешова И. В., Степанов П. В.* Личностный рост ребёнка как показатель эффективности воспитания: методика диагностирования : пособие. — Тула, 2002. — 44 с.
6. *Гурина Р. В.* Влияние изучения астрономии на формирование мотивационно-ценностного отношения к миру // Школьные технологии. — № 3. — 2004. — С. 140—144.
7. *Гурина Р. В.* Квазипрофильное обучение // Народное образование. — 2006. — № 7. — С. 30—32.
8. *Гурина Р. В.* Подготовка учащихся физико-математических классов к будущей профессиональной деятельности в области физики : моногр. — Ульяновск : ЗАО «МДЦ», 2009. — 394 с.
9. *Гурина Р. В.* Профессионально-ориентированное воспитание учащихся профильных физико-математических классов : учеб.-методическое пособие для учителей физики. — Ульяновск : УлГУ, 2003. — 244 с.
10. *Гурина Р. В.* Формы профессионально-направленной воспитательной деятельности классного руководителя профильного физико-математического класса // Завуч. — 2005. — №3. — С. 94—121.
11. *Гурина Р. В., Червон С. В.* Введение в теорию гравитации и космологию : учеб. пособие по астрономии и космологии. — Ульяновск : УлГУ, 1998. — 94 с.
12. *Каган М. С.* Человеческая деятельность (Опыт системного анализа). — М. : Политиздат, 1974. — 328 с.
13. *Ковалёв А. Г.* Психология личности. — М. : Просвещение, 1970. — 390 с.
14. Концепция модернизации Российского образования на период до 2010 года / МОРФ. — Уфа : Информреклама, 2002. — 30 с.
15. Краткий словарь по социологии / под общ. ред. Д. М. Гришиани, Н. И. Лапина ; сост. Э. М. Коржева, Н. Ф. Наумова. — М. : Политиздат, 1989. — 479 с.
16. *Леднев В. С.* Содержание образования. — М., 1989. — 359 с.
17. *Лесгафт П.* Школьные типы. Антропологический этюд // Воспитательная работа в школе. — 2004. — № 6. — С. 113—119.
18. *Лозанов Г. К.* Суггестология и суггестопедия. — София : Наука и искусство, 1981. — 124 с.

19. *Маланов С. В.* Психологические механизмы мышления человека: мышление в науке и учебной деятельности : учеб. пособие. — М. : Изд-во Московского психолого-социального ин-та ; Воронеж : Изд-во НПО «МОДЭК», 2004. — 480 с.
20. *Мудрик А. В.* Учитель: мастерство и вдохновение. — М. : Просвещение, 1986. — 98 с.
21. *Мясищев В. Н.* Проблема отношений человека и её место в психологии // *Вопр. психологии.* — 1957. — № 5. — С. 142—254.
22. *Олпорт Г.* Становление личности: Избранные труды / пер. с англ. Л. В. Трубицыной, Д. А. Леонтьева ; под общ. ред. Д. А. Леонтьева. — М. : Смысл, 2002.
23. *Поляков С. Д.* Психопедагогика воспитания: Опыт популярной монографии с элементами учебного пособия и научной фантастики. — М. : Новая школа, 1996. — 160 с.
24. *Рогов М. Г.* Ценности и мотивы личности в системе профессионального непрерывного образования : дис. ... д-ра психол. наук. — Ярославль, 1999. — 390 с. — Библиогр. : с. 359—390.
25. *Рубинштейн С. Л.* Основы общей психологии. — М., 1946. — 704 с.
26. *Русский космизм. Антология философской мысли.* — М. : Педагогика-Пресс, 1993. — 368 с.
27. Система управления профориентацией молодежи / под ред. Н. И. Попова, Ю. А. Лядова. — Пермь : Пермский госпединститут, 1984. — 570 с.
28. Современный словарь по педагогике / сост. Е. С. Рапацевич. — Минск : Современное слово, 2001. — 928 с.
29. *Стёпин В. С.* О третьей научной картине мира // *Общая и прикладная ценология.* — 2007. — № 1. — С. 5—14.
30. *Фромм Э. З.* Психоанализ и этика = Psychoanalyse & Ethik (1946) / сост. С. Я. Левит. — М. : АСТ, 1998. — 568 с.
31. *Фромм Э. З.* Человек для самого себя. Исследование психологических проблем этики = Man for Himself: An Inquiry Into the Psychology of Ethics (1947) / пер. Э.М. Спириной. — М. : АСТ, 2010. — 352 с. — (Психология).
32. *Циолковский К. Э.* Очерки о Вселенной. — М. : ПАИМС, 1992. — 256 с.
33. *Чижевский А. Л.* Аэроны и жизнь. Беседы с Циолковским. — М. : Мысль, 1999. — 716 с.
34. *McClelland D. C.* Study of Motivation // *Appleton-Century Crofts.* — N.Y., 1955.
35. *McClelland D. C., Burnham D. H.* Power is the great motivation // *Harvard Business Review.* — 1976. — 54, № 2.

Учебное издание

Гурина Роза Викторовна

**ЛЕКЦИИ
ПО МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ
ФИЗИКИ**

*Учебное пособие
для студентов инженерно-физического факультета
высоких технологий физических специальностей*

Директор Издательского центра *Т. В. Филиппова*
Подготовка оригинал-макета *Е.Е. Гусевой, Л.Г. Соловьевой*
Оформление обложки *Р.А. Водениной*

Подписано в печать 6.09.2013. Формат 60×84/16.
Усл. печ. 21,7. Уч.-изд. л. 18,5.
Тираж 100 экз. Заказ № 100 /

Оригинал-макет подготовлен в Издательском центре
Ульяновского государственного университета
432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42

Отпечатано с оригинал-макета в Издательском центре
Ульяновского государственного университета
432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42