

УДК 378.147:372.853

Л.С.Бадаева¹, Л.Ф.Ильина²

¹ОСШ № 24, Темуртау;

²Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова (E-mail: leilya88@mail.ru)

Использование интерактивных технологий при изучении основ термодинамики в школе и вузе

В статье рассмотрена методика преподавания основ термодинамики на первом и втором этапах обучения учащихся физике в общеобразовательной средней школе и на третьем этапе — в университетском курсе общей физики. Для улучшения качества образования предложены в комплексе приемы и средства, сочетающие традиционные и инновационные (интерактивные) технологии. Приведены примеры задач повышенной сложности с алгоритмами их решения. Описана виртуальная лабораторная работа по адиабатическому процессу. Проанализированы результаты усвоения материала учащимися и студентами.

Ключевые слова: термодинамика, сравнительный анализ, интерактивные технологии, алгоритм решения задач, виртуальные лабораторные работы.

При разработке структуры учебного процесса решаются проблемы распределения учебного материала по годам и внутри каждого года, исходя из логики науки, а также учитывая межпредметные связи и принципы систематичности и доступности. Курс физики для 7–9 классов является базой для последующего изучения предмета (10–11 классы). В 10–11 классах курс физики изучается по программам для естественно-математического и общественно-гуманитарного направлений. В этих условиях курс физики для 7–9 классов становится базовым завершённым курсом, призванным обеспечить систему фундаментальных знаний основ физической науки и ее приложений для всех учащихся, независимо от их будущей профессии. Поэтому программа курса должна опираться на содержание, позволяющее формировать основы общей культуры современного человека.

Образовательный курс физики состоит из двух ступеней: первая ступень — 7 и 8 классы и вторая ступень — 9–11 классы. Эти две ступени составляют единый систематический курс физики.

При разработке программы курса физики одиннадцатилетней школы произошло совершенствование его ступенчатой структуры. Это выражается, в частности, в устранении дублирования. Сейчас только на первой ступени изучаются такие понятия, как мощность, внутренняя энергия, количество теплоты, давление твердых тел, жидкостей и газов, изменение агрегатных состояний вещества и др. Многие же вопросы изучаются только на второй ступени. К ним относятся физика волновых и колебательных процессов, вопросы излучения и т.д. С другой стороны, многие физические явления и понятия изучаются дважды. В этом случае совершенствование структуры курса заключается в том, что знания, полученные учащимися на первой ступени, затем развиваются, углубляются при установлении новых связей в их практическом применении.

В соответствии с программой одиннадцатилетней школы раздел «Молекулярная физика» включает две темы: «Основы молекулярно-кинетической теории» и «Основы термодинамики», то есть изучение материала начинают с основных положений молекулярно-кинетической теории и их опытного обоснования. Это вполне оправдано, так как глубокое понимание термодинамики возможно лишь после изучения механизма, лежащего в основе того или иного процесса. Кроме того, изучение основных положений молекулярно-кинетической теории сразу же позволяет установить связь рас-

сматриваемого материала с тем, что уже известно учащимся из курса физики 7–8 классов и из курса химии 8–9 классов.

По современной программе школьного курса физики тема «Основы термодинамики» изучается в 8 и 10 классах.

На первой ступени изучения данный раздел включает в себя знакомство с такими понятиями, как температура, внутренняя энергия, теплопередача, количество теплоты. Рассматривается первое начало термодинамики, работа газа и пара при расширении, тепловые двигатели, КПД теплового двигателя. Кратко дается формулировка второго начала термодинамики через необратимость тепловых процессов.

На второй ступени изучения темы «Основы термодинамики» в 10 классе повторяют и углубляют понятия, изученные учащимися в 8 классе: внутренняя энергия, способы изменения внутренней энергии, количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии, обсуждают зависимость внутренней энергии от параметров состояния системы. Затем изучают первый закон термодинамики, дают понятие о втором законе термодинамики (невозможности полного превращения внутренней энергии в работу). Важный вопрос темы — вопрос о принципах действия тепловых двигателей, рассмотрение которого позволяет показать применение законов термодинамики в конкретных технических устройствах и тем самым ознакомить десятиклассников с физическими основами теплоэнергетики [1].

Третья ступень изучения темы «Основы термодинамики» продолжается уже в университете в курсе общей физики. В вузе углубляются понятия, изученные в школе, и дополняются следующими понятиями: первое начало термодинамики в дифференциальной форме, политропный процесс, энтропия, третье начало термодинамики.

Знание законов физики предполагает умение не только формулировать эти законы, но и применять их в конкретных случаях при решении задач. Однако именно решение задач вызывает наибольшие затруднения у изучающих физику.

Для решения задач оказывается, как правило, недостаточно формального знания физических законов. В некоторых случаях необходимо знание специальных методов, приемов, общих для решения определенных групп задач. В других случаях таких методов не существует.

Методы вычисления задач повышенной сложности зависят от многих причин: их сложности, математической подготовки учащихся, поставленных учителем целей и т.д.

В зависимости от применяемого математического аппарата различают следующие методы или способы решения задач повышенной сложности: алгебраический, геометрический и графический. По характеру логических операций, используемых в процессе решения, различают аналитический, синтетический и аналитико-синтетический методы.

Арифметический метод применяют в основном на первой ступени обучения физике, когда учащиеся еще не имеют достаточных знаний по алгебре или еще не уяснили достаточно глубоко зависимость между величинами, входящими в физические формулы. Это вовсе не значит, что отсутствуют буквенные выражения. При этом методе не составляют и не решают уравнений.

При алгебраическом методе используют формулы, составляют и не решают уравнения. В наиболее простом случае решают задачи по готовой формуле. В более сложных задачах окончательную зависимость, с помощью которой выясняют искомую величину, определяют, используя несколько формул и системы уравнений.

При решении задач геометрическим методом искомую величину находят на основании геометрических соотношений. Этот метод широко применяется в статике, геометрической оптике, электростатике.

В случае геометрического метода решения задач повышенной сложности можно использовать не только геометрические соотношения, но и тригонометрические формулы.

С геометрическим методом тесно связан графический, при котором для определения искомых величин используются графики.

По характеру логических операций различают аналитический и синтетический способы рассуждения. При аналитическом способе рассуждения сначала устанавливают промежуточные зависимости между данными физическими величинами, стараясь подготовить почву для определения искомой величины. В итоге всех операций, часть из которых может оказаться лишней, получают выражение, из которого и находят искомую величину.

Учащиеся чаще всего используют синтетический способ решения, то есть пробуют различные зависимости между величинами, пока не установят такую, которая дает возможность найти искомую величину. При этом, естественно, вначале возможны пути, не приводящие к желаемому результату. Синтетический способ решения наиболее простой, но не всегда короткий. Аналитический — труден, но он быстро приводит к конечной цели [2].

При решении задач повышенной сложности, особенно в старших классах, предпочтение нужно отдать аналитическому способу. Рассмотрим несколько задач.

1[3]. Идеальный газ с показателем адиабаты γ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Найти КПД такого цикла, если температура T газа возрастает в n раз как при изохорическом нагреве, так и при изобарическом расширении.

Дано:

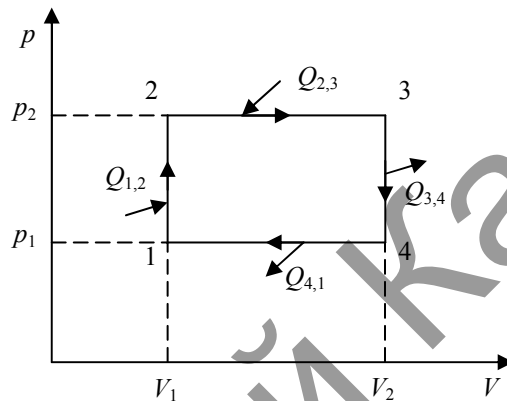
γ

$$T_2 = nT_1$$

$$T_3 = nT_2$$

$\eta = ?$

Решение:



Алгоритм решения:

1. Представляем цикл в системе координат « p - V ».
2. Указываем направление обхода цикла.
3. Определяем первое состояние и все остальные.
4. Указываем подводимые и отводимые теплоты.

Первый метод (для цикла любой формы):

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{Q_{1,2} + Q_{2,3} + Q_{3,4} + Q_{4,1}}{Q_{1,2} + Q_{2,3}} = 1 + \frac{Q_{3,4} + Q_{4,1}}{Q_{1,2} + Q_{2,3}} = \\ &= 1 + \frac{\nu C_v(T_4 - T_3) + \nu C_p(T_1 - T_4)}{\nu C_v(T_2 - T_1) + \nu C_p(T_3 - T_2)} = 1 + \frac{T_3 \left(\frac{T_4}{T_3} - 1 \right) + \gamma T_1 \left(1 - \frac{T_4}{T_1} \right)}{T_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) + \gamma T_2 \left(\frac{T_3}{T_2} - 1 \right)} = \\ &= 1 + \frac{n^2 T_1 \left(\frac{T_4}{T_3} - 1 \right) + \gamma T_1 \left(1 - \frac{T_4}{T_1} \right)}{T_1(n-1) + \gamma n T_1(n-1)} = 1 + \frac{n^2 \left(\frac{T_4}{T_3} - 1 \right) + \gamma \left(1 - \frac{T_4}{T_1} \right)}{(n-1)(1+n\gamma)} = \\ &= 1 + \frac{n^2 \left(\frac{1}{n} - 1 \right) + \gamma(1-n)}{(n-1)(1+n\gamma)} = 1 - \frac{n^2 \left(\frac{n-1}{n} \right) + \gamma(n-1)}{(n-1)(1+n\gamma)}; \\ \eta &= 1 - \frac{(n+\gamma)}{(1+n\gamma)}. \end{aligned}$$

Второй метод (для цикла простой геометрической формы):

$$\eta = \frac{A}{Q_{1,2} + Q_{2,3}} = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{\nu C_v(T_2 - T_1) + \nu C_p(T_3 - T_2)} =$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{p_1 V_1 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)}{v \frac{R}{(\gamma-1)} T_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) + v\gamma \frac{R}{(\gamma-1)} n T_1 \left(\frac{T_3}{T_2} - 1 \right)} = \\
&= \frac{v R T_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \left(\frac{T_3}{T_2} - 1 \right)}{v \frac{R}{(\gamma-1)} T_1 (n-1) + v\gamma \frac{R}{(\gamma-1)} n T_1 (n-1)} = \frac{(n-1)^2 (\gamma-1)}{(n-1)(1+n\gamma)} = \\
&= \frac{(n-1)(\gamma-1)}{(1+n\gamma)} = 1 - \frac{(n+\gamma)}{(1+n\gamma)}.
\end{aligned}$$

В процессе решения задачи использовались соответствующие анимации.

2[3]. Один моль идеального газа с известным значением C_v находится в левой половине цилиндра. Справа от поршня — вакуум. При отсутствии газа поршень находится вплотную к левому торцу цилиндра, и пружина в этом положении не деформирована. Боковые стенки цилиндра и поршень — адиабатные. Трения нет. Газ нагревают через левый торец цилиндра. Найти теплоемкость газа в этих условиях.

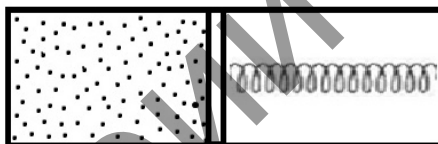
В соответствии с условием задачи в отсутствии газа поршень примыкает к левому торцу, пружина не деформирована, справа вакуум. Газ нагревают через левый торец цилиндра, он расширяется, перемещает поршень, пружина сжимается (анимация).

Дано:

C_v

$C = ?$

Решение:



$$C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{dU + \delta A}{dT} = C_v + \frac{\delta A}{dT} = C_v + p \frac{dV}{dT}.$$

Пусть жесткость пружины k , тогда если сжатие пружины равно x , то в состоянии равновесия выполняется равенство $kx = pS$, где S — площадь сечения цилиндра (и поршня). Умножив обе части этого равенства на S , получим

$$kV = pS^2,$$

где V — объем газа.

$$\frac{S^2}{k} = \frac{V}{p}.$$

Выразим давление через T и V с помощью уравнения состояния идеального газа. Тогда получим

$$p = \frac{\nu RT}{V} \quad (\nu = 1 \text{ моль});$$

$$kV = \frac{RT}{V} S^2;$$

$$V^2 = \frac{RS^2}{k} T.$$

Дифференцируем это равенство по T :

$$p \frac{dV}{dT} = \frac{R}{2}$$

и искомая теплоемкость

$$C = C_v + p \frac{dV}{dT} = C_v + \frac{R}{2}.$$

Ответ: $C = C_v + \frac{R}{2}$.

Отметим, что есть еще один метод решения этой задачи, так как в ней речь идет о политропном процессе, и теплоемкость газа можно найти через показатель политропы.

Интерактивные технологии используются также и в выполнении лабораторных работ.

Компьютерные работы-тренажеры не могут, конечно, в полном объеме заменить реального лабораторного практикума, но они, как и обычные, имеют целью углублённое знакомство с теорией, применяются для ознакомления с экспериментальными методиками, для привития ученикам навыков экспериментальной работы. К сожалению, такие работы не смогут познакомить ученика с реальными приборами, используемыми для проведения опытов [4].

В качестве примера рассмотрим виртуальную лабораторную работу по изучению адиабатического процесса в идеальном газе (см. рис. 1). В данной лабораторной работе используется компьютерная модель из программы «Открытая физика». Эта модель основана на уравнении Пуассона для адиабатического процесса:

$$pV^\gamma = \text{const},$$

где p и V — давление и объем идеального газа соответственно; γ — показатель адиабаты, определяемый формулой

$$\frac{C_p}{C_v} = \gamma,$$

где C_p и C_v — это теплоемкость газа при постоянном давлении и постоянном объеме соответственно.

Показатель адиабаты вычисляется по формуле:

$$\gamma = \frac{i + 2}{i},$$

в которой i — это число степеней свободы молекул идеального газа.

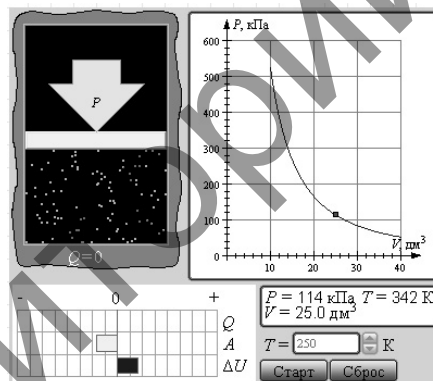


Рисунок 1. Модель «Адиабатический процесс»

До начала проведения виртуального эксперимента следует подготовить рабочий отчет.

Структура отчета включает следующую информацию:

Название работы: Адиабатический процесс.

Цель работы — подтверждение взаимосвязи параметров состояния идеального газа при адиабатическом процессе; определение показателя адиабаты и количества степеней свободы молекул газа.

Ход работы:

1. Запустите, дважды щелкнув мышью, виртуальный эксперимент «Адиабатический процесс».

2. Нажмите кнопку «Выбор». Установите рекомендуемое в методическом пособии значение начальной температуры T_1 газа. После нажатия кнопки «Выбор» автоматически устанавливается численное значение начального объема газа $V_{нач} = 40 \text{ дм}^3$.

3. Нажмите мышью кнопку «Старт». Наблюдайте перемещение поршня на левой картинке модели и перемещение точки (белый квадратик) по красной кривой теоретической адиабаты. Попробуйте останавливать процесс нажатием кнопки «Стоп»: при этом в окне модели фиксируются численные значения параметров, соответствующих определенному состоянию идеального газа под поршнем. Последующий запуск процесса осуществляется нажатием кнопки «Старт».

4. После автоматической остановки процесса запустите его снова, нажав кнопку «Старт». Остановите процесс, нажав кнопку «Стоп», когда квадратик на теоретической адиабате (красная кривая в

системе $P = f(V)$ будет находиться вблизи значения объема $V = 15 \text{ дм}^3$. Запишите значения объема и соответствующие значения температуры и давления в таблицу 1. Нажмите кнопку «Старт» и повторите измерения для других значений объема $V = 20, 25, 30, 35$ и 40 дм^3 , при каждой остановке записывая значения объема, температуры и давления в таблицу 1.

5. Установите новое значение температуры T_2 (задав $V_{нач} = 40 \text{ дм}^3$). Нажав кнопку «Старт», проведите измерения согласно пункту 4, записывая результаты в таблицу 2, составив ее аналогично таблице 1 [5].

Начнем с описания начальных условий. Рабочая температура, при которой будет проводиться работа, должна соответствовать $T_1 = 90 \text{ К}$. Автоматически устанавливается численное значение начального объема газа $V_{нач} = 40 \text{ дм}^3$. Такой же опыт проводится при $T_2 = 250 \text{ К}$, $V_{нач} = 40 \text{ дм}^3$.

Результаты расчетов заносятся в таблицу 1 и 2.

Таблица 1

Результаты измерений при температуре $T_1 = 90 \text{ К}$

$T, \text{ К}$	173	143	123	109	98	90
$V, \text{ дм}^3$	15	20	25	30	35	40
$p, \text{ кПа}$	96	59	41	30	23	19

Таблица 2

Результаты измерений при температуре $T_2 = 250 \text{ К}$

$T, \text{ К}$	481	397	342	303	273	250
$V, \text{ дм}^3$	15	20	25	30	35	40
$p, \text{ кПа}$	266	165	114	84	65	52

После снятия результатов необходимо выполнить все расчеты, о которых говорится в работе.

Расчеты и построение графиков проводилось в среде Microsoft Excel.

Строятся графики экспериментальных зависимостей логарифма давления от логарифма объема для обеих адиабат. Для каждой адиабаты определяем экспериментально значение показателя адиабаты γ , используя формулу

$$\gamma = \frac{\Delta(\ln p)}{\Delta(\ln V)},$$

где $\frac{\Delta(\ln p)}{\Delta(\ln V)}$ — отношение приращения функции $\ln p$ к соответствующему приращению аргумента

$\ln V$. Вычисляем среднее значение показателя γ и определяем число степеней свободы молекулы газа, исследуемого в данной компьютерной модели.

Построенные экспериментальные кривые при разных температурах представлены на рисунке 2.

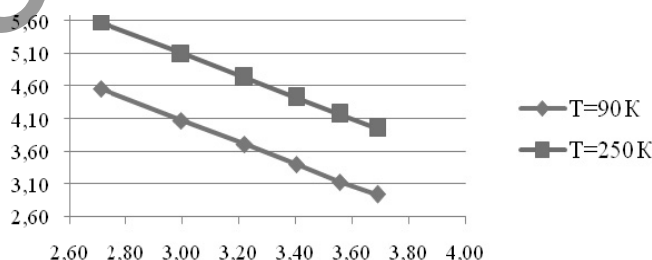


Рисунок 2. Зависимость логарифма давления от логарифма объема

В ходе вычислений получаем среднее значение показателя $\gamma = 1,7$, число степеней свободы молекулы газа $i = 3$.

Работа апробировалась в 8-х классах КГУ «ОСШ № 24» г. Темиртау, где работает учителем физики один из авторов статьи, и в КарГУ им. Е.А. Букетова в группах БЖДР, ТЭР-111, РТР-113 физико-технического факультета.

Для проверки усвоения материала учащимися и студентами были использованы следующие виды контроля: физический диктант, тестирование и контрольная работа.

Проанализировав результаты диктанта в 8 «А» классе, можно сделать следующие выводы.

Всего учащихся — 29 человек. Присутствовали 27 учащихся, двое отсутствовали по уважительной причине. Оценку «отлично» получили 6 учеников (22 %), оценку «хорошо» — 17 учеников (63%) и 4 учащихся получили оценку «удовлетворительно», что составляет 15%.

Анализ результатов показал: учащиеся легче всего справились с диктантом. Это вполне естественно, так как при написании физического диктанта требуется только знание физического материала.

На рисунке 3 представлена диаграмма процентного соотношения полученных оценок учащимися по проведенным видам контроля. В таблице 3 приведены полученные учениками оценки, а также процент качества и успеваемости учащихся.

Т а б л и ц а 3

Результаты письменного контроля знаний учащихся в 8 «А» классе

	Всего	Писали	«5»	«4»	«3»	«2»	% кач.	% усп.
Диктант	29	27	6	17	4	-	85	100
Тестирование	29	27	6	14	7	-	74	100
Контрольная работа	29	28	4	12	12	-	57	100

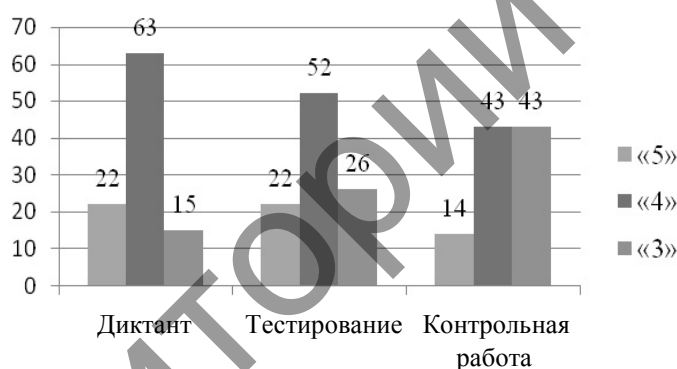


Рисунок 3. Диаграмма процентного соотношения полученных оценок учащимися 8 «А» класса

Качественный анализ результатов тестирования 8 «А» класса:

Присутствовали 27 учащихся, двое отсутствовали по уважительной причине. 6 учеников (22%) получили оценку «отлично», 14 учащихся (52%) — оценку «хорошо», 7 учащихся (26%) получили оценку «удовлетворительно».

Анализ допущенных оценок показал, что учащимся труднее всего было выбрать правильный ответ на вопросы, требующие решения задач. В теоретических вопросах ошибок не было.

Качественный анализ результатов контрольной работы 8 «А» класса:

Присутствовали 28 учащихся, один отсутствовал по болезни. Четверо человек (14%) получили оценку «отлично», 12 человек (43%) — оценку «хорошо», 12 человек (43%) получили оценку «удовлетворительно».

Процентное соотношение оценок, полученных учащимися 8 «Б» класса, представлено на диаграмме (рис. 4). В таблице 4 приведены полученные учениками оценки, а также процент качества и успеваемости учащихся.

Результаты письменного контроля знаний учащихся в 8 «Б» классе

	Всего	Писало	«5»	«4»	«3»	«2»	% кач.	% усп.
Диктант	27	27	5	14	8	-	70	100
Тестирование	27	25	2	12	11	-	56	100
Контрольная работа	27	26	1	8	17	-	35	100

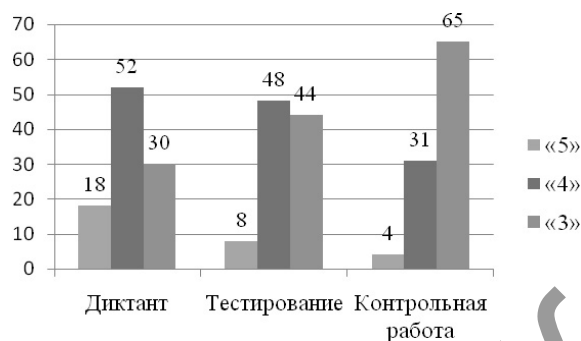


Рисунок 4. Диаграмма процентного соотношения полученных оценок учащимися 8 «Б» класса

Приведем результаты диктанта в 8 «Б» классе. Писали диктант 27 человек. Оценку «отлично» получили 5 учеников (18%), оценку «хорошо» — 14 учеников (52%) и 8 учащихся получили оценку «удовлетворительно», что составляет 30%.

На тестировании присутствовали 25 учащихся, двое отсутствовали по уважительной причине. 2 учеников (8%) получили оценку «отлично», 12 учащихся (48%) — оценку «хорошо», 11 учащихся (44%) получили оценку «удовлетворительно».

Контрольную работу писали 26 учащихся, один отсутствовал по болезни. Один человек (4%) получил оценку «отлично», 8 человек (31%) — оценку «хорошо», 17 человек (65%) получили оценку «удовлетворительно».

Анализ результатов показывает, что самые высокие оценки ученики получили за физический диктант, что вполне естественно, так как при написании физического диктанта требуется только знание физического материала. За тестирование ученики получили средние оценки, это объясняется тем, что тестовая форма контроля наиболее привычна для учеников. Наиболее низкие оценки — по контрольной работе. Результат ожидаемый, так как именно в решении задач у учащихся возникают затруднения.

На гистограмме показана разница в качестве знаний учащихся 8-х классов по проведенным формам контроля (рис. 5).

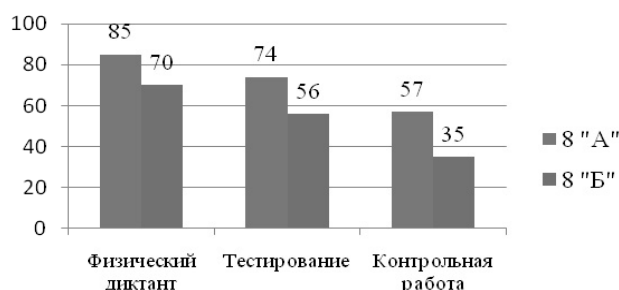


Рисунок 5. Разница в качестве знаний учащихся 8-х классов

Результаты проверки показывают разницу в успеваемости классов. Действительно, 8 «А» класс более сильный и организованный, чем 8 «Б» класс, такая ситуация идет с начальной школы. Полученный результат вполне согласуется с результатами текущей успеваемости учащихся.

Анализ показал: базовый материал усвоен всеми учащимися. Средний уровень знаний показали большинство учащихся. Это можно связать с тем, что использование интерактивных средств обучения, в частности интерактивной доски, помогло учащимся лучше освоить сложный материал.

Результаты контроля уровня подготовки студентов физико-технического факультета по термодинамике представлен в таблице 5.

Т а б л и ц а 5

Результаты контроля уровня подготовки студентов в группах РТР, ТЭР, БЖДР

№	Фамилия, имя студента	Группа	Виды контроля		
			физический диктант	тестирование	контрольная работа
1	Аубакирова Л.	РТР-113	14 из 15 93% — отл.	17 из 20 85% — хор.	18 из 20 90% — отл.
2	Серикова К.	ТЭР-111	12 из 15 80% — хор.	15 из 20 75% — хор.	15 из 20 75% — хор.
3	Доспаев А.	РТР-113	11 из 15 75% — хор.	13 из 20 65% — уд.	12 из 20 60% — уд.
4	Ергали Б.	БЖДР	14 из 15 93% — отл.	17 из 20 85% — хор.	16 из 20 80% — хор.
5	Мирамбаев Ж.	БЖДР	12 из 15 80% — хор.	17 из 20 85% — хор.	10 из 20 50% — уд.
6	Мешелова А.	БЖДР	10 из 15 70% — уд.	17 из 20 85% — хор.	10 из 20 50% — уд.
7	Зейнелов Т.	БЖДР	8 из 15 53% — уд.	11 из 20 55% — уд.	15 из 20 75% — хор.

В указанных группах во II семестре изучается «Физика-1», включающая механику, молекулярную физику, электричество и магнетизм, то есть на молекулярную физику отводится всего 5 недель. В группах РТР и ТЭР — лекций 10 ч, а в группе БЖДР — 5 ч. В частности, на термодинамику в группах РТР, ТЭР приходится по тематическому плану 3 ч лекций, 2 ч — практических (и столько же СРСП); а в группе БЖДР — 2 ч лекций и 2 ч практики (и столько же СРСП). В количестве часов разница небольшая, но в относительных единицах — на 20% меньше, и это, безусловно, сказывается на уровне подготовки студентов, то есть базовая подготовка по физике во всех группах примерно одинакового уровня. Более того, студенты достаточно дисциплинированы, если и пропускают занятия, то только по уважительным причинам. Если же провести анализ по видам контроля, то результаты таковы (см. табл. 6):

Т а б л и ц а 6

Результаты контроля уровня подготовки студентов по видам

Оценка	Физический диктант	Тестирование	Контрольная работа
Отлично	2	-	1
Хорошо	3	5	3
Удовлетворительно	2	2	3

Тот факт, что результаты выполнения контрольной работы ниже, чем по другим видам контроля, логичен (решение задач — самая «слабая статья» в изучении физики). А вот сопоставление результатов диктанта и тестирования еще раз показало, что с помощью физических диктантов оценка уровня подготовки студентов более объективна.

Оформлен двусторонний акт внедрения.

Таким образом, предложены структура и содержание материала по теме «Основы термодинамики» (теория, задачи, физпрактикум); различные формы контроля уровня усвоения материала учащимися. Проанализированы инновационные технологии и электронные образовательные ресурсы.

В процессе работы использовались как традиционные технологии полного усвоения дифференцированного обучения, так и современные технологии — интерактивные, включающие презентации, анимации, видеоролики, виртуальные лабораторные работы.

Список литературы

- 1 Шاپовалов А.А. Молекулярная физика: [ЭР]. Режим доступа: <http://www.mpf.uni-altai.ru/>
- 2 Симакин М.В. Методика решения задач по физике для 10 класса естественно-математического направления. — Кокшетау: Келешек – 2030, 2007. — 120 с.
- 3 Иродов И.Е. Задачи по общей физике. — М.: Наука, 2002. — 447 с.
- 4 Морозова Н.Б. Использование вузовской технологии в преподавании молекулярной физики в средней школе: [ЭР]. Режим доступа: kargoo.gov.kz/loader/load/10870
- 5 Степанова В.А. Компьютерный лабораторный практикум. Национальный исследовательский технологический университет. МИСиС. — М., 2010. — 33 с.

Л.С.Бадаева, Л.Ф.Ильина

Интерактивтік технологияларды қолдана отырып мектепте және жоғарғы білім беретін орындарда термодинамика бойынша сабақ өткізу әдістері

Мақалада термодинамика оқыту әдістемесінің бірінші және екінші кезеңі оқушыларға физиканы оқытудың жалпы білім беретін орта мектебінде және үшінші кезеңі университеттің жалпы физика курсына қарастырылған. Білім берудегі сапаның жақсаруы үшін тәсілдер және кешендік дәстүрлі және инновациялық (интерактивтік) технологияларды қолдану қажет. Күрделі есептер алгоритм шешімдерімен коса және адиабаттық процесс бойынша виртуалдық зертханалық жұмыс берілген. Оқушылар және студенттердің материалды меңгеруі нәтижелері жан-жақты талданды.

L.S.Badayeva, L.F.Il'ina

Using interactive technologies in learning basics of thermodynamics at school and university

The article deals with methods of teaching basics of thermodynamics on the first and second stages of student learning physics in a secondary high school and on the third stage — in university course of general physics. To improve the quality of education offered in the use of complex techniques and tools that combine traditional and innovative (interactive) technologies. It is proposed examples of problems of high complexity with algorithms them solution. It is described virtual lab of adiabatic process. It is analyzed results of adoption of material by pupils and students.

References

- 1 Shapovalov A.A. *Molecular physics*. <http://www.mpf.uni-altai.ru/>
- 2 Simakin M.V. *Solving methods for physical problems for 10 class of natural-mathematical direction*, Kokshetau: Keleshek-2030, 2007, 120 p.
- 3 Irodov I.E. *Problems in general physics*, Moscow: Nauka, 2002, 447 p.
- 4 Morozova N.B. *Using university technologies for teaching of molecular physics in the secondary school*. <http://kargoo.gov.kz/loader/load/10870>
- 5 Stepanova V.A. *Computer laboratory practical work*. National research technological university. MISiS, Moscow, 2010, 33 p.