

**МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ЫСЫККУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени К. ТЫНЫСТАНОВА**

**На правах рукописи  
УДК 371.302.2+378.144**

**МААТКЕРИМОВ НУРСАПАР ОРОЛБЕКОВИЧ**

**ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА  
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

**ДИ С С Е Р Т А Ц И Я**  
**на соискание ученой степени**  
**доктора педагогических наук**

**13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования;**  
**13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика)**

**Научный консультант:**  
**доктор педагогических наук,**  
**профессор, чл.-корр. НАН КР**  
**МАМБЕТАКУНОВ Э.М.**

## О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

Введение ..... 3

### ГЛАВА I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ НОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

1.1 Система нормирования учебного процесса как объект научного  
исследования ..... 12

1.2 Количественные оценки учебной нагрузки учащихся и  
самостоятельной работы студентов и их анализ..... 27

1.3 Структурно-функциональные способы нормализации учебной  
нагрузки обучаемых ..... 36

Выводы по первой главе ..... 50

### ГЛАВА II. СИСТЕМА НОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ

2.1 Анализ результатов исследований, посвященных проблеме норми-  
рования учебного процесса ..... 52

2.2 Современное состояние процесса обучения физике в средней  
школе и вузе ..... 60

2.3 Содержание системы нормирования учебного процесса  
по физике ..... 73

Выводы по второй главе ..... 86

### ГЛАВА III. МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

3.1 Экспертная оценка как фактор нормализации учебной  
деятельности обучаемых ..... 89

3.2 Применение системно-структурного подхода к анализу  
содержания физики ..... 102

3.3 Результаты исследования бюджета учебного времени и пути его нормализации .....	115
Выводы по третьей главе .....	129
<b>ГЛАВА IV. НОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ</b>	
4.1 Нормирование курса физики на основе структуризации его содержания .....	131
4.2 Нормирование процесса обучения молекулярной физике в средней школе .....	139
4.3 Особенности нормирования структуры и содержания обучения молекулярной физике в вузе .....	151
4.4 Оценка сложности физических задач и нормализация обобщенных приемов их решения учащимися .....	165
Выводы по четвертой главе .....	177
<b>ГЛАВА V. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ВНЕДРЕНИЯ НОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ</b>	
5.1 Реализация принципа цикличности научного знания в преподавании молекулярной физики .....	180
5.2 Внедрение оптимальных последовательностей изучения учебного материала .....	195
5.3 Методика организации и анализ результатов педагогического эксперимента .....	210
Выводы по пятой главе .....	222
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	225
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b> .....	228
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	252

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Анализ целей, содержания и задач образовательных реформ, проводимых в последнее время во многих странах ближнего и дальнего зарубежья, позволяет сделать вывод о том, что важнейшим компонентом перестройки системы образования является оптимизация учебного процесса в средней общеобразовательной школе и в вузе. Сама природа любой деятельности человека такова, что требует создания условий, при которых конкретная деятельность могла бы выполняться успешно. А это предполагает соблюдения определенных норм этой деятельности. Для учебного процесса выполнение этого требования означает, что процесс должен быть пронормирован - должны быть соблюдены определенные нормы деятельности преподавателя и обучаемых. Решение этой задачи требует общедидактических и частнометодических исследований, направленных на выявление оптимальных условий для совершенствования учебного процесса в школе и в вузе.

Реформа в системе образования определила две главные особенности его развития:

- во-первых, это изменение в связи с переходом на рыночную экономику социального заказа общества. Он должен ориентировать учебный процесс на предоставление каждому обучаемому возможности достижения определённых целей образования с учётом собственных интересов и склонностей;

- во-вторых, в учебный процесс должны внедряться эффективные методы обучения, обеспечивающие реализацию активной позиции обучаемых в процессе учёбы.

Названные особенности реформы образования реализуются через учебные планы, программы, учебники и методические пособия, что определяют специфические задачи их согласования и нормирования.

К числу весьма сложных и всё ещё недостаточно разработанных педагогических проблем, имеющих не только теоретико-методологическое, но и прикладное значение, относятся проблемы, связанные с углубленным анализом реального научного статуса современной системы нормирования учебного процесса (в дальнейшем сокращенно НУП).

Анализ работ, посвященных различным вопросам нормирования [19, 42, 74, 122, 177, 184, 209, 210, 286, 332], показывает, что теория и практика НУП находится ещё в стадии становления. Не разработаны теоретические основания, которым должны удовлетворять нормирование различных аспектов процесса обучения. Нет чёткости в трактовке содержания и методов НУП, отсутствует её система, которая позволяла бы заранее спланировать учебный процесс без "перегрузок" и "недогрузок" в работе преподавателя и обучаемых. В педагогической литературе отсутствуют методологические и методические подходы к использованию системы НУП, позволяющих перестроить учебный процесс, усовершенствовать содержание, структуру и методику преподавания конкретного материала. Вопросы о нормализации учебной нагрузки обучаемых решались эмпирически.

Постановка проблемы. Практика последних лет со всей очевидностью показала, что сравнительно слабо разработаны в настоящее время такие ключевые вопросы, как структура и содержание системы НУП по различным предметам вообще и по физике в частности. Поиски необходимых решений велись, в основном, эмпирическим путём, что не способствует усилению эффективности научных исследований. Таким образом, одной нерешённых проблем педагогической науки является отсутствие концептуальных обоснований целостной методической системы НУП по физике, что и обусловило актуальность выбора этого вопроса в качестве проблемы нашего исследования.

Цель исследования состояла в том, чтобы вскрыть сущность и закономерные связи между элементами системы НУП и уровнем знаний обучаемых в условиях непрерывного физического образования, определить приоритетные направления этой системы, их содержание и путей реализации в процессе обучения молекулярной физике.

Объектом исследования являлся учебно-воспитательный процесс обучения молекулярной физике в современной школе и вузе.

Предметом исследования – содержание, средства и условия реализации системы НУП при изучении молекулярной физики школьниками и студентами.

Гипотеза исследования. Необходимый научный уровень преподавания молекулярной физики, удовлетворяющий требованиям к физическому образованию в современный период развития школы, может быть достигнут при условии:

- рассмотрения НУП как управляемого процесса, происходящего на основании возможно более точного учета интересов и психологических возможностей обучаемых;

- разработки такой структуры изложения молекулярной физики, при которой её основные законы, рассматриваемые во взаимосвязи как единая теория, служат также средством наиболее экономной и логичной систематизации учебного материала.

Разработка педагогических основ НУП будет способствовать совершенствованию учебных планов и программ, изменению регламентации учебного процесса, внедрению нетрадиционных методов и форм учебной деятельности.

Ведущая идея исследования состоит в признании того, что реализация функциональных возможностей нормирования учебного процесса по физике, обеспечивая интенсификацию педагогического процесса, значительно улучшает уровень знаний обучаемых и обогащает готовность специалиста к профессиональной деятельности.

В соответствии с целью и выдвинутой гипотезой решались следующие задачи исследования:

I. Проанализировать состояние разработки проблемы НУП в теории и практике обучения, выявить взаимосвязанные структурные элементы, выполняющие функции нормализации учебной нагрузки обучаемых.

2. Обосновать основные положения системы НУП по молекулярной физике в условиях школьного и вузовского образования, опираясь на определение сущности феномена "оптимизации НУП".

3. Определить и теоретически обосновать педагогические функции НУП в процессе изучения молекулярной физики.

4. Выявить пути, формы и методы эффективной реализации концептуальных положений НУП в реальной педагогической деятельности.

5. Определить наиболее оптимальную структуру раздела и его основное содержание.

6. Экспериментально исследовать педагогическую эффективность НУП, разработать методику изучения молекулярной физики и практически реализовать её.

Для решения выдвинутых задач использовались такие методы и средства исследования: *метод теоретического анализа* проблемы на основе изучения философской, психолого-педагогической, дидактической, учебно-методической и научной литературы; учебных пособий для вузов, учебников по молекулярной физике; *дидактический анализ* философских работ по методологии научного познания, исследованию проблем структурного состава и функций научных теорий; *анализ* учебно-программной документации для физических специальностей средних и высших учебных заведений; *анализ* бюджета учебного времени и результатов деятельности учащихся и студентов по усвоению ими физических знаний, овладению умениями познавательной работы; *моделирование* учебного материала молекулярной физики, структуры и механизмов познавательной (нормативной) деятельности учащихся и студентов, этапов деятельности преподавателя; *эмпирические методы* исследования: наблюдение педагогического процесса, констатирующий, поисковый и обучающий *эксперимент*, изучение опыта работы передовых учителей, анкетирование учащихся, студентов и преподавателей физики; *статистический анализ* результатов экспериментального обучения.

Экспериментальное исследование осуществлялось на базе средних общеобразовательных школ Ысыккульской, Нарынской и Чуйской областей, БГУ им. К. Тыныстанова, КНУ им. Ж.Баласагына, НГУ.

В исследовании мы опирались на 32-летний опыт научно-педагогической работы, включающий личное преподавание курса молекулярной физики, методики преподавания физики и спецкурса «Система нормирования учебного процесса по физике», руководство работой кафедр методики преподавания физики, математики и специальных технических дисциплин, научной работой аспиранта и соискателей, педагогической практикой, курсовыми и дипломными работами студентов.

Новизна нашего исследования состоит, прежде всего, в том, что в нём впервые осуществлено теоретическое обоснование НУП по физике. Решению этой задачи способствовало изучение и обобщение отечественного и зарубежного опыта путем сравнительного анализа ведущих тенденций в теории и практике формирования содержания физики в средней общеобразовательной школе и вузе.

Разработанные автором система НУП позволяет по-новому решать вопросы, обеспечивающие овладение обучаемыми рациональных средств усвоения материала с учетом не только его информативной, но и развивающей функции.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке концепции содержания НУП по молекулярной физике, сущность которой состоит в том, что на базе теоретических обобщений психолого-педагогические проблемы и вопросы методики преподавания молекулярной физики интегрируются в единый блок, что позволяет генерализовать содержание данного раздела физики и оптимизировать процесс обучения.

Определены особенности функционирования целостной системы НУП, которая рассматривается как развивающаяся, динамическая система на основе педагогических принципов. Они отражают единство содержания и практической значимости нормализации учебной нагрузки школьников и студентов по молекулярной физике, преемственности и дифференцированного подхода к решению образовательно-воспитательных задач. Эта задача доведена диссертантом до отдельных аспектов практической реализации.

Практическая значимость разработанных методик НУП по молекулярной физике состоит в том, что они позволяют оптимизировать объём информации, предлагаемых для различных вариантов изложения, удовлетворяя в то же время основные запросы реформы школы.

Внедрение системы НУП по молекулярной физике, организация которой и управление опираются на теоретически обоснованные в исследовании положения концепции, на практике дают возможность:

- внести научно-обоснованные коррективы в учебные планы, программы и учебные пособия, охватывающие содержание молекулярной физики;
- реализовать ряд разработанных рекомендаций, позволяющих преподавателям вуза и учителям школ значительно углубить методологическую, профессионально-практическую, научную и мировоззренческие основы изучения молекулярной физики;
- реализовать программно-целевой и личностно-деятельностный подход к организации самостоятельной работы школьников и студентов;
- применить как в учебной, так и в научно-исследовательской практике вузов, а также в практике преподавания молекулярной физики в школе предложенный и апробированный вариант изучения этого раздела.

Достоверность результатов исследования определяется, прежде всего, согласованностью результатов исследования с основными выводами и теоретическими положениями современной педагогической науки, использованием необходимых и достаточных эмпирических данных, математических методов обработки результатов, внедрением основных положений в практику работы школ и вузов.

Существенно, что теоретические расчёты ожидаемого педагогического эффекта при НУП по молекулярной физике на основе предложенной концепции согласовывались с экспериментальными данными исследования.

Характер предмета, целей и задач исследования обусловили его логику и методологическую основу:

- системно-концептуальный подход как выражение диалектического метода исследования сложных объектов и явлений, требующий рассматривать все стороны обучения физике с учётом конкретных условий организации этого процесса;

- научное понимание соотношения обучения и развития в формировании мировоззрения школьников;

- осознание объективных условий и субъективных факторов, при которых происходит процесс обучения и воспитания.

На защиту выносятся – теоретическая концепция формирования оптимального содержания молекулярной физики, а также и методика преподавания в средней и высшей школе, основные положения и результаты, составляющие и развивающие эту концепцию;

- целостная система НУП, которая рассматривается как совокупность научно-обоснованных приоритетных положений, определяющих принципы, условия, содержание, формы, методики и средства обеспечения подготовленности обучаемых по молекулярной физике, совершенствования преподавания физики в целом;

- методические подходы к реализации повышения научного уровня преподавания молекулярной физики.

Исследование проводилось в несколько этапов.

Первый этап (1987-1990 гг.) представлял собой начальную стадию исследования проблемы нормирования учебного процесса в средней и высшей школе. Он в основном связан с теоретическим анализом вопросов, выявлением состояния их разработанности в теории педагогики, определением научного аппарата исследования. Это позволило сформулировать проблему исследования, определить его объект, предмет, цель и задачи.

Главной особенностью второго этапа (1990-1993 гг.) явилось выявление реального бюджета учебного времени школьников и студентов и возможностей его рационализации. На этом этапе осуществлялся системно-структурный анализ программ и учебников по молекулярной физике, и проводилось сопоставление их содержания, а также обобщение передового опыта учителей и преподавателей.

На третьем этапе (1993-2000 гг.), руководствуясь требованиями реформы образования, мы разработали экспериментальную систему обучения. Она была осуществлена на основе определения исходных положений, дидактических принципов построения концепции системы НУП, связанного с программным материалом молекулярной физики. Исследовалась эффективность и результативность разработанных экспериментальных материалов, их рациональная дозировка по объёму и времени, нормализация методики решения задач по разделу.

Четвёртый, завершающий этап (2000-2006 гг.) был посвящён работе по обобщению, систематизации и экспериментальной проверке эффективности методики НУП. На основе разработанной системы НУП уточнялись и



совершенствовались содержание, формы и методы изучения молекулярной физики в средней школе и вузе. Осуществлялось оформление диссертации, формулировались научно-обоснованные рекомендации по нормализации учебной нагрузки школьников и студентов.

Апробация и внедрение результатов исследования осуществлялись путём экспериментальной проверки в практике работы общеобразовательных школ Ысыккульской, Нарынской и Чуйской областей, школ нового типа Ысыккульской области, физических факультетов ЫГУ им. К.Тыныстанова, ОГУ, КГУ им. И.Арабаева, выступлений на международных, всесоюзных, республиканских, областных научных конференциях, совещаниях и семинарах по проблемам совершенствования физического образования, в частности на заседании научно-методического Совета по физике зоны республик Средней Азии и Казахстана при УМУ МВиССО СССР (Ташкент, 1989); по вопросам постановки НИР в вузах (Ош, 1982): совершенствования подготовки специалистов в вузе на основе современных педагогических методов (Фрунзе, 1984, 1985); мировоззренческой направленности преподавания естественных и технических дисциплин (Фрунзе, 1986); повышения эффективности использования научного потенциала высшей школы в Киргизии (Фрунзе, 1989); организации индивидуальных занятий и самостоятельной работы студентов (Каракол, 1990, Бишкек, 1991); содержания и технологии трудового обучения (Талды-Курган, 1992); применения ЭВМ и ТСО в учебном процессе (Фрунзе, 1990, Каракол, 1992); преподавания на кыргызском языке точных, естественно - научных и технических наук (Бишкек, 1992, 1993); образования и науки в новом геополитическом пространстве (Бишкек, 1995); перспектив развития педагогического образования в современных условиях (Бишкек, 1997 г.); традиции и новации в культуре университетского образования (КТУ им. И.Раззакова, 1998); современные технологии образования в высшей школе (КНУ им. Ж.Баласагына, 1999, 2003); образование и здоровый образ жизни в изменяющихся условиях (КГУ им. И.Арабаева, 1999); физика и физическое образование (КНУ им. Ж.Баласагына, 2001-02-05-06); наука и наукоемные горные технологии (КРСУ, 2000); экологическое образование для устойчивого развития Кыргызстана (Фонд Сорос–Кыргызстан, 2001); актуальные проблемы образования на современном этапе (БГУ, 2002); стратегические ориентиры развития высшего образования в КР (КНУ им. Ж.Баласагына, 2002); новые технологии в преподавании физики: школа и ВУЗ (МПУ, 2002); юбилейные научно-практические конференции (КНУ 1998, ЫГУ им. К.Тыныстанова 2000, ОГУ 2002, ЖАГУ 2002 и др.) на научно-теоретических конференциях ЫГУ им. К.Тыныстанова (1979-2006), МГПУ, МГОУ, КазНУ им. аль-Фараби, КарГУ им. Букетова, КазНАУ. Многие идеи автора пропагандировались на августовских совещаниях Ысыккульской и Нарынской областей, среди слушателей курсов повышения квалификации в Ысыккульском ОИУУ, на страницах республиканской периодической печати.

Основные итоги многолетней работы автора по проблеме исследования обобщены и опубликованы в монографии «Теоретические

основы нормирования учебного процесса по молекулярной физике» объемом 12 п.л.. Всего опубликовано свыше 170 работ.

Структура диссертации определена логикой и последовательностью решения поставленных задач. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения; объем диссертации включает 23 таблицы, 27 рисунков, 6 схем, 2 диаграммы, списка литературы, включающего 382 наименования и 10 приложений, всего 264 страниц.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, определены проблема, цель, объект и предмет исследования, сформулированы гипотеза, задачи научного поиска, указываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность результатов исследования, характеризуются методологическая, теоретическая и ведущая идея исследования, а также положения, выносимые на защиту и сведения об апробации и внедрении результатов исследования в практику.

Глава I «Теоретико-методологические основания нормирования учебного процесса» посвящена вопросам выяснения исходных позиций научного поиска и анализу методов научно-педагогического исследования системы НУП. В ней анализируются различные подходы количественной оценки учебной нагрузки обучаемых, раскрываются структурно-функциональные способы нормализации учебной нагрузки учащихся и студентов.

В главе II «Система нормирования учебного процесса как средство повышения эффективности обучения» проводится анализ результатов исследований посвященных проблеме НУП, раскрывается содержание концепции системы НУП, рассматривается существующее состояние НУП по молекулярной физике в средней и высшей школе.

Глава III «Методика реализации системы нормирования процесса обучения физике» посвящена особенностям структуры изложения молекулярной физики в средней и высшей школе, анализируется логика ее обучения на основе систематизации по сложности учебных проблем, проводится детальный анализ состояния знаний учащихся по разделу с выявлением недостатков нормирования.

Глава IV «Нормирование структуры и содержания обучения физике в средней и высшей школе» выявляются условия средства НУП на основе экспертной оценки содержания и объема молекулярной физики, использования системно-структурного подхода на основе методов граф и матриц, оценивается сложность физических задач в целях нормализации их по объему и трудности решения учащимися, представлены результаты исследования бюджета учебного времени и предложены рекомендации для его нормализации. Материалы этой главы призваны помочь учителям школ и преподавателям ВУЗов в их практической деятельности путем использования результатов многолетнего теоретического и экспериментального исследования автора.

В главе V «Управление процессом внедрения нормирования учебного процесса по молекулярной физике и его результаты» обосновывается методика и организация экспериментальной работы по исследуемой проблеме, устанавливается правильность выдвинутой гипотезы, анализируются результаты по нормированию учебного материала молекулярной физики.

В конце каждой главы даются соответствующие выводы.

В заключении обоснованы вытекающие из проведенного исследования выводы и предложения.

## **ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ НОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.**

### **1.1 Система нормирования учебного процесса как объект научного исследования.**

Общее среднее образование призвано обеспечить полноценное развитие школьника, дать знания по основам фундаментальных наук, заложить предпосылки получения в дальнейшем профессионального образования. Важнейшим условием реализации этих задач являются современные содержание образования, многообразные методические подходы к преподаванию, наличие соответствующих материальных условий и т.д.

Лишь достаточно высокий уровень развития педагогической науки о сверхсложном объекте, каким является система образования, позволяет строить нормативные прогнозы развития и модели желаемого состояния объекта, осуществлять планомерное управление им.

Среди многих острых противоречий, которые назрели в учебно-воспитательной практике, можно выделить следующие, касающиеся НУП, наиболее существенные противоречия:

1) между непрерывным нарастанием объема научной информации и ограниченными сроками обучения в учебных заведениях;

2) между необходимостью интенсификации учебно-воспитательного процесса и фактическим преобладанием экстенсивных путей их совершенствования;

3) между объективной потребностью непрерывного обновления содержания образования и традиционным педагогическим требованием стабильности этого содержания;

4) между возрастанием требований общества к профессионализму учителя и объективно ограниченными возможностями каждого отдельного учителя отвечать новым требованиям ввиду все большего сокращения времени для самообразования;

5) между необходимостью всестороннего развития всех учащихся и требований складывающегося рынка.

Оптимизация обучения представляет собой сложное, многомерное явление, уровень развития которого таков, что в рамках одного исследования его нельзя описать достаточно полно, для того, чтобы им можно было эффективно управлять как целым [18, 46, 216, 217, 320, 357].

Осознание этого имеет важнейшее методологическое значение для адекватного отражения реальных противоречий назревших в данной сфере, и для постановки задач разработки оптимальной стратегии НУП.

Традиционный путь повышения эффективности образования связан с экстенсификацией, с увеличением совокупных общественных затрат времени, учебного и педагогического труда, материальных средств, вкладываемых в эту сферу и т.п. Новые технологии обучения предполагают интенсификацию, получение лучших качественных показателей, освоение большего учебного материала при сокращении затрат труда учащихся и преподавателей, а также материальных затрат на единицу измерения учебно-воспитательного результата. Это достигается за счет непрерывного повышения качества всех сторон образовательной деятельности; укрупнения дидактических единиц, новых технологий обучения, компьютеризации, а также полного использования умственного и педагогического потенциала учащихся, студентов и педагогов.

Проведение дальнейших педагогических исследований невозможно без четкого определения особенностей объекта НУП. Знания об объекте могут быть выражены в виде точного описания фактов, в виде гипотезы, закономерности, но в любом случае к этим знаниям должны быть предъявлены требования максимальной для данного уровня развития педагогической науки объективности, достоверности и точности. Указанное положение имеет важное методологическое значение, поскольку оно, с одной стороны, требует еще до начала проведения исследования сделать тщательный теоретический анализ объектов НУП, а с другой – указывает на необходимость придерживаться на всех этапах исследования единообразия в понятийном аппарате и терминологии. Приведенное требование, по мнению Б.С.Гершунского [231], может быть выражено в виде методологического принципа, который условно можно назвать принципом терминологического единообразия и точности ( по существу содержание данного принципа шире его названия, поскольку речь должна идти не только об упорядочении используемой терминологии, но и об обязательном предварительном выявлении сущности и особенностей объекта нормирования). Уместность введения указанного принципа не требует доказательств, т.к. в исследовательской практике все еще нередко приходится сталкиваться со «стихией субъективных и часто противоречивых толкований педагогических понятий, создающих немало трудностей и тупиков» [108, с. 3 ].

Что же представляют собой объекты НУП в условиях современного образования? Какими особенностями они обладают?

Чтобы ответить на указанные вопросы, обратимся к общим методологическим положениям современной теории систем. Такой подход закономерен, поскольку и в быденном сознании, и в сознании научном само понятие «учебный процесс как социальный институт» вполне правомерно ассоциируется с понятием «система». Действительно, в силу исторически сложившихся реалий учебный процесс в организационно-структурном плане рассматривается как ряд последовательно усложняющихся ступеней, по которым должны пройти преподаватели и обучающиеся. Иными словами, общество предоставляет каждому учащемуся возможность воспользоваться совокупностью образовательных звеньев,

которые, будучи преемственно связаны друг с другом, и составляют систему учебного процесса.

К числу весьма сложных и все еще недостаточно разработанных педагогических проблем, имеющих не только теоретико-методологическое, но и прикладное значение, относятся проблемы, связанные с углубленным анализом реального научного статуса современной системы НУП. Имеется в виду, прежде всего, педагогическая трактовка законодательно установленного положения о единстве рассматриваемой системы учебного процесса, выяснение структуры данной системы и взаимодействия ее компонентов, а также собственно педагогический анализ тех объективных факторов, которые придают учебному процессу свойства целостной системы с присущими ей интегративными качествами.

Система НУП, рассматриваемая в качестве предмета нашего исследования, обладает рядом специфических особенностей, выявление которых является важным условием познания закономерностей ее функционирования и совершенствования. Указанное обстоятельство заставляет обратиться к общим положениям теории систем, в соответствии с которыми при исследовании социальной системы любого уровня, любой степени сложности необходимо учитывать, по меньшей мере, следующие четыре составляющие:

- объективно существующую систему (систему-объект), являющуюся источником системного научного знания;

- теоретическую научную систему, отражающую объективные свойства системы-объекта и учитывающую специфический ракурс рассмотрения этих свойств;

- движение теоретической системы в направлении все более адекватного отражения объективно существующей системы, которая и сама находится в динамике, в процессе непрерывного развития и совершенствования;

- практику как исходный пункт познания, его основу и критерий истинности, как сферу использования знаний о рассматриваемой системе [15].

Как интерпретировать эту предельно обобщенную схему применительно к предпринятому нами анализу объектов НУП?

Гипотетически весь ход рассуждений можно представить следующим образом.

1. Объективно существующей системой (системой-объектом) в нашем случае является система НУП. Поэтому важно найти те параметры, которые позволяют охарактеризовать эту систему с учетом ее свойств и особенностей.

2. Теоретическая научная система, отражающая свойства системы учебного процесса, многоаспектна, поскольку возможно изучение и исследование ее разных точек зрения. Очевидно, поэтому, что должны быть найдены такие объекты, которые характеризуют как с позиций нормирования функционирования системы в целом, так и входящих в нее структурных компонентов.

3. Процесс непрерывного развития системы НУП, ее движения заставляет рассмотреть систему-объект в динамике. Это означает необходимость разработки методики НУП и соответствующих средств информационного обеспечения.

4. Система НУП призвана осуществлять свои преобразовательные функции по отношению к школьной и вузовской практике. Поэтому критерий практики (удовлетворенности практики НУП) должен быть решающим при оценке функционирования системы, а также в процессе выявления противоречий и несогласованностей в ее развитии и поиски средств преодоления этих противоречий.

Исходным в нашем анализе должно быть определение понятий «система» и «структура», которые можно считать наиболее приемлемыми применительно к системе НУП. Обобщая сходные по своей сути определения понятия «система», предложенные в работах В.Г. Афанасьева, И.В. Блауберга, В.Н. Садовского, В.Н. Сагатовского, А.И. Усманова, А.Д. Урсула, Э.Г. Юдина и других ученых [15, 36, 290, 322, 324, 367], примем наиболее простую и, с нашей точки зрения, четкую дефиницию: система есть упорядоченное определенным образом множество компонентов, взаимосвязанных между собой и образующих некоторое целостное единство.

В соответствии с этим определением каждая система имеет две составляющие: компонентный состав и структуру как систему связей между этими компонентами. Иными словами понятия «система» и «структура» могут рассматриваться как равномасштабные, поскольку «не существует бесструктурных систем и внесистемных структур» [119, с. 89].

В свою очередь, категория «целостность» определяется как обобщенная характеристика объектов, обладающих сложной внутренней структурой [344, с. 763], а наиболее характерным свойством целостной системы является приобретение ею новых интегративных качеств, не сводящихся к сумме свойств и качеств, присущих отдельно взятым компонентам системы. Важно учитывать, что в целостной системе связь между компонентами настолько тесна, что изменение одного из них вызывает изменение другого, а нередко и системы в целом. Столь тесное взаимодействие служит основанием того, что во взаимодействии со средой системы всегда выступает как нечто единое, обладающее качественной определенностью.

Целостность, присущая системе НУП подтверждается и тем, что возможные «сбои» в функционировании любого компонента системы неизбежно сказывается на работе других компонентов и системы в целом. Например: хронометраж аудиторных и внеаудиторных занятий студентов по физике и сравнительный анализ видов деятельности преподавателя и студентов, используемых на этих занятиях, позволили заключить, что темп подачи нового материала неодинаков по темам курса [158]. В связи с этим соответственно уменьшается доля времени, отводимая на самостоятельную работу студентов, тем самым понижается скорость усвоения учебного материала. Это

приводит к особо заметной перегрузке студентов при выполнении самостоятельных работ по этим темам.

Каждое звено образования работает на будущее. Поэтому цели и задачи обучения, воспитания и развития должны отражать не только актуальные, сегодняшние потребности общества, но и перспективные запросы и потребности, как в материальном, так и в духовной сфере общественного развития. Таким образом, образовательная деятельность на любой ступени должна носить опережающий характер, а для теории и практики НУП важнейшее значение приобретает категория «прогностичность». Только прогностический подход к научному обоснованию целей и содержания образования позволяет предвидеть назревающие изменения в материальной и социальной среде, в различных отраслях науки, техники, производства, обусловленные непрерывной сменой поколений машин и механизмов, технологических процессов и условий труда.

Прогнозирование необходимо для внесения своевременных коррективов в прогностические модели выпускников учебных заведений различных типов, учебные планы и программы, учебники и учебно-методические пособия. Прогностический подход дает возможность в известной мере преодолеть присущую системе образования инерционность, ускорить адаптацию учащихся к последующим этапам их учебной и трудовой деятельности.

Реализация прогностического подхода к построению и функционированию процесса обучения предполагает отказ от жестких, раз и навсегда заданных организационных структур, требует гибкости и динамичности различных форм учебной деятельности, вариативность которых позволяет оперативно реагировать на изменяющиеся условия работы учебных заведений. В связи с этим важно разрабатывать, апробировать в эксперименте и оперативно внедрять в практику разнообразные виды технологии обучения.

Рассмотренные выше особенности НУП характеризуют его как систему, функционирующую в определенных условиях и разнообразных организационных формах. Этот аспект, несомненно, важен. Но главный, центральный аспект, определяющий сущность самого учебного процесса на разных его ступенях, может быть обозначен так: «личность в системе НУП».

Социальная, психолого-физиологическая и педагогическая концепция личности исходит из того, что человек в своей жизнедеятельности оказывается включенным в процесс постоянного и неуклонного восхождения ко всем новым и новым высотам познания и преобразования мира. Это существенно меняет само понимание общеобразовательной и профессиональной подготовки лишь как определенного, ограниченного во времени этапа становления личности.

В свою очередь, такой подход коренным образом меняет и понимание сущности педагогического процесса, его целей, содержания, методов и форм. Главное состоит в том, что учение, познавательная

деятельность, система отношений с другими людьми должна опираться на собственную активность личности в приобретении и непрерывном обогащении знаний, умений и навыков учащихся, их творческих способностей, нравственных качеств. Отсюда следует, что каждого вступающего в жизнь молодого человека надо, прежде всего, научить учиться, привить ему интерес к познанию, стремление к активному участию в общественной жизни, исключаяшему приспособленческое, конформистское, безразличное отношение к окружающему миру.

Столь же кардинально меняются и функции педагога. Он становится организатором познавательной, преобразовательной деятельности учащихся, которые выступают не как пассивные объекты, а как подлинные субъекты учебно-воспитательного процесса.

Проблема человека, личности в условиях НУП приобретает первостепенное значение. Ведь никакие, даже самые разумные с точки зрения формальной логики схемы и структуры образовательной деятельности не могут сами по себе обеспечить достижение заданных целей и задач воспитания, обучения и развития человека, если он должен лишь приспособливаться к предъявленным требованиям.

Признав учащегося субъектом учебно-воспитательного процесса, необходимо сделать следующий шаг – осуществить решительный поворот всех компонентов образования к личности: не учащийся для НУП, а, наоборот, НУП для учащегося. Иными словами, в центр любой системы обучения, воспитания и развития независимо от уровня и профиля образования должен быть поставлен человек, личность учащегося, студента. Все это существенно расширяет сложившиеся представления о такой категории, как адаптивность системы НУП. До самого последнего времени основное внимание отводилось адаптивности, понимаемой как удовлетворение системой образования социально-экономических, научно-технических и производственно-технологических запросов народного хозяйства. Безусловно, этот аспект был и остается важным, как и социально-экономическая детерминация сферы образования. Вместе с тем внешняя (ориентированная на запросы общества) адаптивность системы образования является хотя и необходимой, но явно недостаточной. В современных условиях особое значение приобретает внутренне ориентированная адаптивность системы, ее удовлетворение развивающимся запросам не только общества, но и личности.

Рассмотренные характеристики системы НУП, зафиксированные в категориях «целостность», «прогностичность», «гибкость и динамичность», «адаптивность» создают предпосылки для построения теории, отражающей свойства рассматриваемой системы с достаточной полнотой и объективностью.

Именно такая ориентация образовательной деятельности позволяет выделить ряд принципов, которыми следует руководствоваться в процессе многоплановой и трудоемкой работы по НУП. К числу наиболее важных принципов следует отнести:



- принцип демократизации, создающей предпосылки для развития активности, инициативы и творчества педагогов и учащихся, широкого участия общественности в управлении образованием;

- принцип гуманизации, основывающийся на переориентации учебно-воспитательного процесса на личность, ее гармоническое развитие, усиление внимания к жизненным интересам, мотивам поведения человека как высшей ценности общества [166];

- принцип дифференциации, ориентированный на создание необходимых условий для наиболее полного проявления способностей каждого учащегося и обеспечивающей возможность и свободу выбора индивидуального пути развития каждой личности с учетом ее интересов, мотивов, ценностных установок;

- принцип индивидуализации, требующий учета различий в интеллектуальной, эмоциональной, потребностно-волевой сферах личности, особенностей физиологического состояния, уровня психического развития каждого учащегося, возможностей его включения в групповые и коллективные формы учебно-познавательной деятельности, в систему межличностных отношений.

В наиболее общем виде структуру системы НУП можно охарактеризовать, рассматривая четыре направления его развития:

- традиционно-историческое;
- инновационное;
- альтернативное;
- прогностическое.

Современными исследованиями педагогов доказано, что способ образования не сводится к поглощению информации путем вербально-книжного общения, его суть в активной деятельности самих учащихся, изменяющих природную и социальную среду, результатом этой деятельности являются новые материальные и духовные ценности, более совершенные общественные отношения [18, 71, 258]. Как итог этой деятельности выступает более современный по сравнению с предшествующими поколениями активный человек. Содержанием же образования становится не столько определенный объем знаний, умений и навыков, сколько само творчество, самодеятельность в сферах материального и духовного производства.

Такой подход означает совпадение, т.е. непрерывность процессов изменения окружающей среды и самоизменения человека. В тоже время он предполагает принципиальную незавершенность процессов образования, а также нераздельность, непрерывность познавательных и созидательных процессов.

В педагогическом аспекте традиционный подход связывался с обособлением высших ступеней системы образования, их приоритетом по сравнению с низшими как менее ценными и значимыми для формирования личности. Новый подход, наоборот, исходит из того, что прочность всего здания образования зависит от прочности его фундамента, что использование потенциальных возможностей младенчества и раннего

возраста в наибольшей мере определяет интеллектуальное, физическое и нравственное развитие личности, особенно ее творческие способности.

Традиционная педагогическая наука и практика придавала определяющее значение формальным показателям успеваемости. Новый подход, не отвергая их, решающее значение отводит результатам социальной практики учащихся. Вместе с тем он основан на необходимости всемерного развития коллективно-индивидуальных форм организации учебно-воспитательных процессов, обеспечивающих активизацию каждого ученика и максимальное использование индивидуального потенциала всех учащихся. Отсюда следует не умаление ведущей роли педагога-профессионала, а возведение ее на качественно новый, более высокий уровень, требующий овладения демократической педагогикой сотворчества. Диалектика здесь такова, что лучший результат достигается тогда, когда педагог в результате своей работы превращает ученика из объекта воспитания в субъект [7, 48, 141, 288 ].

Традиционное стремление педагогики к стабильности содержания, форм и методов обучения, при новом подходе уступает противоположной тенденции – стремлению к постоянному обновлению образования, диктуемому логикой революционных перемен в научно-технической и социальных сферах. В педагогическом аспекте концепция НУП, таким образом, состоит в единстве познавательной и преобразовательной, обучающей и учебной деятельности, в непрерывности обновления процесса образования.

Развитие инициативы и творческого поиска в работе учителя приобретает сегодня особую актуальность: повышение качества обучения не может быть достигнута за счет простого увеличения рабочего времени педагогов и учебного времени обучающихся. Нужны новые методы обучения, новые приемы развития творческой активности учителя и учащихся, которые позволили бы достигнуть высоких результатов при сокращении числа уроков в школе и обязательных учебных занятий.

В последнее время педагогическая общественность стала проявлять большой интерес к опыту учителей-новаторов, который позволяет не только талантливым, но и «обычным» учителям добиваться высоких результатов при меньших затратах времени и сил. Между тем надо отметить, что опыт учителей-новаторов получает диаметрально противоположные оценки: одни поддерживают его, другие не менее горячо отвергают.

Ш.А. Амонашвили, Н.Н. Палтышев, И.П. Волков, В.Ф. Шаталов, С.Н. Лысенкова, Е.Н. Ильин, П.М. Эрдниев и другие педагоги-мастера произвели смелые преобразования методической стороны обучения, ими были разрушены старые каноны методики [7, 48, 98, 153, 223, 359, 365].

С их деятельностью связано укрупнение – преподавание блоками, опорные сигналы, опережающее преподавание, комментированное письмо, творческое использование художественной детали, обязательная проверка (зачет) по каждой теме, ускоренный темп прохождения программного

материала, взаимопроверка учащихся, введение тетради творческих дел, разные формы сотрудничества с учащимися, раннее обучение и развитие. Педагоги-новаторы показали, что, внося серьезные изменения в методику изучения учебных предметов, структурируя их в процесс обучения по-другому, ломая старые, привычные установки и методы работы, можно значительно повысить результативность обучения, ускорить темп прохождения школьных программ, добиться более высокого индивидуального развития учащихся.

Достоинства системы В.Ф. Шаталова прежде всего в том, что воспользоваться ее принципами, алгоритмом может любой педагог. Это, в частности, проявляется в том, что быстрое продвижение базируется на принципе ведущей роли теоретических знаний. Упор на практику делается позже, после изучения теории каждого раздела. Время, сэкономленное благодаря концентрированному изучению теории, позволяет увеличить число решаемых в классе задач, разобрать подробно их типы, возможные пути решения. Новый материал дается методом двукратного изложения, а иногда подается и три раза. Естественно, что это не облегченный вариант труда школьника: он теперь изучает теорию крупными блоками, охватывающими материал сразу нескольких уроков, и довольно быстро идет вперед.

Принцип крупноблочного введения теоретического материала, положенный в основу методики В.Ф. Шаталова, базируется на современных психолого-педагогических воззрениях известных педагогов. Стержнем всей системы являются опорные сигналы – условно-символические схемы, в которых зафиксировано основное содержание изучаемого материала, что, позволяет реализовывать важнейший принцип наглядности обучения. Содержание и оформление опорных сигналов разработаны на основании результатов психологических исследований Л.В. Занкова, П.И. Зинченко, А.А. Смирнова и других известных психологов [9, 38, 55, 58, 75, 89, 92, 145, 295]. При этом используются все многообразие символики (рисунки, графика, формулы, словесный текст, ключевые слова, шрифт, краски, плакатная броскость), обращенные к эмоциональной памяти и одновременно законам логики. Все это рождает аналогии, сравнения, ассоциации, а в конечном счете облегчает задачу логической обработки материала и его запоминание, стимулирует аналитико-синтетическую деятельность ученика, помогает ему, многократно воспроизводя материал, перевести его в долгосрочную память.

Другое преимущество метода – возможность контролировать степень усвоения материала без больших затрат времени. Непрерывный контроль приучает учеников к систематическим занятиям, вырабатывает у них навыки умственного труда, заставляет учиться сознательно. Принцип гласности – постоянный контроль и отражение его результатов в виде оценок на экране открытого учета, вывешенного в классе, является мощным фактором, побуждающим учеников к регулярной работе. И, наконец, такой принцип шаталовской методики, как принцип открытых перспектив, позволяет ученику в любое время исправить любую оценку на более высокую.

Методические находки учителей-новаторов при всей их уникальности поддаются психолого-педагогическому осмыслению и вполне могут быть нормированы и описаны в технологических схемах, чтобы стать достоянием каждого учителя.

Анализ передового опыта учителей-новаторов показал, что их системы позволяют:

- обучить целые школьные классы в 2 раза быстрее обычного, добиться хорошего усвоения знаний всеми учащимися;
- обеспечить непрерывный контроль за учебной работой всех школьников и устойчивую обратную связь между учителем и учеником в процессе обучения;
- пробудить интерес к познанию, сделать процесс учения для всех интересным и увлекательным;
- существенно сократить общественно необходимые затраты учебного и педагогического труда, ликвидировать перегрузку педагогов и учащихся;
- снять проблему процентомании, формализм в оценке знаний, умений и навыков учащихся.

Переход к непрерывному образованию – предвестнику будущей гуманитарной революции – требует отрицания старой педагогической парадигмы, кардинального пересмотра всей методологической и концептуальной основы традиционной педагогики, берущей начало в трудах Я.А. Коменского и других ученых-педагогов на рубеже феодального и капиталистического способов производства.

Педагогическая система общеобразовательной и профессиональной школы исторически развивается, что обусловлено развитием производства и общества, а также процессами развития, происходящими в самой педагогической системе. Непосредственными источниками выступают передовой педагогический опыт и передовая педагогическая теория.

Нормальным развитием педагогической системы как социального института является эволюционное развитие. Происходящие при этом непрерывные изменения в том или ином звене педагогической системы носят количественный характер и не затрагивают ее основное качество. Постепенно изменяясь, совершенствуясь, прежде всего под влиянием передового педагогического опыта, педагогическая система сохраняет свою целостность как традиционная.

Однако в ее истории наступают и периоды революционных изменений, обусловленные переходом от одной общественно-экономической формации к другой или в иные переломные моменты истории. Такой момент переживает сейчас наша республика. Перестройка всех звеньев общеобразовательной и профессиональной подготовки, переход к системе непрерывного образования – это и есть выражение революционной ситуации в народном образовании.

Если в периоды длительного эволюционного развития педагогической системы ведущую роль играет передовой педагогический опыт, накапливающий инновации в этой системе, то в период революционной перестройки передовой опыт на фоне усиления его значимости уступает

пальму первенства педагогической теории, призванной научно обосновывать и программировать новые, перспективные направления развития образовательной практики.

Реформа общеобразовательной и профессиональной школы 1984 года [81, 203, 264] потому и «забуксовала», что в принятых тогда документах сохранилась ориентация на традиционную педагогическую теорию, оказавшуюся неспособной повести за собой передовой педагогический опыт, сделать его распространение повсеместным. Передовой опыт неизбежно оказался в оппозиции традиционной теории, поскольку через призму устаревшей теории невозможно разглядеть противоречащий ей опыт как передовой, так и как невозможно и педагогическому опыту на понятийном уровне доказать, что он и есть та перспектива, к которой нужно стремиться.

В психологии проведена огромная методолого-теоретическая работа по переосмыслению предмета психологии и перестройка ее концептуального аппарата на основе категории деятельности, а также категории общения [145, 149, 152, 295, 270, 348, 347]. Педагогическая же традиция в разных звеньях образования продолжает в своей основной массе идти по пути изложения основ наук как результатов общественно-исторической практики, замещая эту практику знаковой системой – учебной информацией.

Через понятие «предмет деятельности» можно перейти к проблеме содержания обучения и образования. В школьном обучении таким содержанием принято считать основы наук, представленные в виде аппарата математики, физики, химии и других учебных предметов. Высшая и вообще профессиональная школа, возникшая исторически позже общеобразовательной и унаследовавшая ее основные черты, также тяготеет к организации усвоения обучающимися основ наук. При этом надо иметь в виду то, что общеобразовательная школа имеет дело с человеком, организм которого интенсивно развивается, совершенствуются его психофизиологические функции, а в ВУЗ приходят люди, как правило, психофизиологически сформировавшиеся. Это важный фактор, который нужно учитывать при оказании на школьника или студента педагогических воздействий через те или иные формы организации учебно-познавательной деятельности или педагогического общения. Однако наибольшая трудность состоит в смене социальной позиции человека при переходе от школы к ВУЗу, способов осуществления учебной деятельности, в изменении привычных для школьника связей, отношений и стереотипов поведения. В начале обучения студент должен «перестать» быть школьником, а к его окончанию – студентом.

Всякое содержание с необходимостью приобретает ту или иную форму, которая в философской литературе трактуется как способ существования и выражения содержания. Содержание формально, а форма содержательна. Содержание представляет собой динамичную, подвижную сторону целого, а форма охватывает устойчивую систему связей предмета. Несоответствие содержания и формы, возникшее в ходе развития,

разрешается в конечном счете “сбрасыванием” старой и возникновением новой формы, адекватной развившемуся содержанию [344, с. 471]. Не нужно доказывать, что содержание обучения и содержание образования исторически развиваются. Что же касается организационных форм, то в дидактике сложилась сложная ситуация.

Во-первых, исследователи отмечают (М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер и др.), что даже специалисты в области дидактики затрудняются сказать, что такое форма организации учебной работы и чем она отличается от метода обучения [146, 227, 291].

Во-вторых, некоторые организационные формы канонизированы. Еще недавно лекция в вузе провозглашалась основной и ведущей [91]. Что касается школы, то в законодательстве СССР и союзных республик о народном образовании было указано: “Основной формой организации учебно-воспитательного процесса в школе является урок” [203, с. 36]. Другими словами, урочная форма остается доминирующей еще со времен перехода от феодализма к капитализму, несмотря на изменяющееся содержание.

В третьих, в традиционной дидактике форма как бы оторвалась от содержания, поскольку определяется не в зависимости от его сути, а по внешним в отношении содержания образования признакам. Так, в одном из учебных пособий по педагогике указано, что фронтальное, групповое и индивидуальные формы организации учебной работы отличаются друг от друга количеством учащихся и способами организации работы [226].

В другой работе (такое определение можно найти почти в каждом учебнике педагогики) отмечается, что формы организации учебной работы определяются составом учащихся, местом и времени занятий, последовательностью видов деятельности учащихся и способами руководства ими со стороны учителя [291]. По мнению И.М. Чередова, “форма организации обучения – это особая конструкция звена или совокупности звеньев учебного процесса” [354, с. 45].

Урок как форма пытается раздвинуть свои канонизированные рамки, т. е. развивается. Так бы мы интерпретировали попытки некоторых педагогов [183, 336] рассматривать как виды урока различные формы организации обучения: урок-лекцию, урок-лабораторную работу, урок-семинар, урок-экскурсию и даже урок-конференцию, урок-зачет и т. п. В последние годы доминирование лекционной формы в вузе было снижено и больше внимания уделено формам самостоятельной работы студентов.

Номенклатура организационных форм включает в настоящее время более 20 наименований, в числе которых факультативные занятия, кружковая работа, консультация, экзамены, самостоятельная работа и др.

В.К. Дьяченко считает, что понятие “форма организации обучения”, как и другие понятия дидактики, может быть научно обосновано лишь при том условии, если дано научное определение основного понятия “обучение”. Автор исходит из того, что коль скоро есть взаимодействие преподавателя и учащегося, то обучение нужно определить как общение между теми, кто их приобретает, усваивает [83]. Отмечая прогрессивность

постановки вопроса о переходе к коллективному способу обучения для общества развитого социализма, нужно все же отметить, что В.К. Дьяченко также не удалось избежать отрыва формы организации учебного процесса от его содержания [84]. Такой отрыв еще больше закрепляется, теоретически обосновывается, поскольку автор полагает, что форма обучения носит общий характер и поэтому безразлична к конкретному содержанию, включая коллективную форму. Поэтому он безапелляционно настаивает на единственном, с его точки зрения, механизме реализации коллективной формы организации обучения – работе учащихся в динамических парах, или динамических сочетаниях, когда каждый по очереди работает с каждым, т.е. от всех учится и всех учит.

В этом случае есть гарантия включения в процесс обучения всех учащихся в парах сменного состава. Однако ничего не говорится о главном – о содержании совместной деятельности, которое как бы выносится за скобки. Это тот случай, когда отрыв содержания от формы обуславливается пониманием сущности обучения как общения между преподавателями и учащимися, которое, помимо воли автора, оказывается оторванным от предметной стороны образовательной деятельности.

Отрыв от формы содержания обусловил неудачу многочисленных попыток сопоставления какой-либо непротиворечивой номенклатуры организационных форм обучения. То же самое можно сказать и о классификации методов обучения. Кстати, в учебных программах и пособиях по дидактике тема “Методы обучения” идет после темы “Цели и содержание обучения”, а затем следует тема “Формы организации обучения”. Тем самым методы как бы разрезают содержание – форму вопреки требованиям диалектической взаимосвязи этих категорий философской категорией.

На первый взгляд наше утверждение об отрыве методов от содержания неправомерно, поскольку “методы выводятся на основании анализа видов содержания образования и способов их усвоения” [80, с. 193]. Однако, если сопоставить эту ссылку с другой из того же источника: “Всякий метод является системой осознанных последовательных действий человека, приводящих к достижению результата, соответствующего намеченной цели” [там же, с. 186], можно попробовать его истинность. Для этого необходимо затронуть еще три понятия: “Цели обучения”, “Содержание обучения” и “Содержание образования”.

Некоторые педагоги отмечают, что в течение многих лет не проводилось специальных исследований для конкретизации целей образования и воспитания, ограничиваясь комментированием социального заказа, сформулированного в директивных документах [45]. Во многих учебных пособиях последнего времени по педагогике раздел о целях либо не представлен, либо формулируется как “задача и содержание” образования. Ясно, что “задача” и “цель” суть совершенно разные категории, и замена цели задачами расставляет во всей теории обучения такие акценты, которые теоретически обосновывают авторитарную педагогику.

В психолого-педагогической литературе понятие задачи несколько сложнее. Многими принимается определение А.Н. Леонтьева: задача – “это цель, данная в определенных условиях” [145, с. 309]. Задача становится логико-психологической категорией, когда она предъявляется другому субъекту и принимается им к решению. Задача выступает как то объективное, которое может быть передано другому человеку, стать частью содержания обучения, некоторым знаковым объектом [129, с. 99]. Но если в психологии задача понимается как “моя” цель, данная в тех или иных условиях, то в педагогике, насколько можно судить, как “чья – то” цель (общества, учителя), т.е. внеличностная.

К числу главных недостатков определения целей обучения с точки зрения НУП относятся следующие: 1) слишком общее определение целей (например, развивать творческое мышление), при котором их нельзя сравнить с реальными результатами; 2) замена целей содержанием, темами, элементами учебного процесса; 3) замена дидактических целей запланированной деятельностью преподавателя. Это подтверждает анализ пособий по педагогике или дидактике. Система рассуждений выглядит примерно следующим образом. Ведущей и определяющей является генеральная цель, дающая общую направленность всему учебно-воспитательному процессу: “... мысленное представление о том, каким в конечном итоге должен быть человек, которого хотят воспитать” [99, с. 53]. Такой целью было провозглашено воспитание всесторонне развитой и гармоничной личности.

С точки зрения определения цели как научного понятия здесь все правильно, поскольку в философской литературе “цель – предвосхищение в сознании результата, на достижение которого направлены действия” [343, с. 406], образ этого результата в отношении порождающих его действий и условий. Способами действий по достижению целей, или, в более современном варианте, способами взаимосвязанной деятельности учителя и учащихся, направленными на достижение целей обучения и воспитания, и являются методы обучения [80].

При этом отождествляется содержание образования и содержание обучения. Очевидно, что при одном и том же содержании обучения, учебных планах и программах обучаемые получают разный уровень образования, оказываются по-разному образованными. Это зависит от множества факторов: индивидуальных способностей человека, личности педагога, типа выполняемой ими деятельности, уровня познавательной активности обучающегося, материально-технических условий обучения и т.п.

В отличие от содержания обучения содержанием образования выступает тот уровень развития личности, предметной и социальной компетентности человека, который формируется в процессе выполнения учебно-познавательной деятельности и может быть зафиксирована как ее результат на данный момент времени. Содержание образования – эта мера приобщения человека к развивающейся культуре. Обобщенно говоря, содержание обучения – это система учебной информации, а содержание



образования определяет те личностные и профессиональные качества человека, которые должны быть сформированы в результате осуществления взаимосвязанной деятельности педагога и учащихся при этом же содержании обучения.

Подобную трактовку можно найти в педагогической литературе. Обобщая позиции ряда авторов, Б.С. Гершунский пишет, что под содержанием обучения следует понимать педагогически обоснованную, логически упорядоченную и зафиксированную в программе и учебниках научную информацию о подлежащем изучению материале, что и определяет содержание обучающей деятельности преподавателя и познавательной деятельности обучающихся. Содержание образования составляет систему знаний, умений, навыков, черт творческой деятельности, мировоззренческих и поведенческих качеств личности, которые обусловлены требованиями общества и к достижению которых должны быть направлены усилия педагогов и обучающихся [ 61 ].

## **I.2 Количественные оценки учебной нагрузки учащихся и самостоятельной работы студентов и их анализ**

Проблема выявления функциональных закономерностей в обучении достаточно четко изложена в современной педагогической литературе. От решения ее важнейших вопросов зависит оптимальная организация учебного процесса, планирование и прогнозирование хода и конечных результатов обучения [31, 102, 214, 281].

Академик РАО В.М. Монахов пишет: «Сегодня же с введением в нашу школу базисного учебного плана мы в один миг разрушили старое образовательное пространство, не создав ни одного норматива и регулятива (подчеркнуто нами М.Н.) взамен» [195, с.28]. Появление временного образовательного стандарта в начале 90-х годов усугубило ситуацию, потому что не была разработана и внедрена в школьную практику процедура выбора соответствующей педагогической технологии, гарантирующей безусловное выполнение стандарта. Чтобы каждый ученик достиг уровня образовательного стандарта, по мнению В.М. Монахова, школе необходим новый педагогический инструментарий вместо традиционной методики.

В практике дидактических исследований широко используются различные математические методы, как для формализации педагогических объектов, так и для установления количественных соотношений между различными показателями процесса обучения. За последнее время наибольшее распространение нашли методы моделирования, информационной оценки и статистической обработки учебного материала и результатов исследований, широкое применение находят ЭВМ [189, 190, 193, 211, 281, 357].

В исследованиях учебного процесса для его нормирования особенно важно находить количественные характеристики отдельных его компонентов: числа упражнений, необходимых для восхождения учащегося

к тому или иному уровню усвоения при определенном (с точки зрения данной теории обучения) построении учебной деятельности учащихся; времени, затрачиваемого на выполнение отдельных видов упражнений; скорости продвижения учащегося в учебном материале и в его усвоении и т.д. Те же самые вопросы возникают и при нахождении характеристик отдельных видов управления дидактическим процессом - дидактических систем.

Основным аспектом дидактического процесса выступает движение информации между учителем и учеником, между обучающим и обучаемым в процессе обучения. Надежное исследование современных проблем применения в учебном процессе количественных методов может быть осуществлено на основе учета информационных процессов в дидактических системах.

С развитием науки изменяется и понимание научности. Несколько столетий назад Г. Галилею пришлось вести борьбу не на жизнь, а на смерть за признание права математики и эксперимента определять истинность того или иного суждения. Даже такой гений, как Коменский, создатель "Великой дидактики", вынужден был неоднократно цитировать Святое писание, с тем, чтобы подкрепить правоту своих идей и "иммунизировать" их против церковной схоластики.

В наши дни планируемый эксперимент и количественный метод при педагогических исследованиях являются важными критериями объективности научной работы. Вместе с тем как указывают крупнейшие ученые (Колмогоров А.Н., Архангельский С.И. и др.) использованию количественных методов обыкновенно предшествует углубленный диалектический анализ качественной стороны педагогических явлений и их взаимоотношений [12, 121]. И лишь после этого следует ряд математических методов.

Не вдаваясь в глубокую историю развития этих методов, отметили, что в 60-е годы диапазон этого вида исследований становится шире. Причем среди математических моделей, описывающих процесс обучения, преобладают те модели, в которых вероятность данного ответа испытуемого принимает определенные фиксированные значения [14]. Слабой стороной таких исследований является то, что, они основаны на принципе бихевиоризма, т.е. на установлении отношений между стимулом и реакцией. Проведение экспериментов, анализ полученных статистических данных, составление математических моделей (уравнений), отражающих связь между условиями эксперимента, степенью и скоростью усвоения определенного поведения, проверка адекватности математической модели в дальнейших экспериментах - такова последовательность этого рода исследований.

Как видно из изложенного, здесь отсутствует концепция об обработке информации обучаемым. Различные формы обучения (обучение по идентифицированию понятий, обучение путем двойных ассоциаций, поведение в условиях выбора и пр.) описываются с помощью различных уравнений, что свидетельствует об эмпирическом характере таких исследований. Тогда как учебный процесс не исчерпывается запоминанием определенных фактов и данных или усвоением определенного поведения посредством проб и ошибок.

Самой ценной и содержательной стороной обучения является ориентация в сложных ситуациях, принятия решения, усвоение стиля мышления, перенос знаний в новые области и т.д.

Эти элементы, которые все больше нарастают в современном образовании, требуют более широкой концепции о целостном процессе переработки человеком информации в процессе обучения.

С точки зрения теории информации, известный интерес представляет количество информации, которое можно воспринять нервная система человека за единицу времени, скорость ее обработки в процессе различных видов деятельности, объем кратковременной и долговременной памяти, соотношения объемов информации, воспринимаемой различными органами чувств и др.

Еще больший интерес для современной теории обучения представляют механизмы внутренней обработки информации, благодаря которым человек абстрагируется от внешних восприятий и сопоставляет новую информацию с той которую он накопил в течение своего жизненного опыта в долговременной памяти. Эти механизмы непосредственным образом связаны с анализом и осмыслением учебного содержания, с поиском решений учебных задач и переносом опыта и знаний в новые области учебной и практической деятельности. По мнению А.Н. Лука [150, с.34] суммарное количество информации, воспринимаемое из внешнего мира всеми сензитивными органами человека, равно примерно 100 000 бит в 1с. Вероятно, эта величина занижена, поскольку по зрительному нерву информация передается по 1 млн. волокон. Английский ученый Сатерленд утверждает, что глаза человека воспринимают не меньше, чем  $10^9$  бит в 1с. [353, с.30].

Значительны различия и в отношении объема долговременной памяти. Показатели располагаются между  $10^{10}$  и  $10^{20}$  бит. Эти различия связаны с неодинаковыми способами вычисления объема памяти. Некоторые ученые подходят к данной проблеме с точки зрения количества информации, которую человек может воспринять и запомнить в течение всей своей жизни. Другие же принимают в расчет информационную мощность нервной клетки с точки зрения количества ее связей с остальными клетками, от которых она получает сигналы, или возможности высокомолекулярных белковых соединений в клетке сохранять информацию. В настоящее время нет научно обоснованного метода определения этой величины. Но даже приблизительные данные, анализируемые и аргументируемые в различных гипотезах относительно функционирования человеческой памяти, свидетельствуют, что она имеет огромные резервы.

Приверженцы традиционного экстенсивного обучения ценой многочисленных повторений стремились внести в память обучаемого фактологический и теоретический материал. Но природа так устроила человеческий мозг, что когда даже в случае однократного контакта ее с человеком запечатлевает в мозге информацию и хранит ее там до конца жизни, не обеспечив при этом доступ к ней. Почему?

По мнению некоторых ученых, произвольный доступ к информации создал бы у человека путаницу об отношении между настоящим и прошлым. Получается, что эта хронологическая “запись” представляет собой словно

вторичный продукт, который не только не может быть использован, но является даже в определенном смысле вредным.

В таком случае возникает вопрос: не является ли объемистая фактология, а также теория, преподаваемая в учебных заведениях, также вредным? С точки зрения ряда ученых, в том числе и А. Эйнштейна, большая эрудиция служит препятствием для нахождения оригинальных путей и решений в научном и техническом творчестве. Причем речь идет об эрудиции, т.е. не только об усвоенных, но и глубоко осмысленных знаниях [363].

Следует отметить, что дидактической и педагогической психологией до сих пор еще не сделан многосторонний и тщательный анализ взаимоотношений *памяти* и *обучения*, представляющих собой фундаментальную проблему образования и воспитания личности.

Для традиционного метода, все еще доминирующего в системе образования, дело доходит, образно говоря, до “раздувания” вербализма в обучении, когда чуть ли не критерием интенсивности учебного процесса служит количество информации, передаваемой учащемуся за секунду. Для этой цели используется классическая формула К. Шеннона по определению количества переданной информации:  $H = \sum P_i \log \frac{1}{P_i}$ , где  $H$  - количество переданных сигналов (в нашем случае знаков),  $P_i$  - вероятность появления данного знака [26, с. 53].

Эта формула, будучи очень полезной, в области систем коммуникации, не дает удовлетворительных результатов в теории обучения. Н.Д.Никандров весьма удачно иллюстрирует ее непригодность следующим примером: при определении количества информации, содержащейся в сообщениях, имеющих одинаковое смысловое содержание, но переданных на различных языках, формула Шеннона дает различные числовые значения [208, с. 76].

Проблемы, которые возникают при попытках количественной оценки информации, связаны с качественным различием массивов информации, используемых в том или ином случае. Так существует принципиальное различие между первичной информацией, воспринимаемой обучаемым при посредственном наблюдении данного процесса, и словесной информацией, которую он получает от преподавателя или из учебника в форме описания или разъяснения того же процесса. В первом случае количество информации будет порядка миллиона бит, а во втором - около тысячи бит.

Несомненно, символьная информация (слова, формулы, знаки) имеет большее значение, чем первичная информация, при одинаковом с ней количестве бит. Но это не означает, что с помощью символьной информации всегда можно передать полное и адекватное знание о конкретном процессе или явлении. Огромное значение здесь приобретает сама система, которая воспринимает и обрабатывает информацию. В данном случае это обучаемый. Ценность получаемой им в процессе обучения информации определяется рядом параметров, характеризующих самого обучаемого.

К этой области относятся и исследования А.А. Харкевича, который ставит ценность информации в зависимость от роста вероятности достижения

цели [349]. Здесь для нормирования учебного процесса интерес представляет связь между методом определения ценности информации и статистическими методами теории обучения, исследующими процесс обучения как процесс увеличения вероятности осуществления данного поведения. Другим важным аспектом исследований А.А. Харкевича является получение отрицательного показателя ценности информации. Смысловая интерпретация этого вывода заключается в том, что информация, получаемая в процессе обучения, может не только увеличить вероятность достижения цели, но и снижать ее. Впрочем, этот случай не выглядит таким парадоксальным, если иметь в виду, что некоторые положения изучаемого учебного содержания в процессе обучения могут быть неправильно усвоены. Это с новой силой ставит вопрос о действительной эффективности учебного процесса, которая определяется не только объемом предлагаемого учебного материала, но, прежде всего тем уровнем, которого достигли учащиеся в усвоении определенных видов деятельности, в решении определенных практических и теоретических задач. В этом состоит основной критерий определения эффективности процесса обучения и основной смысл и содержание принципа “применения знаний”.

Близкой к данному пониманию является точка зрения Ф. Кликса, который рассматривает процесс обучения как изменение поведения в результате индивидуальной переработки информации. В то же время, как он отмечает, сам способ переработки информации также изменяется в процессе обучения [378, с. 345]. Ф. Кликс строит свою теорию обучения на основе идеи о возникновении излишка информации. По его мнению, каждая организованная система (естественного или искусственного происхождения) имеет фундаментальное свойство уменьшать количество полученной информации, сохраняя при этом ее ценность. Таким образом, для организованной системы информация, полученная из внешнего мира, является избыточной, благодаря чему возможны ориентирование и адаптация системы. Для нормирования учебного процесса важное следствие этой теории составляет необходимость обеспечения определенного количества информационного излишка в процессе обучения. Большое значение при этом имеют количественная и качественная стороны данного информационного излишка.

О важности правильного отбора и дозирования учебного материала в теоретическом плане говорится в исследованиях многих дидактов [28, 33, 80, 215].

Если мы встречаемся с книжным учебником, то понятие “объем учебника” чаще всего ассоциируется с числом страниц, рисунков и таблиц в учебной книге. Однако это понятие о “словесном” объеме учебника еще слишком далеко от понятия “дидактический объем учебника”. В качестве носителя информации в учебнике может быть не только бумажная книга, но и диа- или кинофильмы, кодо- и диапозитивы, видеофильмы, программа для ЭВМ и т.д. В этих случаях возникает проблема как правильно и точно определить дидактический объем учебного материала. Как пишут В.В. Краевский и И.Я. Лернер, “у каждого автора учебника конкретный минимум содержания его курса складывается в сознании стихийно”, поэтому необходимо

найти методы определения “конкретного минимума содержания образования” в учебнике [128, с. 37].

В.П. Беспалько разработал формулу, которую в первом приближении можно применять для определения дидактического объема  $Q$  учебника [33, с. 87]

$$Q = N \Delta(\alpha^2\beta)H \text{ (дв. ед.)},$$

где  $N$  - число учебных единиц в содержании учебного предмета;  $\alpha$  - уровень усвоения, на достижение, которого нацелен учебник;  $\beta$  - степень абстракции описания содержания обучения в учебнике;  $\Delta(\alpha^2\beta)$  - средний прирост качества усвоения деятельности при изучении учебных единиц по данному учебнику;  $H$  - средний объем формальной информации в битах, необходимый для описания одной учебной единицы; бит - единица количества информации, в переводе с английского обозначает “двоичная альтернатива”, часто обозначаемая как “двоичная единица” [220, с. 11].

Знание дидактического объема учебника позволяет точно дозировать время на изучение отдельных глав и тем самым обоснованно анализировать нагрузку учащегося, как домашнюю, так и аудиторную при работе с учебником.

Из приведенной формулы для подсчета объема усвоения ясно, что один и тот же дидактический объем может содержаться в разных по количеству страниц и иллюстраций книгах. Это важное положение имеет существенное значение для регуляции словесных объемов учебных книг: чем лаконичнее и образнее один и тот же дидактический объем при сохранении его общепонятности для учащихся, тем лучше в техническом и литературном отношении выполнен автором учебник. Для более быстрой, но в то же время более грубой оценки объема учебника, когда еще не определены логические структуры учебного материала, В.П. Беспалько предлагает воспользоваться следующей приближенной формулой:

$$Q = 12 L S \Delta(\alpha^2\beta) K \text{ (дв.ед.)},$$

где 12 - средний объем формальной информации в одном слове русского языка в двоичных единицах;  $S$  - число страниц учебного текста;  $L$  - число слов на одной странице;  $K$  - коэффициент, зависящий от  $\beta$ . По мнению автора, если учитывать еще другие параметры усвоения, такие как степени осознанности и автоматизации, то вышеприведенные формулы еще более усложнятся.

Знание методики определения дидактического объема учебника дает возможность перейти на расчетные методы выявления посильности для учащихся заданного содержания обучения за располагаемое по плану для обучения время  $T_{\text{ил}}$ . Для этого надо экспертным путем определить возможные скорости усвоения  $C$  при различных подходах к построению дидактического процесса и рассчитать требуемое время на усвоение учащимися данного содержания  $T_y = Q/C$ . Сравнив затем  $T_{\text{ил}}$  и  $T_y$ , мы сумеем сделать обоснованные выводы о посильности:

$T_{\text{ил}} < T_y$  - непосильно, перегрузка;

$T_{\text{ил}} = T_y$  - посильно;

$T_{\text{ил}} > T_y$  - посильно, недогрузка.

Затем можно рассчитать коэффициент перегрузки учащихся учебной информацией  $E = T_y/T_{ил.}$

По расчетам, проведенным В.П. Беспалько, отдельные учебники для средней школы и вуза показали 3-8-кратную перегрузку учащихся. По его мнению, в настоящее время неизвестны допустимые значения коэффициента  $E$  для учебника и учебного процесса в целом, но, видимо, при  $E > 1,5$  необходимо искать пути разгрузки учащихся [там же, с.90].

Наиболее сложен в психолого-дидактическом отношении вопрос об определении оптимальной скорости усвоения учащимися того или иного учебного материала. Скорость усвоения учащимися учебного материала зависит от многих факторов, но в первую очередь от принятого дидактического процесса. Указанную зависимость легко проследить по рис.1, где угол  $\varphi$  - показатель эффективности дидактического процесса по скорости усвоения. Если схематизировать дидактический процесс так, как показано на рис.1.2.1

откладывая на оси ординат объем усвоения  $Q$  то легко увидеть, что  $\text{tg } \varphi = Q/T$ , где  $\text{tg } \varphi$  эквивалентно  $C$  - скорости усвоения в данном дидактическом процессе (дв.ед./с). В педагогической литературе до сих пор неизвестны значения  $C$  для различных дидактических процессов. Эта одна из важных проблем стыка педагогической психологии и дидактики. В то же время известны скорости восприятия информации при обычном и быстром чтении. В опубликованных исследованиях приводятся различные данные о

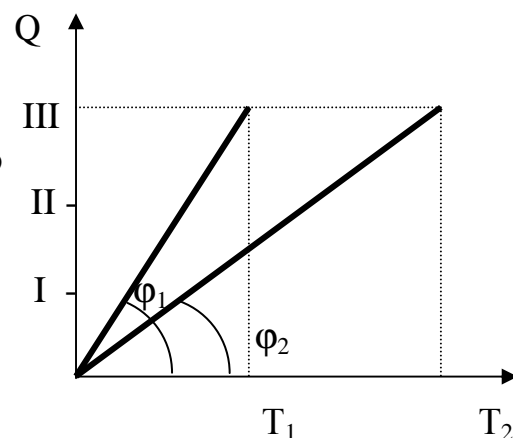


Рис. 1.2.1

скорости различных видов переработки информации человеком. Так А.Н. Лук приводит цифру 25-100 дв. ед./с как скорость сознательного восприятия информации [151]. Поскольку восприятие – это лишь начальный этап усвоения, то эту скорость нельзя принять и использовать как скорость усвоения даже для усвоения на уровне запоминания. Те же значения скорости восприятия информации приводятся в книге [ 8 ].

В ряде зарубежных публикаций приводятся данные о скоростях переработки информации человеком, что гораздо ближе соответствует понятию «усвоение». Так, У. Вудсон и Д. Коновер называют цифру 2 дв. ед./с [53, с. 27], а Х. Франк – и того меньше [ 375 ].

Столь большие расхождения в данных о скоростях усвоения, по-видимому, объясняются тем, что сами исследования проводились недостаточно четко и целенаправленно и с использованием различных дидактических процессов, обладающих разными возможностями по скорости усвоения информации человеком. Поэтому приводимые различными авторами данные о скоростях усвоения обладают недостаточной достоверностью. Требуется постановка специальных исследований для определения скоростей усвоения в зависимости от осуществляемого дидактического процесса.

Исходя из анализа материалов выполненных исследований, можно в первом приближении считать, что скорости усвоения информации следующим образом могут быть связаны со способами построения учебно-познавательной деятельности учащихся (см. таблицу 1.2.1), хотя строгими исследованиями по этой проблеме педагогика пока не располагает.

Все эксперименты по определению скорости усвоения сводятся к сопоставлению проводимого дидактического процесса с его эффективностью по формуле  $C = (Q/T) \cdot k$  (дв. ед./с), где  $k = a/n$  – коэффициент усвоения знаний учащимися,  $a$  – число правильно выполненных операций,  $n$  – число операций в тесте.

### **Связь скорости усвоения информации с познавательной деятельностью**

**Таблица 1.2.1**

№ п/п	Способы построения учебно-познавательной деятельности учащихся	Предположительная скорость усвоения
1.	Общение при непосредственном или опосредованном контакте с преподавателем	0,1-0,2 дв. ед./с
2.	По ассоциативной теории усвоения (Ю.А. Самарин, А.Ф. Эсаулов)	0,5-1,0 дв. ед./с
3.	По бихевиористической теории усвоения (Б.Ф. Скиннер)	1,5-3,0 дв. ед./с
4.	По теории поэтапного формирования умственных действий (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина)	7,0-10,0 дв. ед./с

Эксперимент осуществляется по следующему плану: 1) выделяется завершённый фрагмент учебного материала объемом  $Q$ ; 2) осуществляется некоторый (заданный, исследуемый) дидактический процесс по изучению этого материала и фиксируется затраченное время  $T$ ; 3) в конце обучения проводится тестовый срез и определяется достигнутый коэффициент усвоения  $k$ ; 4) подсчитывается скорость усвоения  $C$  для данного дидактического процесса.

При медленном чтении, ведущим лишь к пониманию прочитанного, эксперименты показали, что испытуемый обрабатывает информацию со скоростью  $C = 150$  слов в минуту, что составляет при  $k = 0,7$

$$C = (150 \text{ слов} \cdot 10 \text{ дв.ед.} \cdot 0,7) / 60 = 18 \text{ дв. ед./с.}$$

Это близко к скорости восприятия (не усвоения!) информации в традиционном (классическом) и в аудиовизуальном процессах обучения. Скорость же усвоения при таких процессах остается неизвестной, по-видимому, она близка к данным, приводимым Х. Франком.



При быстром чтении верхний предел скорочтения – 700 слов в минуту, значит при  $k = 0,7$ ,  $C = (700 \text{ слов} \cdot 10 \text{ дв. ед.} \cdot 0,7)/60 = 80 \text{ дв. ед./с.}$

Следовательно, резерв оптимизации учебного процесса при традиционном обучении только за счет активизации процесса восприятия информации находится в пределах  $(12-18) \leq C \leq (80-100) \text{ дв. ед./с.}$

Очевидно, что оптимизация скорости усвоения информации учащимися должна идти в первую очередь за счет совершенствования дидактического процесса. Это все еще не исследованные проблемы. Однако имеющиеся на этот счет публикации показывают, что скорость усвоения – основной управляемый фактор в преодолении перегрузки учащихся.

При известном объеме  $Q$  и скорости усвоения  $C$  для принятого дидактического процесса можно определить полное время  $T_y$  учебной работы учащихся по усвоению данного содержания с заданной целью. Полученное время может в нормализованном соотношении в зависимости от принятых организационных форм обучения (очное, заочное, промежуточные формы) распространяться на аудиторные занятия – при непосредственном контакте с педагогом и на различные виды самостоятельных работ – при опосредованном контакте с ним, например, при работах с книгой, фильмом и т.д.

Очевидно, что чем более развитые и совершенные дидактические процессы избраны, тем большая доля времени может быть отведена на самостоятельную работу. В принципе доля опосредованных контактов должна возрастать по мере продвижения ученика к старшим классам школы и студента к старшим курсам вуза. Рассчитав полное время на усвоение учебного предмета, необходимо распространить его на изучение каждой учебной единицы, а затем сгруппировать их в группы, соизмеримые со временем учебного занятия (урока, лекции, лабораторной работы, самостоятельной работы и т.д.).

Рассмотренные варианты совершенствования методических подходов к количественной оценке учебной нагрузки обучаемых, конечно, не претендуют на решение данной проблемы во всех ее аспектах. Многие проанализированные предложения носят дискуссионный характер. Тем не менее, сегодня стало очевидным, что разработка проблемы выявления количественных закономерностей в аспекте нормирования учебного процесса отстает от требований педагогической науки.

### **1.3. Структурно-функциональные способы нормализации учебной нагрузки обучаемых**

Формирование личности наиболее интенсивно происходит в процессе обучения и благодаря обучению. Обучение - это общение, в процессе которого происходит управляемое познание, усвоение общественно-исторического опыта, воспроизведение той или иной деятельности и овладение ею [227, 307, 316].

Чтобы произошло обучение какой-то деятельности, необходимо, прежде всего, чтобы преподаватель воспроизвел эту деятельность в целом или ее

отдельные действия перед учащимися. Только после этого учитель может предложить учащимся воспроизвести показанное в целом. Учащиеся, воспроизводя отдельные действия и деятельность в целом, овладевают той или другой деятельностью, но такое овладение происходит непременно в процессе обучения, т.е. посредством звуко-знакового взаимодействия.

Тот факт, что обучение есть всегда обучение какой-то деятельности, несколько не изменяет сущности обучения, т.к. деятельность, которой овладевают учащиеся под руководством педагога - это не сущность обучения, а его цель - то, ради чего обучение возникло и существует. Конкретная деятельность, которой овладевает ученик в процессе обучения, может быть разнообразной, но не она определяет сущность процесса обучения.

В процессе обучения происходит и воспитание. Между обучением и воспитанием имеется много общего, но есть и существенное различие. Обучение не охватывает всего процесса формирования личности школьника, всех видов его деятельности. В этом отношении воспитание - понятие более широкое.

Воспитание - это формирование человека в соответствии с заранее поставленными целями [229]. Поэтому питание, сон, организация досуга, участие в труде, игры, путешествия и т.д. - вся эта, выражаясь словами А.С. Макаренко, организация жизни ребенка - реальный процесс его воспитания, который хотя и включает в себя обучение как весьма важный компонент, но к нему не сводится [170].

Процесс обучения тесно связан с формированием нравственных качеств у школьников и студентов, выработкой у них активной жизненной позиции и т.д., но рассмотреть эти вопросы целесообразно тогда, когда будет показана деятельность учащихся, ее характер и направленность при применении системы НУП [155, 163, 165, 198].

Обучение - это взаимодействие того, кто учится, и того, кто учит: «обучающий - обучаемый». В дидактике предлагается в эту схему включить среднее звено - «учебный материал»: «учитель - учебный материал-ученик». «Реально при изучении явлений обучения, - пишет В.В. Краевский, - необходим учет зависимостей между тремя объектами: учителем, учеником и учебным материалом» [127, с. 12].

В.И. Загвязинский высказывается более определенно: «Основные закономерности педагогического руководства вытекают из целей воспитания и образовательной деятельности и развития обучаемых. Следовательно, во многом определяются отношениями «учебный материал - учитель» и «учебный материал - ученик» [87, с. 21].

Взаимодействие обучающихся и обучаемых, его разновидности и особенности с точки зрения нормирования - это проблема форм организации и методов обучения, т.е. то, что называют процессуальной стороной обучения. Вопрос о методах и формах организации обучения возникает тогда, когда возникают трудности в усвоении содержания обучения. Эпоха научно-технического прогресса и реформа образования отличается от предыдущих периодов тем, что содержание обучения и образования в общеобразовательных школах, профессиональных и высших учебных заведениях достигло такого

объема, что его усвоение подрастающими поколениями с помощью традиционных форм и методов обучения оказывается на низком качественном уровне, а запросы современного интенсивно развивающегося общественного производства остаются неудовлетворенными. Ненормированный учебно-воспитательный процесс в школах и вузах тормозит общественный прогресс, сдерживает темпы развития экономики и культуры.

Применение концепции целостной системы НУП в качестве установки для управления учебного процесса в средней и высшей школе может привести к некоторым выводам практического характера (см. 5.1 и 5.2 главы V). Все эти выводы сводятся к главной мысли: какими путями необходимо активизировать, улучшать познавательные процессы учащихся и обучающую деятельность преподавателя. Возможности активизации познания учащихся и преподавательской деятельности педагога в большинстве случаев раскрываются эмпирическим путем. Это по существу, все те приемы и способы активизации деятельности учащихся и учителей, которые практиковались всегда: умелое использование наглядности, продуманная постановка вопроса, умение учителя удивить ученика чем-то необычным, создать проблемную ситуацию, организовать в классе обсуждение, найти к каждому ученику индивидуальный подход, в очевидном найти невероятное, при изложении вопроса указать на противоречия во взглядах, в фактах, в самих изучаемых явлениях, вводить приемы, которые вызывают внимание и интерес слушателей и т.д. Однако, при всем этом, основной механизм процесса обучения, вся его организация, взятая в целом, остается ненормированной.

Необходимость активизации мышления и восприятия, учащихся никто и никогда не отрицал. Создание на уроках проблемных ситуаций с последующим их разрешением и обсуждением в определенных рамках весьма и весьма желательная вещь. Всем этим, как уже было показано в 1.1 настоящей главы давно занимаются педагогика и психология. Попытки превратить психологию развития творческого мышления в некий магистральный путь развития дидактики и школьного обучения не смогли даже в самой малой степени оказать влияние на организационную основу учебного процесса, являющемуся материальным механизмом этого процесса. Предложенные крупнейшими специалистами дидактики В.В. Краевским, М.Н. Скаткиным и И.Я. Лернером методы обучения представляли собой ряд ступеней процесса познания, взятых независимо, в полном отрыве от форм организации процесса обучения [146, 291, 316]. Мы назовем эти методы обучения, не вдаваясь в описание их деталей.

1. Информационно-рецептивный метод. С этого метода начинается познавательный процесс на уроках: учитель дает информацию, а ученики ее воспринимают, осмысливают, запоминают. Источником первоначального получения информации может служить также учебник, наглядное пособие.

2. Репродуктивный метод. По заданиям или вопросам учителя учащиеся воспроизводят изучаемый материал, с которым они успели ознакомиться либо благодаря изложению учителя, либо из учебника.

3. Проблемное изложение. «Учитель ставит проблему, сам ее решает, но при этом показывает путь решения в его подлинных, но доступных учащимся противоречиях, вскрывает ходы мысли при движении по пути решения. Назначение этого метода в том, что учитель показывает образцы научного познания, научного решения проблем, «эмбриологию знания», а учащиеся контролируют убедительность этого движения, мысленно следят за его логикой, усваивая этапы решения целостных проблем» [80, с. 162].

4. Частично-поисковый, или эвристический метод обеспечивает «поэлементное усвоение опыта творческой деятельности, овладение отдельными этапами решения проблемных задач» [226, с. 106]. Чтобы научить учащихся решать целостную задачу, их приходится учить самостоятельно выполнять каждый этап решения: в одном случае - видеть проблему, предлагая ставить вопросы к описанному факту или событию, документу, картине; В другом - строить доказательство; в третьем - делать выводы из представленных фактов; в четвертом - высказывать предположение; в пятом - составлять план проверки решения.

5. Исследовательский метод является «основным методом обучения творческой деятельности [ там же, с. 103]. Этот метод, «даже при его простых вариантах предполагает готовность ученика к целостному решению проблемной задачи, к самостоятельному прохождению необходимых его этапов» [ там же, с. 105].

В данном случае И.Я. Лернер и М.Н. Скаткин методами обучения считают этапы учебно-познавательной деятельности: обучение начинается с того, что учитель дает учащимся информацию, а они ее воспринимают, осмысливают и затем по требованию учителя воспроизводят (репродуцируют), и, наконец, творчески работающий педагог обращает внимание и выделяет время для того, чтобы у учащихся развить творческие способности, что и является высшим показателем овладения изучаемым материалом, или, точнее, той деятельностью, к которой учащийся готовится.

Нельзя не обратить внимание на то, что применение или неприменение части или даже всех перечисленных методов обучения несколько не влияет на материальный механизм учебного процесса, который является не внешним выражением познавательного процесса или метода обучения, а единственной субстанцией всего процесса обучения, подлежащей нормированию.

Термин НУП вводится нами еще для обозначения совокупности норм, регулирующих отбор содержания образования, методики преподавания предмета, бюджета учебного времени и др., т.е. с учетом характеристик предмета дидактики: единства содержательной и процессуальной сторон обучения, единства преподавания и учения, основных характеристик процесса обучения и его дидактических функций.

Термин «норма» понимается здесь достаточно широко, с учетом разнородности самой области значения слова «норма». Норма не обязательно фиксируется в форме императива, и следует учитывать, что «употребление предложения, а не его «внешность» определяет, является ли оно формулировкой нормы или же чего-то другого» [96, с. 21].

На уровне педагогической действительности, где нормируемое содержание образования становится содержанием совместной деятельности преподавания и учения, т.е. процесса обучения, которая регулируется дидактическими и методическими принципами, правилами, рекомендациями. Это нормы деятельности обучения, в то время как деятельность на предшествующем уровне по отбору содержания образования есть специальная деятельность и она должна регулироваться наряду с общедидактическими и методическими принципами обучения также и особыми нормами. К ним относятся нормы научно-теоретической и проектировочной деятельности в области дидактики и методик: общие и частные основания определения содержания образования, включающие требования к составлению школьных программ и учебников, их сравнительный анализ согласованности, критерии сложности и трудности учебного материала, бюджета учебного времени и т.п.

На уровне учебного предмета задачи НУП конкретизируются применительно к каждому разделу курса и пополняются знаниями нормативного характера: о функциях каждого раздела, об определении элементов состава данного раздела, их рациональной последовательности изучения, время, отведенное на их преподавание и т.п. Такие элементы системы НУП как нормы деятельности по формированию содержания образования должны, например, дать ответ на вопрос: чем следует руководствоваться при переходе от общего представления о знаниях, умениях и навыках как элементах содержания раздела к определению обобщенных знаний, общих для всего предмета? Таким основанием может быть представление о том общем и инвариантном, что остается неизменным независимо от функций каждого раздела курса.

Описанные выше психолого-педагогические требования к НУП предусмотрены главным образом для учета индивидуальных различий между учащимися. Они способствуют в основном реализации таких целей обучения, которые связаны и с передачей знаний, формированием умений и навыков учащихся, и с развитием их умственных способностей. В таких случаях доминирует руководимая учителем деятельность учащихся, где они являются объектом педагогического руководства. Окончательная же цель НУП, как мы показали выше - повышение уровня знаний, умений и навыков учащихся. Для достижения этой цели у каждого учащегося в процессе обучения должна быть возможность выбора. Только в таком случае он сможет превратиться из объекта управления в субъект управления своей собственной деятельностью. Ниже мы попытаемся показать, что особенно хорошие возможности для этого предоставляет использование элементов открытого обучения.

Основное содержание образования, как в прежней, советской, школе, так и в современной, установлено государственными учебными планами и программами. Все, что мы считаем фундаментом содержания образования и необходимым для формирования научного мировоззрения, не может быть добровольным и выборочным. Однако содержание образования необходимо пополнить и углубить в соответствии с интересами, способностями и профессиональными намерениями ученика. Свобода выбора имеется при изучении факультативных предметов, при выборе соответствующего класса с

углубленным изучением какого-либо предмета, а в условиях более глубокой дифференциации обучения и при выборе соответствующего потока на старшей ступени средней школы, наконец, при выборе самого типа школы (гимназия, лицей и т.д.). К этому добавляются еще и выборочные (альтернативные) предметы.

Общим качеством открытого обучения считается то, что обучение здесь не ограничивается строго регламентированными рамками, оно дополняется и модифицируется по воле школы или ученика. Иначе говоря, им оставлена некоторая свобода выбора. Открытое обучение может охватывать содержание обучения, его организационные формы и методическую сторону.

Представители теории открытого обучения [372], как и все реформаторы школы, исходят из критики традиционного обучения. Здесь традиционной системе адресуются следующие упреки: рутинность и жесткость организации урока и учебной работы вообще, описательный (повествовательный) характер обучения, незначительные возможности у учащихся для творческой работы, слабый учет интересов, стиля учителя и потребностей учащихся, жесткое регламентирование обучения в смысле времени и пространства, учет результатов обучения лишь на основании тех показателей, которые можно измерить. Анализируя эти критические замечания в адрес традиционного обучения с точки зрения обстановки в доперестроечной школе, можно сказать, что и тогдашней школе зачастую присущи те же самые недостатки.

Однако борьба против этих недостатков многих экспериментаторов в области открытого обучения привела к различным преувеличениям и даже просто к анархии. Ряд представителей сравнительной педагогики отчасти справедливо критикует концепции открытого обучения в западной педагогике. Например, Л.М. Чекина показывает, что виднейшие теоретики открытого обучения в США абсолютизируют естественную любознательность, жажду и потребности в знаниях детей. В качестве признаков полностью открытого обучения Л.М. Чекина приводит отсутствие обязательного учебного плана и программы, учащиеся сами должны отыскать содержание изучаемого, виды собственной деятельности, темп учения и его сроки. Классно-урочная система ликвидируется полностью. Учитель не управляет учебным процессом, а является лишь помощником в учении. В США стали широко использовать такое максимально открытое обучение. Как и следовало ожидать, такая система обучения потерпела полное фиаско: проявилось падение уровня знаний, а в особенности твердых умений, наблюдаются различные проявления беспорядков [352].

Однако, к сожалению, наряду со справедливой критикой, автор дает отрицательную оценку всему открытому обучению, как это было принято в те годы, считая его характерным для буржуазной педагогики перегибом, который ничего положительного для нас не содержит. К тому же автор не учитывает того, что за рубежом открытое обучение используется и в значительно более умеренном виде.

Одна из важнейших методологических проблем открытого обучения с точки зрения его нормирования - вопрос об оптимальной степени открытости, о взаимоотношениях между обязательным и выборочным. Злоупотребление

открытым обучением ведет к неуправляемости развитием ребенка. Однако это не результат порочности самого открытого обучения: все зависит от степени и условий его использования. То обстоятельство, что в западной школе его иногда использовали максималистски, еще не является основой для того, чтобы мы отказались от его разумного использования. Кроме того, в нашей постперестроечной школе на деле используются многие элементы открытого обучения. Было бы значительно продуктивнее и целесообразнее, если бы мы стали пользоваться им сознательно и целенаправленно на основе концепции НУП.

Открытое обучение реализуется также в разнообразии форм учебной работы. В дополнение к уроку ученик может использовать и другие формы учения, которые по своей сути более открытые: домашнюю работу, самостоятельную работу в библиотеке, в учебном кабинете, работу с техническими средствами (в будущем все в большей степени - с персональным ЭВМ), внеклассную работу, в том числе и в рамках олимпиад и конкурсов, а также и различные другие формы приобретения знаний и способов творческой деятельности в стихийно возникающих группах, в частности и в альтернативных школах.

В методике обучения открытость проявляется, прежде всего, в уменьшении регламентированности в деятельности учителя. Сущность вопроса здесь в том, что учащимся дается возможность выбирать задания. В методике учения открытость выражается и в том, что наряду с регламентированным руководством, ученику предоставляется возможность учиться в своем индивидуальном стиле. Открытое обучение на самом уроке хорошо помогают реализовать самостоятельная работа и групповая деятельность учащихся - как такие формы работы, которые, по сравнению с обычной фронтальной работой, предоставляют им больше свободы деятельности. Степень открытости здесь, разумеется, зависит от содержания и количества заданий, полученных учеником.

Из изложенного выше следует, что проведение НУП должно опираться на функционально-морфологический анализ. Поэтому складывается следующий состав нормирования: морфологическая структурная схема объектов изучения, функциональные типологии структурных элементов учебного материала - объектов изучения видов адекватной деятельности обучаемых (соответствующий каждому структурному элементу), качественных и количественных характеристик полноценного овладения ими учебного материала.

Определение морфологической структуры нормирования предполагает рассмотрение иерархии объектов изучения и видов учебной деятельности школьников в содержании учебного предмета. Важно указать для каждого самостоятельного объекта планируемые на выходе результаты обучения: перечни объектов изучения с описанием деятельности, в состав которой они включены, учитывая, что «знания как образы предметов, явлений, действий и т. п. материального мира никогда не существуют в человеческой голове вне какой-то деятельности, вне отдельных действий» [311, с. 130].

Полнота проведения нормирования обеспечивается рассмотрением различных типологий объектов изучения, выделенных с точки зрения их функции в учебном процессе. Особый интерес в этом отношении представляет подход, развиваемый в работе Б.И. Коротяева [124]. Автор указывает следующие основные функции учебного процесса: описание, объяснение и преобразование действительности и ее отражение в содержании образования, зафиксированной в учебных материалах. Каждая из указанных обобщенных функций решает свои специфические задачи в целостном процессе овладения системой учебного курса.

В задачи описания включается ознакомление с явлениями, фактами, реальными предметами, вообще с объектами изучения; указание на их существенные признаки, свойства и качества, рассмотрение связей и отношений между ними и на этой основе их перечисление, упорядочивание, группировку и классификацию. С этой функцией обучения связаны специфические средства вербального описания учебного материала, например, физические величины и явления. С помощью этих вербальных средств возникающие в сознании образы и представления о фактах, явлениях, законах, предметах, абстракциях (например, представление о скорости, температуре, уравнениях) переходят в научные понятия. Сами же эти средства как объекты изучения в ходе учебной деятельности (по мере овладения ими) запоминаются, входят в структуру второй сигнальной системы, речи и мышления учащихся.

Основные результаты обучения деятельности описания: воспроизведение указанных вербальных элементов, воспроизведение описаний самих объектов учебного материала (с использованием вербальных элементов), перечисляемых в программах в разделе «Требования к знаниям»: фактов, явлений, опытов и демонстраций, предметов и свойств физических объектов, признаков формируемых понятий и др.

Деятельность описания объектов учебного материала по памяти, конечно, репродуктивна. Вместе с тем, овладевая общими подходами к описанию, учащиеся могут осуществлять этот вид учебной деятельности самостоятельно в отношении новых фактов, явлений, предметов. Хотя при этом не вскрывается природа описываемого объекта, его связи с другими, такая деятельность учащегося выходит за рамки стереотипа и может рассматриваться как деятельность в новой ситуации.

Таким образом, описание как функция учебного процесса в предлагаемом толковании включает довольно широкий круг видов учебной деятельности, опирающихся на мыслительные операции наблюдения, сравнения, анализа и синтеза. Предполагается, что при разработке требований к знаниям при НУП по каждому разделу курса физики, исходя из их специфики, отдельные составляющие описания будут рассмотрены особо. Так, заслуживает специального внимания классифицирующая деятельность - первый уровень научного обобщения, необходимый при формировании понятия. В задачу описания включается часть процесса формирования понятия, связанная с выделением существенных признаков у единичных объектов, формированием определения понятия.



Функция объяснения (учебного материала, объекта изучения) - это раскрытие сущности объекта в тех конкретных элементах содержания обучения, которые предусмотрены учебным предметом и реализованы в учебных материалах. Объяснение того или иного факта, явления, реального предмета или идеального объекта познания обычно требует предварительного описания и следует за ним, однако можно выделить такие этапы учебного процесса или процесса проверки обученности учащихся, когда доминирует первая или вторая функция.

Рассмотренные выше объекты описания являются и объектами объяснения. Но в целях нормализации учебной нагрузки необходимо предусмотреть: во-первых, воспроизведение объяснений, усвоенных на основе учебного материала; во-вторых, самостоятельные объяснения учащихся. В существующей практике обучения к школьникам на этот счет, особенно в отношении выводов закономерностей и формул, предъявляются различные требования. Так, далеко не все выводы формул, изложенные учащимся в процессе обучения, обязательны даже для воспроизведения, а умение самостоятельно выводить их рассматривается как высокое достижение в обучении.

Структурные элементы, включенные в деятельность объяснения: суждения, закономерности, умозаключения, выводы, свойства, которые нужно выявить, обосновать, подтвердить доводами; основания-аргументы, посылки логического вывода; способы объяснения (доказательства); формы связи и сочетания оснований и следствий из них, которые обосновывают истинность тезиса. Например, в учебнике VII класса объясняется (доказывается), что это эффект выигрыша в силе с помощью гидравлического пресса логически объясняется законом Паскаля. Следовательно, в данном случае изучаемый объект - закон Паскаля - выполняет функцию аргумента при объяснении свойства другого объекта - гидравлического пресса, которые в этом неочевидном отношении являются тезисом. В описании требований по данному пункту указывается обоснование основного свойства гидравлического пресса как планируемый результат обучения.

Объектами объяснения могут быть факты, понятия, явления, законы, теории, механизмы, формулы, принципы действий приборов и устройств. Так, при объяснении физических явлений от учащегося требуется рассмотреть (воспроизвести или установить самостоятельно) связи с другими явлениями, их закономерности, количественные характеристики (связанные с данным явлением величины, связи между этими величинами и формулы, принципы и примеры использования явления в практике и т.д.).

Овладение учащимися функцией объяснения закона (закономерности) проявляется в их готовности обосновать его на уровне, предусмотренном учебной программой: указанием подтверждающих фактов, демонстрацией опыта либо путем логического вывода. К объяснению относится также указание границ действия закона и его применений на практике.

В учебном процессе в результате описания и объяснения фактов и явлений действительности устанавливаются законы и формируются теории, которые затем выступают как средство (метод) объяснения сущности

наблюдаемых фактов и явлений. Объектами, непосредственно включенными в эту деятельность, могут быть основные положения теории, математический аппарат, теоремы и следствия из них.

Преобразовательная функция учебного процесса заключается в приложении научной информации к явлениям действительности, к ситуациям с реальными или идеальными объектами, требующими ответа на вопросы, получения некоторых результатов.

Сформированность преобразовательной функции проявляется в готовности учащихся применять учебный материал как на основе известных им правил, предписаний, схем, так и в плане самостоятельного конструирования способов решения учебных задач, связанных с конкретной ситуацией, степень знакомства с которой может быть различной. Объекты, включенные в преобразовательную деятельность, как при описании, так и при объяснении делятся на средства, обеспечивающие ориентировочную основу преобразований (правила, предписания, опыты, демонстрации, ситуации), и на объекты преобразования:

а) различные ситуации, предъявляемые в заданиях, требующих ответа на вопрос, отыскания неизвестной величины, целенаправленного видоизменения объекта, получения практического результата; при этом под ситуацией понимается система конкретных взаимосвязанных понятий, признаков, фактов, терминов, символов, величин, составляющих в совокупности условия протекания некоторого явления или процесса, наступления события, достижения результата и т. п.;

б) реальные и идеальные объекты или абстрактные конструкции, например, физический прибор или установка.

Вопрос о способах описания учебной деятельности чрезвычайно актуален для современной дидактики и методики обучения [28, 105, 215, 294]. Чтобы это описание могло быть достаточно существенным и полным, оно должно состоять из двух взаимосвязанных частей. Во-первых, надо содержательно охарактеризовать умения, которыми должны овладеть обучаемые в итоге изучения дисциплины на разных возрастных этапах обучения. Во-вторых, требования к знаниям, умениям и навыкам должны включать указания на уровни их усвоения. Известно, что одни и те же знания могут быть усвоены учащимися на основе деятельности, различной по своему характеру: рациональной, наиболее быстро и экономно ведущей к конечному результату, и нерациональной, неэкономной; самостоятельной, не опирающейся на помощь учителя или учебника, и несамостоятельной, пользующейся этой помощью; продуктивной, открывающей новые пути решения, и непродуктивной, воспроизводящей уже известное ученику. Поэтому в описание предполагаемых результатов обучения при нормировании необходимо включить не только то, что учащийся должен усвоить, но и указания на уровень самостоятельности учебной деятельности школьника.

Умения и навыки включаются в состав содержания образования многими авторами, такими, как М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер, Г.И. Батурина, Н.Ф. Талызина, Т.И. Шамова, А.В. Усова, И.Д. Зверев и др. [24, 80, 90, 311, 334, 358]. В усовершенствованных программах по физике и астрономии содержатся

указания на овладение учащимися необходимыми умениями и навыками, дается содержательная характеристика некоторых из них [253]. Однако, и в программах, и особенно в методических пособиях само понятие «умение» понимается зачастую широко, неправомерно соотносится с теми видами деятельности, которые нет возможности и необходимости доводить до уровня умений. Вместе с тем умения - это не всякие действия или деятельность, но лишь такие, которые выполняются успешно, эффективно. Именно на эти отличительные стороны умения как учебной деятельности указывал Н.Д. Левитов, говоря, что «умение означает успешное выполнение действия или деятельности с выбором и применением правильных приемов работы и с учетом определенных условий» [143, с. 263]. Близкое к этому определение умения дает К.К. Платонов. «Умение, - пишет он, - это способность человека продуктивно, с должным качеством и в соответствующее время выполнить работу в новых условиях» [240, с. 142].

Мы считаем, что с учетом этих особенностей умений должны быть охарактеризованы основные, наиболее значимые для физики виды деятельности, доведение которых в работе с учащимися до уровня умений может быть обеспечено необходимыми педагогическими условиями. Среди этих условий немаловажное значение имеют повторяемость и углубление учебного материала, на основе которого может происходить первоначальное ознакомление с умением, дальнейшее его формирование и развитие, а также учебное время, необходимое для отработки навыков и усвоения знаний, которые впоследствии станут составными частями умения. Ведь состав умения сложен. В него входят «представления, понятия, знания, навыки, концентрации, распределения и переключения внимания, навыки восприятия, мышления, самоконтроля и регулирования процесса деятельности» (там же). Единство же всех этих компонентов в структуре умения определяется взаимодействием цели, т.е. представления о возможном конечном результате деятельности и условий, анализ и преобразование которых приводят к нахождению рациональных способов выполнения деятельности, последовательного осуществления действий, ведущих к успешному результату (с попутной саморегуляцией и самоконтролем). Именно умения дают возможность человеку владеть своими силами, целесообразно ими пользоваться, экономить их, ускорять процесс достижения цели, повышать продуктивность своей работы.

Для разработки системы НУП существенен вопрос о выделении видов умений, которыми должны овладеть учащиеся, о классификации и систематизации умений.

В дидактической литературе сегодня еще нет исчерпывающей классификации умений, достаточно полно представляющей учебную деятельность школьника. Умения выделяются по разным основаниям.

А.В. Усова подразделяет все умения на две большие категории: умения практического характера (измерение, вычисление, пользование источниками энергии, реактивами и др.) и умения познавательного характера (умения вести наблюдения, ставить опыты, работать с литературой и т.д.). Автор подчеркивает условность приведенного деления, поскольку оба вида умений взаимосвязаны и играют важную роль на всех этапах обучения [334].

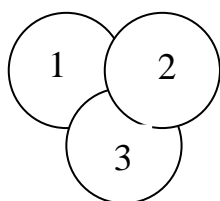
Т.И. Шамова вычленяет интеллектуальные, общие и специальные умения, называя их способами учения. К интеллектуальным способам учения она относит, прежде всего, овладение мыслительными операциями. В группу общих умений учебного труда автор включает умения планировать предстоящую работу, рационально ее организовать, контролировать ее выполнение. Специальные умения выделяются автором по направленности деятельности на содержание учебного предмета и развернуто не характеризуются [358]. Все эти виды умений рассматриваются автором рядоположено, как независимые друг от друга.

Результаты многих из упомянутых выше исследований в определенной мере были обобщены в «Программе развития общих учебных умений и навыков школьников (1-Х классы)», проект которой разработан Н.А. Лошкаревой [252]. Автор выделила четыре группы общих умений и навыков: учебно-организационные, учебно-интеллектуальные, учебно-информационные, учебно-коммуникативные. Достоинством этой классификации умений и навыков необходимо признать стремление охватить практически все стороны учебной деятельности, которой школьники овладевают в процессе учения, труда и общественной работы.

Вместе с тем вызывает возражение разделение по признаку внешней и внутренней учебной деятельности умений организационных и интеллектуальных, а по уровню познавательной самостоятельности - интеллектуальных и информационных. Это ведет к дроблению единого акта деятельности, к излишнему неоправданному повторению в различных разделах программы сходных по своей сущности действий и операций. Явившись большим шагом вперед в описании учебной деятельности, проект программы со всей остротой ставит до конца не разработанный вопрос о взаимосвязи различных видов учебной деятельности, соотношений различных групп умений.

Анализ названных (и многих других) работ показывает, что связи, и взаимоотношения различных групп умений прослежены и выявлены дидактикой еще недостаточно. Однако уже сегодня с учетом опыта накопленного психологией и дидактикой, в программах может быть дана характеристика важнейших видов учебной деятельности, которые могут быть сведены к следующим:

- 1) специальные умения;
- 2) умения рационального учебного труда;
- 3) интеллектуальные умения (рис.1.3.1).



*Рис.1.3.1. Характеристика видов учебной деятельности.*

Продуктивность владения умением характеризуется, прежде всего, тем, какой из психических процессов лежит в основе деятельности. Это могут быть процессы восприятия и памяти, которые включают в себя и мыслительные

процессы, благодаря чему деятельность приобретает активный, сознательный характер. Это может быть процесс мышления, использующий результаты восприятия и запоминания. В первом случае мыслительные процессы проявляются в действиях по переносу умений на решение различного рода познавательных задач - в том виде, в каком умения усвоены, или после их изменения как необходимого приспособления к новым условиям. В другом случае процесс мышления осуществляется в действиях по существенному преобразованию ранее сложившихся у учащихся и закрепленных в виде навыков способов деятельности.

Каждая из ступеней деятельности может быть охарактеризована и по признаку сложности включенных в нее элементов. Деятельность первых двух ступеней включает действия и операции, уже известные ученику, и он или применяет их в изученной ранее структуре, или меняет ее, устанавливая новые необходимые связи между действиями. Деятельность более высоких ступеней - по преобразованию ранее усвоенных способов деятельности в новое умение, по нахождению новых способов - включает моменты догадки, озарения, элементы эвристики.

Таким образом, по направленности деятельности на компоненты содержания обучения могут быть выделены следующие уровни учебной работы школьников: 1) прямого воспроизведения учебного материала и копирования способов деятельности по образцу; 2) вариативного воспроизведения учебного материала и необходимого изменения способов деятельности в сравнении с образцом; 3) применение ранее усвоенных знаний для решения новой учебной задачи и существенного преобразования в связи с этим способом деятельности; Эти уровни легко соотносятся с теми, которые выделены в дидактике, но дополнительно характеризуют учебную деятельность по ее отношению и к знаниям, и к умениям, которые усваивают учащиеся в процессе обучения.

Указание на уровень усвоения в требованиях к учебной подготовке школьников может быть дано в различной форме. Однако совершенно необходимо указать, по крайней мере, на воспроизводящий или продуктивный характер деятельности учащихся, не умаляя значения ни того, ни другого. Действительно, в ходе воспроизводящей деятельности обучаемых они обогащаются знаниями, у них вырабатываются и закрепляются первичные умения, приобретается готовность к применению и добыванию знаний. В продуктивной деятельности формируется опыт творческого мышления, вырабатываются гибкие, нешаблонные подходы к решению многообразных учебных задач, учащиеся учатся применять знания в жизненно мотивированной деятельности, в том числе и во внеурочной, самостоятельно приобретать новые знания и творчески открывать неизвестные им способы работы.

## **Выводы по первой главе**

Основное и принципиальное назначение подхода к системе нормирования учебного процесса, как к объекту научного исследования, состоит в целостном

видении объекта познания. Главная роль системного подхода к исследуемой проблеме - в особом междисциплинарном видении деятельности, направленной на познание и преобразование объекта познания.

Подход основанной на идеях оптимизации процесса обучения нацеливает все компоненты выделенных нами системы нормирования учебного процесса на достижение оптимальных результатов в соответствии с заданными критериями и условиями, а также достигаемой целью. Планируемыми результатами учебной деятельности обучаемых - опорными структурными элементами системы нормирования учебного процесса служат объекты и виды (способы) этой деятельности. В процессе овладения ими и нормализации учебной нагрузки реализуются все цели обучения.

В педагогической науке известны различные попытки математического описания учебного процесса, причем это делается с разной степенью обоснованности. Представляется особенно ценным такие варианты, которые предложены с целью оптимизации процесса обучения. Для средней школы в большинстве случаев используются формально-аксиоматические методы, где состояние обучаемого в дидактическом процессе характеризуется тем количеством информации, которое усвоено им к данному времени. В высшей школе оптимизация обучения главным образом осуществляется на основе методов сетевого планирования и управления.

Разработка системы нормирования учебного процесса представляет собой структурирование множеств объектов учебной деятельности, осуществляемые в соответствии с учебной программой. При этом нами разрабатываются морфологическая и функциональная структуры. Первая представляет собой иерархию учебного материала, описанную в терминах молекулярной физики, раскрывающую номенклатуру и порядок предъявления учебного материала в процессе обучения. Вторая - функциональная структура - разрабатывается с учетом объектов изучения в процессе учебной деятельности обучаемых. В качестве основных функций рассматриваются описание, преобразование реальных и идеальных объектов изучения.

Описанные выше методологические подходы к объяснению взаимосвязи объектов изучения и видов деятельности по их усвоению, к описанию их целостных морфологических и функциональных структур могут быть положены в основу создания системы нормирования учебного процесса в целях дальнейшего совершенствования знаний и умений обучаемых.

В результате теоретико-методологического анализа нами раскрыты: 1) многоаспектность исследуемой проблемы (методологический психолого-педагогический, дидактический, методический, личностно-деятельностный); 2) основная дидактическая сущность нормирования учебного процесса как системы принципов обучения; 3) многозначность нормирования (система, принципы, цели, условия, средства, результаты); 4) полифункциональность нормирования процесса обучения (методологическая, формирующая, конструктивно-моделирующая функции).

## ГЛАВА II. СИСТЕМА НОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Анализ результатов исследований, посвященных нормированию учебного процесса

Одними из главных требований, предъявляемых к учебно-воспитательному процессу, как указывали крупнейшие ученые В.Г. Разумовский, А.В. Перышкин, В.А. Фабрикант, соблюдение которых ведет к совершенствованию уроков по физике, являются рациональное планирование и нормирование учебного процесса. Они отмечали, что для достижения глубоких и прочных знаний школьников необходимо «...совершенствование системы планирования учебных занятий в расчете не только на прохождение учебного материала, но и на гармоническое сочетание различных методов обучения» [259, с.7].

В.Г. Разумовский и В.В. Усанов подчеркивали, что «достижение высокого качества обучения требует постоянной корректировки плана с нормами учебной нагрузки учащихся на уроке и дома, которые существенно зависят от педагогического мастерства учителя, дидактического совершенства учебников, индивидуальных особенностей школьников. Важно непрерывно искать пути и способы приведения в соответствие норм учебной информации и познавательных возможностей учеников» [260, с.21].

Среди многих недостатков современного отечественного образования В.М. Монахов отмечает «ненормированность учебной нагрузки» и далее указывает, что «нет у нас норм функциональной грамотности, в частности норм математической культуры, необходимой современному образованному человеку, норм географического кругозора школьника» [195, с.27].

Одним из направлений исследований оптимизации учебного процесса было выяснение возможностей индивидуализированного обучения в преодолении неуспеваемости учащихся. Типичная черта этих исследований - подход к личности учащегося как к целому и возможно более разностороннее изучение его личности. Наиболее известным трудом в этой области является, безусловно, докторская диссертация Ю.К. Бабанского, которая посвящена оптимизации учебного процесса для предупреждения неуспеваемости школьников [20].

При индивидуальном подходе к неуспевающему учитывается тот факт или комплекс факторов, который обуславливает неуспеваемость учащегося (пробелы в знаниях, дефекты в мышлении и в навыках учебной работы, отрицательное отношение к учебе, пониженная работоспособность и т.д.). В его более поздних работах, где оптимизация учебного процесса рассматривается в общепедагогическом плане, автор продолжает выработку системы средств для предупреждения неуспеваемости учащихся. Проблема эта рассматривается комплексно: представлены способы, как преодолеть недостатки в знаниях, умениях и навыках и в процессе мышления, неразвитость мотивации и слабость

воли, а также недостатки в семейном воспитании. Рассматриваются вопросы оптимизации учебного процесса и применительно к отличникам, причем особое внимание уделяется углублению знаний последних, удовлетворению их познавательных интересов, использованию творческой деятельности, сочетанию обязательной классной и добровольной внеклассной и внешкольной работы.

Изучая проблему оптимального выбора методов обучения Ю.К. Бабанский подходит к их классификации с позиций современных представлений о целостной характеристике деятельности. Он признает принципиальную возможность ориентации методов на формирование мотивационного, организационно-действенного и контрольно-оценочного компонентов деятельности. В соответствии с этим целесообразно выделить следующие группы методов обучения: мотивации учебно-познавательной деятельности; организации учебно-познавательных действий, контроля и самоконтроля за эффективностью учебно-познавательной деятельности [19]. В целом предложенная классификация обеспечивает возможность нормирования методов обучения в органической связи с перспективами развития целей и содержания образования на единой основе.

Другое направление оптимизации учебно-познавательного процесса связано с внедрением элементов программированного обучения [217]. Преподаватель и обучаемый должны быть обеспечены своевременной интенсивной обратной связью: постоянно получать сведения о своей работе, чтобы вовремя вводить необходимые коррективы в обучение. Из всех возможных областей применения программированного обучения выделились узкие места, где его применение наиболее рационально. Такими узкими местами в учебном процессе являются контроль усвоения, упражнения и закрепление, выбранные последователями программированного обучения как основные области приложения программирования. Их использование не связано с коренной перестройкой содержания и методики обучения. Программированный контроль и упражнения органически вписались в структуру традиционного урока, разработаны простые и доступные технические средства программированного обучения, несложно и использование персональных компьютеров, легко осуществляется и безмашинный вариант.

Требования о том, что при планировании уроков необходимо учитывать познавательные возможности школьников к выполнению различных видов учебной работы, что в процессе обучения не следует ограничивать деятельность учащихся, а нужно ее разумно нормировать впервые научно обоснованно прозвучало в докторской диссертации С.В. Иванова [95].

В.И. Конюшенко предприняла попытку раскрыть сущность нормирования основных видов учебной деятельности младших школьников на уроке при обучении по новым программам 70-х годов. Она показала, что разработка норм продолжительности слушания, чтения, заучивания наизусть и письма позволяет правильно распределять время и объем учебной нагрузки, сочетание и смена различных видов деятельности повышает интенсивность



работы учащихся на уроке, а также правильно планировать проведение самостоятельных работ на уроках [122].

Основной целью исследования С.Л. Мендлиной [184] была разработка педагогического подхода к вопросам нормирования домашней учебной работы школьников, выявление тех характеристик домашнего учебного труда, которые существенны с педагогической точки зрения и могут быть использованы при нормировании. Исходя из структуры заданий на материале предметов гуманитарного цикла в V- VIII классах, как единиц домашней учебной работы, она обосновала, что основными показателями трудоемкости этой работы выступают объем и сложность заданий. Важным результатом исследования С.Л. Мендлиной является использование количественного выражения трудоемкости заданий, что необходимо при установлении их норм. Вместе с тем, она вынуждена признать, что решение поставленной проблемы, направленной на разработку теоретических предпосылок нормирования домашней учебной работы школьников, непосредственного влияния на практику работы школ оказать не могут. Это влияние проявится лишь после того, как будут разработаны сами нормы для всех учебных предметов и по всем классам.

Введенные в 80-х годах усовершенствованные программы по всем учебным предметам создавались таким образом, чтобы приблизиться к решению вопроса по нормализации учебной нагрузки школьников. В течение ряда лет методисты, дидакты, психологи и физиологи АПН СССР проводили комплексное исследование учебной нагрузки учащихся в условиях усовершенствованных программ и учебных пособий. В 1984 году на Всесоюзном семинаре обсуждались вопросы нормализации учебной нагрузки школьников по географии, на котором были выделены основные факторы (организационно-управленческие, учебно-методические и физиолого-психологические), которые являются определяющими в учебной нагрузке школьников [209].

Подчеркивая положительное значение тех или иных приемов обучения А.М. Сохор [304] не универсализирует их, предостерегает педагогов от переоценки их значения, говорит о мере проблемности, строгости доказательства, популярности, эмоциональности и т.п. Категория меры широко используется автором в различных разделах его трудов. Надо согласиться с его утверждением о том, что вопрос о мере - один из центральных и трудных в педагогике и для успешного его решения требуется не только знание теории, но и овладение педагогическим искусством, умение применять теорию с учетом конкретных условий, в которых осуществляется педагогический процесс.

А.А. Кирсанов рассматривал использование заданий различной трудности в разных звеньях учебного процесса и продолжал исследования в области индивидуализации обучения, результаты которых подытожены в его докторской диссертации [115].

Н.В. Промоторова исследовала использование индивидуальных самостоятельных работ при обучении естественно-математическим дисциплинам. Эти работы индивидуализировались по объему (учащиеся выполняли их в том объеме, в каком они были в силах) и по степени слож-

ности (задания с возрастающей сложностью). Ученики сами выбирали себе из всех заданий посильные. Кроме того, использовались и задания, дополняющие программу. Таким образом, здесь сконцентрировался принцип избирательности заданий. Эффективность такого обучения выражалась в повышении качества знаний и в росте творческой активности учащихся [254].

Под руководством А.В. Усовой проводились многолетние исследования по изучению мнений самих учеников о помехах в учении и их суждениях о мерах, которые нужно предпринять для того, чтобы учение было более успешным и интересным [335]. Результаты их исследований показали, что дифференциация обучения, предоставление ученикам права выбора специализации в старших классах вполне оправданы, это предоставляет им возможность углубленно изучить предметы, соответствующие их склонностям, способностям и познавательным интересам.

Учитывая, что многие школьники жалуются на недостаток времени «для того, чтобы во всем хорошо разобраться», и рассматривают дефицит времени как одну из основных причин, мешающих им добиться успехов в учении, надо принять меры для разгрузки учебных программ и скорректировать «Российский стандарт физического образования» [268], чтобы при переносе из курса физики X-XI классов довольно большого по объему учебного материала в основную школу (прежде всего в VIII и IX классы) не создать еще большую нагрузку на учащихся основной школы, тем более что этот перенос предлагается осуществить при уменьшенном числе часов на изучение физики (см. «Базисный учебный план») в IX классе с 3 до 2 часов. Далее А.В. Усова предупреждает, что следствием этого будет поверхностное, формальное рассмотрение материала, недостаточность упражнений по закреплению теории и формированию умения оперировать новыми знаниями в решении различного рода задач, снижение роли развивающей функции обучения. Не случайно ведь более 80% опрошенных ими школьников считают, что для повышения успехов в учении необходимо «больше выполнять упражнений», «больше решать качественных и экспериментальных задач».

Самой сложной остается проблема нормирования отбора содержания образования. Остановимся на отдельных аспектах ее решения.

В структуру познавательной активности обучаемых включаются знания, овладение ими соответствующей информацией. Отбор этой информации, сближение содержания образования с современным уровнем науки определяют перспективы развития целостной дидактической системы. В трудах ученых-педагогов М.Н. Скаткина, В.В. Краевского, В.С. Леднева, И.Я. Лернера и методистов В.Г. Разумовского, А.А. Пинского, Э.М. Мамбетакунова и др. эта проблема получила качественно новое развитие, а именно физическая наука должна найти отражение в содержании образования не только как система знаний, но и как деятельность (исследовательская, теоретическая, экспериментальная).

Другая особенность развития не только физики, но и других предметов, которая нашла отражение в содержании образования - генерализация знаний, усиление функций научных теорий [62, 86, 144, 196, 200, 365]. В этой связи особую актуальность в изучении явлений объективного мира приобретает

метод восхождения от абстрактного к конкретному. В содержании образования курса физики это выражается в усилении дедуктивного построения учебных курсов, усиление роли теории, более последовательное представление методов науки.

Д.Ш. Матрос с сотрудниками предприняли попытку оценки учебников с точки зрения затраты времени в ходе дидактического взаимодействия учителя и учащихся в зависимости от сложности текста. Сложность текста они оценивали по структурной формуле, разработанной А.М. Сохором [302]. Основным количественным показателем, характеризующим структурную формулу, является степень сложности структурной формулы  $p=2m/n$ , где  $m$  - число логических отношений в структурной формуле,  $n$  - число понятий в ней. Чем меньше степень сложности структурной формулы, тем выше относительная доступность соответствующего отрезка учебного материала. В результате они пришли к выводу, что учащиеся при работе по пробному учебнику Н.М. Шахмаева затрачивают на 30% меньше учебного времени, чем учащиеся, работавшие по стабильному учебнику, и усваивают учебный материал несколько лучше [179].

Ю.А. Сауров и Г.А. Бутырский для исследования нормализации учебной нагрузки использовали сравнительный анализ аппарата организации усвоения стабильного и пробного учебников по физике. К ним относили характеристики содержания и структуры текстов, вопросы и задания, примеры решения задач, инструкции к лабораторным работам, оформление форзацев, т.е. характеристики и элементы основного и дополнительного текстов, которые участвуют в организации усвоения, оглавление и иллюстративные материалы. В их исследовании проводилось сравнение сложности текста с помощью различных методик. При оценке по формулам

$$X_0 = 0,131X_1 + 9,84X_2 - 4,59, \text{ где } X = \text{alg}b$$

эмпирические результаты индекса сложности текстов они интерпретировали для стабильного и пробного учебников как приблизительно равными. Используя при анализе ряда типичных параграфов метод графов, они приходят к выводу о том, что логическая структура текстов обоих учебников является сложной: графы ветвятся, содержат много циклов, формально-логические методы сравнительного анализа текстов позволяют уточнить и нормализовать оценку соответствия текстового содержания учебников задачам организации усвоения [39].

В исследовании И.И.Нурминского [212] удалось выявить количественные функциональные связи результатов формирования знаний и умений учащихся с их разнообразной деятельностью в процессе изучения физики. Он доказал, что многофакторный характер реального учебного процесса в школе не дает возможности учесть и измерить многие из этих факторов и это требует модернизации метода многофакторного исследования. В результате он разработал метод, позволяющий оценить относительную эффективность значительного числа факторов учебного процесса (компонентов учебника и средств обучения на уроках) и построить графики, отображающие зависимость результатов формирования знаний и умений учащихся от этих факторов.

Разработанные им качественные и количественные выводы об особенностях учебного процесса в массовой школе отражают реально существующие закономерности этого процесса и могут быть названы закономерностями методики обучения как науки. Вместе с тем не нужно упускать из виду, что справедливость выявленных И.И.Нурминским статистических закономерностей формирования знаний и умений учащихся установлена при существующих в 80-е годы условиях обучения в общеобразовательной школе. При изменениях качественного состава учащихся, статуса школы в обществе, условий работы учителей и учащихся могут и должны измениться численные значения параметров статистических закономерностей обучения.

В наших многолетних исследованиях одной из задач была предпринята попытка применить метод однофакторного анализа к реальному многофакторному процессу обучения на уроках физики в IX классе. Наши основные рассуждения сводились к тому, что и вербальное объяснение учителя, и решение задачи, и применение любого другого средства обучения требуют затраты некоторого учебного времени. Мы попытались выявить зависимость результатов  $k$  усвоения учащимися того или иного элемента учебного материала курса физики от времени  $t$ , затрачиваемого на уроках при объяснении и отработке этого элемента, т.е. время изучения элемента учебного материала предстает здесь как интегральная характеристика всех средств обучения, использованных на уроке при изучении этого элемента. Влияние учебника не учитывалось в явном виде.

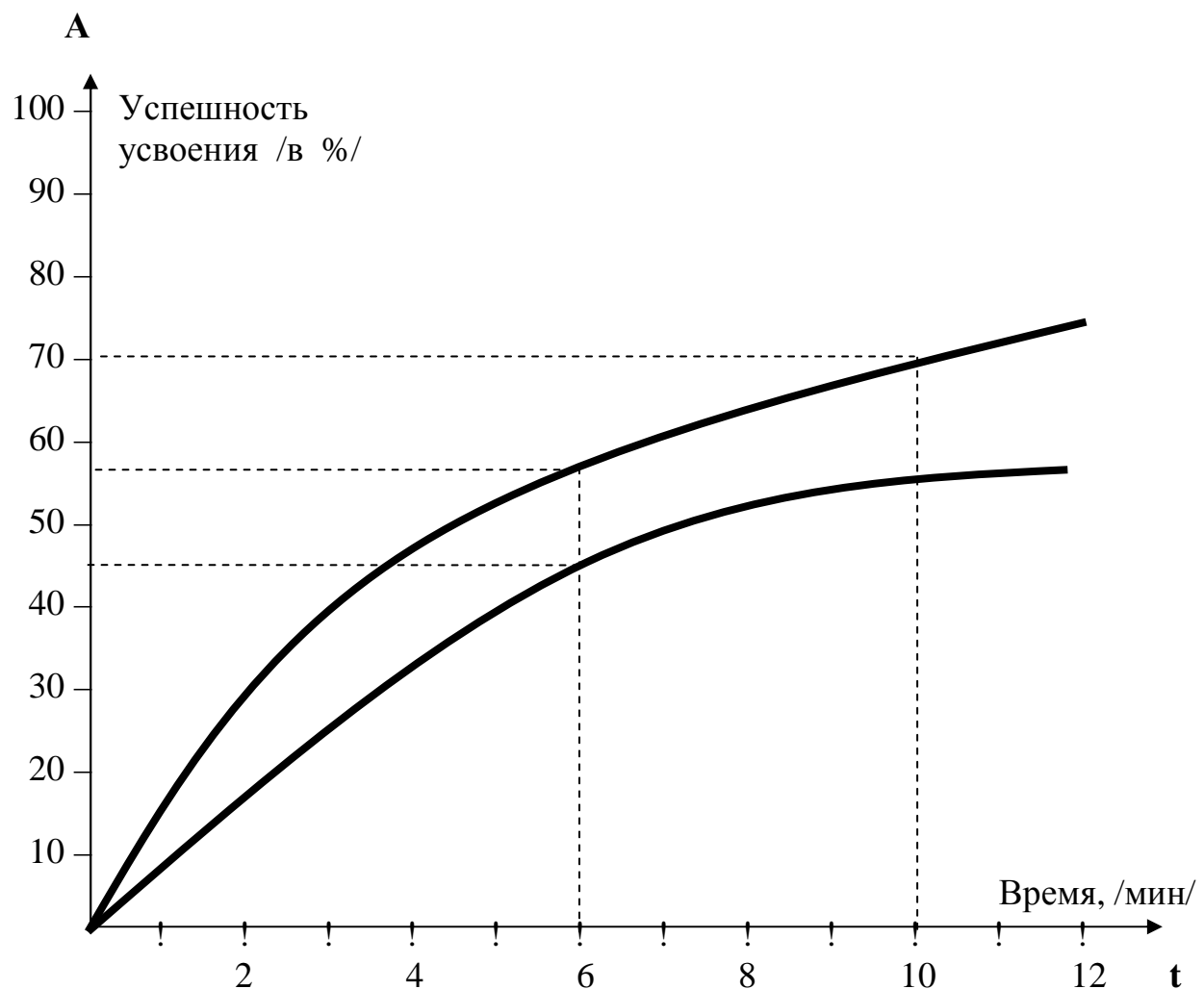
Важным моментом в нашем исследовании являлось то, что заранее не предполагалась одинаковая закономерность усвоения разных вопросов курса физики. Примененный нами метод исследования дал успешные результаты при следующих условиях:

- влияние факторов учебника на формирование знаний учащихся по всем смысловым элементам учебного материала приблизительно одинаково или пренебрежительно мало по сравнению с влиянием факторов методики;
- эффективность каждого средства обучения на уроках приблизительно одинакова и одинаковы затраты времени при разовом использовании каждого из этих средств (или эффективность средств обучения разная, но эффективность каждого средства обучения пропорциональна затратам времени при его неоднократном применении на уроке).

Выявленная нами зависимость  $k$  от  $t$  отобразилась на координатной плоскости [ $k, t$ ], в виде неширокой полосы (см. рис. 2.1.1) дающей, с одной стороны, возможность на ее основе достаточно точно рассчитать численное значение коэффициента обучения  $k$  при выборе той или иной методики обучения (при том или ином значении  $t$ ), а с другой – доказывает, что перечисленные выше допущения о влиянии факторов учебника и методики на результаты обучения близки к реальности. Подробный анализ графика будет дан в 2.3.

В последнее время в зарубежной педагогике большое внимание в области оптимизации учебного процесса привлекает теория обучения для достижения целей, или мастерского обучения (mastery learning) Б.С. Блума, базирующаяся

на модели обучения Дж.Б. Кэрролла. В основе этой теории лежит такая система обучения, использование которой позволяет почти всем учащимся достигнуть основных целей обучения. Б.С. Блум выступает принципиально против тех, десятилетия доминирующих в США теорий, согласно которым основной путь индивидуализации - путь отбора учащихся по умственным способностям в различные типы школ и классов. Он исходит из предпосылки, что различия основной массы учащихся (за исключением особо одаренных и с особо низкими умственными способностями) сводятся, прежде всего, ко времени, отведенному ученику для усвоения учебного материала. Для каждого ученика необходимо отводить время, соответствующее его личным способностям, для возможности



*Рис. 2.1.1. График зависимости успешности усвоения учебного материала от длительности его изучения*

повторения и на индивидуальную помощь. Таким образом, можно обеспечить полное усвоение основного материала (материала-минимума), без которого немисливо достижение последующих целей обучения [373, 374].

При практическом применении этой теории иногда впадают в другую крайность: исходят из того, будто бы при полном усвоении учебного материала индивидуальные особенности нивелируются, поэтому работа с более

способными учащимися вообще не предусматривается. В экспериментальной работе эстонского педагога Э.В. Крулля, исходящего из теории Б.С. Блума, выявлены возможности полного и своевременного усвоения учебного материала по физике (в VIII классе). Его методика предусматривает и работу с углубляющим учебным материалом для более быстро работающих школьников. Вообще, названный эксперимент дал большой эффект в усвоении основного материала по физике по средним показателям знаний. Особенно большим был эффект по категориям понимания и применения знаний [132].

Гибкое приспособление учебной работы к уровню развития каждого учащегося с помощью индивидуализированной работы признается очень важным и в теории другого известного американского педагога - Р.М. Ганье, согласно которой для достижения целей обучения необходимо точно учитывать достигнутый учащимися уровень и детально руководить его учебной деятельностью. Сначала точно фиксируются конкретные цели данного учебного подраздела, затем с помощью тестов устанавливаются предварительные знания и умения учащихся. Далее представляется хорошо структурированный учебный материал вместе с обогащающими (один из принципов в педагогике США - принцип обогащения (enrichment), подразумевающий пополнение стандартной, одинаковой для всех учащихся программы) материалами (последние в особенности по естественным и общественным предметам), в основном для самостоятельной работы, за которой следует самоконтроль с помощью средств обратной связи. Учитель во время самостоятельной работы помогает каждому ученику индивидуально, а также время от времени проверяет результаты. В конце занятия происходит обсуждение в большой группе, что превращает всю работу в более интересную и тем самым помогает повысить мотивацию [376].

На этих и аналогичных принципах базируется ряд систем, на основе которых выработаны конкретные программы, например, программа индивидуальной помощи (IGE - individually prescribed instruction), обучающая программа, приспособленная к потребностям учащихся (PLAN-program for learning in accordance with needs). Так, для программы IPI характерно точное и особенно частое тестирование. В начале учебного года тесты проводятся для выяснения уровня развития ученика, на этой основе ему назначаются учебные единицы. Перед изучением каждой учебной единицы проводится предварительный тест (pretest). Если ученик заполнит его в объеме 85%, то он сразу же переходит к изучению следующей единицы. В ходе изучения материала учебной единицы проводятся промежуточные тесты, а после окончания изучения – заключительный тест (posttest). Если материал не изучен в объеме 85%, то не усвоенный материал дается на повторение для учащихся, которые работают быстрее, даются учебные единицы повышенной трудности. План, представленный в 1979 году Дж.К. Фланджером, ориентирован на учет различных потребностей, интересов и способностей учащихся. Ученику дается богатая возможность выбора. Это обеспечивается тем, что учебный материал подается на 12 различных уровнях трудности. Иногда здесь учитываются и различные стили учения. Например, учебная единица по математике с одними и теми же целями преподносится учащимся двумя способами: в одном случае -

индуктивно, в виде проблем и игр. Ученик имеет возможность выбирать между этими способами представления. Результаты проверяются едиными для всех тестами с помощью компьютеров. Встречаются и системы, которые базируются на компьютерном обучении, например, система PLATO (programmed logic for automated teaching operations) [377].

На основании свободы выбора, оставленной учащимся, Р.М. Ганье и Л.Дж. Бригс представляют следующие варианты оптимизации учебной работы: 1) независимое обучение (independent study), где учащийся сам выбирает как учебный материал, так и способ его изучения; учитель представляет материал и является консультантом; этот вариант предназначен в основном для обогащения; 2) изучение самоуправляемое (self-directed study), здесь конкретные цели и учебный материал назначены учителем, способ его усвоения выбирает сам ученик; 3) нацеленная на учащегося программа (learnercentred program), здесь учащийся может выбрать учебный материал и время его изучения, способ же усвоения определен; эта программа более или менее идентична персонифицированной программе (personalized program); учебная работа определена самим учеником (student determined instruction), здесь ученик сам определяет все следующие условия или их часть: учебный материал, последовательность его изучения, темы, самооценка, выбор цели; все эти приемы используются в дополнение к обычной обязательной учебной работе и лишь для части учащихся [376].

В ряде стран (США, Канаде и др.) переходят от программ «с запасом» (более углубленных, расширенных) к программам с альтернативными подтемами, т.е. типами упражнений с учетом индивидуальных особенностей когнитивного стиля учащихся. Популярна работа по «учебным соглашениям», которые заключаются между учителем и учеником.

## **2.2. Современное состояние процесса обучения физике в средней школе и вузе**

В связи с обретением республикой суверенитета перед педагогической общественностью была поставлена задача - привести учебные программы в соответствие с требованиями переходного к рыночной экономике периода, научно-технического прогресса, возрастными особенностями учащихся различных школ. С этой целью необходимо было уточнить перечень и объем учебного материала, освободить их от излишне усложненного, второстепенного материала, предельно четко изложить основные понятия и ведущие идеи предмета, обеспечить необходимое отражение в нем новых достижений науки и практики; усилить воспитательную направленность содержания образования.

Наряду с этими задачами выдвигалось новое требование: определить по каждому предмету оптимальный объем знаний, умений и навыков, обязательных для усвоения учащимися [6, 173, 192].

Теоретические и практические проблемы создания и выбора наилучшего учебника физики стали особенно актуальными в последние десятилетия. С одной стороны, большую роль в процессе создания учебника стали играть концепции структуры и содержания учебного предмета, разработанные в

последние годы в дидактике и методике [172, 204, 221, 296, 300], и, как следствие в процессе многократной переработки действующих и написании пробных учебников накоплен определенный опыт конструирования и нормирования школьных учебных книг по физике. С другой стороны, в методике преподавания физики осознаны и экспериментально зафиксированы некоторые негативные последствия недостатков учебных пособий, в частности, для X (по старой нумерации IX) класса [300, 326]. Кроме того, во всех реформах общеобразовательной школы не снят с повестки дня вопрос устранения перегрузки учащихся.

Поэтому особенную остроту приобрела задача разработки технологии конструирования и нормирования учебника физики в условиях разделения на различные типы школ учреждений среднего образования. Одними из основных звеньев такой системы является сравнительный анализ (теоретическими и экспериментальными методами) учебных пособий для одной возрастной группы учащихся и исследование бюджета учебного времени, необходимого для усвоения различных тем курса физики.

Содержание образования по физике не может быть сведено лишь к перечню подлежащих изучению тем, разделов, вопросов, ибо оно включает различные виды знаний и формируемые на их основе умения и навыки. Это воззрение на состав содержания образования учитывается при реализации одной из важнейших функций программ: отражения в них предметной области науки физики, изучаемой в рамках школьной учебной дисциплины.

Другая функция программы - функция управления учебно-воспитательным процессом связана с пониманием учения как особого вида деятельности, в процессе которой происходит развитие способностей и формирование личности школьника. В таком понимании учения важны все его стороны.

Реализация обеих функций программы требует такой характеристики содержания курса физики, которая ориентировала бы учителя на конечные результаты обучения. Это требование всецело относится к описанию объектов изучения (знаний), видов деятельности (умений), их взаимосвязи.

В середине 80-х годов идея о необходимости фиксировать в программах планируемые результаты обучения стала осознаваться широким кругом ученых-методистов, участвующих в их разработке. В этот период в некоторых программах появились поклассные перечни умений и навыков, которые планировались формировать у учащихся. Такие перечни в прямом виде были даны в программах по физике, химии, иностранным языкам, черчению. И только в 1984 г. на основе исследований сотрудников лаборатории по изучению уровня знаний учащихся НИИ содержания и методов обучения АПН СССР по всем предметам впервые был выделен раздел "требования к знаниям и умениям учащихся", в котором нашли отражение наиболее существенные вопросы содержания, важные для общего образования и воспитания школьников [319].

Особое значение этого раздела в том, что именно в нем характеризуются умения, которыми должны овладеть учащиеся. При этом программа по физике исходила из общей типологии умений, общепринятой в педагогике (В.П. Беспалько и др.), согласно которой умения делятся на специальные,



отражающие особенности каждого раздела курса физики, интеллектуальные (общие мыслительные), развивающие умственные способности учащихся, умения рациональной учебной деятельности, благоприятствующие овладению навыками самостоятельного учения, работы с учебником, книгой и другими источниками знаний, организации своей учебной деятельности. "Требования" ориентируют учащихся и учителя на достижение высоких конечных результатов обучения во всех этих видах учебной деятельности.

При этом описание в "Требованиях" учебной деятельности школьников исходит из представлений о качественно различных ее уровнях: 1) понимания и репродуктивного воспроизведения знаний; 2) умения применять знания в типичной учебной ситуации (выполнение несложных алгоритмических упражнений, задач, лабораторных работ и т.п.); 3) умение применять знания в несколько измененной, усложненной ситуации.

Вместе с тем в программе по физике частные и общие умения разграничиваются все же недостаточно. Особое внимание уделяется умениям, специфическим для физики. Например, в программе по физике от учащихся требуется овладение такими практическими умениями, как определение направления вектора магнитной индукции полей, созданных током в прямом проводе и катушке, пользоваться измерительными приборами (весами, манометром, термометром и т.д.), обращаться с приборами (калориметром, выпрямителем переменного электрического тока, психрометром и т.д.), собирать электрические схемы, оптические системы, определять опытным путем с выполнением необходимых расчетов показателя преломления вещества и т.д. В программе по астрономии от учащихся требуется овладеть умением наводить телескоп на объект наблюдения, находить на небе основные созвездия.

Вопрос же о нормализации учебной нагрузки на учащихся, осуществление которого специфично для каждого раздела курса физики, решался эмпирически. Так, в программе ничего не говорится об объеме и содержании домашних заданий, количестве и трудности упражнений и задач, решаемых на уроке и дома и т.д.

Начиная с 80-х годов, нами разрабатываются рекомендации по нормированию учебного процесса, в частности, затрагивающие и программы [331]. Выделение в поурочном планировании, действовавшем в те годы, основного ведущего материала, указание на глубину его изучения и представляет собой подход к описанию этого компонента содержания образования как нормируемого процесса обучения. Такое описание знаний очень важно по многим причинам. Оно делает более целенаправленным поиск эффективной методики обучения, включает степень воздействия программы на учебный процесс.

Не менее важно и такое описание умений, в котором бы указывались не только состав и содержание определенного вида деятельности, подлежащего освоению школьниками, но и степень, различное качество овладения им. При этом формы указания на качество усвоения умения могут быть - в зависимости от специфики содержания раздела физики - весьма различны. Такая характерис-

тика умений представляла бы основу для руководства учебной деятельностью школьников, определяла пути нормализации учебной нагрузки.

Известные педагоги М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер и В.В. Краевский в вопросах разработки теоретической концепции содержания общего среднего образования отмечали как одно из главных направлений педагогических исследований - разработку определенных норм, рекомендаций к построению содержания образования [293, 316]. Такие нормы имеют разную степень общности - от общих принципов формирования содержания образования до конкретных требований к построению программ и учебников.

Среди главных задач гуманизации современной школы - это формирование у учащихся богатого духовного мира и воспитание каждого творческой личностью. Восхождение к этой двойственной цели определяется прежде всего профессионализмом и гражданской ответственностью каждого учителя и практически зависит от таких обстоятельств как новые программы, учебные пособия и учебники нормирующие посильную нагрузку учащихся учебными заданиями на уроке и дома. От того как оптимально организован учебный труд школьников, как они овладевают навыками этого труда в немалой степени будет зависеть достижение высоких результатов в учении, сохранению и укреплению здоровья и готовность школьников включаться в трудовую жизнь.

При последней модернизации физического образования был проведен ряд конкретных мероприятий для совершенствования учебного процесса [300]. Была изменена методическая конструкция программы. Введены новые методические рубрики: межпредметные связи, основные знания и умения учащихся, примерный перечень учебных кинофильмов и кинофрагментов, примерные нормы оценок за устные ответы, контрольные работы и лабораторные работы. Все это сделано с целью конкретизации рекомендаций программы по отбору содержания, методов и форм организации обучения, выделения основных знаний и умений в каждом разделе и теме. Для более успешного усвоения материала предусмотрены резервное время и специальные часы для повторения пройденного.

Ниже в таблице 2.2.1 приведен анализ некоторых количественных показателей учебной нагрузки в программах по физике для средней общеобразовательной школы (в числителе) и для школ с углубленным изучением физики (в знаменателе). Как видно из таблицы VIII класс относительно перегружен по числу изучаемых понятий, хотя этот класс наиболее обеспечен наглядностью и числом фронтальных лабораторных работ. Наименее всех обеспечен числом демонстраций IX класс. Наблюдается закономерная тенденция уменьшения от класса к классу количества фронтальных лабораторных работ и увеличения числа лабораторных работ физического практикума.

Как показал детальный анализ программ, составленных для профильных классов с углубленным изучением физики и математики, здесь не создавались качественно новые курсы, а во всех случаях обновление содержания шло лишь путем добавления новых элементов, параграфов и тем. Такое механическое

расширение объема привело к перегрузке учебного материала, а иногда и к нарушению органических связей и правильных пропорций курса физики.

При создании ранее действующих в школе программ по физике вопросы нормирования учебного процесса не стояли в центре внимания как научная проблема и в основном использовались экспертные методы. Поэтому одно из основных направлений ее совершенствования заключается в нормализации учебной нагрузки школьников и в первую очередь в разгрузке содержания физического образования от устаревшего, второстепенного и излишне усложненного материала.

*Примерные количественные показатели учебной нагрузки  
в программах по физике.*

Таблица 2.2.1

Класс	Количественные показатели учебной нагрузки							Время для повторения
	Годовых часов	Основных научных понятий	Законов	Практическая часть				
				Демонстраций	Фронт. лабор. работы	Физический практикум		
						Часы	Кол-во работ	
VII	68/68	57	2	37	9	-	-	-
VIII	68/119	70/119	3/5	48/79	12/20	-	-	-
IX	102/170	64/118	7/7	40/67	7/22	10/20	13/26	1/1
X	118/204	85/203	6/14	45/51	7/20	10/20	14/31	2/2
XI	136/204	117/209	7/13	40/70	6/14	10/24	15/32	11/26

Анализ кризисного состояния перегрузки программ и учебников и убедительная критика существующего содержания образования присутствуют во множестве достаточно достоверных источников [72, 73, 81, 148, 296]. Относительная свобода и самостоятельность в подборе вариативных программ дали повод некоторым педагогам с энтузиазмом взяться за сокращение учебного материала по физике, надеясь таким способом возродить потерянный интерес учащихся к знаниям, сделать их обучение реальным, достижимым делом и тем самым вернуть себе право на профессиональную гордость за продуктивный, приносящий видимый результат учительский труд. Отрабатываются критерии таких изъятий [213, 247]. Многие из них сформулированы весьма убедительно и в принципе для проводимых усечений, видимо, пригодны. Например, исключается материал, содержание которого оторвано от данной темы, раздела, смысл которого не может быть объяснен и правильно истолкован на данном этапе; имеющий слишком высокий уровень абстрактности, перегруженный вычислениями и операциями с формулами; содержание которого не может быть наглядно проиллюстрировано с высокой

степенью достоверности; искажающий подлинный физический смысл явления; имеющий частный, специализированный характер; упоминаемый вскользь, требующий механического запоминания и т.д.

Вместе с тем известно, что существующее содержание образования отобрано с некоторым превышением [368], от которого и следует избавиться, чтобы получить искомый оптимальный вариант. Нам представляется, что подход к поиску оптимального содержания образования, предпринимаемый с этих позиций ошибочен. Такого рода преобразования, при всей их заманчивости на первый взгляд, имеет столь же половинчатый и поверхностный характер, как и предыдущие попытки реформирования содержания путем разнообразных манипуляций с учебным материалом.

Уже сама по себе основная операция, предпринимаемая для обозначения необходимого содержания, противоположна той, которая на самом деле должна быть ведущей, как только ставится такого рода задача. Нужно определить не что выбрасывать из того, что, по всей видимости, действительно плохо, неудачно, ущербно заложено в программах, а что должно входить в базовый вариант, как отбирать нужный материал, а не лишний.

В свете этих обстоятельств особенно очевидна практическая необходимость в специальной разработке теоретических основ нормирования учебного процесса. К практическим источникам, побуждающим к этому, следует отнести и ряд заметных методических просчетов, проистекающих в значительной мере из ошибочных представлений о составе и функциях физических теорий, экспериментов, законов, явлений и приводящих к формальному характеру знаний учащихся, преобладанию репродуктивной деятельности, отсутствию навыков самообразовательной работы, к бедности, примитивности способов организации обучения, случайности при выборе методов обучения и т.д.

В течение многих лет нами проводились исследования с целью выяснения состояния нормирования учебного процесса по физике, при которых использовались методы нормирования, указанные в 2.2 данной главы [159, 161, 331].

При выполнении поставленных задач использовались следующие методы: систематическое наблюдение (непосредственное и с использованием магнитофонной записи) за учебным процессом в течение всего времени изучения молекулярной физики. В процессе наблюдения осуществлялся хронометраж учебной деятельности учащихся и учителя, а также "фотографирование" учебного процесса с целью анализа знаний, умений, выявления недостатков учебного процесса и их причин.

Наблюдение проводилось с помощью специально разработанной таблицы, позволявшей как хронометрировать, так и "фотографировать" учебный процесс.

Основное внимание при наблюдении уделялось следующим характеристикам учебного процесса:

- Элементы знаний и умений, контролируемые учителем на уроке - ( $N_0$ );
- Частота контроля данного элемента знаний на уроке - ( $f$ );

- Время изложения, повторения и закрепления данного элемента знаний, решения различного типа задач и др. - ( $\tau_i$ ) ;

- Частота помощи учителя при повторении и закреплении данного элемента знаний - ( $Y$ ) ;

- Количество используемых на уроке опытов, демонстраций, графиков и др - (О,Д,Г);

- Количество задач и упражнений при изучении конкретной темы - (З);

- Количество учащихся участвующих в устном опросе - ( $n_0$ );

Использование таблицы позволило ввести ряд критериев успешности обучения:

- Коэффициент успешности устного спроса по числу контролируемых элементов знаний:

$$K_y = \frac{n}{n_0}, \text{ где } n - \text{ число учащихся правильно ответивших на вопрос;}$$

- Коэффициент успешности усвоения учебного материала:

$$\alpha = \frac{N_i}{N_0}, \text{ где } N_i - \text{ число усвоенных элементов знаний;}$$

- Коэффициент успешности устного опроса по времени:

$$K_\tau = \frac{\tau_i}{\tau_0}, \text{ где } \tau_i - \text{ время "отработки" элемента знаний,}$$

усвоенного свыше 50% учащихся;

$\tau_0$  - общее время изучения материала;

- Скорость усвоения учебного материала:

$$K_c = \frac{N_i}{\tau_i}.$$

Среди других методов использовались также:

- Анализ классных журналов, анкетирование, обсуждение результатов исследования на учительских семинарах с целью получения статистических данных об учебном процессе.

- Индивидуальные беседы с учащимися, индивидуальный опрос, в которых проводился анализ хода рассуждений учащихся при ответах и решении задач, подбирались оптимальные формулировки вопросов и задач (соответствующие развитию учащихся), выяснялись причины типичных ошибок учащихся.

- Проведение проверочных работ в экспериментальных школах и массовой школе; последующий анализ этих работ.

Наблюдение проводилось в школе-гимназии им. М.Горького и лицее им. Токтогула г. Каракола (учителя: О. Скиданенко, В.К. Ильинова, У.Омурбеков). Выбор этих школ был обусловлен тем, что учебно-воспитательный процесс, как показали наблюдения предыдущих лет, отличается высоким и стабильным уровнем успешности обучения предмету. Физические кабинеты этих школ хорошо оборудованы и обеспечены необходимой методической литературой.

Наблюдение показало, что преподавание ведется на хорошем научно-методическом уровне. Учебный материал излагается ясно и в основном доходчиво для учащихся. На уроках были использованы предусмотренные учебной программой демонстрации, лабораторный эксперимент, показ диа- и кинофильмов. Большинство учащихся успешно овладели основами программного материала, о чем свидетельствуют содержательные ответы учащихся, умение применять знания при решении задач лабораторных работ. В то же время наблюдение выявило многочисленные особенности учебного процесса.

В таблице 2.2.2 приведены средние данные выполнения учебной программы по количеству часов и ее номенклатурному содержанию.

*Сравнительные данные выполнения программных положений в реальном учебном процессе.*

Таблица 2.2.2

№	Темы раздела	Количество часов		Лабораторные работы		Демонстрации		Работы практикума	
		Программа	Наблюдение	Программа	Наблюдение	Программа	Наблюдение	Программа	Наблюдение
1.	Основы молекулярно-кинетической теории	20	21	1	1	5	4	2	1
2.	Свойства паров, жидкостей и твердых тел	15	16	1	1	7	5	2	2
3.	Основы термодинамики	12	13	-	-	2	2	-	-
Итого:		47	50	2	2	19	16	4	3

Из таблицы видно, что на изучение молекулярной физики было отведено на три часа больше, чем предусмотрено учебной программой. Кроме того, учителя меньше, чем предусмотрено программой, использовали демонстрационный эксперимент и работы физического практикума.

Хронометрирование учебного процесса показало, что учебное время распределяется следующим образом: на изложение учебного материала затрачено 44% всего учебного времени, на повторение - 27%, на решение тренировочных задач - 13%, на демонстрации - 7%, на проведение лабораторных работ - 4%, остальное - 5%. Использование магнитофонных записей уроков позволило повысить точность хронометража и анализа результатов наблюдения за учебным процессом.

Из этих данных видно, что доля самостоятельной работы учащихся (решение задач, выполнение лабораторных работ) составляет всего лишь 13%, т.е. около одной трети времени затраченного на изложение учебного материала.

Более детальную картину учебного процесса дает сводная таблица результатов наблюдений. При изучении всего раздела учитель в процессе изложения учебного материала рассмотрел с различной степенью полноты примерно 215 основных элементов знаний (понятий, формул, законов, графиков, фактов, формулировок, примеров и др.). Это количество элементов знаний рассматривалось в общей сложности за 22 часа (из 47 часов отведенных

программой на раздел), т.е. на каждый элемент знаний учитель затратил в среднем примерно шесть минут. Всего, в среднем, на урок приходится около пяти новых элементов знаний.

Наблюдение показало, однако, что учитель при последующем повторении и закреплении учебного материала не останавливал внимание учащихся на одной трети от всех рассматриваемых им элементов знаний при изложении учебного материала. Около половины всех рассматриваемых элементов знаний контролировались учителем при повторении и закреплении учебного материала всего один раз, около 30% элементов контролировались дважды, а около 20% - трижды. Причем, наибольшая частота контроля знаний наблюдалась по теме "Основа МКТ" (отдельные элементы контролировались до семи раз), наименьшая - по теме "Свойства жидкостей и твердых тел" (свыше 65% элементов контролировались один раз, 30% - дважды, остальные - трижды и более).

В таблице 2.2.3 представлены некоторые результаты наблюдения учебного процесса по отдельным темам.

Из таблицы видно, что среднее количество элементов знаний, рассматриваемых от темы к теме постепенно возрастает и достигает максимума при изучении последней темы (6.3 на урок).

Соответственно, частота контроля знаний (в среднем) постепенно падает с 3.3 - 3.5 до 1.5 (на урок): сказывается нарастание "концентрации" элементов знаний на урок при изучении последних тем раздела. Это нашло свое отражение в успешности обучения. Так, наибольший коэффициент успешности устного опроса (по числу контролируемых элементов знаний) получен при изучении первых тем раздела (0.74); наименьший - при изучении последних тем (0.49).

*Некоторые результаты наблюдения учебного процесса по основным критериям нормирования.*

Таблица 2.2.3

Показатели учебного процесса	Темы			
	Основы МКТ	Свойства паров, жидкостей и твердых тел	Основы термодинамики	В среднем
Количество элементов знаний (на урок)	3.2	5.8	6.3	5.0
Средняя частота контроля знаний (на урок)	3.3	2.5	1.5	2.6
Коэффициенты:				
$K_y$	0.74	0.68	0.49	0.63
$K_t$	0.40	0.52	0.44	0.44
$K_c$	0.32	0.27	0.10	0.25

То же самое относится и к скорости усвоения учебного материала: наибольшая скорость усвоения ( $K_c = 0.32$ ) наблюдается при изучении первой темы, наименьшая ( $K_c = 0.10$ ) - при изучении последней темы. Наиболее

благоприятные условия для опроса учащихся сложились при изучении темы "Свойства паров, жидкостей и твердых тел" : ( $K_t = 0.52$ , тогда как по другим темам он равен 0.44-0.40) материал этой темы в значительной мере повторяет материал курса VII-VIII классов.

При повторении и закреплении учебного материала (при устном опросе) активность помощи учителя отвечающим учащимся менялась следующим образом: в 65% случаях опроса требовалась одноразовая помощь учителя, т.е. примерно 65% элементов знаний усваиваются без особых затруднений. Однако, усвоение примерно 30% всех элементов знаний потребовало двух-четырех и более кратного пояснения со стороны учителя. Наибольшие трудности учащиеся испытывают при изучении таких понятий, как физический смысл закона Бойля-Мариотта, уравнение Клапейрона-Менделеева, объяснение с точки зрения молекулярно-кинетической теории давления газа на стенки сосуда, трактовка понятий средняя квадратичная скорость, температура, внутренняя энергия и др.

Помощь учителя (повторение, объяснение, подсказка) требовалась чаще при изучении последних тем, однако наибольшие затруднения учащиеся встречали при изучении отдельных вопросов первых тем. К ним относятся: вывод уравнения для давления газа, трактовка 1 закона термодинамики, газовых законов и др.

Учебный материал раздела оказался весьма неоднородным: 70% рассматриваемого на уроке материала относится к понятиям, положениям теории, физическому смыслу изучаемых явлений, процессов; 20% - формулы, константы, единицы измерения, определения; 10% - опытные факты, примеры из жизни и техники.

При изучении материала раздела на решение задач отведено полностью пять уроков (два урока - на газовые законы, урок - на уравнение Клаузиуса, урок - на поверхностные явления и урок на подготовку к итоговой контрольной работе). Кроме того на семи уроках в среднем по десять минут решались самостоятельно ряд задач. Всего на уроках решалось 26 задач, их них 16 расчетных, 6 графических и остальные были качественные. Самостоятельно учащиеся справились с 11 задачами. В среднем на задачу затрачивалось по 11 минут. На дом было задано 32 задачи из которых почти половина задач вызвала у учащихся затруднения и некоторые из этих задач решались с помощью учителя.

Время изучения различного материала распределилось следующим образом: 15% всего времени отведено на изучение опытных фактов, примеров из техники; 36% - основные теоретические положения, понятия, физический смысл явлений и процессов; 32% - формулы, константы (в основном следствия из теории); остальное время на решение задач, выполнение фронтальных лабораторных работ (около 17%).

Успешность усвоения различного материала существенным образом зависит от продолжительности изучения и частоты повторения в процессе его изучения. На рис.2.1.1 был представлен график зависимости успешности усвоения учебного материала от средней продолжительности его изучения. При построении графика использованы данные результатов наблюдения.



Наблюдаемый на графике разброс данных ограничен для удобства использования графика двумя кривыми. Как видно из графика, уровень усвоения учебного материала растет по мере увеличения продолжительности его изучения и достигает "насыщения" (уровня 60-70%) при средней продолжительности изучения учебного материала около десяти минут.

Очевидно, данный уровень усвоения учебного материала следует считать предельным для исследуемого учебного процесса и равным (при средней продолжительности изучения отдельного элемента (знаний) учебного материала в шесть минут) 45-60%.

Одно из основных требований нормирования - это разделение учебного материала на основной и вспомогательный, что ведет к заметной разгрузке учебно-воспитательного процесса. Это означает фактическое выделение стабильного оптимального объема курса, обязательного для усвоения всеми учащимися любого типа школ. Следующее требование - четкая формулировка дифференцированных требований к знаниям, умениям и навыкам учащихся по основному и вспомогательному материалу. Другими словами, в соответствии с требованиями нормирования учитель не может предъявить к знанию вспомогательного материала, такие же требования, как к знанию основного учебного материала. Эта особенность усовершенствованных пособий может оказать заметное влияние на нормализацию учебной нагрузки школьников.

Известно, что сложность текста зависит от новизны его содержания, от количества содержащейся в нем информации, причем, чем информативнее текст, тем он труднее для понимания. Опираясь, как это принято в психологии, на уровне понимания текста, рассмотрим такие компоненты его сложности, как информативность текста и ясность (логичность) структуры текста. Такой подход, как будет показано ниже, является практически достаточно просто реализуемым, позволяет всесторонне и достаточно глубоко проанализировать учебник (раздел, тему), получить ряд факторов, влияющих на перегрузку

учащихся, помочь учителю в выборе оптимального варианта последовательности изучения учебного материала.

В педагогической литературе сложность текста подсчитывается на основе количественных формул [179, 189, 190, 191, 211], логическая структура учебного материала оценивается с помощью методов граф и матриц [197, 267]. На основе вышесказанного нами проведен анализ содержания курса молекулярной физики действующего учебника [40] и пробных учебных пособий [113, 360]. Структура раздела молекулярной физики по главам в этих учебниках и пособиях представлена в таблице 2.2.4.

Из этой таблицы видно, что в стабильном учебнике материал разбит на самостоятельные обозримые части, имеющие смысловую организацию, что в них четче выделен предмет изучения. Но с другой стороны увеличение числа глав "размывает" структуру всего раздела, выделение трех параграфов в главу (главы 3,5,6) является искусственным. Структура молекулярной физики совершеннее выглядит в пробном учебнике Н.М.Шахмаева, в котором наиболее последовательно реализована идея дедуктивного изложения всего раздела.

*Сравнение структуры молекулярной физики в различных учебниках*

Таблица 2.2.4

№	Стабильный учебник (Б.Б.Буховцев)	Пробный учебник (А.К.Кикоин)	Пробный учебник (Н.М.Шахмаев)
1.	Основы молекулярно-кинетической теории	Основные сведения о молекулах	Основные положения МКТ и их опытное обоснование
2.	Температура. Энергия теплового движения молекул	Кинетическая теория идеального газа	Основы МКТ идеального газа
3.	Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы	Внутренняя энергия и механическая работа	Свойства реальных газов и жидкостей
4.	Первый закон термодинамики	Свойства жидкостей	Свойства твердых тел
5.	Взаимные превращения жидкостей и газов	Свойства паров	Основы термодинамики
6.	Поверхностное натяжение жидкостей	Свойства твердых тел	
7.	Твердые тела		

В нем основы термодинамики изучаются в самом конце, что дает возможность использовать статистический метод при объяснении термодинамических параметров и тепловых явлений.

В стабильном учебнике яснее представлены в названии глав темы программы, в пробном учебнике А.К.Кикоина - автора идеи дедуктивного изложения молекулярной физики - общий подход и цель подчеркнуты единообразным названием глав, повышен научный уровень изложения второй главы. В этих учебниках основы термодинамики изучаются в середине раздела, что позволяет полнее реализовать принцип историзма.

В пробных учебниках четче выделяется структура изложения материала внутри глав и все они снабжены введением. Введение в главу представляет учащимся предмет изучения, формулирует учебную проблему ряда уроков, ориентируют из на главное. В стабильном учебнике введение дано для всего раздела, что делает его слишком общим и расплывчатым. После каждой главы сравниваемых учебников даются выводы, ориентирующие школьников на главное, на систематизацию изученного.

Результаты сравнительного анализа стабильного и пробных учебников по ряду характеристик нормирования приведены в таблице 2.2.5.

Таблица 2.2.5

№	Некоторые характеристики учебного материала (на урок)	Стабильный учебник (Б.Б.Буховцев)	Пробный учебник (А.К.Кикоин)	Пробный учебник (Н.М.Шахмаев)
1.	Число понятий	2,2	1,8	1,6
2.	Объем фактологического материала	0,8	0,5	0,6
3.	Элементы теории	2,0	2,4	1,9
4.	Политехнический материал (всего)	5	7	8
5.	Исторический материал (всего)	6	3	9
6.	Число вопросов	98	73	68
7.	Число задач	73	139	37
8.	Количество примеров решения задач	22	13	2

Как видно из таблицы 2.2.5 стабильный учебник наиболее перегружен по объему по сравнению с пробными как фактическим числом понятий, так и фактологическим материалом. Наиболее "теоретизированным" является пробный учебник А.К.Кикоина, что связано с большим объемом математических выкладок и наличием большого числа абстракций и моделей.

В стабильном учебнике встречается всего пять вопросов политехнического характера, в этом отношении наиболее выгодно отличается пробное учебное пособие Н.М.Шахмаева, где их представлено восемь, причем большинство из них сопровождается рисунками. В этом же учебнике авторы лучше используют принцип историзма, где помимо упоминания в тексте исторических сведений об открытиях, на форзаце приводятся портреты 10 ученых-физиков и даты их важнейших открытий в молекулярной физике. Менее всех оснащен историческим материалом пробный учебник А.К.Кикоина.

Оснащенность раздела вопросами и задачами наиболее благоприятна в стабильном учебнике и в пробном учебнике А.К.Кикоина, где вопросы задаются почти после каждого параграфа. Авторы стабильного учебника добились хорошего подбора вопросов и задач после многократных улучшений в результате многочисленных критических замечаний учителей и методистов. Большое количество задач в пробном учебнике А.К.Кикоина по сравнению с другими объясняется тем, что в начале 80-х годов общеобразовательная школа не имела стабильного задачника и была тенденция включать задачи и вопросы в текст учебника. Малое же количество вопросов и задач в пробном учебнике Н.М.Шахмаева объясняется тем, что в последние годы учителя и учащиеся стали пользоваться стабильным задачником для школы А.П.Рымкевича.

По содержанию в стабильном учебнике вопросы более однообразны, например большинство вопросов к двум последним темам начинаются со слов: "Что такое...". Ответы на подавляющее большинство вопросов соответствуют уровню запоминания материала, на них можно найти прямой ответ в тексте, редки вопросы на применение знаний в измененной ситуации. В пробных учебниках многие вопросы рассчитаны, как правило, на раскрытие физических

понятий, основных определений, зависимостей между физическими величинами, сходства и различия между физическими объектами и т.д. Преимущество пробных учебных пособий (особенно Н.М.Шахмаева) перед стабильным состоит в том, что в них больше вопросов, соответствующих уровню применения знаний в незнакомой ситуации.

### **2.3. Содержание системы нормирования учебного процесса по физике**

При системно-структурном подходе к анализу содержания обучения педагогами рассматриваются специфические функции каждого учебного предмета в общем образовании [144, 316]. Для разработки концепции системы нормирования учебного процесса на этом уровне имеет значение две структурные схемы представления содержания обучения: морфологическая, когда объекты изучения выстраиваются в последовательность объектов различной степени сложности (обобщенности) в порядке предъявления их учащимся; функциональная, когда содержание обучения подвергается дидактико-методическому анализу с точки зрения функции объектов изучения в решении учебных задач курса (см. Гл. IV ).

Центральный момент проведения нормирования учебного процесса – выделение элементов содержания обучения. При морфологическом анализе ими служат объекты изучения обозначенные в терминах учебного предмета, при функциональном - выделяются структурные элементы, каждый из которых определяет множество соответствующих объектов изучения.

Из достаточно большого числа примеров функционального анализа учебного предмета мы останавливаемся лишь на некоторых, представляющихся интересными с точки зрения определения и описания нормирования учебного процесса.

В 80-е годы журналом «Советская педагогика» была организована дискуссия по проблеме «Наука и учебный предмет», на страницах которой были опубликованы материалы и мнения многих известных педагогов [87, 154]. В результате многие из них пришли к единому мнению о составе структурных элементов, из которых должно состоять содержание учебного процесса:

- а) важные факты, понятия, законы, теории науки;
- б) мировоззренческие идеи, эстетические и этические нормы, идеалы, формируемые на материале данного учебного предмета;
- в) методы исследования и научного мышления, которыми должны овладеть учащиеся и без которых невозможно само усвоение знаний;
- г) некоторые вопросы истории науки, сведения о ее выдающихся деятелях;
- д) умения и навыки, в том числе умение применять знания;
- е) способы познавательной деятельности, логические операции, мыслительные приемы;
- ж) показатели развития способностей, чувств, необходимых для участия в широком диапазоне видов деятельности [315].

Важнейшим элементом системы научных знаний (объектов изучения) служат, по общему мнению, понятия. Многие исследования посвящаются классификации понятий по различным основаниям.

Рассматриваются виды знаний, различающиеся по своим функциям, можно выделить основные понятия и термины, факты, законы науки, теории, идеи, знания о способах деятельности, методологические знания, оценочные знания.

Термины и понятия служат для обозначения какого-либо вида объектов или совокупности знаний. Это сам язык, в котором воплощаются знания и с помощью которого оформляется мысль.

Знания о фактах являются базой, основой всех других знаний, ибо они отражают непосредственно реальную действительность. Без знания фактов невозможно осознание законов, теорий, т.е. отражение действительных связей между подлинными фактами.

Законы отражают существенные связи ограниченной совокупности фактов, знание их лишает факты изолированности.

Теории охватывают значительную совокупность фактов и связывающих их законов, вносят системность в представления личности, позволяют подводить под общее понятие соответствующий класс конкретных явлений.

Методологические знания включают знания о путях, процессе и истории познания, о конкретных методах науки, о различных способах деятельности, преобразующих действительность. Этот вид знаний раскрывает способы деятельности с помощью ранее усвоенных знаний и облегчает опознание способов применения знаний.

Оценочные знания характеризуют нормы отношения к тем или иным объектам, значение в той или иной совокупности или системе объектов. Этот вид знаний важен для формирования отношений, системы ценностных ориентаций личности.

Т.А. Ильина в качестве видов знаний называет «конкретные взаимосвязанные факты, системы понятий, законы, правила, отражающие определенные закономерности, а также теоретические обобщения и связанные со всем этим «термины». Указывается, что «знания являются наиболее общей категорией и они лежат в основе формирования умений и навыков» [99, с. 24].

А.М. Сохор принимает в качестве элементов логической структуры учебного материала понятия и суждения, хотя наряду с доводами за такой подход он же приводит соображения о его недостатках, вызванными следующими обстоятельствами: отсутствием единства между логиками в вопросе об основных элементах мышления, наличием различных определений термина «понятие», неоднозначностью его использования, в связи с чем практически в одном и том же отрезке учебного материала можно выделить различное число понятий [303]. Он указывает и на другие трудности, связанные с признанием понятий и суждений в качестве элементов структуры знаний.

Б.И. Коротяев высказывается за возможность вычленения понятий, суждений и умозаключений в качестве исходных логических элементов знаний, но сразу же признает, что «структура и иерархия данных элементов, описанных

и объединенных в классической логике довольно сложна», в связи с чем вычленение указанных элементов представляется сложным делом [123, с. 187].

М.И. Махмутов делит знания на три группы: к первой он относит обобщенные знания - понятия, законы, правила; ко второй - знания о приемах и способах распознавания сущности предметов и явлений действительности, о взаимосвязях между понятиями, законами, правилами, о способах умственной деятельности при добывании знаний, о способах решения проблем; к третьей группе - факты, термины, даты, названия, количественные данные, имена, события и т.д. [182, с. 278].

Плодотворным представляется подразделение системы понятий по уровням [5]. Самый низший первый уровень понятий, с помощью которых описываются факты действительности. Понятия этого рода составляют фактологическую базу содержания учебного предмета в каждой учебной дисциплине. Усвоение этой категории понятий базируется на процессе понимания и запоминания.

Второй уровень обозначает знания, относящиеся не к отдельным фактам, событиям того или иного класса, а ко всему классу понятий в целом. Например: «сила», «работа». Авторы считают, что понятия этого уровня играют объяснительную роль. В содержании учебного материала, как и в науке, они выполняют роль «организаторов» знаний. Сам процесс усвоения этих понятий опирается на запоминание только главного в учебном материале на основе понимания его сущности.

Третий уровень понятий, которые в содержании обучения выступают в обобщенном виде, носит еще более широкий характер и отличается тем, что соответствующие понятия потенциально содержат материал для раскрытия связей между различными учебными предметами (например: «масса», «энергия»).

Четвертый уровень - философские категориальные понятия. Их значение - дать характеристику действительности в целом и общие принципы ее познания. Например, такие понятия, как «движение», «материя», присущи любым отраслям науки и отражены в содержании любого учебного предмета.

Исследования, в которых проводится анализ содержания обучения были учтены нами при описании нормирования учебного процесса, прежде всего это относится к стремлению составить полную типологию объектов изучения, к делению их на объекты деятельности и виды деятельности, попыткам установить качественные характеристики формируемой деятельности.

Использование в качестве стратегии изложения учебной информации логической структуры учебного материала (графа) дает некоторую формальную основу для нормирования системы подачи материала в учебнике. Опираясь на граф учебного материала, можно осуществить изложение информации в одном из следующих вариантов:

- дедуктивно-обобщенно: сначала изучаются все учебные единицы первой градации графа, затем все учебные единицы второй градации графа и т.д.;

- дедуктивно-конкретно по ветвям графа: сначала один из учебной единицы первой градации, затем соответствующие ему учебные единицы второй градации графа, третьей и т.д.;

- индуктивно: в обратном порядке (два варианта).

По-видимому, обобщенные варианты изложения материалов в учебнике обладают известными достоинствами по сравнению с конкретными вариантами - они способствуют формированию более систематизированного и осознанного представления об учебном предмете и лучшему его усвоению за одно и то же время. Конкретные варианты изложения проще в исполнении для преподавателя и легче в изложении для автора учебника. Однако они меньше способствуют умственному развитию учащихся.

Последовательный индуктивизм имеет своей противоположностью последовательный дедуктивизм (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина, В.В. Давыдов и др.). Изложение учебного материала от обобщений, общих правил и закономерностей к их конкретизации на отдельных примерах и ситуациях - основа дидактической позиции дедуктивистов.

Мнение последовательных дедуктивистов о предпочтительности дедуктивного подхода к изложению учебного материала опирается на два аргумента: во-первых, учебная деятельность не может повторять ход и структуру научной деятельности - она имеет свою специфическую структуру, которая разворачивается наиболее адекватно при дедуктивной подаче учебного материала; во-вторых, дедуктивный подход к изложению учебного материала намного экономнее индуктивного подхода (существенно уменьшается физический объем учебника).

К проблеме построения системы изложения учебного материала в учебнике в целях его нормализации относится изучаемая достаточно интенсивно в последнее время альтернатива «эвристично-алгоритмически» [17, 128, 303].

Под эвристическим методом изложения понимают такое изложение информации, когда правила и последовательность действий по их выполнению и применению в конкретных обстоятельствах не показываются и учащийся самостоятельно, часто путем многочисленных проб и ошибок, должен найти их (сюда же относится и известная методика проблемного обучения).

Примером эвристического изложения является большинство современных учебников для средней и высшей школы. Так, в учебниках русского языка, физики или математики приводятся определения различных понятий, законов и правил (частей речи, правил пунктуации, формул для расчетов и т.д.), но способ применения этих понятий обычно не показывается, что является причиной больших затруднений учащихся при попытках их практического использования и того неистребимого числа ошибок, которые они делают даже при хорошем знании соответствующих правил.

При алгоритмическом изложении информации вслед за формулировкой основных понятий приводится возможно более точное, подробное и последовательное описание (предписание) действий по применению этих понятий к решению практических задач, так что учащийся, усвоивший и

использующий эти предписания, всегда достигает правильного и полного решения задачи.

Психологи и педагоги до сих пор не выработали четких рекомендаций относительно применения того или иного способа изложения учебного материала в учебнике, а также их оптимального сочетания в учебных текстах. Наряду с крайними точками зрения по этому вопросу существуют умеренные и, по-видимому, наиболее конструктивные. Они состоят в том, что на начальных этапах овладения деятельностью преобладают алгоритмические процедуры в учебнике, тогда как с некоторого этапа - эвристические.

Для оптимальной отработки содержания молекулярной физики в терминах «индуктивно-дедуктивно» и «эвристически-алгоритмически» наряду с логической структурой мы использовали и другие подходы для определения системы изложения учебного материала: матричный анализ [52, 266], сетевой график [67, 356] и т.д., которые в более точной мере определяют последовательность изложения (см. 4.2 и 5.1).

Нормирование учебного процесса предполагает предварительное решение ряда теоретических и методологических проблем, позволяющее наметить общую направленность исследований по нормированию, указать наиболее рациональный подход к ним, методы проведения, источники информационного обеспечения.

Несмотря на пристальное внимание к научной организации педагогического труда и нормированию как в нашей стране и за рубежом, само понятие нормирования процесса обучения еще не получило достаточно четкого определения [63, 168, 257, 274]. Между тем существует большая потребность в таком определении, поскольку от его содержательной трактовки во многом зависит ориентация в деятельности по нормированию в педагогике. Подчеркнем, что нормирование учебного процесса как и нормирование любого вида труда, - это не спонтанный процесс разработки норм и нормативов, не простая совокупность экспертных предположений и субъективных мнений, а специально организованное комплексное научное исследование, направленное на получение научно обоснованных норм учебного процесса с целью оптимизации содержания, методов, средств и организационных форм воспитательно-образовательной деятельности на разных ступенях образования.

Данная трактовка нормирования учебного процесса исключает получение каких-либо данных без предварительно проведенных научных изысканий, предполагающих последовательную реализацию всех этапов, присущих научному поиску, а именно изучение проблемной ситуации в теории и практике; анализ объекта и предмета исследования; постановку целей и конкретизацию исследовательских задач; выдвижение гипотез; обоснование наиболее рационального подхода к исследованию. Сюда же входит выбор методов, приемов и процедур получения соответствующих данных, организация опытно-экспериментальной проверки гипотез и достоверности результатов исследования, формулирование теоретических и практических рекомендаций.

Отметим, что полученные в результате исследований нормы и нормативы учебного процесса выступают как средство, позволяющее не только



сконструировать идеализированный процесс обучения, но и предвидеть возможные в обозримом будущем изменения в организации, структуре и содержании учебного материала и методов обучения, вносить коррективы в воспитательно-образовательный процесс уже сегодня. Именно это обстоятельство оправдывает прогностический подход к исследованиям вопросов нормирования учебного процесса, дает возможность перевести их организацию из сферы благих пожеланий и теоретических абстракций в область практической деятельности педагогов-исследователей.

Таким образом, нормирование процесса обучения - это область научно-педагогических знаний, в которой рассматриваются принципы, закономерности и методы нормирования применительно к специфическим объектам учебного процесса, изучаемым дидактикой и методикой.

Однако интегративная сущность нормирования учебного процесса вовсе не означает механического приложения специальных методов нормирования труда к решению традиционных педагогических проблем. Речь идет о всем комплексе методологических, теоретических и методических вопросов, решение которых способствует реализации методикой преподавания физики своей важнейшей функции - повышения эффективности процесса обучения. Что же касается методов нормирования, то их применение в педагогических исследованиях окажется эффективным лишь в том случае, если будут в полной мере учтены специфические особенности объектов нормирования учебного процесса.

Необходимость исследований по нормированию процесса обучения в той или иной мере ощущается во всех звеньях системы народного образования. В наиболее общем виде сущность этих исследований состоит в том, чтобы предвидеть психолого-педагогические и организационно-методические условия, в которых будет развиваться учебный процесс в будущем.

Следует указать на особые трудности построения теоретической концепции системы нормирования учебно-воспитательного процесса из-за ограниченности современного психологического, социологического и физиологического знания о личности вообще. Неразрывность этой проблемы в базовых науках сказывается на педагогических разработках. Но «по мере углубления нашего представления о некотором понятии мы изменяем формулировку того, как его нужно наблюдать и измерять... Значит, на данной стадии развития наук о поведении человека не обязательно выдвигать окончательные (или даже долгосрочные) определения - стандарты, *достаточно предложить какие-либо стандарты*» (курсив наш - Н.М.) [4, с. 16].

Таким образом, под нормированием учебного процесса по определенному учебному предмету вообще и по физике в частности, надо понимать такую систему мер по его совершенствованию, с помощью которой достигаются все более высокие результаты в обучении, воспитании и развития школьников и студентов при минимально необходимых для конкретных условий затратах времени и усилий. Чтобы осуществить НУП в широком смысле этого слова, необходимо в единстве рассмотреть содержание программ, учебников и методических пособий, сроки обучения, распределение учебного материала по темам, время, выделяемое на изучение материала в аудитории и

дома, арсенал принципов, форм, средств и методов обучения, определить такое управление взаимодействием и совершенствованием всех названных элементов, при котором достигаются наилучшие результаты.

Поскольку результаты обучения могут зависеть от многих факторов, то одна из задач методологического анализа заключается в том, чтобы выявить, какие из этих факторов будут существенными, а затем проверить, действительно ли они оказывают решающее влияние на это качество обучения. При этом не менее важно было посмотреть, как в педагогике характеризуется НУП с содержательной точки зрения, в какой мере это понятие, заимствованное из теории нормирования труда, ассимилировалось и приобрело специфическую дидактическую окраску [157, 209, 247, 286]. Дело заключается в том, что ставшее нетривиальным слово «нормирование» может оказаться понятием, лишенным научного значения, если не придать ему специально педагогический смысл, с одной стороны, а с другой - требуется очертить с возможной строгостью его объем как научного понятия. Мы имеем в виду следующее.

НУП, характеризуя с определенной точки зрения процесс, в результате которого повышается качество обучения, тесно связано с другим понятием - оптимизацией, указывающим на способ получения этих результатов. Само собой разумеется, что наиболее эффективные результаты будут в том случае, когда путь обучения и другие условия их достижения будут оптимальными. Таким образом, НУП есть производное качество, одно из основных следствий оптимизации обучения.

В связи с этим необходимо отметить, что на первый взгляд в требованиях оптимизации и нормирования как будто не содержится ничего нового, поскольку любой педагог интуитивно всегда стремится обучать лучшим образом и получать наиболее высокие результаты. Однако при более строгом, научном рассмотрении вопросов оптимизации НУП подход к их решению оказывается гораздо сложнее, чем это кажется на первый взгляд. В обоих случаях речь идет не о простом улучшении в каком-то отношении сложившейся практики обучения, а о научном поиске наилучшего или единственно возможного в данных условиях варианта обучения, наиболее целесообразно приводящего к поставленной цели.

Существует общенаучное решение задач поиска или задач на оптимизацию, предполагающее неременное использование математических методов, необходимых, в частности, для применения критериев оптимальности, обработки результатов измерений и пр. [46, 178]. С математической точки зрения проблема оптимизации нередко формулируется как проблема решения экстремальных задач. Эти задачи решаются в различных разделах математического программирования с помощью ЭВМ. В сфере социальных наук известно наиболее успешное применение аппарата, который не является универсальным, к задачам оптимизации в экономике.

В педагогической деятельности возникает множество учебных задач, которые, по существу, являются задачами поиска оптимальных решений. В таких случаях требуется определить тот путь, выбор которого связан с определением результата педагогического воздействия с его исходом. Приближение в результате НУП к предельно возможной при данных условиях

эффективности означает, что найден оптимальный вариант протекания процесса обучения. Таким образом, одним из главных результатов научного решения проблемы НУП должен быть практический выход, заключающийся в том, что появляется возможность предварительно, в теории рассчитать наилучшие проекты обучения для определенных условий, минуя путь проб и ошибок, и тем самым способствовать созданию научно обоснованного, улучшенного варианта эффективной системы обучения курсу или его разделов.

На основе психолого-педагогических предпосылок нормирования и исследования состояния НУП по молекулярной физике нами сформулированы следующие основные требования к НУП [164, 333]:

1. Требования к совокупности норм и методов НУП должны учитывать специфику содержания, объема, последовательности изучения учебного материала всего раздела, количество задач и упражнений, а также бюджет времени, отведенного на изучение материала. Только во взаимосвязи в указанной системе они могут оптимально способствовать решению общих и частных задач обучения.

2. Требования к соответствию норм отбираемой информации функциям интеллекта обучаемых занимают немаловажное место. Согласно этим требованиям при применении методов НУП должны учитываться соответствие учебного материала общепринятым в психологии функциям интеллекта (понимание, запоминание, применение по алгоритму, применение в творческой ситуации). Удовлетворение этому требованию означает, что применение системы методов НУП и норм учебного процесса к отбираемой информации преследует цель не только отбора конкретной системы знаний и умений, но и системы методов обучения, соответствующих функциям интеллекта обучаемых.

3. Требования к учету условий обучения играет существенную роль в педагогической действительности. Согласно этим требованиям при осуществлении НУП необходимо учитывать организационно-педагогические условия обучения, физиолого-гигиенические особенности обучения школьников различного возраста.

Для применения нормирования, как средства совершенствования учебного процесса по физике, необходимо использовать систему методов НУП, адекватные сущности и содержанию этого процесса. Рассмотренные выше сущность, задачи, функции и требования к НУП позволили определить следующие взаимно дополняющие друг друга группы методов (см. рис.2.2.1).

Первую группу методов составляет экспертная оценка содержания, доступности и последовательности изложения учебной информации, количества задач и упражнений различного типа, объема учебного материала, а также анализ передового педагогического опыта. Экспертная оценка обычно проводится на основе устного опроса или анкетирования преподавателей, учителей и методистов.

Вторую группу методов НУП составляет системно-структурный анализ учебной информации, который складывается из: составления перечня элементов знаний и умений по разделу; установления идейных и логических связей между элементами в теме и разделе; определения оптимального



*Рис. 2.2.1 Система методов нормирования учебного процесса.*

варианта последовательности изучения материала, а также необходимо произвести оценку соответствия выделенных элементов знаний и умений функциям интеллекта школьников. Системный подход к учебному процессу основывается на применении методов поэлементного анализа, граф и матриц.

Третья группа методов НУП базируется на экспериментальном изучении бюджета учебного времени, затрачиваемого обучаемыми на уроке и в аудитории, на выполнение домашнего задания и самостоятельную работу студентов. На основе хронометража и самохронометража затрат времени обучаемыми и преподавателями, статистической обработки результатов исследования этих затрат должны быть выявлены потери времени, намечены пути их устранения и составлен рациональный баланс бюджета времени. НУП по физике предполагает такой подход учителей к совершенствованию обучения, воспитания и развития школьников, при котором обеспечивается полное усвоение всеми учащимися программных требований за отведенное на работу в классе и дома в условно оптимальное время.

Практическими критериями приближения уровня работы к оптимуму могут быть: сокращение времени на домашнюю работу до размеров, необходимых для развития самостоятельности учащихся и закрепления полученных на уроках знаний; отсутствие фактов чрезмерного утомления учащихся и учителей в процессе работы в школе и дома (перерывы между уроками и домашний отдых должны восстанавливать их работоспособность, если этого не наблюдается, то процесс идет не в оптимальном режиме); наличие одновременных положительных сдвигов в качестве подготовки учащихся (рост числа хороших и отличных оценок, развитие мышления, нравственных качеств, рост уровня воспитанности). Ни один из названных выше критериев (и методов) НУП не может быть рассмотрен в отрыве от других, и, что самое главное, все они, вместе взятые, должны рассматриваться на основе анализа всесторонних качественных сдвигов в обучении, воспитании и развитии всех учащихся с учетом возможностей каждого из них.

Наиболее успешно решить весь комплекс задач нормирования можно лишь при условии оптимального управления учебно-воспитательными воздействиями учителей, а также учением и самовоспитанием школьников.

Во-первых, необходимо, чтобы внешние воздействия учитывали особенности объекта, закономерности его развития, т.е. проводилось глубокое и всестороннее изучение ученического коллектива и отдельных школьников, с тем, чтобы затем наиболее эффективно воздействовать на них.

Во-вторых, любое педагогическое воздействие должно сочетать в единстве такие элементы как планирование, организация, корректировка, контроль и учет. Все эти элементы в своей совокупности должны представлять своеобразный замкнутый цикл. Стоит учителю нечетко спланировать, допустим, объяснение темы или слепо следовать намеченному плану, не корректируя его на основе наблюдений за усвоением знаний учащимися, как цикл разрывается, не дает желаемых результатов. В свою очередь каждый из элементов цикла управления также должен осуществляться с учетом требований максимальной для конкретных условий эффективности. Так,

планирование учебно-воспитательных воздействий должно основываться на глубоком понимании педагогом целей и задач обучения и воспитания с учетом особенностей конкретного класса, отдельных учащихся и на оптимальном подходе к отбору содержания, форм и методов учебно-воспитательных воздействий путем обеспечения единства и наилучшего сочетания принципов обучения и воспитания.

При организации учебно-воспитательных воздействий необходимо обеспечить четкое распределение функций и усилий в реализации плана, единство действий всех субъектов, осуществляющих учебно-воспитательные влияния (межпредметные взаимосвязи, единство действий учителей и родителей, педагогического коллектива и детских организаций и пр.); создание максимально благоприятных учебно-материальных условий, необходимых для успешного выполнения плана (совершенствование оборудования кабинета физики, технических средств обучения, улучшение освещенности, системы вентиляции, температурного режима, соблюдение правил техники безопасности и пр.); дифференцированный подход к классам и отдельным учащимся.

В основе регулирования и корректировки учебно-воспитательных воздействий должно лежать оперативное получение информации об изменениях в обученности и воспитанности школьников, стимулирование учения и самовоспитания учащихся путем поощрения, оказания своевременной помощи, где необходимо - порицание, своевременное внесение корректив в учебно-воспитательный процесс.

Итоговый контроль и учет результатов должны включать комплексное выявление качественных изменений в знаниях, умениях и навыках, в развитии и воспитанности школьников и одновременно определение нерешенных задач, которые должны быть внесены в содержание плана новых учебно-воспитательных воздействий.

Для реализации системы НУП, учитывающих специфику изучения конкретного раздела курса физики, необходимо определить особенности и основополагающие идеи, положенные в основу его изучения.

Учебный материал по физике должен быть достаточно полным, содержать все необходимое для его понимания. Совершенно необходимо, чтобы употребляемые в учебном материале предыдущие понятия были достаточно хорошо знакомы учащимся, привычны для них, ясны, как ясны слова обычной разговорной речи знающему язык человеку.

В качестве примера рассмотрим основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Для его понимания используются понятия «давление», «концентрация», «масса молекулы», «средняя квадратичная скорость хаотического движения молекул». Если хоть одно из понятий недостаточно ясно, неизбежно окажется непонятным (или во всяком случае не полностью понятным) все объяснение этого материала.

Что такое давление? Давление равно отношению силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности. Нетрудно видеть, что понятие «давление» в свою очередь опирается на понятия «сила», «площадь». Но ведь каждое из этих понятий, в свою очередь, исходит из других. Например, сила - это влияние одного тела на другое, вызывающее

ускорение последнего и численно находится как произведение массы тела, на которую действует сила, на ускорение, которое приобретает тело под действием этой силы. Для понимания понятия «сила» надо, следовательно, владеть не только упомянутым понятием «масса», но и понятием «ускорение». Последнее, в свою очередь, опирается на понятия скорости и времени; скорость - это отношение достаточно малого перемещения к стремящемуся к нулю промежутку времени, за которое это перемещение произошло.

Если мы теперь будем знать, что означает «стремиться к нулю» и «отношение», то остальные понятия («изменение», «интервал», «время») можно, пожалуй, не определять специально (как это делается), считая их заведомо известными из повседневной практики. Как правило, эти житейские понятия более или менее ясны, но в том, что это так, не мешает убедиться во время обучения учебному материалу.

Подготовленному ученику ясно, что такие понятия, как «изменение» или «время», лишь условно можно назвать известными из житейского опыта, интуитивно понятными. На самом деле речь идет о сложнейших философских категориях, исследование которых не прекращается ни на минуту, хотя века уже заполнены спорами по поводу их толкования. Да и в школьном курсе физики, когда будут изучаться основы теории относительности, придется пересмотреть некоторые представления о времени, почерпнутые из обыденной жизни. Но на первоначальном уровне можно удовлетвориться обычными житейскими трактовками.

Это мы проследили (да и то бегло, неполно) лишь одну из участвующих в обучении линий (от понятия «давление» через понятия «сила», «площадь», «ускорение», «скорость»), а есть ведь множество других. Эти понятия (наряду с другими, не упоминаемыми в работе ради краткости) не просто связаны между собой, но образуют некоторые пирамиды. Вопрос о том, какие понятия включать в курс изучения, требует специального рассмотрения. Важно для нормирования, что каждое понятие опирается на целую пирамиду понятий, и выпадение из этой пирамиды хотя бы одного понятия ведет к непониманию всего учебного материала.

Особо важную роль в пирамиде, составляющей обучение, играют понятия, которые одновременно служат опорой не для одного, а для нескольких других понятий (обращаем в этом смысле внимание на основные понятия механики, используемые во всех последующих разделах курса физики). Фактически мы встречаемся здесь с присущими данной науке категориями, т.е. понятиями весьма широкими, доброкачественное усвоение которых определяет очень многое для дальнейшего продвижения. Именно приложение категорий к показаниям опыта характерно для теории. Поскольку же нормализация учебного материала - необходимая составная часть теории нормирования, анализ учебного материала невозможен без использования категорий - наиболее широких, философских (движение, вещество, поле и др.); общенаучных (например, «моделирование», «структура» и т.п.); наконец, категорий данной науки, данного учебного предмета.

Понятия нередко вообще не объясняются - либо потому, что считаются известными, привычными, либо потому, что строгое объяснение попросту

невозможно. В самом деле, объяснение любого понятия опирается на другие понятия, но должны ведь быть и исходные понятия, которые уже не могут быть объяснены (определены) через более простые. Именно так обстоит дело с такими понятиями как «поле», «заряд» и др. в физике; в математике, где понятия «точка», «прямая», «множество» считаются исходными и не определяются.

В особо сложном положении оказываются категории логики («сравнение», «доказательство» и т.п.): употребляются они всеми объясняющими, а в отличие от таких категорий, как «скорость», «температура», персональной ответственности за их понимание никто не несет.

Существование пирамиды понятий достаточно хорошо показывает, как важно, чтобы весь прежде изученный материал был не просто хорошо усвоен учащимися, а находился в постоянной готовности к применению, был, как говорится, мобильным. Этого, разумеется, гораздо сложнее (и куда важнее) добиться, чем простого заучивания соответствующих определений. Нужно настоящее усвоение, т.е. одновременно понимание, запоминание изучаемого и способность использовать его на практике. Все, входящие в эту пирамиду понятия, нужны, образуя систему, и потому важны. Но было бы ошибкой считать равноценными все элементы этой системы. Ведь одни из этих понятий связаны с другими только двумя (а то и одной единственной) связями, тогда как иные обладают куда более разветвленными отношениями, являя собой своеобразные центры рассуждения, мысли. Ясно, что понятиям последнего рода, несущим ключевую информацию, эти понятия заслуживают, чтобы усвоение их было предметом особой заботы.

Владение необходимой пирамидой понятий - отнюдь не единственная предпосылка понимания учебного материала. Ничуть не менее важно, чтобы учащимся была ясна логика содержания учебного материала, чтобы они достаточно свободно понимали суть логических переходов, обоснований, доказательств, употребляемых при объяснении материала.

Есть достаточно оснований для предположения, что противопоставляя «легкое» - «трудное», «понятное» - «непонятное» связаны с парой философских категорий «явление» - «сущность». Как отмечал К. Маркс, наука была бы не нужна, если бы форма проявления и сущность вещей совпадали. При этом условии, следовательно, ничего непонятного не было бы и без всякой науки, безо всякого объяснения [175].

Но явления ведь не только маскируют сущность, они и выявляют, выражают ее. Дело, значит, в том, чтобы должным образом показать взаимосвязь явлений и сущности - не просто вскрыть сущность объясняемого, но и выяснить, почему, по каким причинам сущность проявляется в данных обстоятельствах именно так, а не иначе.

Мало сказать учащимся, что броуновское движение доказывает постоянное движение молекул, надо еще пояснить, почему удары невидимых в обычный (не электронный) микроскоп молекул приводят в движение хорошо заметные с помощью оптического микроскопа частицы краски (или туши, или другого подобного вещества), почему удары молекул не уравниваются в данном случае.



Столь же диалектически противоречивы, как понятия «явление» - «сущность», в известной степени соответствующие им «представление» - «понятие». Если представление - это мысленная реконструкция каких-то известных образов, то понятие - сугубо логическая, отошедшая от чувственного образа (хотя, конечно, и связанная с ним) категория.

Трудно, кажется, назвать более привычное представление, чем представление о температуре. Однако, оказывается, что от житейского представления о температуре до научного понятия «температура» дистанция достаточно велика.

«Температура, - говорится в учебнике физики, - характеризует состояние теплового равновесия макроскопической системы: во всех частях системы, находящейся в состоянии теплового равновесия, температура имеет одно и то же значение... Разность температур указывает направление теплообмена между ними» [40, с. 28].

А ведь еще не так давно удовлетворялись (и до сих пор удовлетворяются в толковых словарях, от которых, конечно, нельзя требовать научной строгости) определением: «температура - степень нагретости тела (вещества)» [198]. В отличие от научного понятия здесь мы, по существу, имеем дело с представлением. А оно не позволяет понять, что температуру нельзя измерять так, как измеряют длину или массу, - путем сравнения с эталоном, с величиной, принятой за единицу. Температуру всегда определяют косвенно - через измерение зависящей от нее величины (обычно объема жидкости).

## **Выводы по второй главе.**

Анализ состояния исследуемой проблемы показывает, что в педагогической литературе и практике обучения имеются определенные дидактико-методические предпосылки для создания системы нормирования учебного процесса по физике. В трудах известных педагогов, дидактов и методистов вычленены уровни оптимизации процесса обучения, основным элементом которой является нормирование, предложены отдельные нормативы учебной и педагогической деятельности; раскрыты закономерности в распределении бюджета учебного времени школьников и самостоятельной работы студентов, а также некоторые возможности реализации комплексного подхода при использовании различных средств обучения; показаны преимущества обучения на основе нормализации объема домашних заданий.

Несмотря на имеющиеся предпосылки, в методике обучения физике: 1) не рассматривается «статус» нормирования учебного процесса; 2) не разработан категориальный аппарат нормирования процесса обучения; 3) не разработаны его научно-педагогические основы (сущность, основания, функции, закономерности, принципы, ступени и направления реализации, уровни, стадии) и методические основы (механизмы, условия, способы, средства, системы); 4) не разработана методика нормирования учебного процесса. Актуальность и неразработанность указанных задач позволяют выбрать проблему нормирования учебного процесса по физике в средней и высшей школе в качестве объекта педагогических исследований.

Обоснована необходимость разработки системы нормирования учебного процесса, сформулированы ведущие задачи ее разработки. Определена система принципов, составляющая ядро разработанной концепции нормирования. Сформулированы ее основные методические положения.

Сформулирована цель нормирования процесса обучения по физике - это обеспечение оптимальной структуры и организации содержания курса молекулярной физики, эффективное усвоение школьниками и студентами ее содержания.

Сформулированы определения основных терминов и характеристик, относящихся к категориальному аппарату нормирования учебного процесса - это понятия нормирования и нормализации, нормирование содержания образования, решения физических задач, бюджета учебного времени.

Вычленены необходимые и достаточные компоненты состава и структуры нормирования учебного процесса (предметный, функциональный, исторический, связи внутренние и внешние).

В разработанной нами системе нормирования процесса обучения функционируют следующие взаимосвязанные блоки:

- нормирование содержание образования с поиском и выбором оптимальной последовательности его изложения;
- нормирование обучающей деятельности преподавателя и учебной деятельности обучаемых;
- нормирование бюджета учебного времени.

Раскрыт характер функционирования основных компонентов нормирования учебного процесса (целей, задач, содержания, методов, средств, условий, результатов, оценки результатов обучения). Оптимальность функционирования всех компонентов нормирования процесса обучения достигается при учете всех закономерностей нормирования и соответствующих им принципов.

Разработана теоретическая модель методической системы нормирования, построенная посредством реализации деятельностного, оптимизационного подходов и следующих принципов: научности, направленности, количественной оценки учебной нагрузки, оптимальность.

Осуществлен сравнительный анализ интерпретации понятий “нормирование учебного процесса”, “нормализация учебной нагрузки”, бюджет учебного времени в дидактике и педагогической психологии. Такой анализ позволил выделить основное содержание и структуру указанных понятий, Выделенная сущность данных понятий позволила определить специфическое в понятиях нормирования процесса обучения при преподавании молекулярной физики в средней и высшей школе.

Сравнительный анализ учебников физики для средней школы позволил выявить перегрузку и недогрузку по основным количественным показателям учебной нагрузки.

Детальную картину учебного процесса дают результаты наблюдений и хронометража, сведенные в обобщающую таблицу нормирования. Использование различных коэффициентов успешности позволило выявить пробелы в знаниях учащихся.

Сопоставительный анализ учебников физики разных авторов выявил преимущества и недостатки по ряду основных характеристик учебного материала

## **ГЛАВА III. МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ**

### **3.1. Экспертная оценка как фактор нормализации учебной деятельности обучаемых**

При проведении педагогических исследований приходится иметь дело, как правило, со слабо формализуемой и нечисловой информацией, которая не всегда может быть приведена исследователями к виду, пригодному для применения, например, методов математической статистики или электронных вычислительных машин. Поэтому при разработке педагогических проблем все чаще привлекаются общие методы научного исследования, такие как системный анализ, моделирование, экспертные оценки [26, 290, 355].

Анализ большого числа педагогических исследований свидетельствует о возрастающей тенденции применения различных математических методов в педагогике. Сформировалось такое новое научное направление, как педагогическая квалиметрия, одним из методов исследования в которой является метод групповых экспертных оценок. Этот метод, являясь надежным средством переработки слабо формализуемой информации, нашел уже широкое применение в экономике, планировании и управлении [82, 85, 251].

Экспертные методы применяются и в педагогике, но еще редко и иногда недостаточно квалифицированно. Так в обширную библиографию работ по квалиметрии [2] включено лишь несколько работ по применению экспертных методов в педагогических исследованиях, причем в основном они посвящены применению методов квалиметрии при оценке знаний и способностей учащихся в связи с решением вопросов их профессиональной ориентации. Даже выпуск сектором педагогических измерений проблемной лаборатории МПГУ им. В.И.Ленина нескольких сборников «Проблемы педагогической квалиметрии» [250, 251] не привлек широкого внимания исследователей к экспертным методом, т.к. количество публикаций по вопросам педагогической квалиметрии в последние годы возросло незначительно. Нередко еще встречается недопонимание исследователями, работающими в области педагогики, больших потенциальных возможностей экспертного метода. Так, в коллективной монографии [316] по поводу конструирования содержания основ наук естественнонаучного цикла

указывается, что «основным методом при отборе материала является экспертный метод, а именно мнения ученых-специалистов». Есть основания утверждать, что на данном этапе развития науки не удастся ограничить сферу действия экспертного метода. Анализ работ по квалиметрии показывает, что экспертный метод не сводится только к «мнению ученых-специалистов» и что на современном этапе развития педагогических наук «сферу действия экспертного метода» необходимо расширять.

Метод групповых экспертных оценок применительно к педагогическим исследованиям с целью нормирования процесса обучения заключается в проведении специально отобранными экспертами интуитивно-логического анализа педагогической проблемы с количественной оценкой своих суждений (ранжирование, оценка в баллах и т.п.) и обработкой этих результатов методами математической статистики. Причем все операции (подбор экспертов, проведение экспертизы, обработка экспертных оценок) должны проводиться с учетом научно обоснованных требований и рекомендаций [35, 57]. Анализ опубликованных работ по вопросам применения экспертных методов показывает, что метод групповых экспертных оценок может быть применен при решении ряда задач нормирования учебного процесса таких, как оценка качества учебного материала, конструирование содержания и последовательности его изучения и оптимизации процесса обучения.

На начальном этапе исследования для детального анализа состояния нормирования учебного процесса по физике мы использовали метод анкетирования экспертов [164]. При проведении анкетирования и обработке их результатов учитывались требования, предъявляемые социологической наукой к подобного рода исследованиям [370]. Так, с целью избежать уподобления ответов на вопросы и для перепроверки данных, вопросы анкеты располагались не в строгой последовательности, а «перекрывали» друг друга. Условия анкетирования предполагали включение в него различных по стажу работы учителей школ, преподавателей вузов, практических работников образования. Для удобства обработки полученных данных мы в большинстве случаев использовали закрытые вопросы, которые обладают целым рядом преимуществ. Главное достоинство их в том, что рамки соотнесения оценок и суждений определяются здесь набором единых для всех респондентов вариантов ответов. Это обстоятельство повышает надежность сопоставления данных эксперимента в равных условиях. При постановке закрытых вопросов мы старались предусмотреть все возможные варианты ответов. Для того, чтобы ответы были наиболее полными, в отдельных случаях использовался ослабленный - полужакрытый вариант вопросов, в котором отвечающий имел возможность в специально отведенном для этого месте высказать свои дополнительные комментарии и замечания.

Важную роль при нормировании учебного процесса, как и на других этапах педагогического исследования, выполняет правильный подбор экспертов. При этом мы учитывали точку зрения Г.М.Доброва о том, что следует различать экспертов – «генералистов» и экспертов – «специалистов» [82]. «Генералистами» в нашем случае были преподаватели университетов - профессора и доценты, которые масштабно оценивают перспективы развития школьного и вузовского образования и те знания и умения, которыми должны обладать будущие специалисты. Они подходят ко всем вопросам с научной точки зрения, экстраполируя тенденции развития науки для определения перспективных требований к подготовке специалистов. «Специалисты» – это учителя школ, работники отделов образования, институтов повышения квалификации, работники образования с практическим стажем работы в школе не менее 10 лет. Их мнения дополняют мнения «генералистов».

На заключительном этапе анкетные данные ответов на вопросы обрабатывались путем подсчета абсолютных чисел и процентного соотношения тех и других ответов, в отдельных случаях вычислялся средний вес каждого из ответов по методу [35]. Изучение анкет показало согласованность мнений экспертов-преподавателей и экспертов-практических учителей по подбору и значимости вопросов молекулярной физики. Вопросы, по которым мнения экспертов разошлись, мы включили в таблицу экспертных оценок и произвели статистическую обработку этих данных методом ранговой корреляции [56, 112, 131, 222, 242].

В таблицу экспертных оценок были внесены такие, например, вопросы, как «Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ)», «Температура. Энергия теплового движения молекул», «Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы», «Первый закон термодинамики», «Тепловые двигатели», «Взаимные превращения жидкостей и газов», «Поверхностные и капиллярные явления», «Строение и свойства твердых тел».

Экспертный опрос позволил определить значимость каждой дозы учебного материала (оценки выражены в 10-балльной шкале) и результаты этого опроса девяти преподавателей вузов представлены в таблице 3.1.1.

Данные экспертных оценок преподавателей вуза

Таблица 3.1.1

Дозы учебного материала	Эксперты									Среднее арифм-е
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Тепловые двигатели	5	10	3	6	5	3	9	7	7	6,33
2. Поверхностные и капиллярные явления	5	6	5	7	9	6	5	10	9	6,77
3. Взаимные превращения жидкостей и газов	6	7	10	2	3	1	9	6	4	5,00
4. 1-й закон термодинамики	7	6	10	2	8	6	2	1	5	5,00
5. Строение и свойства твердых тел	5	10	5	9	6	5	5	7	6	6,44
6. Температура. Энергия теплов. движ. молек.	5	10	7	6	7	8	8	7	9	7,44
7. Уравнение состояния идеального газа	10	10	8	9	10	10	8	9	10	9,33
8. Основы МКТ	5	8	4	9	7	6	4	5	7	6,11

Далее мы проводили ранжирование экспертных оценок – расположение учебного материала доз, подлежащих изучению, в порядке возрастания или убывания средних оценок экспертов. В результате ранжирования добивались того, чтобы число рангов во всех рядах было одинаковым и равным числу доз в ряду. Для этого всем дозам учебного материала, имеющим одинаковый первоначальный ранг, приписывались ранг, равный среднему значению суммы мест, которые поделили между собой эти дозы. Обработать такой ранжированный ряд можно методом ранговой корреляции. В таблице 3.1.2. представлены оценки в баллах и соответствующие им ранговые показатели по каждой дозе, полученные от экспертов – преподавателей вузов.

Была составлена сводная таблица рангов и проверено, правильно ли она составлена ( см. таблицу 3.1.3.). Сумма всех столбцов равна сумме всех строчек, поэтому таблица составлена правильно [355].

Согласованность мнений экспертов можно определить по значению коэффициента вариации  $\gamma_1$ . Для его определения мы находим среднее квадратическое отклонение  $\sigma_i = \sqrt{D_i}$  оценок каждой дозы  $n$ ; где  $D_i$  – дисперсия оценок для каждой дозы учебного материала, определяемая по формуле:  $D_i = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2$ .

Используя значение среднего квадратического отклонения оценок, коэффициент вариации находим так:  $\gamma_i = \sigma_i / \bar{x}_i$ . При этом та доза будет иметь наибольшую значимость, которая имеет наименьшее значение  $\gamma_i$ . Затем мы

определяем показатели согласованности мнений экспертов-преподавателей и заносили их в таблицу 3.1.4.

Обработка результатов экспертных исследований среди экспертов-преподавателей вуза показала, что по функциональной значимости вопросы молекулярной физики можно расположить в таком порядке: «Температура. Энергия теплового движения молекул» (сумма баллов – 67, сумма рангов – 34, коэффициент вариации  $\gamma_i = 0,206$ ), «Основы молекулярно-кинетической теории» (сумма баллов – 55, сумма рангов – 46,  $\gamma_i = 0,283$ ), «Поверхностные и капиллярные явления» (сумма баллов – 84, сумма рангов – 39,  $\gamma_i = 0,289$ ), «Строение и свойства твердых тел» (Сумма баллов – 63, сумма рангов – 42,  $\gamma_i = 0,292$ ), «Тепловые двигатели» (сумма баллов – 58, сумма рангов – 43,5,  $\gamma_i = 0,354$ ), «Первый закон термодинамики» и «Взаимные превращения жидкостей и газов» по мнению экспертов преподавателей имеют меньшую прогностическую значимость ( $\gamma_i = 0,596$ , и  $\gamma_i = 0,632$ ) и их следует давать ознакомительно.

*Ранжирование экспертных оценок преподавателей*

**Таблица 3.1.2**

<i>Эксперты</i>	1		2		3		4		5		6		7		8		9			
	Дозы	УМ	балл	ранг	балл	ранг	Балл	ранг	балл	ранг	балл	ранг	балл	ранг	балл	ранг	балл	Ранг		
1			5	6	10	3.5	3	6	8	4.5	5	7	3	7	9	1	7	4	7	4.5
2			5	6	6	8	5	3.5	7	6	9	2	6	4.5	5	5.5	10	1	9	2.5
3			6	3	10	3.5	2	7.5	8	4.5	6	5.5	2	8	1	8	5	6.5	4	7
4			7	2	10	3.5	2	7.5	3	8	1	8	2	9	6	4	4	8	3	8
5			5	6	10	3.5	5	3.5	9	2	6	5.5	5	6	5	5.5	7	4	6	6
6			5	6	10	3.5	8	1	9	2	10	1	10	1	8	2.5	9	2	10	1
7			10	1	10	3.5	8	1	9	2	10	1	10	1	8	2.5	9	2	10	1
8			5	6	8	7	4	5	9	2	7	3.5	6	4.5	4	7	5	6.5	7	4.5





Показатели степени согласованности мнений экспертов преподавателей

Таблица 3.1.4.

Эксперты	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
	$(x_i - \bar{x}_i)^2$									$\sum (x_i - \bar{x}_i)^2$	$D_i$	$\sigma_i$	$\gamma_i$	Сумма баллов	Сумма рангов
1	1.77	13.4	11.	2.7	1.7	11.	7.3	0.45	0.4	40.03	5	2.24	0.354	58	43.5
		7	1	9	7	1			5						
2	3.13	0.59	3.1	0.0	4.9	0.5	3.1	10.4	4.9	30.99	3.87	1.96	0.289	84	39
			3	5	7	9	3	3	7						
3	4	25	9	4	16	16	1	1	4	80.0	10.0	3.16	0.632	48	53.5
4	1	25	9	9	1	9	16	0	1	71.0	8.87	2.98	0.596	47	51
5	2.07	12.7	2.0	6.5	0.1	2.0	2.0	0.31	0.1	28.22	3.53	1.87	0.292	63	42
			7	5	9	7	7		9						
6	5.95	6.55	0.1	2.8	0.1	0.3	0.3	0.19	2.4	19.0	2.37	1.54	0.206	67	34
			9	8	9	1	1		3						
7	0.45	0.45	1.7	0.1	0.4	0.4	1.7	0.11	0.4	6.01	7.51	2.74	0.293	87	15
			7	1	5	5	7		5						
8	1.23	3.57	4.4	8.3	0.7	0.0	4.4	1.23	0.7	24.87	3.11	1.75	0.283	55	46
			5	5	9	1	5		9						

Представим данные, полученные от второй группы экспертов-практических работников образования. В таблице 3.1.5. приведены результаты экспертного опроса девяти учителей школ и практических работников учреждений образования по определению значимости каждой дозы учебного материала молекулярной физики по 10-балльной шкале.

Данные экспертных оценок учителей

Таблица 3.1.5.

Дозы учебного материала	Эксперты									Среднее арифм-е
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Строение и свойства твердых тел	4	9	4	9	4	5	8	6	7	6,22
2. Основы МКТ	5	7	5	6	8	7	5	9	10	6,90
3. Температура. Энергия теплов. движ. молек.	8	9	3	3	2	9	7	4	4	5,44
4. Тепловые двигатели	7	9	4	7	5	3	2	4	4	5,0
5. 1-й закон термодинамики	5	9	6	9	7	6	5	6	6	6,55
6. Уравнение состояния идеального газа	9	10	9	10	9	9	8	10	9	9,22
7. Взаимные превращения жидкостей и газов	6	9	7	7	6	9	8	6	10	7,56
8. Поверхностные и капиллярные явления	6	7	4	8	8	7	3	5	8	6,22

Как видно из таблицы 3.1.5. среднее арифметическое значение оценки каждой дозы несколько отличается от экспертной оценки преподавателей вуза (см. таблицу 3.1.1), что является вполне естественным.

Результаты перевода баллов в ранговые показатели и ранжирования экспертных оценок, данных практическими работниками образования приведены в таблице 3.1.6.

Сводная таблица ранговых оценок учителей и практических работников с проверкой суммы всех столбцов и строчек представлены в таблице 3.1.7.

Согласованность мнений экспертов - практических работников образования, определяющаяся с помощью значения коэффициента вариации  $\gamma_2$ , среднее квадратическое отклонение  $\sigma$ , оценок каждой дозы, дисперсия  $D_i$  определялись аналогично по вышеуказанной последовательности, как это было сделано с результатами оценок экспертов-преподавателей вуза и занесены в таблицу 3.1.8.

Результаты обработки экспертных оценок учителей показали, что наибольшую функциональную значимость имеют следующие вопросы: «Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы» (сумма баллов – 83,

*Ранжирование экспертных оценок учителей школ*

**Таблица 3.1.6**

<i>Эксперты</i>	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	Дозы УМ	балл	ранг	балл	ранг	Балл	ранг	балл	ранг	балл	ранг	балл	ранг	балл	ранг	балл	ранг	балл
1	4	8	9	4	4	6	9	2,5	4	7	5	7	8	2	6	4	7	5
2	5	6,5	7	7,5	5	4	6	7	8	2,5	7	4,5	5	5,5	9	2	10	1,5
3	8	2	9	4	3	8	3	8	2	8	9	2	7	4	4	7,5	4	7,5
4	7	3	9	4	4	6	7	5,5	5	6	3	8	2	8	4	7,5	4	7,5
5	5	6,5	9	4	6	3	9	2,5	7	4	6	6	5	5,5	6	4	6	6
6	9	1	10	1	9	1	10	1	9	1	9	2	8	2	10	1	9	3
7	6	4,5	9	4	7	2	7	5,5	6	5	9	2	8	2	6	4	10	1,5
8	6	4,5	7	7,5	4	6	8	4	8	2,5	7	4,5	3	7	5	6	8	4



**Показатели степени согласованности мнений экспертов–учителей школ**

Таблица 3.1.8.

Эксперты	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
	$(x_i - \bar{x})^2$									$\sum (x_i - \bar{x})^2$	$D_i$	$\sigma_i$	$\gamma_i$	Сумма баллов	Сумма рангов
1	4,93	7,72	4,93	7,72	4,93	1,49	3,17	0,05	0,61	35,55	4,44	2,11	0,34	56	45,5
2	3,61	0,01	3,61	0,81	1,21	0,01	3,61	4,41	9,61	26,89	3,36	1,83	0,27	42	41
3	6,55	12,67	5,95	5,95	11,83	12,67	2,03	2,07	2,07	62,19	7,77	2,79	0,51	49	51
4	4	16	1	4	0	4	9	1	1	40,0	5,0	2,24	0,45	45	55,5
5	2,40	6,0	0,30	6,0	0,20	0,30	2,40	0,30	0,30	18,2	2,28	1,51	0,23	59	415
6	0,05	0,61	0,05	0,61	0,05	0,05	1,49	0,61	0,05	3,57	0,45	0,67	0,07	83	13
7	2,43	2,07	0,31	0,31	2,43	2,07	0,19	2,43	5,95	18,19	2,27	1,51	0,20	68	30,5
8	0,05	0,61	4,93	3,17	3,17	0,61	10,37	1,49	3,17	27,57	3,45	1,86	0,30	56	46

сумма рангов – 13, коэффициент вариации  $\gamma_2 = 0,07$ ), «Взаимные превращения жидкостей и газов» (сумма баллов – 68, сумма рангов – 30,5,  $\gamma_2 = 0,20$ ), «Первый закон термодинамики» (сумма баллов – 62, сумма рангов – 41,5,  $\gamma_2 = 0,23$ ), «Основы молекулярно-кинетической теории» (сумма баллов = 62, сумма рангов – 41,  $\gamma_2 = 0,27$ ), «Поверхностные и капиллярные явления» (сумма баллов – 56, сумма рангов – 46,  $\gamma_2 = 0,30$ ), «Строение и свойства твердых тел» (сумма баллов – 56, сумма рангов – 45,5,  $\gamma_2 = 0,34$ ). «Температура. Энергия теплового движения молекул» и «Тепловые двигатели» по мнению учителей имеют меньшую функциональную значимость ( $\gamma_2 = 0,51$ ,  $\gamma_2 = 0,45$ ). Это обусловлено тем, что первый из них является теоретическим вопросом молекулярной физики, а второй – достаточно сложным, хотя имеет политехническую направленность, и они оценены большей функциональной значимостью научными работниками – преподавателями вузов.

Таким образом, мы получили две серии экспертных оценок. Значения коэффициентов вариации  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  для экспертных оценок преподавателей вузов и учителей школ сведены в таблицу 3.1.9.

*Значения коэффициента вариаций для двух серий экспертных оценок*

Таблица 3.1.9.

Преподаватели	$\gamma_1$	0,206	0,283	0,289	0,292	0,293	0,354	0,596	0,632	$N_1=8$
Учителя школ	$\gamma_2$	0,07	0,20	0,23	0,27	0,30	0,34	0,45	0,51	$n_2=8$

Чтобы оценить, насколько существенными являются различия в оценке функциональной значимости указанного учебного материала, мы использовали критерий Уайта [56]. Для этого данные экспертов обеих групп расположили в порядке возрастания коэффициентов вариации  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  в один ранжированный ряд, где порядковые номера каждой варианты в ряду определяют их ранги. Далее определили суммы рангов, соответствующих вариантам каждой серии оценок. Для нашего случая сумма вариантов серии оценок преподавателей вуза равна 63 ( $K_1=63$ ), а сумма вариантов серии оценок учителей – 73 ( $K_2=73$ ). Эти данные представлены в таблице 3.1.10.

**Ранжирование коэффициентов вариации**

Таблица 3.1.10.

Коэффициент вариации $\gamma_i$	РАНГИ	
	Преподаватели	Учителя школ
0,07		1
0,20		2
0,206		3
0,23		4
0,27		5
0,283	6	
0,289	7	
0,292	8	
0,293	9	
0,30		10
0,34		11
0,354	12	
0,45		13
0,51		14
0,596	15	
0,632	16	
	$K_1=63$	$K_2=73$

По таблице предельных значений  $K$  – критерия Уайта, соответствующих вероятности  $P=0,05$  для  $n_1=8$  и  $n_2=8$  определяем, что  $K=49$  [56]. Это значение меньше меньшей из полученных сумм, поэтому можно сказать, что различие в оценке значимости доз учебного материала двумя группами экспертов несущественна, ее можно объяснить случайным характером выборок.

Для повышения достоверности полученных выше результатов оценки согласованности мнений групп экспертов используем другие способы. Например, количественная оценка согласованности мнений пары экспертов осуществляют с помощью различных методов [112]. В нашем исследовании в качестве критерия согласованности мнений двух экспертов воспользуемся коэффициентом парной ранговой корреляции  $\rho$ , предложенной Спирменом для психологических исследований [66]:  $\rho = 1 - 6 \sum_{i=1}^n \frac{d_i^2}{n(n^2-1)}$ , где  $d_i$  - разность рангов двух экспертов при оценке  $i$ -го фактора,  $n$  – число исследуемых факторов. Величина ранговой корреляции может принимать значения в диапазоне от  $-1$  до  $+1$ , причем  $\rho = +1$  соответствует случаю полного совпадения рядов рангов экспертов, а  $\rho = -1$  - случаю полной противоположности этих рядов. Рассчитаем коэффициент ранговой корреляции для пары экспертов, например, для 9 – го эксперта-преподавателя из таблицы 3.1.3. и 9-го эксперта-учителя из таблицы 3.1.7. Необходимые данные взяты из вышеуказанных таблиц и приведены в таблице 3.1.11.



Эксперты	Дозы учебного материала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
9-й преподаватель	4,6	2,5	7	8	6	2,5	1	4,5
9-й учитель	5	1,5	7,5	7,5	6	3	1,5	4
$d_i$	0,5	-1	0,5	-0,5	0	0,5	0,5	-0,5
$d_i^2$	0,25	1	0,25	0,25	0	0,25	0,25	0,25

Расчет коэффициента ранговой корреляции по формуле Спирмена будет следующим:

$$\sum_{i=1}^8 d_i^2 = 2,5 \quad \rho = 1 - \frac{(6 \cdot 2,5)}{8(64 - 1)} = 0,97$$

Полученное значение  $\rho = 0,97$  показывает, что согласованность мнений данных экспертов достаточно высока.

Последнее обстоятельство позволяет предположить, что эти эксперты при оценке значимости материала молекулярной физики руководствовались близкими критериями, опирающимися на сходные научные представления или практический опыт.

Аналогичные расчеты для коэффициента ранговой корреляции  $\rho$  приблизительно равные или близкие к единице.

Проведенный анализ и используемые способы математической обработки данных экспертного опроса дал возможность произвести отбор учебного материала по курсу молекулярной физики и термодинамики с точки зрения нормирования учебного процесса в средней школе.

Используя сформулированные в (2.2) критерии отбора содержания обучения и учитывая значимость отбираемого материала, выявленную на основе вышеизложенной экспертной оценки, нами было составлено планирование учебного материала по разделу «молекулярная физика» в 10 классе [167]. Для студентов физических специальностей (учитель физики и астрономии) нами было составлено методическое пособие [341].

Оптимальную последовательность изложения вопросов молекулярной физики мы исследовали на основе применения методов граф, матриц и сетевого планирования с последующей обработкой результатов на ЭВМ [168].

### 3.2 Применение системно-структурного подхода к анализу содержания физики

В результате последних реформ общеобразовательной школы в повышении научного уровня курса физики определенную роль сыграла труды известных педагогов и методистов, ставящие перед собой прямую цель дать школьникам понимание науки в целом, для чего в них сравнительно подробно характеризуются пути получения и передачи

научной информации, особенности научного познания и деятельности ученых [70,127, 172, 316 ]. Эта цель в определенной мере достигается за счет нарушения систематичности предметных знаний, ибо еще не найдены пути рационального сочетания предметных и методологических знаний.

В то же время необходимо помнить, что в содержании физики эти знания являются средством системного усвоения предметных знаний, фоном их изучения. Поэтому отбор комплекса методологических знаний не может быть осуществлен отдельно от уже существующего содержания физики, для усвоения которого они и нужны без анализа затруднений учащихся при усвоении предметного материала. Специфика реализации этих требований должна найти свое отражение в методах нормирования учебного материала. Под нормированием учебного материала мы понимаем комплекс мероприятий, проведение которых предполагает определение степени соответствия учебного материала требованиям дидактики, психологии и методики обучения физике, а также устранение обнаруженных недостатков нормирования учебного материала [157].

Для удовлетворения учебного материала этим требованиям необходимо использовать комплекс соответствующих методов его нормирования. Так, глубина знаний учащихся определяется научным уровнем учебного материала. В связи с этим современная дидактика рекомендует, чтобы содержание материала, структура и последовательность его подачи знакомили учащихся с методами самой науки, раскрывали эвристическую значимость методов науки в познании природы. В курсе физики это может найти свое отражение в систематизации методологических знаний, в разъяснении учащимся того, что абстрактная физическая модель – основа теории – строится на исходных опытных фактах. Пока эвристической мощи физической теории достигается выводом логических следствий из теории и их экспериментальной проверкой [94, 221, 256 ].

Основой для применения системно-структурного анализа к нормированию учебного процесса по молекулярной физике послужили следующие общие принципы:

- принципы формирования содержания образования (В.В.Краевский, В.С.Леднев, И.Я.Лернер, М.Н.Скаткин, А.М.Сохор);
- принцип взаимного соответствия всех компонентов построения учебного процесса при ведущей роли целей и содержания обучения (Ю.К.Бабанский, С.Е.Каменецкий, В.Г.Разумовский, Н.А.Родина, А.В.Усова);
- принцип построения курса на основе фундаментальных физических теорий (Ю.И.Дик. Э.М.Мамбетакунов, В.В.Мултановский, А.А.Пинский, В.В.Усанов, Э.Е.Эвенчик).

Необходимо четко определять границы, в пределах которых оправдываются те или иные физические модели и теории, концепции и понятия, указывать условия, при которых, например, справедливы законы газового состояния, термодинамики, Гука, понятие об идеальном газе, идеальном кристалле, равновесном процессе. Учет принятых начальных

условий и определения возможных упрощений – необходимые этапы анализа физических явлений. При этом переход к приближению следующего порядка должен осуществляться после того, как приближение более низшего порядка хорошо и прочно усвоено, т.е. процесс обучения в этом случае пойдет по известному педагогическому принципу – от простого к сложному. Например, при изучении молекулярно-кинетической теории идеального газа для ряда явлений молекулы считают материальной точкой. Для случаев связанных со столкновением молекул, уже учитывают их размеры, но при этом молекулу считают «упругим шариком». Когда рассчитывают силы взаимодействия между молекулами, принимают во внимание строение молекул. При изучении адсорбции молекул газа его твердой фазой учитывают полярность молекул.

Каждое следующее приближение даст более полную объективную картину молекулярного строения вещества и применяется для объяснения более широкого круга явления природы. Найденные свойства молекул используются для различных технологических процессов, в практике и быту, встречаются в природе (сжатые и разреженные газы в технике, смазка деталей машин, флотация, адсорбция, паяние, огнетушитель, пенобетон, стирка, крашение, склеивание, влажность почвы, растворение, питание растений и др.) и создании материалов с наперед заданными свойствами. Эта цель последовательных приближений к истине составляет логическую основу развития учебного материала по всем разделам курса физики.

Для того, чтобы знания учащихся были не только глубокими, но и прочными, необходимо выбрать соответствующее построение раздела и такое его содержание, в котором методологические знания подавались бы по цепочке взаимосвязанных звеньев: «факты – модель – следствия – эксперимент» [259].

Именно в этом случае осуществляется систематизация методологических и предметных знаний вокруг срежневых идей курса, что служит средством изучения, осмысления их в соответствии с принципами дидактики и методами научного познания. Таким образом, комплекс указанных мероприятий по нормированию учебного материала направлен на достижение глубоких и прочных знаний.

При реализации указанного комплекса мероприятий по нормированию учебного материала курса физики мы также сталкиваемся с проблемой дозирования учебного материала по объему времени и последовательности его усвоения, подбором упражнений и заданий того или иного типа для достижения необходимой прочности знаний и умений. Для осуществления этих мер по нормированию учебного материала представляется особенно важным проведение системно-структурного анализа его содержания и структуры, а также последовательности его подачи во времени.

В соответствии с изложенными выше соображениями покажем в данном параграфе пути осуществления нормирования учебного материала

на примере изучения свойств жидкостей и твердых тел в курсе молекулярной физики в 10 классе. Именно здесь, как показали предварительные исследования процесса обучения, обнаружены наиболее серьезные нарушения нормирования учебного процесса, которые, в частности, выразились в рассогласовании по отношению дозировки объема и содержания знаний и умений (число вопросов и понятий, приходящихся на урок, объем теоретического, фактологического, прикладного материала и др. показатели) [159].

При проведении нормирования учебного материала мы использовали общеизвестную матричную методику выявления и анализа систем связей в разделе или курсе, которая играет важную роль в педагогических исследованиях [52, 266]. В квадратной матрице число строк которой равно числу столбцов, элементы  $a_{21}; a_{22}; a_{33} \dots a_{nn}$  образуют главную диагональ квадратной матрицы, где  $a_{ij}$  - элемент матрицы, принадлежащий одновременно  $i$ -ой строке и  $j$ -му столбцу;  $n$  - число строк и столбцов. В построенной нами матрице по вертикали и горизонтали отложены понятия, закономерности, физические величины, законы, примеры использования в технике, технологических процессах и природе, относящиеся к свойствам жидкостей (Матрица 1) и твердых тел (Матрица 2).

Здесь мы сталкиваемся с проблемой дробления учебного материала по объему, содержанию и структуре с целью его нормирования. Учебный материал в программе и в учебниках подразделяется определенным образом на разделы, главы и темы, которые в свою очередь могут быть подвергнуты дальнейшему дроблению. Так, например, различают основной, второстепенный, вспомогательный, справочный и др. материал в зависимости от его значимости в процессе обучения.

Каждая единица учебного материала должна отвечать определенным дидактическим целям обучения. Именно разделение учебного материала на определенные «единицы» вносит ясность в вопрос о том, какой вклад в реализацию общих целей обучения физике дает изучение конкретной единицы учебного материала. Отбор единиц учебного материала, анализ его содержания и структуры, раскрытие взаимосвязи между ними в процессе изучения всего учебного раздела составляет предмет его нормирования.

Пока, что не существуют надежных критериев отбора единиц учебного материала. В своей практической работе учитель вынужден эмпирически подбирать те или иные единицы учебного материала, определять их структуры и содержание в соответствии с требованиями, предъявляемыми к познавательной деятельности учащихся. Поэтому важным моментом нормирования учебного материала является определение сложности и уровня его усвоения. Здесь мы сталкиваемся с понятием «элемента знаний и умений», как составной части единицы учебного материала. Существующие критерии дробления учебного материала на элемент знаний и умений являются качественными (например, элемент знаний не должен содержать более одного суждения; не должен содержать более одной простой мысли или включать более одного аспекта сложной

идеи; степень усвоения можно исчерпывающе проверить с помощью одного, точно поставленного вопроса и др.) [211, 337].

**Если исходить из логической связи элементов знаний, то мы сталкиваемся с проблемой выделения единицы учебного материала, содержащей тесно связанные знания и умения и обладающие определенной логической целостностью. При изучении свойств жидкостей и твердых тел в качестве единицы учебного материала, например, можно рассмотреть «силу поверхностного натяжения» или «закон Гука». Не следует считать, что единицы учебного материала является определенной его «порцией» на урок. Хотя в отдельных случаях это может быть и так. Однако, в общем случае изучение единицы учебного материала может охватывать несколько взаимосвязанных уроков, на которых учитель излагает этот материал, закрепляет его, повторяет и формирует необходимые при этом умения.**

На основе вышесказанного из действующего учебника физики 10 класса в темах о свойствах жидкостей и твердых тел [40] выделены элементы знаний, излагаемые в следующей последовательности:

### ***Свойства жидкостей.***

1. Межмолекулярные силы взаимодействия.
2. Молекулы на поверхности жидкости.
3. Сила поверхностного натяжения.
4. Коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$ .
5. Зависимость  $\sigma$  от температуры.
6. Смачивание.
7. Несмачивание.
8. Краевой угол смачивания.
9. Мениск (вогнутый и выпуклый).
10. Капилляр.
11. Высота поднятия (опускания) жидкости в капилляре.
12. Природные явления.
13. Использование в технике.
14. Технологические процессы.

### ***Свойства твердых тел.***

1. Аморфное тело.
2. Кристалл.
3. Анизотропия.
4. Деформация и ее виды.
5. Абсолютное удлинение.
6. Относительное удлинение.

7. Механическое напряжение.
8. Диаграмма растяжения.
9. Модуль упругости (Юнга).
10. Закон Гука.
11. Предел упругости.
12. Текучесть.
13. Предел прочности.
14. Пластичность.
15. Хрупкость.
16. Использование в технике.
17. Создание материалов с заданными свойствами.

Матричный метод в педагогике и частных методах эффективен лишь в том случае, если имеются операционные критерии выявления семантических связей между выделенными элементами знаний. Связи между элементами знаний можно классифицировать таким образом: 1) естественные связи, органически вытекающие из логики развития научного материала раздела; 2) искусственные связи, вводимые с помощью дидактических средств на основании опыта преподавания и результатов педагогических исследований. Связь между функциональной величиной и соответствующими аргументами, например, относится к естественным связям. Изучая закон Гука, учащиеся неизбежно устанавливают связи между механическим напряжением, модулем упругости /Юнга/ и относительным удлинением испытуемого образца материала. Связь между понятиями «аморфное тело» и «текучесть» также является естественной, т.к. аморфное тело по истечении длительного времени подвергается текучести.

Использование наглядных пособий, лабораторных экспериментов, диаграмм или действующих моделей может обеспечить связь между элементами знаний. Такие связи есть результат методического построения и относятся по вышеуказанной классификации, к искусственным. Скажем, вполне возможно такое изложение понятия «текучести», при котором связь между этим понятием и понятием «модуль упругости (Юнга)» отсутствует. Однако если, при наличии необходимого оборудования, провести лабораторную работу физического практикума «Испытание образца на растяжение», то такая связь возникает. Таким образом, если между какой-либо парой элементов знаний и понятий в учебнике отсутствует явная связь, то это ее нельзя осуществить. При другом методическом построении текста можно достичь связи тех понятий, которые в данном его варианте выглядят семантически изолированными.

Некоторые критерии наличия семантических связей между элементами знаний можно сформулировать следующим образом:

а) связь между ними становятся очевидными, если прослеживаются причинно – следственные отношения между ними (например, коэффициент

поверхностного натяжения входит в формулу высоты поднятия или опускания жидкости в капилляре);

б) в тех случаях, когда единицей расчленения учебного материала является понятие, критерием наличия связи между понятиями является их производность от одного и того же ближайшего родового понятия (скажем, понятия «предел упругости», «текучесть» и «предел прочности» семантически связаны, так как они входят элементами в «диаграмму растяжения»);

в) о связях между элементами знаний нередко свидетельствует наличие совпадающих слов, научных или технических терминов, причем таких, которые либо являются предметом изучения в данном разделе, либо достаточно важны для его понимания [266].

Эти положения и определяют вид матриц составленных соответственно вышеперечисленным элементам знаний по свойствам жидкостей и твердых тел.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	1			1	1					1	1	1
2	1	2	1											
3	1	1	3	1							1	1	1	1
4			1	4	1					1				
5				1	5									
6	1					6	1	1				1	1	1
7	1					1	7	1				1	1	1
8						1	1	8	1					
9							1	9						
10									10	1	1			
11			1	1						1	11	1	1	1
12	1		1			1	1			1	1	12		
13	1		1			1	1				1		13	1
14	1		1			1	1				1		1	14

*Рис.3.2.1. Матрица 1. Свойства жидкостей*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	1	1							1		1					
2	1	2	1											1			
3	1	1	3													1	1
4				4	1	1		1									
5				1	5	1											
6				1	1	6		1		1							
7							7	1		1	1	1	1				
8			1			1	1	8	1		1	1	1			1	1
9								1	9	1							
10						1	1		1	10	1					1	1
11							1	1		1	11	1				1	1
12	1							1	1		1	12	1				
13							1	1				1	13			1	1
14	1												1	14	1		
15		1												1	15		
16			1					1		1	1		1			16	1
17			1					1		1	1		1			1	17

**Рис.3.2.2. Матрица 2. Свойства твердых тел.**

Для исследования внутренних связей между элементами знаний в матрицах использованы цифры двоичного алфавита 1 (связь имеется) или 0 (связь отсутствует).

Каждая пара элементов знаний представлена на поле матрицы двумя клетками, расположенными соответственно выше и ниже главной диагонали.

Половина матрицы, расположенная ниже определяющей линии – контрольная. Та же система отношений между всеми элементами знаний прослеживаются, и фиксируется на ней повторно – при переходе от последующих элементов к предыдущим. Если критерии наличия связи надежны и квалификация исследователя достаточно высока, то нижняя половина матрицы окажется симметричной верхней относительно главной диагонали.

Главным в матричной методике регистрации и анализа систем связей в целях нормирования учебного материала является интерпретация системы, педагогические выводы, которые могут быть сделаны. Систематичность и последовательность введения новых знаний будут с большей вероятностью обеспечены, если эта область состоит из нескольких компактных образований, расположенных вдоль главной диагонали, полностью заполненной единицами. В обеих матрицах это условие не выполнено полностью: в матрице 1 имеются разрывы в клетках 5-6, 9-10, 12-13; в матрице 2 имеются разрывы в клетках 3-4, 6-7, 15-16.

Для усвоения учащимися элемента учебного материала требуется знание определенного числа других элементов темы. В свою очередь, каждый элемент знаний используется определенное число раз для



усвоения других элементов темы. Число связей данного элемента с другими элементами темы характеризует его информационную насыщенность. Условимся называть элементами знаний с большой информационной насыщенностью те элементы, для усвоения которых требуется привлечение значительного числа других элементов темы. Если элементы темы не требуют для их усвоения большого числа элементов знаний, а сами часто используются для усвоения других элементов, то их будем называть элементами с малой информационной насыщенностью. Такое разделение важно для нормирования учебного материала при классификации на основной и второстепенный материалы.

Критерием качественного анализа является число общих связей элемента знаний с другими элементами темы. Определив число и характер связей между элементами темы классифицируем их по соответствующим дидактическим целям различных этапов нормирования учебного материала. При этом мы исходим из того, что основной целью нормирования учебного процесса является углубление и совершенствование основного содержания темы урока, выявление понимания причинно-следственных и других существенных связей между изучаемыми явлениями, определение характера зависимости между физическими величинами, умения применять знания и др.

Величину, характеризующую степень семантической целостности элементов знаний, будем называть коэффициентом семантической связности  $K$ , который определяется в матрице как отношение количества пар элементов знаний, связанных между собой  $N$ , к числу потенциально возможных связей  $C_n^2$  - есть сочетание из  $n$  элементов по два в каждой группе без учета порядка элементов;  $n$  – общее количество элементов в матрице:

$$K = \frac{N}{C_n^2}, \text{ где } C_n^2 = \frac{n!}{2}$$

Таким образом:  $K = \frac{N}{2n}$

Для матрицы 1 имеем  $n_1 = 14$ ,  $N_1 = 31$ . Тогда,  $K_1 = \frac{2*31}{14*13} = 0,34$ .

Для матрицы 2 имеем  $n_2 = 17$ ,  $N_2 = 38$ . Тогда,  $K_2 = \frac{2*38}{17*16} = 0,28$ .

Легко видеть, что коэффициент семантической связности изменяется в пределах  $1 \geq K \geq 0$ .

Известный интерес представляет рассмотрение предельных случаев, если  $K=1$ , то это означает, что все пары элементов связаны между собой таким образом, что изучая каждый новый элемент знаний, учащиеся используют знания всех ранее усвоенных (в рамках данной матрицы) элементов и создают основания для изучения всех остающихся элементов знаний. В такой дидактической ситуации все преимущества, связанные с

реализацией дидактического принципа систематичности, регулярности повторения, проявляются с наибольшей силой. Естественно, что разработка такой последовательности изложения учебного материала, при которой отдельные его элементы охвачены широко разветвленной системой связей улучшает нормирование учебного материала. Если  $K=0$ , то это свидетельствует о том, что ни одна из пар элементов знаний не связана меж собой. Иными словами, в данной системе нет ни одного элемента, которое выводится из другого. Все элементы независимы друг от друга и являются исходными. В такой системе невозможны их упорядочение, классификация и нормирование. Естественно, что усвоение раздела учебного предмета, в котором отсутствуют семантические связи между элементами знаний, представляется едва ли возможным.

Учитывая, что не все связи в системе учебных знаний равнозначны, можно утверждать, что особое значение приобретают связи между смежными /соседними/ элементами знаний. Наличие таких связей позволяет опираться в обучении не только на усвоенный материал, создавать логическую цепь «без разрывов» в знаниях. Такая цепь ведет к матрице, в которой все клетки, прилегающие к главной диагонали, заняты единицами. Поэтому полезно ввести понятие о коэффициенте смежной семантической связности  $C$ , понимая под ним отношение числа пар смежных, семантически связанных элементов знаний  $m$  к наибольшему числу таких пар  $n-1$ , где  $n$ -количество элементов в матрице:

$$C = \frac{m}{n-1}$$

Эта величина для матрицы 1 равна  $C_1 = \frac{11}{14} = 0,78$  и

для матрицы 2 -  $C_2 = \frac{14}{17} = 0,82$

При количественной оценке матрицы возможно сравнение чисел связей, в которое вступает тот или иной элемент знаний с другими элементами. Показатель семантической связанности элемента  $D$  определяется как отношение числа связей  $p$ , в которое вступает данный элемент знаний с другими элементами внесенными в матрицу, к предельному числу таких связей  $n-1$ :

$$D = \frac{p}{n-1}$$

Вычисление показателя семантической связанности для каждого из элементов знаний матриц 1 и 2 позволило их ранжировать в соответствии с величиной  $D_1$  и  $D_2$  (таблица 3.2.1 и 3.2.2):

*Ранжирование элементов знаний по значению показателя семантической связанности  $D_1$  свойств жидкостей*

Таблица 3.2.1

Номер	Элементы знаний свойств жидкостей	$D_1$
1	Межмолекулярные силы взаимодействия	0,54
2-3	Сила поверхностного натяжения	0,39
2-3	Смачивание	0,39
4	Несмачивание	0,31
5	Высота поднятия /опускания/ жидкости в капилляре	0,23
6-7	Коэффициент поверхностного натяжения $\sigma$	0,15
6-7	Капилляр	0,15
8-10	Молекулы на поверхности жидкости	0,08
8-10	Краевой угол смачивания	0,08
8-10	Использование в технике	0,08
11-14	Зависимость $\sigma$ от температуры	-
11-14	Мениск	-
11-14	Природные явления	-
11-14	Технологические процессы	-

*Ранжирование элементов знаний по значению показателя семантической связанности  $D_2$  свойств твердых тел*

Таблица 3.2.2

Номер	Элементы знаний свойств твердых тел	$D_2$
1	Диаграмма растяжения	0,375
2	Механическое напряжение	0,31
3	Аморфное тело	0,25
4-8	Кристалл	0,19
4-8	Деформация и ее виды	0,19
4-8	Закон Гука	0,19
4-8	Предел упругости	0,19
4-8	Предел прочности	0,19
9-10	Анизотропия	0,125
9-10	Относительное удлинение	0,125
11-15	Абсолютное удлинение	0,06
11-15		0,06
11-15	<i>Модуль упругости (Юнга)</i>	0,06
11-15	Текучесть	0,06
11-15	Пластичность	0,06
11-17	Использование в технике	-
11-17	Хрупкость	-

Изучение и анализ таблиц 3.2.1 и 3.2.2 позволяет сделать ряд важных выводов для нормирования учебного процесса. Из таблиц видно, что знания прикладного характера (проявления свойств жидкостей и твердых тел в природных явлениях, примеры использования их в технике и технологических процессах) формально относятся к элементам знаний с малой информационной насыщенностью. Поэтому на уроках учитель должен обратить особое внимание на методику их изложения сразу же после изучения соответствующего теоретического вопроса. Такие основные понятия и закономерности, как межмолекулярные силы взаимодействия, сила поверхностного натяжения, диаграмма растяжения, механическое напряжение по праву относятся к элементам знаний с большой информационной насыщенностью.

Однако, такое важное понятие, как модуль упругости (Юнга) значительно реже актуализируется в ходе обучения, чем элементы знаний предел упругости и предел прочности. Поэтому для его понимания и усвоения учителю следует более подробно остановиться на выяснении его физического смысла и затем чаще его повторять.

Вместе с тем, для повышения научного уровня преподавания свойств жидкостей и твердых тел в школах нового типа, где практикуется углубленное изучение физики, необходимо, на наш взгляд, ввести такие понятия как поверхностная энергия, ближний и дальний порядок, дефекты кристаллической решетки и их влияние на механические свойства кристаллов.

В целях сравнения логической структуры изложения молекулярной физики в анализируемых учебниках (в связи с тем, что, нумерация и названия глав не совпадают) весь материал раздела, приведенный в таблице 3.2.1, мы объединили в трех условных темах: 1. Основы молекулярно-кинетической теории. 2. Основы термодинамики. 3. Свойства паров, жидкостей и твердых тел. Для проведения анализа различных связей между элементами знаний раздела и выявления оптимальной последовательности их изучения мы использовали методы граф и матриц, которые из-за громоздкости здесь не приводятся. При проведении сравнительного анализа в целях нормирования представляет интерес подсчет количественных коэффициентов-семантической связности  $K$  (определяется как отношение числа пар элементов знаний связанных между собой к числу потенциально возможных связей в данной теме) и - смежной семантической связности  $C$  (понимается отношение числа пар смежных связанных элементов знаний к наибольшему числу таких пар элементов знаний в теме). Результаты количественного анализа матриц стабильного учебника и пробных учебных пособий приведены в таблице 3.2.3.

Из нее видно, что коэффициенты семантической связности  $K$  и смежной семантической связности  $C$  молекулярной физики колеблются в довольно широких пределах: соответственно от 0,09 (А.К. Кикоин) до 0,16 (Н.М. Шахмаев) и от 0,66 до 0,73. Т.е. по этим обоим параметрам пробный учебник Н.М. Шахмаева оказался предпочтительнее.

Наиболее тесная связь между элементами знаний обнаружена в теме «Основы термодинамики» в пробном учебнике Н.М. Шахмаева ( $K=0,54$ ) и это понятно, т.к. эта тема изучается в самом конце раздела, где широко используются молекулярно-кинетические представления. Наименьшая связь обнаружена в теме «Основы МКТ» в пробном учебнике А.К. Кикоина ( $K=0,18$ ), т.к. здесь основные сведения о молекулах даются в разрозненном виде.

*Некоторые результаты количественного анализа стабильного  
и пробных учебников*

Таблица 3.2.3

Количественная характеристика учебного материала	Стаб. учебник (Б.Б. Буховцев)				Пробн. учебник (А.К. Кикоин)				Пробн. учебник (Н.М. Шахмаев)			
	Темы			По разделу	Темы			По разделу	Темы			По разделу
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
1. Коэфф-т семантич. связности- $K$	0,22	0,47	0,35	0,12	0,18	0,44	0,23	0,09	0,27	0,54	0,32	0,16
2 Коэфф-т смеж.семан. связности- $C$	0,78	0,83	0,69	0,71	0,68	0,74	0,69	0,66	0,80	0,84	0,91	0,73

Показатель смежной семантической связности элементов знаний  $C$  характеризуется для всех учебников большим значением по сравнению с  $K$  и отличается стабильностью. Авторы всех трех учебников более менее плодотворно использовали принцип последовательности изложения, опору последующих элементов знаний на предыдущие. Наименьшее значение  $C$  обнаруживается в теме «Свойства паров, жидкостей и твердых тел» в стабильном учебнике, т.к. здесь недостаточно описаны явления, происходящие при фазовых переходах, характер изменения внутренней энергии при этих процессах, меньше обращается внимание на вычисление количества теплоты, поглощаемого или отдаваемого веществом при агрегатных превращениях.

Таким образом, использование матричной методики в целях нормирования учебного процесса по изучению свойств жидкостей и твердых тел выполняет определенную функцию в повышении эффективности обучения. Ее основное значение состоит в усилении

научной основы, т.е. в развитии логики рассуждений учащихся; установлении взаимосвязи и взаимообусловленности физических явлений; определении межпредметных связей; обобщении и систематизации знаний.

Использование матричной методики с качественным и количественным анализом позволяет выявить основные компоненты знаний о физических явлениях и их характеристиках; определять структурность знаний, различные уровни усвоения учебного материала; выявлять приемы умственной деятельности учащихся.

Важным условием эффективности применения этой методики по всему курсу физики является предъявление знаний учащимся в строгом соответствии с логической структурой учебной темы и с учетом последовательности усвоения учащимися элементов знаний о физических законах, закономерностях, явлениях и др. Этим достигается следующее:

- создаются условия, при которых одни элементы знаний помогают пониманию и усвоению последующих, а последующие элементы способствуют закреплению и совершенствованию предыдущих;

- определяется направление развития мысли учащихся, фиксируется их внимание на существенных элементах учебного материала, что формирует определенную логику суждений;

- у учащихся вырабатывается определенная система изучения физических явлений, которая помогает рационально строить устные и письменные ответы по физике и способствует формированию умения выделять главное, обобщению и систематизации изученного материала, что очень важно при самостоятельном усвоении знаний и нормализации учебной нагрузки учащихся.

### **3.3. Результаты исследования бюджета учебного времени и пути его нормализации.**

Включение в понятийный аппарат педагогических исследований категории времени может быть рациональным в том плане, который был намечен еще в трудах С.Л. Рубинштейна, а затем развит В.Д. Патрушевым, В.А. Ядовым, Л. Сэвом и др. [269, 309, 370]. Они полагали что по использованию реального времени можно проследить эмпирические формы жизни личности, уяснить характер и направленность ее ценностных ориентаций, детерминирующих различные виды активности. «Потребность во времени», способность творчески «преобразовывать использование своего времени», ограничения, которые накладываются извне на эту способность, - все эти моменты сопряжены в категорию «пространство жизненной активности».

Нормирование учебного процесса основано на общих законах управления трудовой деятельностью – законах повышения эффективной деятельности и экономии времени. Сущность этих законов в обучении – достижение максимально возможных результатов в усвоении знаний и умственном развитии при минимально возможных затратах ученического времени (в пределах его нормативных расходов). На это должен быть нацелен весь

учебный процесс – его содержательная, операционная и эмоциональная стороны.

Содержательная сторона обучения в основном определена учебными программами, стабильными учебниками и учебными пособиями. Однако овладение знаниями и умственное развитие невозможны без разносторонней активной деятельности учащихся, направленной на усвоение знаний, и чем более развитые виды деятельности заданы учащимся при обучении, тем выше уровень усвоения ими учебного материала.

Деятельность учащихся во времени – основа усвоения, она представляет собой «главное звено», через которое обучающий может управлять усвоением знаний [311, с. 231].

При исследовании временных параметров процесса обучения, как правило, рассматривались в отдельности бюджет времени учителя [120, 177, 130, 261] и бюджет времени ученика [47, 59, 71, 158, 287]. При этом были выявлена большая перегрузка тех и других и вскрыты некоторые причины этого явления.

Мы подходим к этому вопросу со стороны основных элементов нормирования учебного процесса, в котором центральным является нормирование обучающей деятельности учителя и учебной деятельности учащихся. Комплексный подход к анализу этого процесса требует не только учета объективно существующих содержательных сторон этого взаимодействия, но и его формально-временных границ, которые также существуют объективно. Однако временной параметр обучения учитывался не всегда. Можно полагать, что результат обучения во многом зависит от того, насколько четки представления о временных границах процесса обучения. Вместе с тем опытного учителя от недостаточно опытного можно определить не только по качественно высоким результатам его деятельности, но и по тому, что этот результат достигается в сравнительно короткие сроки, т.е. время выступает здесь в качестве объективного критерия результативности деятельности.

В педагогической науке еще нет достаточно надежной и детализированной информации о среднестатистической величине в целом и по различным группам педагогов, об отдельных структурных элементах и закономерностях их изменения [120]. Так, по данным свердловских исследователей, величина рабочей недели учителя составляет в среднем 55 ч. 22 мин. в городе и 57 ч. 44 мин. в сельской местности [68]. У сельских учителей Ленинградской и Челябинской областей она достигает 63,5 ч. Некоторые исследователи называют и более высокие величины [177]. Анализ показывает, что они, как правило, завышены против действительных на 10-18% вследствие ошибок и несовершенства методик измерений.

При изучении рабочего времени учителя, прежде всего, следует установить, что собой представляет норма педагогического труда. Это весьма сложная проблема, привлекающая внимание экономистов, социологов, юристов, физиолого-гигиенистов и педагогов [177, 210, 230, 233, 362]. Дело в том, что до 1984 года действовал норматив педагогической нагрузки,

установленный Наркоматом труда и Наркомпросом РСФСР в конце 20-х годов: для учителей предметником – 18 учебных часов в неделю, для учителей начальных классов – 24 ч. В настоящее время норма учебной нагрузки составляет соответственно 18 и 20 учебных часов в неделю.

В действующем законодательстве нет нормы, которая специально регулировала бы в целом рабочее время педагогов. В основу правового регулирования его продолжительности до сих пор положено только преподавательская работа как единственный показатель учета педагогического труда во времени. Труд учителей измеряется и нормируется лишь в той части, которая характеризуется количеством проводимых уроков, в то время как большая его часть (подготовка к урокам, проверка тетрадей, подготовка демонстраций и лабораторных работ, внеклассная и внешкольная работа и т.п.) остается до сих пор официально не учитываемой трудовой нагрузкой.

Можно сказать, что рабочее время учителя состоит из двух частей: из времени проведения уроков – нормированной и постоянно контролируемой рабочей части и из времени всей остальной подготовительной работы – не нормированной и непосредственно не контролируемой. И для того, чтобы изменения в содержании педагогического труда получили адекватное отражение в его организации и нормировании, большое практическое значение имеет анализ тех социально-экономических и организационных факторов, под воздействием которых складываются тенденции в изменении общей величины рабочего времени учителя.

В США Национальная комиссия по достижению совершенства в образовании подготовила доклад «Нация в опасности: императив для образовательных реформ». Эта комиссия в процессе своей кропотливой работы вскрыла серьезные несоответствия в организации учебного процесса, касающиеся содержания образования; его ожидаемого качества; времени, расходуемого на образование, качества преподавания.

Представленные Комиссией данные свидетельствуют о наличии трех негативных факторов, относящихся к использованию американскими школами и учениками учебного времени:

- по сравнению с развитыми странами американские школьники тратят существенно меньше времени на школьную работу;
- время, расходуемое на классную и домашнюю работу, часто используется неэффективно;
- школы не предпринимают достаточных усилий для того, чтобы помочь ученикам выработать либо необходимые навыки, либо готовность затрачивать больше времени на школьную работу [379].

В Великобритании и других развитых странах ученики «академических направлений» средних школ проводят в школе в среднем по 8 часов в день, 220 дней в году. В США же типичный школьный день длится 6 часов, а учебный год – 180 дней. Во многих школах время, затрачиваемое на изучение кулинарии и вождение машин, «весит» для получения диплома столько же, сколько и время, затрачиваемое на изучение математики, английского языка, химии, истории или биологии. В ряде случаев учебная нагрузка составляет только 17



часов в неделю, а в среднем по стране – около 22 часов в неделю. В большинстве школ выработки навыков учения – дело случайное и незапланированное. Соответственно, многие оканчивают среднюю школу и поступают в колледж без систематизированных и наработанных умений и навыков обучаться и самостоятельно работать [там же, с. 174].

Комиссия рекомендовала, чтобы значительно больше времени уделялось изучению новых базовых дисциплин, что потребует более эффективного использования и удлинения школьного дня, или школьного года. Школьные округа и законодатели штатов должны серьезно рассмотреть вопрос о введении 7-часового школьного дня и 200-220-дневного школьного учебного года. Лимит предназначенного для образования времени должен быть увеличен за счет более рационального его использования в школе и, в частности, лучшей организации школьного дня.

Проведенные нами обследования бюджета времени учителей физики Ысыкульской области по единой методике, разработанной новосибирскими учеными, дали очень близкие результаты к данным по некоторым регионам Российской Федерации.

Анализ показывает, что по 18 уроков в неделю имеют всего 11% педагогов; 19-20 уроков 20%; 21-24 – 30%; 24 урока и более 24%. Нагрузку ниже нормы имеют 15% учителей.

С ростом педагогической нагрузки увеличивается в основном время на ведение уроков и дополнительных занятий (теперь в некоторых школах - платных), а затраты на подготовку к урокам остаются почти без изменений. На все остальные виды педагогической деятельности учителя, различную педагогическую нагрузку, затрачивают примерно одинаковое время. Отсюда следует, что при увеличении поурочной нагрузки доля ненормированного труда на каждый учебный час сокращается, а значит и каждый час педагогического труда становится дороже.

Как показали данные других исследователей величина рабочего времени дифференцирована у педагогов различных специальностей в основном за счет затрат на учебно-воспитательную работу по предмету, т.е. зависит от его специфики. Это означает, что на каждый оплачиваемый час поурочной нагрузки учителя затрачивают неодинаковое количество ненормированного времени, а следовательно, и труда (подготовка к урокам, проверка тетрадей), т. е. оплата одного фактического часа работы у них неодинакова. Организационно – педагогическое несовершенство системы нормирования труда приводит к нарушению принципа равной оплаты за равный труд.

В условиях наступления рыночной экономики в республике и удорожания стоимости жизни, вследствие чего происходит значительный отток квалифицированных и опытных специалистов из школы, многие учителя, чтобы иметь педагогическую норму (18 уроков) и выше, вынуждены вести по несколько предметов, хотя к преподаванию некоторых из них они не готовились в процессе обучения в вузе. Эта тенденция особенно заметна в сельских школах, где большую роль играет отсутствие параллельных классов.

По нашим данным, в сельских школах Иссык-Кульской области свыше 27% учителей физики ведут уроки по другим предметам. Отсутствие параллельных классов в большинстве сельских школ приводит к увеличению объема подготовки к урокам. Около 38% учителей физики готовятся ежедневно к 3-4 урокам, причем они имеют примерно такую же учебную нагрузку (а то и меньше), как и те, кто ведет одну только физику. И если в крупных сельских и некоторых городских школах такие учителя имеют возможность сочетать преподавание физики с близкой по содержанию математикой, то в сельских особенно отдаленных от Районного центра школах вариативность шире и определена не столько научно-методической подготовкой учителя, сколько практической необходимостью. Вследствие этого нередко химию, информатику, биологию, физкультуру и даже историю ведут учителя физики, причем у многих из них уровень преподавателя не отвечает современным требованиям.

Если для стабильного учебника сроки его изучения прошли многолетнюю проверку, то для пробных (или экспериментальных) учебных пособий длительности изучения тем недостаточно известны. Мы также не знаем законы распределения этих величин, которые, очевидно являются случайными. Обычно предполагают, что длительности имеют бета-распределение [67, 125].

Расчет длительности изучения тем проводится экспертными методами (см. 3.1). Если полученные результаты удовлетворительны (в частности, вероятность соблюдения времени, отпущенного учебным планом на эту тему, достаточно велика), то они и являются нормативными данными на изучение соответствующих тем. В противном случае следует пересмотреть предложенное распределение времени между темами и повторить расчеты. Если же и это не даст результата, то на основании результатов этапа системно-структурного анализа учебного материала необходимо переработать части учебника, дающие наибольшую ожидаемую нагрузку.

Отсюда вытекает необходимость оценки действующих стабильных учебников и пробных учебных пособий с точки зрения затраты времени в ходе процесса обучения. Для решения этой задачи мы предлагаем комплекс мер по нормированию учебного процесса, который проводится в несколько этапов. На первом этапе проводится системно-структурный анализ содержания учебного материала с использованием методов граф и матриц (см. 3.2 данной главы). На втором этапе рассчитывается и анализируется бюджет учебного времени, необходимого для усвоения содержания курса физики.

На этом этапе нормирования процесса обучения по молекулярной физике мы использовали метод экспертных оценок (Грабарь М.И., Зинес В.А., Кыверялг А.А., Мухин Э.В., Суппес Г., Черепанов В.С., Ядов И.А. и др.), сущность которого для нашего исследования состояла в ориентировочном определении затрат времени на изучение раздела опытными учителями и методистами на основании имеющегося в их распоряжении коллективного и личного опыта. Эксперты дали нормируемому виду деятельности три оценки:

- оптимистическую, оценивающую минимально возможный период времени, в течении которого может быть изучена тема раздела;
- наиболее вероятную, оценивающую период, в течении которого вероятнее всего большинство учителей изложит учащимся тему раздела;
- пессимистическую, представляющую максимальную продолжительность изучения темы.

По данным этих трех оценок определяется средняя продолжительность изучения темы (при условии ее многократного повторения), представляющая собой математическое ожидание, в качестве плановой оценки принимается статистическое среднее:  $t = \frac{t_{\min} + 4t_{hb} + t_{\max}}{6}$ .

Мера неопределенности оценки, характеризующая величину размаха распределения, или интервал, на котором отстоят друг от друга оптимистическая и пессимистическая оценки, определяется дисперсией:

$$\delta^2 = \left( \frac{t_{\max} - t_{\min}}{6} \right)^2.$$

Если дисперсия мала, то ошибка изучения темы достаточно точна в отношении срока ее завершения, т.е. оптимистическая и пессимистическая оценки лежат близко друг к другу и время является нормативной данной на изучение соответствующей темы. Если дисперсия велика, то момент завершения изучения темы будет неопределенным и на основании результатов первого этапа необходимо переработать части учебника, дающие наибольшую ожидаемую перегрузку.

Расчеты, проведенные по дельфийской методике, позволяют предсказывать вероятный процент усвоения большинством учащихся изученной темы при соблюдении определенных условий [66]. Важной чертой этой методики является понимание того, что те или иные черты будущего изучения темы, на основании которых должны приниматься решения опытных учителей, в значительной мере основывается на информированных интуитивных предположениях компетентных людей.

На завершающем этапе нормирования учебного процесса по молекулярной физике на основе многолетнего опыта учителей анализировался бюджет учебного времени, необходимый для изучения этого раздела курса физики и достижение при этом учащимися определенного уровня знаний. На основании метода экспертной оценки рассчитывались на урок среднее время, отведенное учителем на опрос учащихся и повторение пройденного ( $t_1$ ), объяснение нового материала ( $t_2$ ), демонстрацию опыта, диапозитива, кинофильма, использование ТСО ( $t_3$ ), решение определенного типа задач ( $t_4$ ), отведенное на закрепление определенного материала ( $t_5$ ), проведение лабораторной работы ( $t_6$ ). Учитывалось также число уроков, на которых проводится опрос учащихся ( $N_1$ ), изучается новый материал ( $N_2$ ), число демонстраций ( $N_3$ ), число типов задач ( $N_4$ ), число лабораторных работ ( $N_6$ ). Общее время, отводимое на изучение темы, складывалось из вышеприведенных показателей:

$$T=N_1t_1+N_2t_2+N_3t_3+N_4t_4+N_5t_5+N_6t_6$$

Временные показатели (в мин.) планировании темы "Свойства паров, жидкостей к твердых тел" приведены в таблице 3.3.1.

Как следует из таблицы 3.3.1 число уроков, на которых проводится опрос учащихся по пройденному материалу  $N_1=15$  уроков, число уроков, на которых объясняется новый материал равно 14 ( $N_2=14$ ).

*Результаты расчета учебного времени по основным элементам уроков.*

Таблица 3.3.1

Основные элементы уроков	Число элементов	Среднее затраченное время на 1 элемент урока (t)	Время отведенное на основные элементы урока (Nt)	В %
1. Опрос, повторение пройденного	14 уроков	19	260	32%
2. Объяснение нового материала	15 уроков	12	170	21%
3. Демонстрация опыта, использование ТСО	1 демонстраций	8,5	95	12%
4. Решение задач	6 типов задач	27	160	20%
5. Закрепление пройденного	14 уроков	4	46	6%
6. Лабораторные работы	2 работы	40	80	9%
Всего:			810	100 %

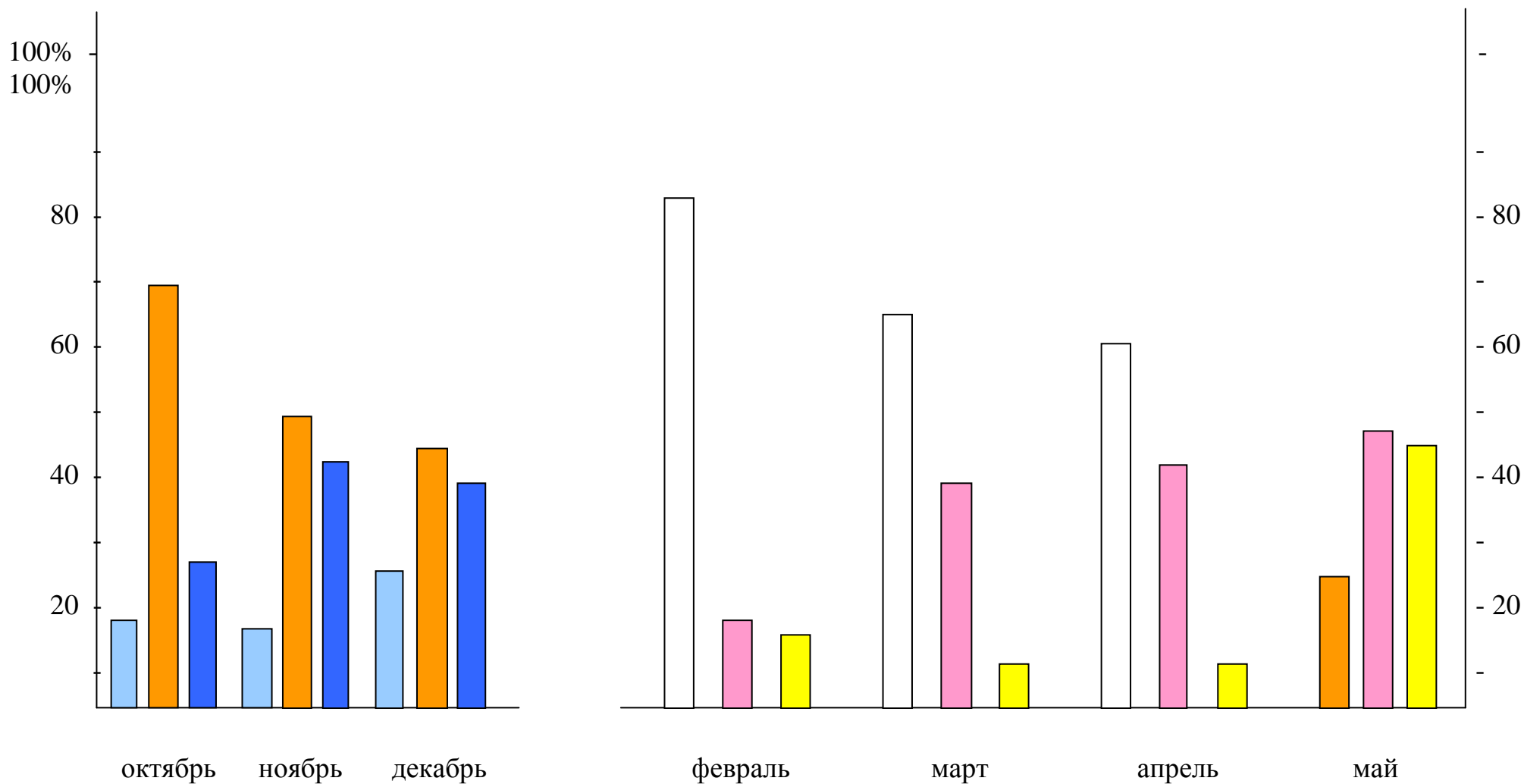


Рис. 3.3.1 Изменение распределения времени самостоятельной работы между группами студентов в течение учебного года.

Программа предусматривает по этой теме показ 11 демонстраций ( $N_3=11$ ). При изучении темы были решены на уроке 6 типов задач ( $N_4=6$ ). По программе предусмотрено выполнение двух лабораторных работ  $N_6=2$ . На закрепление нового материала на 14 уроках в среднем отводилось по 4 минуты  $N_5=14$ .

Исходя из приведенных выше данных подсчитывалось общее время, необходимое для прохождения данной темы. Оно оказалось приблизительно равным 810 минутам, т.е. 18 урокам. Если учесть, что на эту тему программа отводит 16 уроков (720 минут) и в классе преобладают ученики со средней подготовкой по физике, то ясно, что этого времени явно недостаточно. В этом случае число уроков по этой теме следует увеличить на 2.

Расчеты проведенные на основе вышеуказанных методов показали» что в средней общеобразовательной школе, обладающей достаточно оборудованным кабинетом физики следует ожидать, что за 47 часов 86% учащихся усвоят молекулярную физику по стабильному учебнику, за 45 часов 81% учащихся усвоят раздел по пробному учебнику А.К. Кикоина, за 42 часа 91% школьников усвоят материал по пробному учебнику Н.М. Шахмаева.

Планирование изучения молекулярной физики по последнему варианту проверялось в педагогическом эксперименте, результаты которого показали, что данная методика нормирования учебного процесса и полученные средние показатели устраняют перегрузку учащихся и могут быть использованы при планировании других тем курса физики.

О правильной организации учебного процесса в высшей школе можно судить по использованию бюджета времени студентами. Очень важно рационально руководить использованием времени, особенно студентами младших курсов. Основой правильного распределения времени между дисциплинами, темами является планирование и нормирование учебного процесса. По использованию бюджета времени можно судить и о рациональном планировании учебной аудиторной и внеаудиторной работ [42, 158].

Из существующих методов изучения бюджета времени нами был выбран метод социологических исследований, так как предполагалось, что с помощью массового анкетирования и обработка результатов опроса методами математической статистики удастся повысить их достоверность. К этому времени в Пржевальском госпединституте уже имелся отрицательный опыт изучения бюджета времени студентов методами фотографии рабочего дня в силу его большой, дополнительной для студентов, трудоемкости, хотя на первоначальном этапе использование хронокарт дает определенную пользу [42].

Разработанная нами анкета отвечала следующим требованиям: анонимность, простота заполнения, минимальное время заполнения, по

возможности охватывать все виды деятельности, т.е. обладать полнотой. Один из возможных вариантов такой анкеты представлен в приложении 3.3.1. Анкета охватывает деятельность студента за одну неделю и выделено тринадцать видов затрат времени. Все остальные расходы времени отнесены к «прочим затратам». В третью колонку вносятся первые приближения затрат времени за неделю и подсчитывается их сумма. Затем после внесения соответствующих поправок, получаем затраты времени за неделю по каждому пункту анкеты, итоговая сумма которых должны составить 168 часов (продолжительность недели в часах).

Однако, не все студенты одинаково расходуют свое время поэтому в анкете было предусмотрено деление студентов по трем категориям:

1) отличники и хорошисты; 2) «средние» студенты; 3) студенты имеющие неудовлетворительные оценки.

Для обработки анкет были разработаны и отлажены программы на ЭВМ, которые определяли математическое ожидание, строили закон распределения, определяли его характеристики, позволяли производить как среднюю обработку по всем студентам, так и по их категориям.

В ЫГУ им. К. Тыныстанова на всех курсах физического отделения (на курсе 60-75 человек) в течение нескольких учебных лет проводилось исследование бюджета времени студентов с помощью анкет и хронокарт. В анкетах еженедельно студенты отмечали время самостоятельной внеаудиторной работы по всем дисциплинам. В конце каждого месяца подводились итоги. Обработано всего 1164 анкет и хронокарт.

Анализ результатов исследования показал, что многие студенты работают в течение семестра очень неравномерно. Основная нагрузка ложится на предсессионные месяцы (декабрь, май). После введения рейтинговой системы оценки знаний студентов [169] пик нагрузки приходится перед рубежным контролем модулей. Систематически работают дома в течение семестра около 3 часов в день около 36% студентов на I курсе, 43% - на II курсе 32% - на III курсе и 28% - на IV – V курсах. Этот факт уменьшения времени на самостоятельную работу студентов начиная со II курса настораживает и требует нормализации.

По времени работы вне аудитории всех студентов можно разбить на 3 группы. Одна группа занимается около 44 часов в месяц (не более 2 часов в день), вторая – 60-70 часов в месяц (не более 2,5-3 часов в день), третья – 90 часов и более (это 3-3,5 часа в день). Об изменении количества студентов в группах в течении семестра можно судить по диаграммам на рис. 3.3.1.

Если учесть, что качественная успеваемость растет с I – II курсов по IV –V курсы от 21,6% до 34,8%, можно предположить, что качественного усвоения программы необходимы систематические занятия не менее 2,5-3 часов в день. Следовательно, студент на самостоятельную работу должен тратить не менее 15-18 часов в неделю по всем дисциплинам, остальное время он может использовать на другие нужды, в частности, для расширения

своего кругозора, повышения культурного уровня, занятий спортом, трудовой деятельностью, общественную работу и т.д.

*Распределение времени самостоятельной работы студентов II курса физической специальности по дисциплинам.*

Таблица 3.3.2

Дисциплины	Доля по учебному плану	Затрачено в месяц							
			I	II	III	IV	V	VI	VII
1. Физика	25	8,4	9,2	1,6	7,9	0,2	0,9	1,5	3
2. Математический анализ	16	0,7	1,3	3,6	,4	0,2	2,3	3,4	1
3. Философия	12	0,4	9,2	8,6	,8	1,3	,1	1,4	1
4. Педагогика	10	,5		,8	,7	,5	,9	,2	7
5. Психология	6		,8	,5		,2	,7	,8	5
6. Русский (иностраный) язык	7,5	,7	,4	,2	,9	,4	,5	,2	8
7. Методы математической физики	4,5				,7	,2	,8	,9	4
8. ТСО	4	,3	,9			,6	,9	,2	4
9. Основы мед. знаний	7,5	,2		,6	3		,7	,8	6

В качестве характерного примера распределения времени самостоятельной внеаудиторной работы в таблице 3.3.1 и на диаграмме (рис. 3.3.2) приведены данные для II курса физического отделения.

Исследования показали, что доля самостоятельных внеаудиторных занятий по дисциплине не всегда соответствует доле данного предмета в учебном плане. Студенты выполняют, прежде всего, ту работу, которая подвергается контролю. Из диаграммы видно, что увеличение времени, расходуемого на одну дисциплину, вызывает уменьшение времени, затрачиваемого на другие дисциплины. Максимумы соответствуют моментам проведения коллоквиумов, контрольных работ или выполнению заданий по конспектированию литературы, решению задач. Нагрузка студентов по дисциплинам тоже неравномерна. Это указывает на то, что самостоятельная работа студентов преподавателями либо не планируется, либо планируется стихийно.



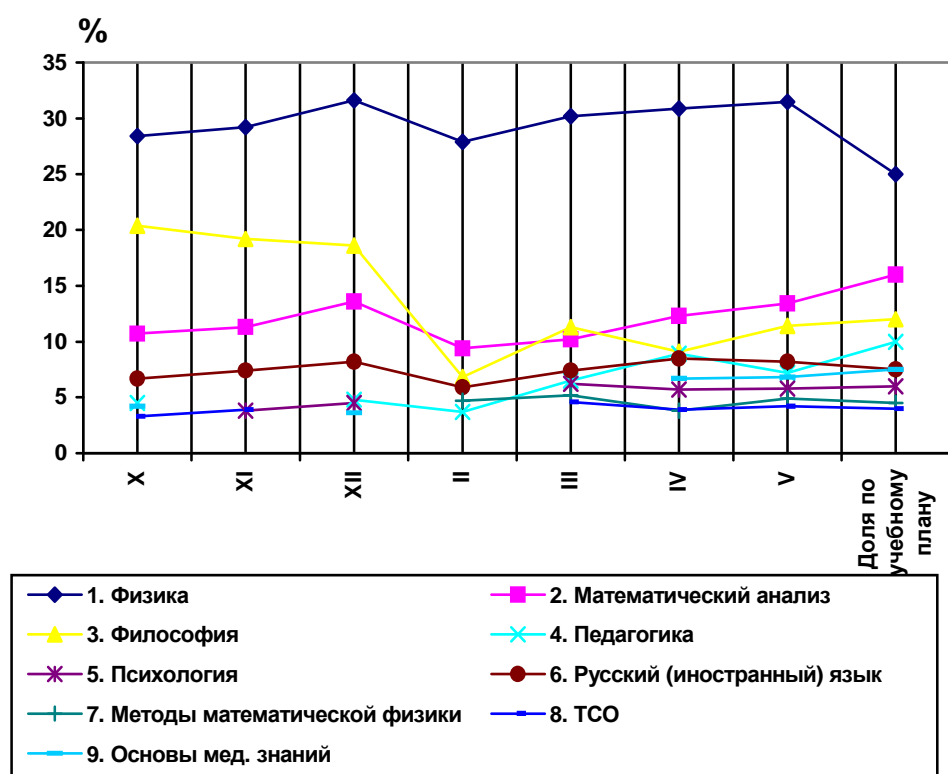


Рис.3.3.2. Распределение времени самостоятельной работы студентов II курса физического отделения по дисциплинам.

Следует заметить, что менее успевающие студенты (со средним баллом 3,5-4) занимаются гораздо меньше, чем студенты с хорошей успеваемостью (первые – 16-18 часов в неделю и вторые 24-26 часов соответственно). Эти же студенты мало изучают философию, педагогику и психологию, т.е. общественные дисциплины. При их изучении они недостаточно работают над конспектами и обязательной литературой (0,3-0,7 часа вместо 1,5-2 часов), недостаточно разбирают материал.

Чрезмерно большие затраты времени на самостоятельную работу наблюдаются у студентов I курса по истории, математическому анализу, аналитической геометрии, иностранному (русскому) языку. Отношение внеаудиторного времени к аудиторным (К) по этим предметам составляет соответственно: 1,4-1,9, 1,3-2,4, 1,0-1,3. Это объясняется тем, что студенты много работают над первоисточниками по истории, много тратят времени над решением задач по высшей математике, на перевод текстов.

Полученные данные заставляют задуматься над упорядочением самостоятельной работы студентов по указанным дисциплинам.

Нормальная (исходя из  $K=0,5$ ) нагрузка у студентов по физике и методике преподавания физики на старших курсах.

Таким образом, одной из закономерностей самостоятельной внеаудиторной работы студентов является ее неравномерность. Уже на стадии планирования в графики самостоятельной работы студентов вынужденно закладывается неравномерность затрат времени на протяжении семестра, связанная, в частности, с невозможностью выполнения многих видов домашних работ до изучения соответствующей дозы лекционного материала. На эту «плановую» неравномерность накладывается еще и «стихийная», вызываемая как необходимостью «вработывания», так и (в основном) неумением ряда студентов организовать свой труд и недостаточной эффективностью повседневного контроля.

Анализ также показывает, что имеются значительные резервы (неиспользованного) времени, составляющие на II-III курсах более 16-18% в неделю. Нормализация этого положения даст возможность значительно улучшить подготовку студентов по другим направлениям (например, путем участия в научной работе, совершенствования структуры самостоятельной работы и др.).

Прежде всего, следует довести до сведения студентов учебные планы аудиторных и внеаудиторных занятий. Для этого нужно составить график учебной и самостоятельной работы, из которого каждый студент должен знать, когда и что ему предстоит изучать. Такой график, составленный по всем дисциплинам, позволит судить о загруженности студентов в течение семестра.

Для правильного планирования и нормирования самостоятельной работы необходимо провести хронометраж всех видов работ, чтобы преподаватель, давая задание студенту, знал, сколько времени потребуется для его выполнения. Из хронокарт, заполняемых студентами, было оценено время подготовки к лекциям, практическим и лабораторным занятиям по курсу молекулярной физики.

На основании полученных данных был составлен график самостоятельной работы по подготовке к лекциям и лабораторным работам с указанием литературы и времени, необходимых для подготовки к данному виду деятельности. Это помогало студентам планировать свои домашние занятия. Эффективность и время домашней работы по подготовке и решению задач определяется эффективностью работы студентов на практических занятиях.

Для нормализации самостоятельной работы студентов нами были приняты следующие меры:

1. На методическом Совете университета, исходя из 54-часовой недели учебной работы студентов был установлен норматив ежедневной самостоятельной работы студентов:

- а) для I курса – 2,5 часа (15 часов в неделю);
- б) для II-IV курсов – 3 часа (18 часов в неделю);

в) для V курса – 4 часа (24 часа в неделю, при 30-ти часовой неделе обязательных аудиторных занятий).

2. Методической же комиссией установлены общие университетские нормативы планирования самостоятельной работы студентов I и II курсов в % от количества часов аудиторной работы по дисциплинам, читаемым на этих курсах. За счет факультативных и т.п. дисциплин по некоторым ответственным дисциплинам установлены нормативы, превышающие обычные 50% (например, по высшей математике – 65-70%, по практикуму решения физических задач 75-100%).

Для III и IV курсов, учитывая наличие курсовых работ, по некоторым непрофилирующим дисциплинам нормативы снижались ниже 50%, а за их счет увеличивалось число часов, идущих на выполнение курсовых работ.

3. Введена новая форма календарного плана учебных занятий, заполняемая читающим лекции преподавателем. В нем указывается распределение самостоятельной работы студента по видам занятий, в пределах общего объема часов на данную дисциплину.

4. Отработана форма графиков учебного процесса. Такие графики составляются деканатами факультетов для каждого курса на каждый семестр с охватом всех специальностей. В этих графиках обязательно указывается число часов, планируемых на самостоятельную работу студента по каждой дисциплине, а также сроки выполнения домашних заданий и даты контрольных рубежных оценок по модулям и контрольных работ по неделям семестра, что обеспечивает увеличение ритмичности работы студентов и исключает совпадение двух или нескольких рейтинговых точек контроля на одной неделе.

### **Выводы по третьей главе**

На основе анализа обширной литературы показаны возможности и преимущества использования метода экспертных оценок для нормирования учебного процесса по физике.

Проведенный в нашем исследовании анализ результатов анкетирования показал достаточную согласованность мнений экспертов-преподавателей и экспертов-практических учителей по подбору и функциональной значимости большинства элементов знаний молекулярной физики. Статическая обработка экспертных данных методами ранговой корреляции позволила определить значимость каждой дозы учебного материала.

Применение метода экспертной оценки показало, что наибольшую функциональную значимость имеют такие вопросы, как уравнение состояния идеального газа, температура, энергия теплового движения молекул, основы молекулярно-кинетической теории, первый закон термодинамики.

Для повышения научного уровня нормирования процесса обучения молекулярной физике с помощью метода групповых экспертных оценок на основе коэффициента вариации определена степень согласованности мнений экспертов.

Используя сформулированные в исследовании критерии отбора содержания обучения и, учитывая функциональную значимость отбираемого материала, выявленную на основе применения методов нормирования учебного процесса, составлено планирование учебного содержания молекулярной физики в средней школе.

Базой для применения системно-структурного анализа к нормированию учебного процесса по молекулярной физике послужили следующие общие принципы:

- принципы формирования содержания образования (В.В.Краевский, В.С.Леднев, И.Я.Лернер, М.Н.Скаткин, А.М.Сохор);

- принципы взаимного соответствия всех компонентов построения учебного процесса при ведущей роли целей и содержания обучения (Ю.К.Бабанский, С.Е.Каменецкий, В.Г.Разумовский, Н.А.Родина, А.В.Усова);

- принцип построения курса на основе фундаментальных физических теорий (Ю.И.Дик, Э.М.Мамбетакунов, В.В.Мултановский, А.А.Пинский, В.В.Усанов, Э.Е.Эвенчик).

Результаты исследования показали, что в настоящее время в педагогической науке недостаточно разработаны вопросы дозирования учебного материала по содержанию, объему, времени и последовательности его усвоения, подбора упражнений и заданий того или иного типа для достижения необходимой прочности знаний и умений.

Выделены критерии дозирования учебного материала молекулярной физики на элементы знаний и умений, степень усвоения которых можно нормализовать исчерпывающе проверить с помощью одного, точно поставленного вопроса.

Использован матричный метод анализа логических связей между выделенными элементами знаний и умений с помощью коэффициентов семантической связности единиц учебного материала. Определена структурность знаний, опора на которую дала возможность выявить основные компоненты материала молекулярной физики и нормализовать учебную нагрузку.

Проведено сравнение логической структуры изложения молекулярной физики в стабильном и двух пробных учебниках, которое дает возможности для выработки рекомендаций по нормированию содержания молекулярной физики.

Проведен анализ подходов в психолого-педагогической литературе к исследованию бюджета времени преподавателей и обучаемых, а также некоторых тенденций в распределении учебного времени в образовательных учреждениях развитых стран. Выявлена тенденция роста доли времени,

отведенного на самостоятельную работу учащихся и его рационального использования.

Установлено, что с ростом педагогической нагрузки учителей физики увеличивается в основном время на проведения уроков и дополнительных занятий (теперь в большинстве школах - платных), а затраты на подготовку к урокам остаются почти без изменений. Доказано, что при увеличении поурочной нагрузки доля ненормированного труда учителя на каждый учебный час сокращается, а значит и каждый час педагогического труда становится дороже.

Как один из путей нормализации бюджета учебного времени предложен вариант расчета временных показателей планирования темы молекулярной физики. Нормирование изучения других тем раздела позволяет заранее предсказать уровень усвоения учащимися содержания материала учебных пособий различных авторов.

Проанализированы затраты времени студентов физического факультета на выполнение самостоятельной работы по различным дисциплинам. Установлены некоторые закономерности самостоятельной внеаудиторной работы, основными из которых являются плановая и стихийная неравномерности, характер изменений затрат времени от курса к курсу, влияние объема времени изучения дисциплины в учебном плане, влияние частоты контрольных точек на максимумы и минимумы трудоемкости, взаимовлияние затрат бюджета времени разных дисциплин одного курса обучения.

## **ГЛАВА IV. НОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

### **4.1. Нормирование курса физики на основе структуризации его содержания**

Анализ многочисленных публикаций показал, что современное определение качества высшего образования как «сбалансированного соответствия многообразным потребностям, целям, требованиям, нормам (стандартам)» по своей внешней форме является инвариантным относительно времени [305, с. 35]. Изменяются структура и содержание потребностей, целей, требований, стандартов, изменяется и расстановка приоритетов в системе тех субъектов, чьим потребностям, целям и требованиям должны удовлетворять образовательный процесс и его результаты. В настоящее время приоритет отдан самому обучающемуся, развитию его социально-профессиональных компетенций.

Комплекс профессиональных компетенций будущего учителя является сложной системой нелинейно взаимодействующих компонентов, включающей необходимые для работы по специальности знания, умения и навыки, способности творчески мыслить и действовать, активно сотрудничать с коллегами и профессиональной межличностной средой, самостоятельно и ответственно принимать решения. Однако интегральное качество выпускника педагогического вуза оценивается не только по уровню его профессиональных компетенций, но и по уровню развития его личности. В целом личностное пространство шире профессионального. Уровень развития личности обучающегося и, соответственно уровень развития профессиональных компетенций зависят от таких характеристик студента, а затем и выпускника, как его когнитивная готовность, способность к самостоятельной творческой работе и творческому саморазвитию, ответственность, целеустремленность, самокритичность и т.п.

Перед современным курсом общей физики стоят следующие задачи:

- ознакомить студентов с основными принципами, теориями, законами физической науки и их математическими выражениями, а также с физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования;

- научить правильно выражать физические идеи, дать представление о границах применимости физических моделей и теорий, привить умения количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин;

- сформировать определенные навыки экспериментальной работы, ознакомить с главными методами точного измерения физических величин, простейшими методами обработки результатов эксперимента и основными физическими приборами;

- помочь овладеть пониманием философских и методологических проблем современной физической науки, ознакомиться с этапами истории ее развития;

- дать студентам представление о роли физики в научно-техническом прогрессе, охране окружающей среды, развивать у них творческие способности, интерес и умение решать научно - технические и другие прикладные проблемы.

*Механика* всегда играла первостепенную роль в жизни и деятельности человека, поскольку она связана со всеми явлениями и процессами, в которых участвуют макроскопические тела. Поэтому из всех физических наук именно механика была первой областью знаний, которая сформировалась как наука и стала применяться не только для познания окружающего мира, но и для практического использования его законов.

Первый шаг в создании классической механики был сделан Г.Галилеем, сформулировавшим принцип относительности механики, законы инерции, свободного падения тел и сложения движений и скоростей.

В процессе развития ньютоновской механики был дан глубокий анализ ее основных понятий. Одним из главных является понятие массы, общепринятым определением которой явилось утверждение, что масса является мерой инертных свойств тел. Другим важным понятием классической механики является сила, природу которой И.Ньютон не обсуждал и понимал их чисто феноменологически. И в рамках его представлений об относительном и абсолютном пространстве силы инерции обусловлены ускоренным движением относительно абсолютного пространства.

Современные авторы придерживаются идеи излагать релятивистские представления о пространстве и времени, преобразования Лоренца в начале курса, благодаря чему понятия пространства, времени, движения и материи выступают в неразрывном единстве уже в кинематике [289, 308].

В классической механике наряду с основными представлениями и понятиями классической физики были также выработаны методы физического исследования и формулировки физических теорий. Эти представления, понятия и методы были успешно использованы при формулировке специальной и общей теории относительности и при исследовании полевой формы материи, в первую очередь в классической электродинамике. Неразрывность связи пространства, времени, движения и материи получила свое наиболее полное воплощение, которого удалось достигнуть к настоящему времени в физической теории [363]. Требование релятивистской инвариантности теории стало важнейшим эвристическим принципом физического исследования. Произошел переход от формулировки физической теории в рамках пространства и времени к формулировке теории в четырехмерном многообразии пространства-времени, геометрия которого приобрела значение важного элемента теории.

При изучении явлений микромира стало ясным, что классические понятия и представления не адекватны этой области явлений. С другой стороны, очевидно, что человеческий разум для построения физики явлений микромира не имеет никаких понятий и представлений, кроме классических. А человеческий опыт и существование всегда были, есть и, по-видимому, будут макроскопическими. Это означает, что свойства материальных объектов микромира и законы их движения должны быть описаны с помощью понятий и представлений классической физики. Это задача была выполнено квантовой механикой и созданной на ее основе квантовой

физикой. Представления, понятия и методы классической механики не утратили своего значения и в квантовой физике.

Законы сохранения справедливы для изолированных систем и в механике математически сводятся к первым интегралам уравнений движения. Для очень широкого класса первое интегрирование удается произвести в общем виде и представить результат как постоянство числового значения определенной комбинации физических величин. Это и есть закон сохранения (импульса, момента импульса, энергии). Законы сохранения для изолированных систем в целом обусловлены фундаментальными свойствами пространства и времени - однородностью, изотропностью пространства и однородностью времени. Поэтому значения законов сохранения выходят далеко за рамки механики, они являются фундаментальными законами физики.

Предметом *молекулярной физики* является изучение молекулярной формы движения, т.е. движения больших совокупностей молекул. При этом одинаково существенными являются две стороны вопроса: 1) изучение особенностей молекулярной формы движения самой по себе и 2) овладение методами изучения систем многих частиц и соответствующими понятиями. Вторая сторона вопроса выходит далеко за рамки ее применения к молекулярной форме движения. Однако с основными понятиями статистической физики и термодинамики целесообразно ознакомить студентов именно на молекулярных системах, поскольку с ними приходится сталкиваться в повседневной практике в первую очередь. Это важное методическое обстоятельство, потому что трудность изучения многих вопросов не в том, что они сложны по своей сути, а в том, что с ними не сталкиваются в повседневном опыте, в рамках которого были выработаны основные физические понятия и представления о пространстве и времени.

Окружающие нас тела отличаются друг от друга не только размерами и массой, но и целым рядом других свойств. И если эти все другие свойства не существенны при рассмотрении механического движения, то остальные явления природы тесно связаны с ними. Свойства же тел зависят от того, как они устроены, из каких частей состоят, какие силы действуют между этими частями и т.д. Понятно по этому, что вопрос о строении вещества является одним из основных вопросов физики.

Молекулярная физика, излагаемая в рамках общего курса физики, не должна быть ни курсом термодинамики, ни курсом статистической физики. Но без элементов той и другой обойтись нельзя. Именно элементы этих фундаментальных теорий должны быть изучены студентами довольно обстоятельно.



Основной задачей курса *электродинамики* является изложение экспериментального обоснования теории электромагнетизма и формулировка теории в локальной форме, т.е. в виде соотношений между величинами в одной и той же пространственно-временной точке. В большинстве случаев они имеют дифференциальную форму, но существенно не их дифференциальная форма, а их локальный характер. По этому конечным продуктом курса являются уравнения Максвелла как результат обобщения и математической формулировки установленных в эксперименте закономерностей.

Следовательно, при этой основополагающей идее изложения вопросов электричества и магнетизма основной метод изложения материала - индуктивный. Однако это не исключает, а предполагает его сочетание с дедуктивным методом изложения (в целях экономии учебного времени) в соответствии с принципами научного познания физических закономерностей. По этому уравнения Максвелла методом дедукции можно излагать не только как результат математической формулировки установленных в эксперименте закономерностей, но и как инструмент исследования этих закономерностей.

Выбор экспериментальных фактов, которые могут быть взяты в экспериментальное обоснование теории с точки зрения различных авторов учебников, неоднозначен [113, 136, 176]. Обоснование теории электромагнетизма можно проводить и с теорией относительности и без нее. Первое обоснование, на наш взгляд, более предпочтительно, поскольку в нем теория относительности выступает как общая теория пространства-времени, на которой должны базироваться любые физические теории. Такое обоснование будет созвучно идеям государственного стандарта по общей физике.

Все многообразные связи и явления, обусловленные электромагнитными взаимодействиями, не могут быть описаны законами электродинамики, поскольку на каждом уровне явления существуют свои специфические черты и закономерности, не сводимые к закономерностям другого уровня. Однако электромагнитные взаимодействия на всех уровнях являются в определенном смысле элементарной связью, с помощью которой образуется вся цепь связей. Этим определяется практическое значение электромагнитных явлений.

Чрезвычайно велико значение теории электромагнитных явлений. Это теория является первой релятивистки инвариантной теорией. Она сыграла решающую роль в возникновении и обосновании теории относительности и явилась тем «полигоном», на котором проходили проверку многие новые идеи. Квантовая электродинамика является лучше всего разработанной

квантовой теорией, предсказания которой согласуются с экспериментом поразительно хорошо, хотя в настоящее время она еще и не является внутренне не противоречивой и завершенной. Очень существенно общепhilosophическое и мировоззренческое значение электромагнетизма. Например, в рамках электромагнитных явлений отчетливо проявляются особенности полевой теории существования материи, хорошо прослеживается взаимопревращение ее различных форм и взаимопревращение различных форм энергии.

Существенной частью теории является вопрос о границах ее применимости и области применимости используемых теории понятий и моделей. Экспериментальными свидетельствами справедливости принципа суперпозиции является согласие полученных с его помощью выводов с результатами эксперимента. Установлено, что принцип суперпозиции соблюдается вплоть до очень больших напряженностей полей. Его правильность для напряженностей полей в несколько млн. В/м (электротехника, ускорители, высоковольтные разряды и т.д.) хорошо подтверждается всей инженерной практикой. Более значительные напряженности поля имеются в атомах и ядрах, на поверхности последних напряженности достигают громадных значений ( $E \approx 10^{22} \text{ В/м}$ ). Опытные данные, показывая, что принцип суперпозиции выполняется, свидетельствуют, что имеют место и другие эффекты, а именно – поляризация вакуума в результате возникновения электронно-позитронных пар. Это приводит к квантово-механической нелинейности взаимодействия. В электростатике предполагается, что напряженность поля непрерывно и достаточно плавно изменяется в пространстве и во времени. Однако в рамках квантовых представлений сила взаимодействия между заряженными телами возникает в результате обмена фотонами. Отсюда следует дискретность взаимодействия.

Одним из ярких примеров внедрения достижений науки в производство является *оптика*. Применение лазеров и их использование с ЭВМ создали благоприятные условия для развития оптики. Высокая когерентность лазерного излучения позволяет изучить и воспроизводить в оптическом диапазоне широкий класс явлений, не доступных для исследований при малых степенях когерентности излучения.

После открытия полевой формы существования материи в виде электромагнитных волн и создание электромагнитной теории света появилась реальная возможность решить вопрос о законах взаимопревращения материи в полевой и корпускулярной форме или, другими словами, решить вопрос о взаимопревращении излучения и вещества. Казалось, что эту задачу можно успешно решить в рамках

классической физики, поскольку каждая из этих форм материи хорошо описывается существующей классической теорией.

Первое указание на недостаточность классической физики для понимания взаимоотношения этих двух форм материи было получено при анализе излучения абсолютно черного тела, когда необходимо было допустить дискретность актов испускания света. Затем были открыты корпускулярные свойства излучения и волновые свойства электронов и других частиц. Эти открытия показали, что не существует барьера между корпускулярной и полевой формой материи, что эти формы взаимно проникают друг в друга и существуют в диалектическом единстве. Экспериментальное исследование и анализ этого диалектического единства привели к необходимости коренного пересмотра основных представлений классической физики и созданию квантовой теории.

Наиболее существенное отличие курса оптики от курсов механики, молекулярной физики и электромагнетизма состоит в том, что его фундаментальные основы лежат вне курса. Это обстоятельство приводит к значительному усилению роли дедуктивного метода изложения. По этому, в целом, изложение оптики должно носить дедуктивный характер, а анализ экспериментальных данных в большинстве случаев (хотя и не всегда) призван либо продемонстрировать согласие выводов теории с результатами опытов, либо объяснить наблюдаемые явления.

Прогресс современной *атомной физики* связан с применением атомной и ядерной энергии в мирных целях, а также дальнейшим развитием теоретических основ современной физики и ее важнейших технических применений, которые по существу определяют достигнутый уровень современной цивилизации. Атомная и ядерная проблематика затрагивает не только материально-технические, но и экологические, гуманитарные и политические аспекты мирового сообщества. От развития атомной и ядерной энергетики и разрешения связанных с ними проблем зависит будущее человечества.

К атомной физике относятся вопросы строения атомных оболочек и изучение явлений, обусловленных свойствами и процессами в атомных оболочках. Этот раздел курса общей физики включает в себя рассмотрение явлений, в которых наиболее просто и очевидно проявляются фундаментальные квантово-механические закономерности, позволяющие сформулировать квантово-механические понятия и соответствующую модель этой области явлений. Проявление квантовых закономерностей определяются, в первую очередь, их очевидной несовместимостью с классическими представлениями. К этому кругу явлений относятся в движении микрочастиц.

Построение модели такого движения привело к формулировке уравнения Шредингера, которое является новым уравнением физики и не может быть «выведено» из ранее известных уравнений. Однако в физике давно было известно, что любые волны описываются соответствующим волновым уравнением. Исторически и логически уравнение Шредингера возникло как уравнение для волн де Бройля. Такой подход к уравнению Шредингера является наиболее простым и естественным в рамках индуктивной формулировки физической модели в курсе общей физики.

Применение общей теории охватывает анализ широкого круга вопросов квантовой физики. В этом смысле рассмотрение атома водорода и простейших случаев движения микрочастиц следует рассматривать лишь как подготовку к квантово-механическому анализу более реальных ситуаций, которые изучаются в последующем.

Среди специалистов нет единообразия во мнениях по поводу необходимости сохранения связи изложения атомной физики с исторической последовательностью ее развития [70, 140, 199]. С педагогической точки зрения принцип историзма необходим, например, при изложении экспериментальных оснований атомной физики, или при убеждении студентов в неизбежности разрыва с привычными представлениями, к которому приводит квантовая механика.

На основе вышеизложенных исходных идей преподавания раздела «Атомная физика» мы построили структурно-логический граф, приведенный на рис.4.1.1, где внутри

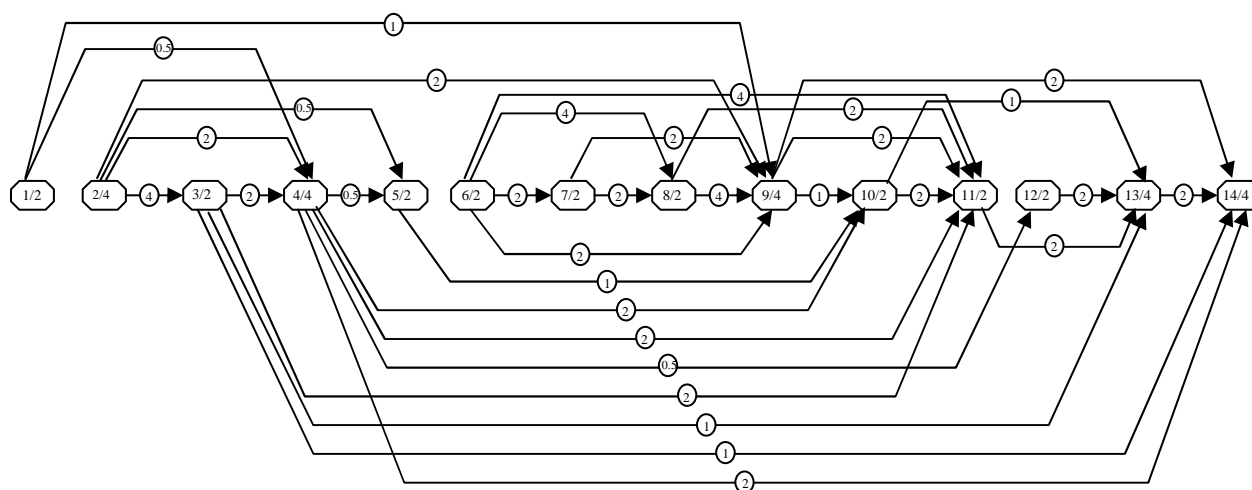


Рис.4.1.1. Структурно-логический граф изучения основных понятий атомной физики.

вершин цифра в числителе означает номер темы, а цифра в знаменателе – время отведенное на изучение темы. Основными элементами раздела выбраны следующие: 1. Фотоэффект. 2. Опыт Резерфорда. 3. Постулаты Бора. 4. Водородоподобный атом. 5. Эффект Комптона. 6. Волны де Бройля. 7. Соотношение неопределенностей. 8. Уравнение Шредингера. 9. Движение микрочастицы. 10. Квантовые числа. 11. Принцип Паули. 12. Эффект Зеемана. 13. Молекулярные спектры. 14. Вынужденное излучение. В методике использования графического моделирования рекомендуется фиксировать наличие логической связи стрелкой, соединяющей соответствующие вершины. В целях совершенствования количественной оценки важности логической связи мы ввели понятие весового коэффициента, принимающего значения 0.5, 1, 2, 4 в зависимости от тесноты связи [197, 251].

Чтобы обеспечить логически правильную последовательность изложения учебной информации, необходимо придерживаться всех отношений предшествования, определяемые графом. Под контуром графа понимается такой путь, у которого начальная вершина совпадает с конечной. При наличии контуров производим их разрыв с учетом логики формирования основных понятий атомной физики.

Руководствуясь критерием минимизации времени изучения раздела, было выбрана (из нескольких возможных) оптимальная последовательность изложения тем, которая имеет минимальный суммарный временной разрыв между всеми логически связанными темами курса.

Кроме того, в отличие от традиционной формы поведения практических занятий по решению задач нами предлагались студентам составить графовые модели хода решения отдельных из них. Использование графовых моделей в данном случае совмещают две функции: учебно-познавательную и методическую. На следующем этапе овладения методикой решения прямых задач с использованием графа можно перейти к другой форме задания, являющимся как бы обратными рассмотренным. В процессе выполнения обратной задачи обучаемый по известному графу поиска решения находит это решение в общем виде и составляет конкретное содержание. Варьирование различным положением элементов по ступеням (уровням), изменение конфигурации графа, разрывы в связях создают большие методические возможности разнообразить типы заданий в зависимости от целей обучения.

Многолетний опыт решения основных задач нормирования процесса обучения в вузе позволил выделить следующие дидактические условия совершенствования преподавания общего курса физики на различных факультетах БГУ им. К. Тыныстанова и ИИК им. акад. Ж. Алышбаева:

- структурирование учебного материала в соответствии с ведущими идеями основных разделов курса физики;
- установление логических связей между элементами структуры, курса физики на основе цикла научного познания в естественных науках;
- качественный и количественный анализ содержания учебной информации с использованием математических методов и моделей;
- разработка оптимального бюджета учебного времени для усвоения определенной порции учебного материала.

#### **4.2. Нормирование процесса обучения молекулярной физике в средней школе.**

Молекулярная физика - сейчас составная часть школьного курса физики во всех высокоразвитых странах. Необходимость в знании основ молекулярной физики у молодежи определяется многими особенностями этой области современной физической науки.

Объем и глубина изложения различных вопросов раздела в разных курсах физики зарубежных школ неодинаковы. Сравнительный анализ программ и учебников по физике разных стран показал, что время на изучение молекулярной физики (включая и первую ступень обучения) в Кыргызстане близко к учебному времени, расходуемому в школах дальнего зарубежья: в США - 36, Великобритании (Нафилдовский фонд) - 78, Франция (общеобразовательный лицей) - 38, Германии - 47 часов. В европейских странах (бывших социалистических) на изучение раздела выделено примерно одно и то же время: Болгарии - 13%, Польше - 21%, Чехии - 18%, России - 16% от всего времени, отведенного на изучение курса [257, 275].

Можно отметить тенденцию к совершенствованию раздела "Молекулярная физика" в курсах физики развитых стран на основе идей, принципов и законов статистической физики и к некоторому сокращению раздела за счет его разгрузки от феноменологического материала.

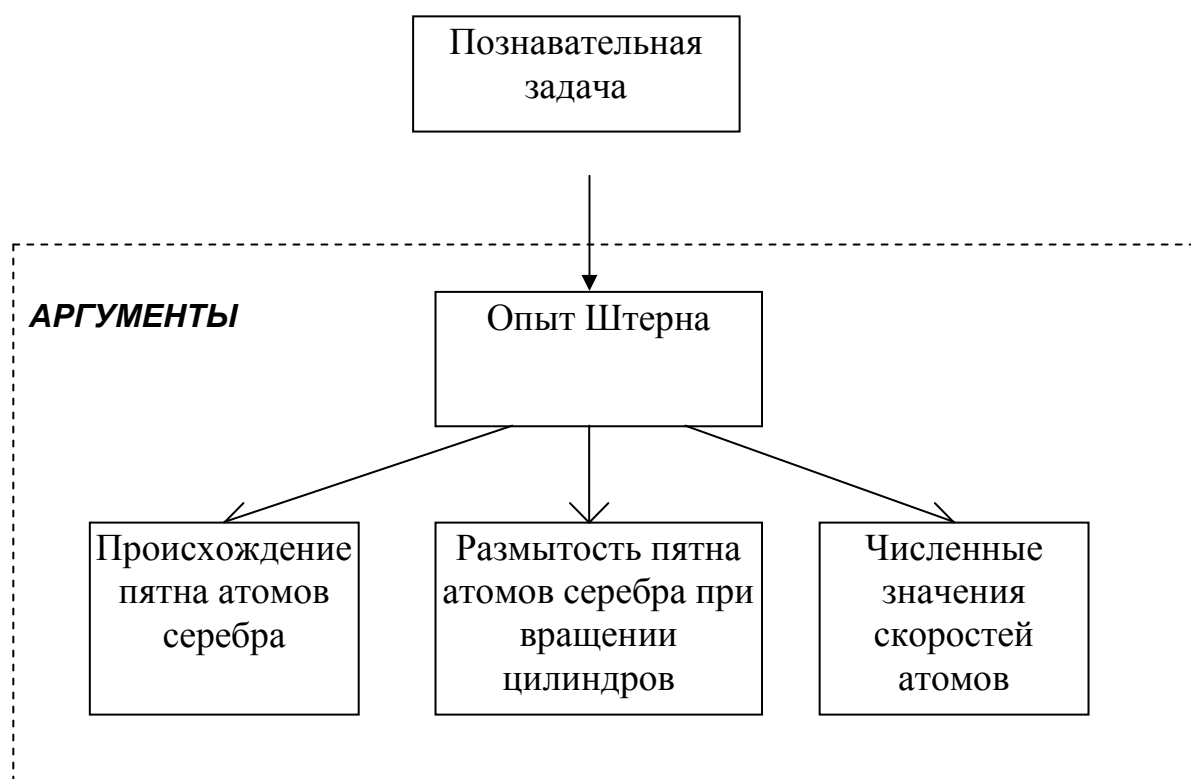
Научная основа молекулярной физики - молекулярно-кинетическая теория, объясняющая те свойства тел, которые непосредственно наблюдаются в опыте как суммарный результат действия молекул. Эта теория пользуется статистическим методом, позволяющим установить количественные закономерности молекулярной физики. Кроме того, современная молекулярная физика использует законы термодинамики, что позволяет ей изучить указанные свойства тел, не опираясь на молекулярно-кинетические представления.

Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика взаимно дополняют друг друга, образуя по существу одно целое при объяснении

свойств вещества в различных агрегатных состояниях. Для проведения НУП в средней школе материал раздела нами разбит на три темы, которые приведены в приложении 4.2.1:

1. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики.
2. Свойства паров и жидкостей.
3. Свойства твердых тел.

В своей работе [302] А.М. Сохор в качестве элементов учебного материала рассматривает понятия и суждения, в качестве связей - те связи между этими понятиями и суждениями (логические связи в широком смысле этого слова), которые устанавливаются между элементами (или должны быть установлены) в сознании учащихся, а прежде всего в подлежащем изучению объяснении. Правомерность такого подхода не вызывает сомнений. Однако понятно, что единственно возможным такой подход отнюдь не является, что системообразующие факторы могут избираться по-разному - в зависимости от конкретных целей. Одно дело, когда задача состоит в определении семантической информации, содержащейся в учебном материале, в сопоставлении различных способов изложения одной и той же дозы информации, и другое - когда цель структурирования заключается в выявлении наиболее рационального и оптимального (с дидактической точки зрения) построения его конкретного варианта. В последнем случае, в частности, может оказаться рациональным способ структурирования материала по логической значимости входящих в него идей (см. рис. 4.2.1).



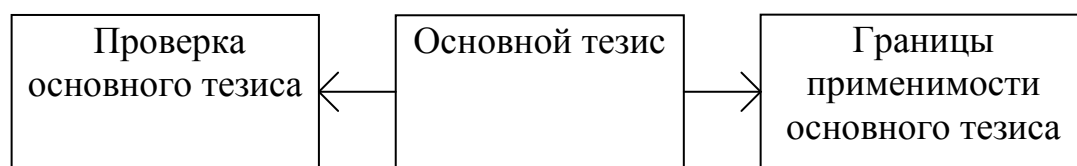


Рис. 4.2.1. Структура опыта Штерна, подлежащая усвоению школьниками

Ясно, что такая схема не есть единственно возможная. Учебный материал мог быть построен иначе: скажем, начат с формулирования основного тезиса, подкрепленного затем аргументами, а в заключение осознана решенная познавательная задача, что также нередко встречается в школьной практике. Соответственно структура материала выглядела бы иначе, но основные ее единицы - тезис, аргументы, проверка границ применимости, познавательная задача - остались бы теми же равно и как связи между ними.

Свитков Л.П. автор учебного пособия [284] является многолетним приверженцем индуктивного изложения основ молекулярной физики. Ратуя за феноменологический и исторический подходы к изучению данного раздела, он вынужден признать, что «действительное понимание учащимися теплоты как формы движения материи (постижение ими "истины") возможно лишь в результате всего хода познания, т.е. не в начале, а в конце изучения термодинамики» [282, с.16].

За последние 30 лет программа обучения молекулярной физике и термодинамике в средней школе существенно перерабатывалась многократно, т.к. качество усвоения учащимися этого раздела было низким. Многократные изменения программы, замена учебников не привели к желаемым результатам, ибо совершенствование обучения происходило как последовательный отход от дедуктивного описания явлений и ослабление структурного их рассмотрения. Так что методика преподавания молекулярной физики и термодинамики пыталась реализовать, правильную на наш взгляд, идею изучения термодинамики на основе молекулярно-кинетических представлений [221] и вводить понятия и законы термодинамики с помощью молекулярно-кинетических моделей, но это не было доведено до логического конца. Поэтому вместо двух научных систем - термодинамики и молекулярно-кинетической теории - изучается произвольно сконструированная совокупность сведений, лишенная системных свойств, игнорирующая естественные связи между элементами знаний, не учитывающая собственных методологических требований физической теории и взаимоотношения теорий.



Но отказ от присущей науке методологии исключает возможность реализовать гносеологические принципы в учебном процессе, что затрудняет достижение целей обучения физике. Чтобы нормализовать решение образовательно-воспитательных задач изучения молекулярной физики и термодинамики необходимо строить преподавание на основе концепции системы НУП, соответствующего (в главном) методу научного познания и знакомящего учащихся с методологической, системообразующей и эвристической функциями соответствующих научных теорий. Аргументируем методическое значение основных требований НУП.

*1. Понятие статистического метода исследования систем частиц.*

Статистический метод использует теорию вероятностей, основными понятиями которой являются "случайность", "вероятность", "среднее статистическое", "флуктуация" и "закон распределения". Анализ работ Г.И. Батуриной [23], Л.С. Шурыгиной [361], В.В. Мултановского [199] и других [30, 78, 137, 327, 255] показал, что эти понятия должны быть использованы при формировании статистических представлений в курсе физики средней школы.

Рассмотрение в начале раздела сведений о молекулах (атомах) позволяет прийти к выводу, что наиболее существенная особенность молекулярного движения в идеальном газе - хаотичность, которая проявляется в равномерном распределении молекул по объему и направлениям движения, а также в распределении молекул по скоростям. Даже если каким-либо способом нарушить эту равномерность в распределении молекул по объему и направлениям движения, то в газе, предоставленном самому себе, со временем установится равномерное распределение. Измерение давления, температуры и других макросвойств системы при ее переходе в равновесное состояние убеждают нас в этом.

При столкновениях молекул их скорости меняются по величине и направлению, благодаря чему возникает определенное распределение молекул по скоростям, теоретически предсказанное Дж. Максвеллом и экспериментально доказанное в опыте О. Штерна.

В опыте с доской Гальтона учащиеся знакомятся с распределением частиц по координатам. Кривая распределения характеризует вид закона этого распределения - нормальное распределение случайных отклонений координаты дробинки от некоторого среднего значения (рис.4.2.2). Установление закона распределения дает возможность определить среднее число дробинки в определенной ячейке доски Гальтона.

По иному закону распределяются частицы идеального газа по скоростям. Если  $n$  - число частиц в единице объема,  $\Delta n$  - среднее число частиц в единице объема со скоростями в интервале между  $v$  и  $v+\Delta v$ , то вероятность того, что частица имеет скорость в этом интервале, определяется законом распределения Максвелла.

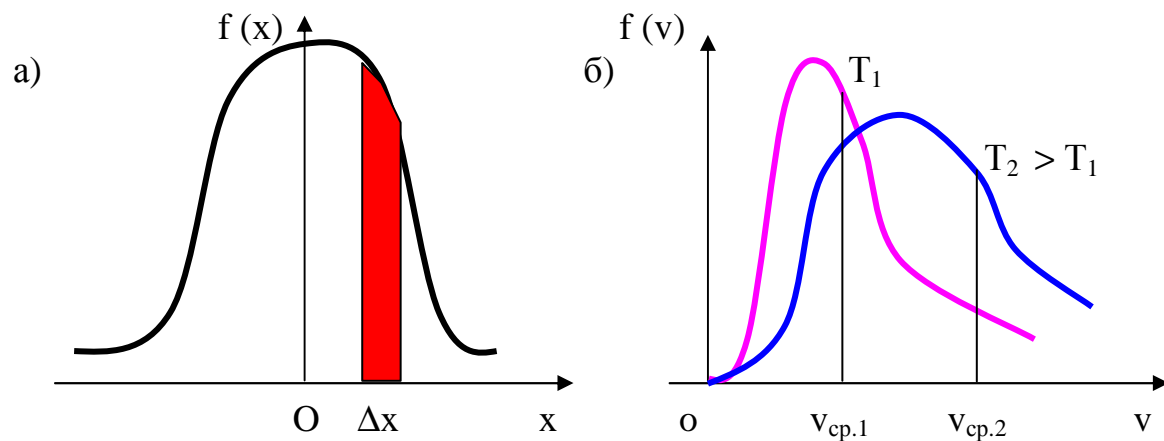


Рис.4.2.2. Кривые распределений частиц по координатам (а) и по скоростям (б).

Видоизмененный опыт с доской Гальтона, в которой цель сделана не в центре доски, как в первом случае, а у левого конца доски, позволяет наглядно познакомиться с распределением молекул по скоростям, а описание опыта Штерна - с экспериментальной его проверкой. Важно подчеркнуть, что это распределение зависит от температуры. Максимум распределения соответствует наиболее вероятной скорости (рис.4.2.2.б). Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что распределение Максвелла зависит и от массы молекул: чем меньше масса молекул, тем больше их средняя скорость.

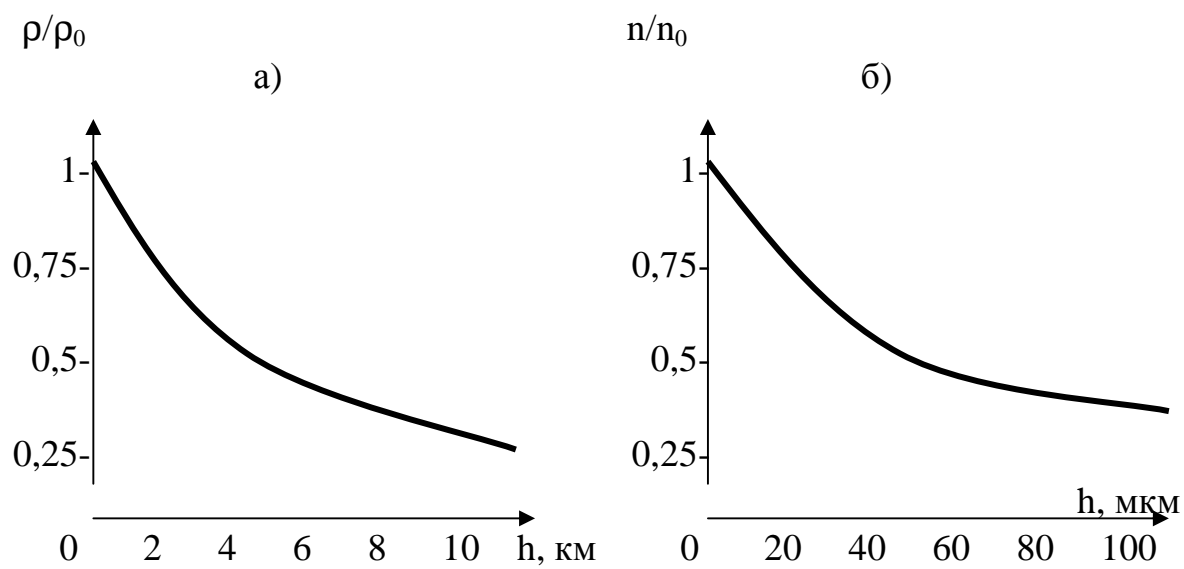


Рис.4.2.3. Распределение плотности газов атмосферы (а) и числа броуновских частиц в слоях эмульсии (б).

Иной вид имеет распределение плотности газов атмосферы в зависимости от высоты (рис.4.1.3а). Он аналогичен и для распределения числа броуновских частиц в слоях эмульсии, как показал Ж. Перрен (рис.4.2.3б). Сопоставление результатов изучения этих распределений позволило Ж. Перрену определить массу молекул. Поэтому важно познакомить школьников с методикой исследования и результатами опытов Ж. Перрена.

2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Вывод этого уравнения неоднократно обсуждался в методической литературе [60, 103, 114, 188, 201]. Анализ этих обсуждений показывает, что основные методические трудности ознакомления школьников с выводом этого уравнения связаны с разъяснением и использованием ряда предположений, которые служат основанием и ядром кинетической теории газов: модели идеального газа, гипотезы молекулярного хаоса, состояния теплового равновесия в газе, распределения молекул по скоростям и равенства  $v_x^2 = v_y^2 = v_z^2$  - связи между макро- и микровеличинами для идеального газа, устанавливаемой с помощью общих принципов механики, а также статистической их трактовки.

Здесь уместно отметить исследование Ш.А.Ташходжаева [313], который разработал методику формирования у учащихся трудно усваиваемых фундаментальных идей и понятий молекулярно-кинетической теории: гипотеза равновероятности микросостояний, вероятность микро- и макросостояний системы, распределения молекул по скоростям, тепловое равновесие и др., на основе использования компьютерных средств. Он разработал с помощью компьютерного моделирования имитационные демонстрационные программы для таких процессов, как броуновское движение, опыт Штерна, движение двух частиц, движение N частиц, распределение Максвелла, которые являются трудно наблюдаемыми в обычных условиях.

Усовершенствование вывода этого уравнения связано с использованием гипотезы молекулярного хаоса для выявления качественной и количественной определенности давления идеального газа как статистической величины. Рассмотренные выше статистические закономерности хаотического движения молекул идеального газа позволяют предположить, что равновесное состояние газа может быть охарактеризовано достаточно полно равномерным распределением энергии. Следовательно, и давление газа должно быть связано с энергией молекул газа. Используя метод размерностей [167, 328], можно показать, что  $[P] = [nE] = \text{Дж}/\text{м}^3$ . Следовательно, давление (с точностью до определенного коэффициента пропорциональности) есть объемная плотность энергии  $[P] = \text{const } E/v$ , но для идеального газа  $E = n(mv^2)/2$  следовательно,  $[P] = \text{const } n(mv^2)/2$ . Подстановка единиц измерения показывает, что коэффициент пропорциональности в этой зависимости есть безразмерная величина.

По мнению большинства методистов вывод основного уравнения МКТ в стабильном учебнике [40] и в пробном учебнике [113] слишком сложен для школьников. Предлагаем более упрощенный его вывод.

Задача: На плоскую поверхность, покрытую пластилином, в направлении, перпендикулярном к ней, летят шары с массой  $m$  и с постоянной скоростью  $v$ . Определить давление, оказываемое ими на поверхность, если в единице объема содержится  $n$  шаров.

Решение: Каждый шар имеет импульс  $mv$ , который передается поверхности при застревании шара в пластилине. Поскольку скорости шаров направлены одинаково, импульсы складываются. За время  $t$  в площадке  $S$  застрянет  $nSvt$  шаров. Ее импульс изменится на  $mvnSvt = Ft$ , где  $F$  - сила давления со стороны шаров на площадку  $S$ . Откуда  $P = F/S = nmv^2$ . Давление молекул газа нельзя уподобить движению рассмотренных шаров, так как молекулы движутся хаотично и имеют разные значения скоростей. Учет этих факторов приводит к следующему выражению для давления

$$P = \frac{2}{3} n \frac{mv^2}{2}, \quad (1)$$

где  $n$  - число молекул в единице объема,  $m$  - масса молекулы,  $v^2 = (v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2) / N$  - среднее значение квадрата скорости.

Следует отметить, что многие методисты считают, что необходимо получить уравнение (1) в окончательном виде и затем использовать его для раскрытия сущности понятия температуры [187, 188, 201]. Вместе с тем именно установление зависимости правой части равенства  $P = \text{const } E/v$  от температуры раскрывает физический смысл уравнения (1) и, кроме того, позволяет экспериментально "проверить" справедливость теоретического вывода. До установления этой связи такую экспериментальную проверку выполнить невозможно. Поэтому необходимо рассмотреть физический смысл температуры и ее связь с правой частью равенства.

3. Температура. Существует различные подходы к выявлению физического смысла температуры. Термодинамически, используя второй закон термодинамики, можно дать определение температуры, но физическая суть этого понятия при этом не раскрывается. Молекулярно-кинетическая трактовка этого понятия связана со следующими этапами его введения: во-первых, с рассмотрением основных свойств температуры как характеристики состояния теплового равновесия и объяснением недостатков принятого способа ее измерения ртутным и подобными ему термометрами; во-вторых, с обсуждением указанных вопросов, приводящим к постановке задачи: необходимо найти физическую величину, которая обладала бы свойствами температуры.

На первой ступени обучения физике изучалось понятие температуры  $t$  по шкале Цельсия и единица "градус Цельсия". Практика показывает, что с увеличением температуры давление газа возрастает.

Сравнение фактов теории и опыта позволяет прийти к заключению, что средняя кинетическая энергия молекулы  $E$  может служить мерой температуры идеального газа, поскольку эта энергия характеризует тепловое равновесие в системе и обладает рассмотренными свойствами температуры. Средняя кинетическая энергия молекулы не зависит от массы и внутренней структуры молекулы. Поэтому величину  $E$  или любую монотонную функцию ее можно принять за меру температуры газа, а также тела, находящегося с ним в тепловом равновесии. Удобно за меру температуры взять величину

$$T = \frac{2}{3} E.$$

Тогда  $E = \frac{3}{2} k T$  (2) и, учитывая уравнение (1)  $P = \frac{2}{3} n E$ ,

из (1) и (2) имеем  $P = nkT$  (3), т.е. мы получим уравнение (1) в том виде, в котором можно проверить его экспериментально.

В выражении (3) если  $T = 0$ , то  $P = 0$ . Но из практики известно, что при температуре  $t = 0^\circ\text{C}$  давление  $P \neq 0$ . Следовательно, шкалы температур  $T$  и  $t$  не совпадают. Рассмотрим нагревание газа в закрытом сосуде, т.е. при постоянном объеме  $V$ . Тогда  $P = \alpha T$ , где  $\alpha = nk$ . Нахождение шкалы температур сводится к измерению давления газа. Если положить, что разность  $\Delta T$  между температурой таяния льда и кипения воды при нормальном давлении остается равной 100 единицам, то в опыте нужно измерить давление  $P_1$  при температуре таяния льда и  $P_2$  при температуре кипения воды. Выбрав определенную шкалу давлений и учитывая, что при изменении давления от  $P_1$  до  $P_2$  температура меняется от  $T_1$  до  $T_2$ , т.е. на  $\Delta T = 100$  единиц, можно построить график зависимости  $T$  от  $P$

(см. рис. 4.2.4), а продолжив его до пересечения с осью  $T_1$  найти точку  $T_0$ , которую и примем за начало отсчета шкалы температур  $T$ . При  $T_0 = 0$  давление газа равно нулю, т.е. при этой температуре

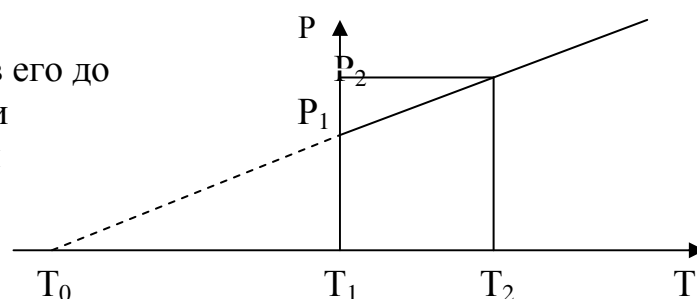


Рис.4.2.4

должно прекратиться поступательное движение молекул. Графически (или аналитически) легко установить, что на долю разности температур  $T_1 - T_0$  приходится 273 единицы (точнее 273,15). Выбранную таким образом шкалу температур называют шкалой абсолютной температуры, а единицу

измерений - кельвином и обозначают К. В американском учебнике [340, с. 232 ] это утверждение дано без всякого обоснования. Легко установить связь между температурами по шкале Кельвина и шкале Цельсия:  $T = t + 273$ . Итак, температура является выражением и мерой кинетической энергии молекул.

4. Уравнение состояния идеального газа. Для идеального газа уравнение состояния в общем виде может быть записано так:

$P = f(V, T)$ . Это значит, что состояние газа определяется только двумя параметрами из трех, являющихся основными для данной массы газа ( $P, V, T$ ); третий параметр однозначно определяется двумя другими.

Если в уравнении (3) обе части умножить на  $V_0$  (объем одного моля газа), то получим  $PV_0 = nV_0kT$ , или  $PV_0 = N_AkT$ , где  $N_A = nV_0$  - число Авогадро,  $N_Ak = R$  называется универсальной газовой постоянной ( $R = 8,31$  Дж/(моль\*К)). С учетом числа Авогадро имеем  $PV_0 = N_AkT$ . “ Это уравнение имеет универсальный характер - в него не входят никакие величины, которые зависели бы от природы газа. Это обстоятельство является естественным результатом пренебрежения взаимодействием между молекулами, лишаящего газ его "индивидуальности" [262, с. 170].

Если газ имеет произвольный объем  $V$ , то, очевидно, при постоянных  $P$  и  $T$  в объеме  $V$  содержится масса газа  $m$ , а в объеме моля  $V_0$  - молярная масса  $M$ . Тогда  $V_0 = VM / m$ . Из последних двух уравнений получаем уравнение Менделеева-Клапейрона

$$PV = \frac{m}{M} RT. \text{ Частные законы можно рассмотреть при решении задач.}$$

5. Первый закон термодинамики. Принцип сохранения энергии заключается в утверждении, что изменение внутренней энергии при переходе рассматриваемой системы тел (или тела) из одного состояния в другое должно быть всегда одним и тем же, независимо от характера и способа этого перехода. Всесторонняя экспериментальная проверка показала справедливость этого утверждения и выявила, что изменение внутренней энергии системы при переходе из одного состояния в другое всегда равно сумме количества теплоты и работы:  $\Delta U = Q + A$  (4).

В средней школе целесообразно использовать форму записи закона именно в виде (4). В этом случае подчеркивается, что внутреннюю энергию можно изменить двумя способами - при теплообмене и совершении работы, - что изменение внутренней энергии следует понимать в алгебраическом, а не в арифметическом смысле. Величину  $Q$  берут с определенным знаком, который указывает направление теплообмена. Если в результате теплообмена внутренняя энергия тела возрастает, значит, ему передано некоторое количество тепла. В этом случае считается, что  $Q > 0$ . В обратном случае  $Q < 0$ . Работа внешних сил при расширении газа отрицательна, т.к. направления сил и перемещений в этом случае противоположны. При сжатии же газа работа внешних сил положительна.

В действующем курсе физики термодинамические понятия и первый закон термодинамики хотя и получают истолкование в соответствии с изложенным, но логику их введения требуется несколько усовершенствовать. Важно показать принципиальную возможность измерения внутренней энергии, количества теплоты и теплоемкости через работу внешних сил над системой в адиабатных условиях, а также рассмотреть примеры применения первого закона термодинамики к описанию конкретных тепловых процессов (например, процессов в газах) и рассмотреть их как следствия, подтверждающие справедливость выводов термодинамики. Такая логика изучения закона рассмотрена нами в статье [331]. Обсуждение границ применимости законов термодинамики позволит школьникам глубже понять фундаментальность этих законов и сущность тепловых процессов, их отличие от механических процессов и т.д.

б. Принцип действия тепловых двигателей. В зависимости от вида теплового двигателя преобразование внутренней энергии топлива (химического, ядерного или другого вида) происходит в нем различным образом. Рассмотреть достаточно полно работу различных видов двигателей в школе имеется возможность лишь в классах с углубленным изучением физики [97, 342]. Тем не менее школьники в 8 классе знакомятся с устройством различных видов двигателей, а в 10 классе изучают принципы действия любого теплового двигателя [244].

Объяснение этих принципов требует рассмотрения определенных политехнических сведений о тепловых двигателях [65, 399]:

а) среди различных видов двигателей, используемых в современной технике, тепловые двигатели занимают исключительное место: 80- 85% вырабатываемой энергии на земном шаре получают от них;

б) имеется фундаментальное отличие тепловых двигателей от всех прочих: в основе работы его используется необратимое превращение энергии топлива в механическую энергию;

в) все тепловые двигатели непрерывного действия работают циклически: в них последовательно сжимается и расширяется рабочее тело (как правило, газ) при его периодическом нагревании или охлаждении; тепловой цикл - важнейшая характеристика работы двигателя;

г) экономичность работы двигателя по различным циклам оценивается с помощью КПД, для тепловых двигателей работающих по цикле Карно КПД выражается формулой:  $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$ .

С учетом перечисленным политехнических сведений о тепловых двигателях можно сформулировать ряд положений для нормирования методики их изучения. Как следует из изложенного, тепловые двигатели - один из фундаментальных примеров, иллюстрирующих возможность использования внутренней энергии топлива для совершения механической работы. Поэтому, реализуя политехнический принцип в преподавании физики, необходимо на этом примере показать школьникам, как теплотехника решает указанную проблему на основе законов термодинамики.

Такие принципиально важные вопросы, как отличие тепловых двигателей от других машин, необходимость холодильника для периодической их работы, доказательство невозможности создания вечного двигателя, а также невозможности работы двигателя при одинаковой температуре его рабочего тела и холодильника, необходимо изучать с опорой на статистическое истолкование необратимости тепловых процессов.

7. Свойства паров и жидкостей. Рассматривая процессы испарения и конденсации, необходимо обратить особое внимание на тот факт, что испарение жидкостей и твердых тел происходит при любой температуре, но процесс конденсации газов происходит лишь в определенных границах значений температуры и давления. Каждое вещество характеризуется определенными значениями этих параметров.

Зависимость агрегатного состояния вещества от давления и температуры может быть наглядно представлена диаграммой состояний. Для ее построения, откладывая по оси ординат давление  $P$ , а по оси абсцисс - температуру  $T$ , отмечают точками такие сочетания давления  $P$  и температуры  $T$ , при которых находятся в динамическом равновесии жидкость - газ, газ - твердое тело, жидкость - твердое тело. Кривые, образуемые совокупностью этих точек (рис. 4.2.5), называются соответственно кривой испарения ВД, кривой сублимации АВ и кривой плавления ВС.

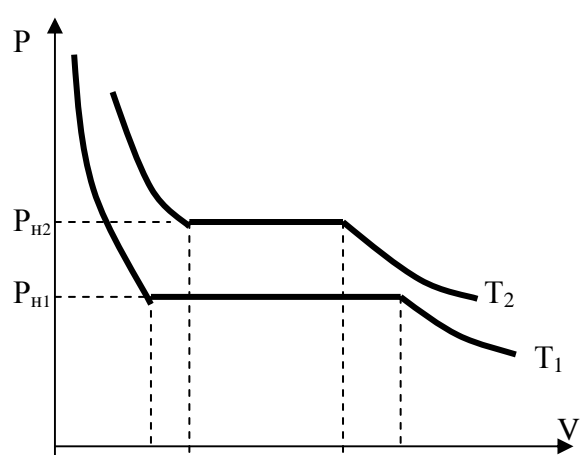


Рис. 4.2.6. Графики изотермы реального газа.

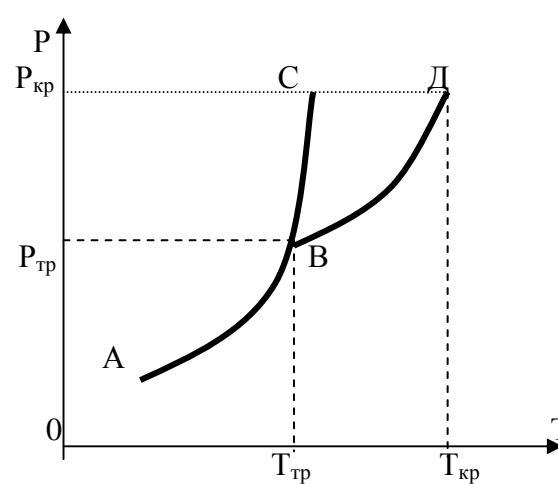


Рис.4.2.5. Диаграммы состояний вещества.

В веществе большинство молекул имеет скорости, близкие к области средних значений. Но всегда имеются молекулы, скорость которых в результате взаимодействий сильно возросла или сильно уменьшилась. Представления учащихся о движении молекул в условиях теплового равновесия приобретут большую определенность, если им напомнить о максвелловском распределении молекул по скоростям. Испарение обусловлено той относительно небольшой частью молекул (рис. 4.2.2), скорость которых значительно превосходит среднюю. Это связано с тем, что при температурах, далеких от критической, полная работа выхода значительно превышает среднюю кинетическую энергию молекул.



Плотность насыщенного пара при постоянной температуре не зависит от объема пара: изменение объема изменит лишь соотношение масс жидкости и пара. Поэтому и давление насыщенного пара при постоянной температуре постоянно и не зависит от объема. Зависимость давления насыщенного пара позволяет объяснить, почему на графике изотермы (изобары) реального пара наблюдается сокращение длины "ступеньки" при повышении температуры. Сокращение справа (рис. 4.2.6) обусловлено именно нелинейной зависимостью давления насыщенного пара от температуры. При более высокой температуре насыщение достигается при значительно большем давлении, для достижения которого насыщенный пар должен быть сжат до меньшего объема. Сокращение длины "ступеньки" слева связано с уменьшением плотности жидкости.

На образование новой (дополнительной) поверхности жидкости расходуется энергия, которая превращается в потенциальную энергию молекул поверхностного слоя жидкости. Эта потенциальная энергия называется поверхностной энергией (при условии, что процесс идет изотермически).

Образование мениска в капиллярах приводит к капиллярным явлениям. При расчете высоты подъема (опускания) жидкости в цилиндрическом капилляре следует подчеркнуть, что в формуле

$$h = 2\sigma / \rho g r$$

$r$  - есть радиус кривизны мениска, а не радиус канала. При условии, что мениск - полусфера, эти радиусы совпадают.

8. Свойства твердых тел. Твердые тела подразделяются на кристаллические и аморфные. В кристаллах существует ближний и дальний порядок в расположении частиц. В аморфных - имеется только ближний порядок. Некоторые вещества, например, жидкие кристаллы могут находиться в кристаллическом и аморфном состояниях. Кристаллические тела делятся на монокристаллы и поликристаллы, первые обладают анизотропией, а вторые - изотропией.

Кристаллы - это твердые тела, имеющие упорядоченное взаимное расположение частиц, образующих их, - атомов, ионов, молекул, которые периодически повторяются в пространстве.

Структура того или иного кристалла обусловлена тем, что именно при наблюдаемом в нем расположении частиц их система при данных условиях имеет минимальную потенциальную энергию. Кристаллизация, как и другие самопроизвольные процессы, ведет к уменьшению энергии системы частиц (более строго - к минимуму их свободной энергии). В аморфном состоянии вещество имеет большую внутреннюю энергию, чем в кристаллическом, поэтому со временем аморфные тела кристаллизуются - переходят в более устойчивое состояние с минимальной энергией.

У различных частиц (ионов, атомов, молекул) в случае кристаллизации состояние с минимумом внутренней энергии достигается при разном их

расположении, чем и объясняется численность кристаллических структур - ионных, атомных, металлических, молекулярных.

Какими бы свойствами: электрическими, магнитными, тепловыми, оптическими и др. не обладали вещества, они должны иметь такие механические свойства, чтобы их можно было практически использовать. Диаграмма растяжения является важной характеристикой механических свойств материала в широком интервале деформаций и напряжений.

Следует обратить внимание учащихся на то, что закон Гука  $\sigma = E \cdot \Delta l / l_0$  выполняется лишь при таких деформациях, при которых смещение средних положений частиц относительно положений равновесия лежит в области, где равнодействующая сил взаимодействия между частицами изменяется линейно. Поэтому каждый материал может быть охарактеризован определенными значениями предела упругости

$\sigma_{уп}$  и предела прочности  $\sigma_{пр}$ .

Возможность изменения механических свойств кристаллов путем уменьшения или увеличения концентрации дефектов и дислокаций открывает принципиальные возможности получения материалов с заданными механическими свойствами.

В приложении 3.1.2. приведен план урока на тему: «Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории (МКТ)», имеющий целью ознакомить десятиклассников с методологической функцией МКТ.

Так как обучение молекулярной физике начинается с определенного уровня и чем лучше известен этот уровень обучающему, тем правильнее и эффективнее будет протекать процесс обучения. В этом смысле диагностическая проверка знаний и умений по разделу не только связана с оценкой результатов учебной работы, но и является основной предпосылкой для нормального осуществления воспитания и обучения на следующем, более высоком уровне.

Вышеизложенное показывает, что процесс обучения молекулярной физике имеет циклическую природу. Конец каждого цикла является началом следующего цикла, и поэтому проблемы проверки и контроля подготовки могут и должны рассматриваться как важный узловый момент в исследовании НУП. Естественным было бы с этого узлового момента начинать разработку целостной системы НУП и пути к последовательному раскрытию ряда параметров, от которых зависит эффективное протекание учебного процесса. Поэтому в следующем параграфе рассмотрим особенности нормирования содержания и структуры молекулярной физике в высшей школе.

#### **4.3. Особенности нормирования структуры и содержания обучения молекулярной физике в вузе**

Факты, понятия, законы, теории курса физики должны быть преподнесены в систематизированном виде в соответствии с дидактическим принципом

систематичности и последовательности из изложения знаний. Необходимость структурирования физического знания определяется не только принципом систематичности обучения. Большой объем знаний и отсутствие возможностей для увеличения времени изучения материала, отражающего нормализацию учебной нагрузки, требует структуризации учебного материала.

Эта проблема может решаться по-разному.

В настоящее время в методике обучения физике при отборе содержания материала и его структурировании широко применяется генерализации знаний, который предполагает выделение одной или нескольких стержневых идей и группировку материала вокруг этих идей [258]. Благодаря генерализации связей в учебной системе знаний создаются условия для ее “уплотнения”. Совершенствование преднамеренно подчеркиваемых главных отношений между элементами учебного материала может повлечь перегруппировку понятий, фактов, явлений. Однако эта “способность освобождению учеников от необходимости запоминания множества частных и вооружает умением рассматривать физические явления в общих позиций. Принимая во внимание перспективность генерализации учебного материала и для развития мышления учащихся, их умения самостоятельно пополнять знания следует всемерно укреплять эту тенденцию в практике преподавания” [293, с. 5].

Значительная часть будущих учителей физики испытывают самые серьезные затруднения при усвоении молекулярной физики и термодинамики, о чем свидетельствуют результаты зачетов, экзаменов и модульных проверок, наблюдения за деятельностью студентов в период педагогической практики, результаты опроса и анкетирования студентов и учителей физики средней школы. Это частично объясняется следующими особенностями данного раздела:

1. В разделе изучаются системы, состоящие из огромного числа частиц, т.е. конечная область пространства с находящимися в ней телом или совокупностью тел любой физико-химической природы, состоящих из огромного числа молекул или атомов.

2. Для изучения систем многих частиц используется два метода статистической и термодинамической, которые дополняют друг-друга. Статистический метод позволяет установить связь поведения системы в целом с поведением и свойствами отдельных частиц и подсистем. Термодинамический метод характеризуется общностью и позволяет изучать явления без знания их внутренних механизмов. Их совместное применение способствует наиболее эффективному изучению явлений.

3. В разделе изучаются объекты, находящиеся в разных фазовых состояниях и подвергающиеся разным воздействиям.

4. Основным содержанием данного раздела является изучение закономерностей тепловой формы движения материи и связанных с ней физических явлений.

5. В разделе изучаются равновесные состояния тел и медленные процессы, которые могут рассматриваться как непрерывно следующие друг за другом равновесные состояния, а также изучаются общие закономерности перехода системы в состояние термодинамического равновесия.

6. Основная часть учебного материала может излагаться как индуктивно, так и дедуктивно.

7. В разделе "Молекулярная физика и термодинамика" используется весьма сложный и разнообразный математический аппарат. Для усвоения учебного материала студент должен владеть аппаратом теории вероятностей, уметь решать дифференциальные уравнения первого и второго порядка, дифференциальные уравнения в частных производных и т.д.

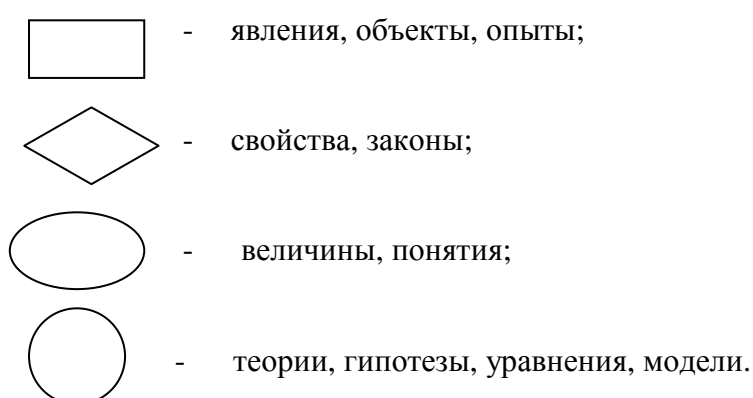
8. Раздел включает в себе ряд механических, электромагнитных, оптических явлений и сведения из химии. В нашем исследовании мы, естественно не ставим перед собой задачу создания новой программы по молекулярной физике и термодинамике. Нами была разработана рабочая программа, которая с небольшими изменениями более 10 лет используется в Ысыккульском государственном университете им. К.Тыныстанова. По этой рабочей программе велось обучение в процессе проведенного нами педагогическом эксперименте. Попытаемся сформулировать и обосновать те принципиальные изменения, связанные с НУП, которые позволили усилить роль современных физических теорий в этой программе раздела молекулярной физики.

Следует отметить, что в ряде отечественных курсов общей физики осуществлен такой подход к изучению молекулярной физики, когда курс изучается в конце всех разделов общей физики. Так авторы курса общей физики для педвузов пишут "Выбор структуры курса, где молекулярная физика является заключительным разделом, имеет под собой глубокую идейную основу – последовательное развитие основных физических моделей, созданных наукой для описания сложных материальных объектов" [136, с. 194]. Подобной позиции придерживаются и авторы ряда зарубежных курсов физики для колледжей и средних школ, в том числе широко известного берклеевского курса [262].

Процесс усвоения курса молекулярной физики связан с формированием ряда сложных физических понятий и теорий. Это требует определенной системы нормирования, которая может быть построена путем анализа содержания понятий и процесса их усвоения. Целям нормирования учебного материала может служить понятийно-структурный граф - система

связанных между собой понятий низшего ранга, образующих содержание сложного понятия [234, 267].

В основе построения схемы понятийного аппарата молекулярной физики мы положили последовательность изучения тем в порядке: «Основы МКТ» → «Основы термодинамики» → «Свойства жидкостей» → «Свойства твердых тел». Все элементы понятийного аппарата распределены по категориям:



Полученный понятийно - структурный граф молекулярно - кинетической теории и основ термодинамики содержит 35 элементов и приведен на рисунке 4.2.1, понятийно - структурный граф свойств жидкостей содержит 20 элементов и приведен на рисунке 4.2.2, понятийно-структурный граф свойств твердых тел содержит 21 элемент и приведен на рисунке 4.2.3.

Молекулярно - кинетическую теорию рассматриваем как основную теоретическую систему (более подробно рассматриваем в 5.2). Ее структура адекватна структуре физической теории. Эмпирический базис - основные - понятия, характеризующие молекулы, молекулярное движение, основные закономерности. Получение на математической основе. Идеальный объект - модель идеального газа, для которой выполняются результаты, полученные при математическом выводе, ее отношение к реальной действительности.

Необходимо реализовать в разделе органическое единство термодинамических и статических представлений, исходя из того факта, что в настоящее время законы термодинамики выводятся из представлений статистической физики. Как отмечается в Берклеевском курсе физики, «... нашего понимания физических законов микромира должна быть, в принципе, достаточно чтобы, зная микроскопический состав любой макроскопической системы, получить свойства последней» [262, с. 16]. Это позволяет избежать ряд трудностей, которые встречаются при феноменологическом введении основных понятий и законов термодинамики, и уменьшить число эмпирических соотношений, которые студенты должны запомнить. Все они могут быть выведены из статистических соотношений с использованием проблемных ситуаций.

Создание проблемных ситуаций возможно путем использования парадоксов, т.е. изложение некоторых вопросов в плане, приводящем к кажущимся противоречиям, даже будто бы абсурдным следствиям, и разрешение этих противоречий путем обобщения теории или создания новой теории. Так, из теории явлений переноса легко получить, что вязкости газа не зависит от концентраций молекул, значит, не зависит от плотности, т.е. если выкачать весь газ, то вязкость останется. «К такому выводу впервые пришел Максвелл, и этот вывод показался ему парадоксальным» [276, т.2, с. 345]. Нетрудно показать, что независимость коэффициента вязкости от плотности справедливо лишь до тех пор, пока длина свободного пробега молекул немного меньше характерного размера сосуда, в котором находится газ.

Эффект Джоуля-Томсона может быть рассмотрен как парадокс. Именно, элементарно доказывается, что при дросселировании идеального газа его температура не должна меняться, что явно противоречит опытному факту охлаждения некоторых реальных газов (например, углекислого газа) при их дросселировании. Тем самым возникает проблемная ситуация, которая разрешается путем учета ван-дер-ваальсовских сил между молекулами реального газа.

Необходимо реализовать в разделе органическое единство термодинамических и статистических представлений, исходя из того факта, что в настоящее время законы термодинамики выводятся из представлений статистической физики. Как отмечается в Берклеевском курсе физики, «...нашего понимания физических законов микромира должна быть, в принципе, достаточно чтобы, зная микроскопический состав любой макроскопической системы, получить свойства последней» [262, с. 16]. Такой путь позволяет избежать ряда трудностей, которые встречаются при феноменологическом введении основных понятий и законов термодинамики, и уменьшить число эмпирических соотношений, которые студенты должны запомнить. Все они могут быть выведены из статистических соотношений.

Проблемные ситуации можно создать с помощью анализа результатов эксперимента. Здесь могут быть использованы как классические решающие эксперименты, например, опыты Броуна, Перрена, Штерна, и т.д., так и демонстрационные опыты в аудитории, трактуемые как парадоксальные эксперименты. Так открытие Броуна беспорядочного движения мельчайших частиц может трактоваться как парадоксальный опыт, на первый взгляд, противоречащий второму началу термодинамики и стремление макрочастицы к состоянию равновесия - парадокс разрешается путем статистической трактовки второго начала термодинамики и введения понятия о флуктуациях.

При введении первого начала термодинамики в дифференциальной форме  $\delta Q = dU + \delta A$ , следует особо обратить внимание на смысл разницы в обозначениях этих величин, разъяснив, что в данном выражении лишь  $\delta U$  изменение внутренней энергии является полным дифференциалом а

$\delta U$  и  $\delta A$  - это просто малые количества теплоты и работы. Разъяснив студентам терминологию, следует обратить особое внимание на то, чтобы указанные выше термины правильно использовались. Целесообразно на лекции повторить понятие о полном дифференциале и об условии, при котором дифференциальная форма двух переменных является производная, полный дифференциал и каков критерий того, что дифференциальная форма двух переменных является полным дифференциалом. Для закрепления этого понятия достаточно показать несколько примеров типа

$$2xydx + x^2dy = dz, \text{ т.к. } \partial(2xy)/\partial y = 2x; \quad \partial(x^2)/\partial x = 2x$$

$$x^2dx + y^2dy = dz, \text{ т.к. } \partial(x^2)/\partial y = 0; \quad \partial(y^2)/\partial x = 0$$

$$y^2dx + x^2dy \neq dz; \text{ т.к. } \partial y^2/\partial y = 2y; \quad \partial(x^2)/\partial x = 2x$$

Такой подход является очень полезным при рассмотрении второго начала термодинамики и при введении понятия энтропии.

При введении понятия теплоемкости мы обращаем особое внимание студентов на тот факт, что теплоемкость, как и количество теплоты, зависит от процесса теплообмена. К сожалению, в школьном курсе физики понятие теплоемкости не связывается с процессом [232, с. 156], а трактуется как свойство вещества. В связи с этим целесообразно рассмотреть не только соотношение между изобарной и изохорной теплоемкостями идеального газа (соотношение Р.Майера), но и проанализировать понятие теплоемкости для адиабатического и изотермического процессов в идеальном газе. При наличии времени или в качестве упражнений целесообразно рассмотреть теплоемкости не только идеального, но и ван-дер-ваальсовского газа.

Опыт преподавания показывает, что одним из трудных понятий в курсах физики и технической термодинамики является понятие энтропии. Формирование этого понятия, кроме чисто прикладных задач, имеет важное мировоззренческое значение, поскольку на его основе вводится второе начало динамики – один из основных законов природы.

Как известно, понятие энтропии, как и второе, начало термодинамики, имеет статистический смысл. Поэтому весьма заманчивым представляется начать формирование этого понятия из статистических соображений, а затем показать связь энтропии с количеством теплоты и температурой. На качественном уровне это сделать нетрудно [369, т.1, с. 253-271], однако ряд положений здесь приходится вводить без должного обоснования. Более строгий подход [235] оказывается довольно сложным, и студенты его усваивают с трудом.

Формирование понятия энтропии на термодинамической основе широко распространено в учебной литературе [см. напр. 76, с. 248-254]. Этот подход в его традиционной форме страдает, однако, определенными

недостатками. Обычно здесь исходят из анализа принципа работы тепловой машины и цикла Карно, что сужает в представлении обучаемых смысл второго начала термодинамики. У студентов невольно создается представление о том, что понятие энтропии и второе начало термодинамики вводятся с одной только целью обосновать, что КПД тепловой машины меньше 100%. Несмотря на важность этой проблемы, сводит к ней основной закон природы, естественно, нельзя.

Ниже предлагается другой подход к введению понятия энтропии [134, с. 154], в основу которого положены по существу соображение Клаузиуса, имеющие, на наш взгляд, важное методическое значение, не оцененное по достоинству. Для понимания этой идеи студенты должны иметь понятия о полной функции двух переменных, что вполне соответствует содержанию программы по математике для высших учебных заведений, а также учебных пособий по этому курсу [237]. Суть методики сводится следующему.

Напоминаем студентам, что в консервативных системах элементарная работа является полным дифференциалом потенциальной энергии, которая является функцией состояния. В неконсервативных системах это положение несправедливо, вследствие чего механическая энергия замкнутой системе не сохраняется. В качестве иллюстрации показывается, что работа по расширению газа  $A = \int_{\sqrt{1}}^{\sqrt{2}} PdV$  определяется

не только начальным и конечным состоянием системы, но и формой фазовой траектории (рис 4.3.4.). Отсюда следует, что  $\oint PdV \neq 0$ , следовательно, выражение  $\delta A = PdV$  не является полным дифференциалом. Естественно, что и элементарное количество теплоты  $\delta Q = \frac{m}{\mu} C_v dT + PdV$

также не является полным дифференциалом, вследствие чего бессмысленно говорить о количестве теплоты в теле.

Студентам известно, что для дифференциальной формы двух переменных существует интегрирующий множитель  $M$ , такой, что  $M[f(x, y)dx + \varphi(x, y)dy] = d\phi$ , так что  $\oint M[f(x, y)dx + \varphi(x, y)dy] = 0$  по любой фазовой траектории. На примере идеального газа нетрудно убедиться, что интегрирующим множителем для элементарного количества теплоты является величина, обратная абсолютной температуре:  $1/T$ . Следовательно,  $\frac{\delta Q}{T}$  есть полный дифференциал некоторой функции состояния:  $\frac{\delta Q}{T} = dS$  (1). Эта функция состояния называется энтропией. Отсюда видно, что при любом обратимом циклическом процессе  $\Delta S_{обр} = 0$ . Что энтропия при необратимом процессе возрастает, может быть показано при анализе таких явлений, как теплообмен, диффузия, трение. Элементарный расчет (см., напр. [139, т. 1,



28-8]) позволяет получить  $\Delta S_{необр} > 0$ . На этой основе формулируется второе начало термодинамики в виде:  $\Delta S \geq 0$ , т.е. энтропия замкнутой системы ни при каких процессах не убывает.

Тот факт, что единственным интегрирующим множителем, зависящим только от температуры  $M = M(T)$ , является  $M = \frac{1}{T}$ , доказывается очень просто на основе известных свойств полного дифференциала функции двух переменных. В самом деле, положим  $M\delta Q = dS = MC_v dT + MPdV$ . Тогда должно выполняться соотношение  $\frac{\partial(MC_v)}{\partial V} = \frac{\partial(MP)}{\partial T}$ . Но изохорная теплоемкость газа – величина постоянная, а так как по условию интегрирующей множитель есть функция только температуры, то  $\frac{\partial M}{\partial V} = 0$ , следовательно,  $\frac{\partial(MP)}{\partial T} = 0$ , откуда следует  $P \frac{dM}{dV} + M \frac{dP}{dT} = 0$ . Но  $P = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$ , следовательно,  $\frac{m}{M} \frac{RT}{V} \frac{dM}{dT} + \frac{m}{\mu} \frac{R}{V} M = 0$  или  $T \frac{dM}{dT} = -M$ . Разделив переменные, имеем  $\frac{dM}{M} = -\frac{dT}{T}$ ; интегрируя, получим  $\ln M = -\ln T + \ln C$  или  $MT = C$ . Выбором соответствующей единицы измерения можно положить  $C=1$ . Отсюда следует, что интегрирующий множитель  $M = \frac{1}{T}$ , т.е. формула (1).

Связь энтропии с вероятностью состояния и статистический смысл второго начала термодинамики можно рассмотреть, как это обычно делается, на некоторых примерах. Соотношение Больцмана-Планка между энтропией и термодинамической вероятностью можно получить элементарно

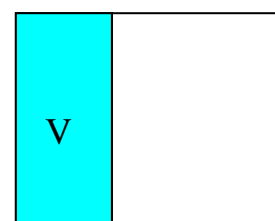
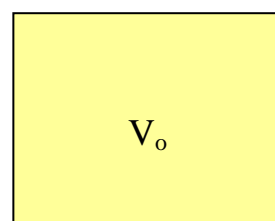
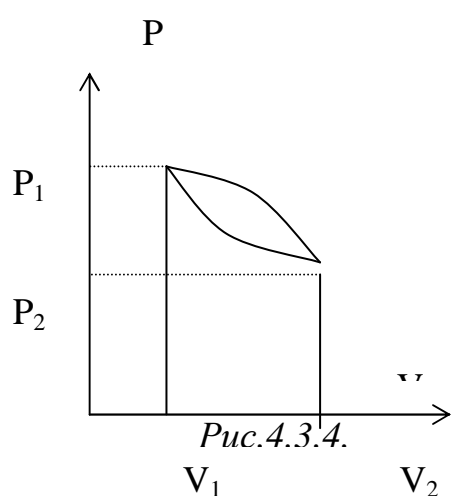


Рис. 4.3.5.

и вместе с тем достаточно строго [13, с. 441, 276, т.1, с. 99-101].

Представим себе, что газ, состоящий из  $N$  молекул и занимающий объем  $V_0$ , самопроизвольно изотермически сжался до объема  $V < V_0$ , а остальная часть сосуда осталась пустой (рис.4.3.5.). Подсчитаем математическую вероятность такого события. Вероятность того, что одна молекула попадает именно в эту часть объема равна  $\frac{V}{V_0}$ . Вероятность того, что все молекулы одновременно попадут в этот же объем, есть вероятность сложного события, состоящего из  $N$  независимых событий:  $W = \left(\frac{V}{V_0}\right)^N$ . При

большом числе молекул вероятность такого события ничтожно мала.

Равномерное распределение молекул по всему объему, как известно из опыта, есть достоверное событие, и его математическая вероятность практически равна единице. В самом деле, малые флуктуации соответствуют равномерному распределению, а значительные флуктуации при большом числе молекул происходят крайне редко и по существу не влияют на вероятность. Итак  $W=1$ . Термодинамические вероятности обоих состояний пропорциональны их математическим вероятностям:  $\frac{W}{W_0} = \frac{w}{w_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^N$  (2).

Сравним энтропии обоих состояний. Поскольку мы предполагаем, что

сжатие газа происходило изотермически, то  $\Delta S = S - S_0 = \frac{Q_T}{T} = \frac{m}{\mu} R \ln \frac{V}{V_0} = k \ln \frac{V}{V_0}$ .

Логарифмируя равенство (2) и подставим в последнее выражение, получим:  $S - S_0 = k \ln \frac{W}{W_0} = k \ln W - k \ln W_0$ . Отсюда следует, что энтропия пропорционально

логарифму термодинамической вероятности. Дальнейшее развитие статистического смысла энтропии произойдет в курсе высшей математики, при изучении теории вероятностей и математической статистики.

Введенное таким образом понятие энтропии становится «рабочим» понятием и позволяет достаточно

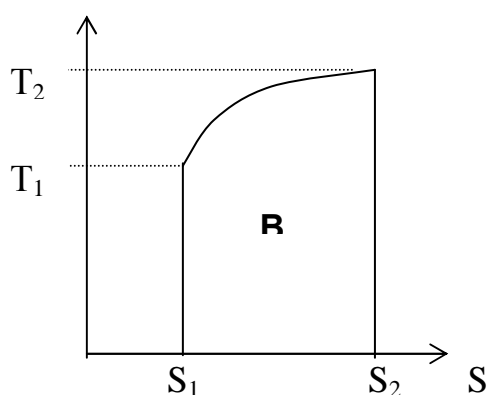


Рис. 4.3.6.

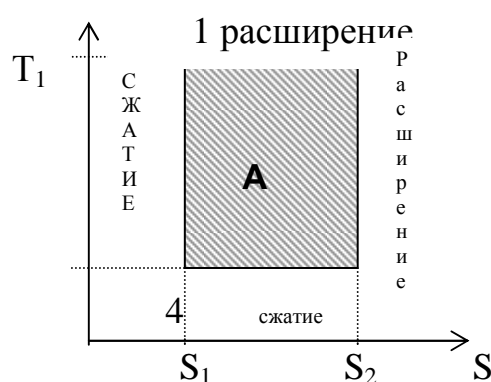


Рис. 4.3.7.

просто строить тепловые T-S – диаграммы (рис.4.3.6.), что особенно важно при изучении технической термодинамики [205]. На этой диаграмме площадь, ограниченная графиком, начальной и конечной ординатой и осью абсцисс, представляет расход тепла в том или ином термодинамическом процессе, ибо  $Q = \int_{S_1}^{S_2} T dS$ . Так, например, цикл Карно графически имеет вид,

изображенный на рис 4.2.7. Важно, что графики изотермы и адиабаты, которые на P-V – диаграмме изображаются кривыми линиями, на T-S – диаграмме оказались прямыми. Это существенно облегчает расчет. Количество теплоты, полученное ( или отданное) при изотермическом процессе  $Q = T(S_2 - S_1)$ . Для цикла Карно имеем:

$$\eta = \frac{A}{Q_{T_1}} = \frac{Q_{T_1} - Q_{T_2}}{Q_{T_1}} = \frac{T_1(S_2 - S_1) - T_2(S_2 - S_1)}{T_1(S_2 - S_1)} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (3)$$

Аналогично решается ряд других задач физики и технической термодинамики.

Как будет показано в 5.2. использование дедуктивного подхода при нормировании учебного процесса молекулярной физики в средней школе привело к повышению уровня знаний учащихся по оперированию уравнениями состояния идеального газа и Менделеева-Клайперона, а также ученики владеют методикой решения задач. Как показал констатирующий эксперимент, этим материалом большинство абитуриентов в основном владеют. Отсюда вытекает возможность некоторой экономии времени при изложении данного материала в курсе общей физики, где он может быть рассмотрен в обзорно-повторительном плане, а не излагаться как совершенно новый материал.

Что касается сэкономленного времени (порядка двух лекций и одного часа практических занятий), то оно может быть использовано, для несколько более глубокого, чем обычно делается, рассмотрения свойства реального, и, в частности ван-дер-ваальсовского газа. Для будущих учителей физики глубокое знание свойств реальных газов имеет профессиональную направленность.

В курсе общей физики энтропия и внутренняя энергия реального газа обычно не рассматриваются [13, 76, 93, 139]. Иногда выражение для внутренней энергии реального газа получают путем вычисления работы сил «внутреннего давления» [276, т.1, с. 330]. Строгий термодинамический вывод весьма громоздкий [271, с. 44, 289, с.390], он явно выходит за рамки возможности общего курса физики, особенно для будущих учителей. Между тем, искомые выражения можно получить довольно просто по аналогии, обобщив выражение для энтропии идеального газа по тому же принципу, который служит для обобщения уравнения состояния идеального газа на ван-дер-ваальсовский газ.

В самом деле, в уравнении для одного моля идеального газа мы вместо объема сосуда вводим величину  $(V - v)$ , где  $v$  – так называемый «запрещенный объем», а вместо давления – величину  $P + \frac{a}{V^2}$ , где  $P_i = \frac{a}{V^2}$  – так называемое «внутреннее» или «молекулярное» давление. Тогда для одного моля реального газа получается уравнение Ван-дер-ваальса:

$$P + \frac{a}{V^2} = \frac{RT}{V - v} \quad (4).$$

Дифференциал энтропии одного моля идеального газа:

$$dS = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V} \quad (5).$$

Исходя из указанных выше соображений, запишем выражение для энтропии ван-дер-ваальсовского газа в виде:

$$dS = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V - v} \quad (6).$$

Т.е. здесь, как и в случае уравнения для давления, мы заменяем  $V$ -в. Дифференциал внутренней энергии получим из первого начала термодинамики:

$$dU = \delta Q - \delta A = TdS - PdV \quad (7).$$

Подставим выражения (4) и (5) в (7), после несложных преобразований имеем:

$$dU = C_v dT + \frac{adV}{V^2} \quad (8).$$

Интегрируя (6) и (8), получим выражения для энтропии и внутренней энергии ван-дер-ваальсовского газа:

$$S = \int C_v \frac{dT}{T} + R \ln \frac{V - v}{v} + const \quad (9).$$

$$U = \int C_v T - \frac{a}{V} + const \quad (10)$$

В интервале температур, где изохорная теплоемкость газа постоянно, имеем:

$$S = C_v \ln T + R \ln \frac{V - v}{v} + const \quad (11).$$

$$U = C_v T - \frac{a}{V} + const \quad (12).$$

Итак, внутренняя энергия ван-дер-ваальсовского газа зависит не только от его температуры, но и от объема. Справедливость этого результата,

полученного нами весьма нестрого, по аналогии, может быть проверена в эксперименте по дросселированию реального газа (эффект Джоуля-Томсона).

Выражения (11) и (12) могут быть использованы для сравнения изохорной и изобарной теплоемкостей ван-дер-ваальсовского газа и вывода для него уравнения адиабаты. Как видно из формулы (5), теплоемкость ван-дер-ваальсовского газа при постоянном объеме такая же, как и у идеального газа. Теплоемкость при постоянном давлении

$$C_p = \frac{\delta Q}{dT} = \left( \frac{TdS}{dT} \right)_p = C_v + \frac{RT}{V-\epsilon} \left( \frac{dV}{dT} \right)_p \quad (13).$$

Отсюда следует:

$$\left( \frac{dV}{dT} \right)_p = \frac{R}{\frac{RT}{V-\epsilon} - \frac{2a(V-\epsilon)}{V^3}}$$

Подставив в (10), получим, что изобарная теплоемкость ван-дер-ваальсовского газа зависит от его температуры и объема [140, с. 248-249].

$$C_p = C_v + \frac{R}{1 - \frac{2a(V-\epsilon)^2}{RTV^3}} \quad (14).$$

Видно, что для ван-дер-ваальсовского газа коэффициент Пуассона  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  явно зависит от температуры. Как и следовало ожидать, при высоких температурах и больших объемах выражение (14) автоматически переходит в соотношение для идеального газа. Формально это получается, если положить для идеального газа  $a=0$ .

Уравнение адиабаты для ван-дер-ваальсовского газа получаем из (8), положив  $S=\text{const}$

$$T(V-\epsilon)^{\frac{R}{C_v}} = \text{const} \quad (15).$$

Отсюда легко получается

$$\left( P + \frac{a}{V^2} \right) (V-\epsilon)^{1+\frac{R}{C_v}} = \text{const} \quad (16).$$

Естественно, что в пределе для идеального газа из (16) получается формула Пуассона.

В приложении 4.2.1. приводятся тематика курса молекулярной физики и термодинамики, а также исходный граф (4.2.2.) этих же тем для университетов, разработанных на основе нормированного категориального аппарата, включающего основные понятия раздела.

Исходя из вышеизложенного и, основываясь на общедидактических принципах и положениях при отборе учебного материала молекулярной физики, опираясь на передовой опыт в ближнем и дальнем зарубежье, мы выбрали следующие принципы отбора содержания молекулярной физики:

- систематичность и доступность содержания – в соответствии с логикой молекулярной физики и уровнем развития студентов;
- осуществление внутрипредметных связей на основе теории и методов статистической физики и термодинамики;
- выбор наиболее рациональной последовательности изложения материала на основе нормирования учебного процесса.

Таким образом, методическая концепция многоуровневого структурирования учебного материала состоит в осуществлении единого подхода на основе реализации в обучении своих дидактических функций. Предварительные выводы относительно результатов ее функционирования заключаются в том, что:

В содержании обучения уровни структурности могут быть основой генерализации физического знания, создания синтезирующих моделей учебного материала, ориентировочной основой для составления комплекса заданий;

В преподавании они могут быть средствами организации целенаправленной, активной деятельности учащихся, средствами уплотнения знаний, организации преемственного и последовательного изучения и повторения учебного материала и контроля различных качеств знаний студентов и учащихся;

В учебно-познавательной деятельности обучаемых уровни структурирования могут обеспечить ориентировочную; исполнительную и контрольную основу среди действия в учебном процессе и самостоятельной работы студентов с различными источниками информации, при повторении и подготовке к экзаменам, являются источниками методологических знаний.

#### **4.4. Оценка сложности физических задач и нормализация обобщенных приемов их решения учащимися**

Решение задач – один из ведущих методов обучения физике, эффективно способствующий формированию у учащихся структуры научных знаний, развитию логического мышления и творческих способностей, это один из распространенных видов самостоятельной работы учащихся, помогающий становлению общеучебных умений и навыков, подготовке к трудовой деятельности; один из эффективных способов закрепления и контроля, повторения и осмысления знаний, мотивации обучения [51, 107, 207, 318, 321].

В связи с тем, что педагоги стремятся максимально активизировать учебный труд учащихся, они все больше времени отводят на решение задач. Именно в распределении времени на решение задач наблюдаются большие расхождения. Так В.Н. Зайцев приводит данные анализа 136 уроков сотрудниками кабинета физики Донецкого облИУУ о том, что на решение задач лучшими учителями отводится 26% времени вместо 17% в массовой школе [88]. По данным В.Е. Володарского при изучении физики на решение задач «уходит около половины всего учебного времени» [50, с.28].

Исследования бюджета времени, проведенные нами ранее [156] более менее согласуются с данными В.Н. Зайцева и О.Ф. Кабардина [104]. Тогда нами была предпринята попытка разработать методику расчета норм затрат времени на формирование элементов знаний и решение задач на уроках по молекулярной физике. Необходимые исходные данные для составления уравнений регрессии зависимости затрат среднего времени решения задач от их числа на уроке приведены в таблице 4.3.1 В результате математической обработки этих данных уравнения среднего времени решения задач на уроке в зависимости от их числа имеют вид:

$$\bar{\tau}_1 = 3,2x_1 + 1,3x_2 \quad (1a)$$

$$\bar{\tau}_2 = 6,3x_1 + 2,4x_2 \quad (1б)$$

$$\bar{\tau}_3 = 9,7x_1 + 3,6x_2 \quad (1в)$$

где  $x_1$  – число расчетных задач,  $x_2$  – число качественных задач,  $\bar{\tau}_1, \bar{\tau}_2, \bar{\tau}_3$  – среднее время решения задач расклассифицированных по трем уровням сложности,  $1 \leq x_1 \leq 3$ ,  $1 \leq x_2 \leq 7$ . На рис. 4.4.1 приведены экспериментальные номограммы для формулы 1а.

Таблица исходных данных для составления уравнений регрессии

Таблица 4.4.1

Номер урока	Время, затраченное на решение задач $\tau_3$ , /мин./	Число задач	
		Расчетных $x_1$	Качественных $x_2$
...			
3	8	1	2
4	6	1	1
5	10	1	3
6	12	2	2
7	7	2	1
...			

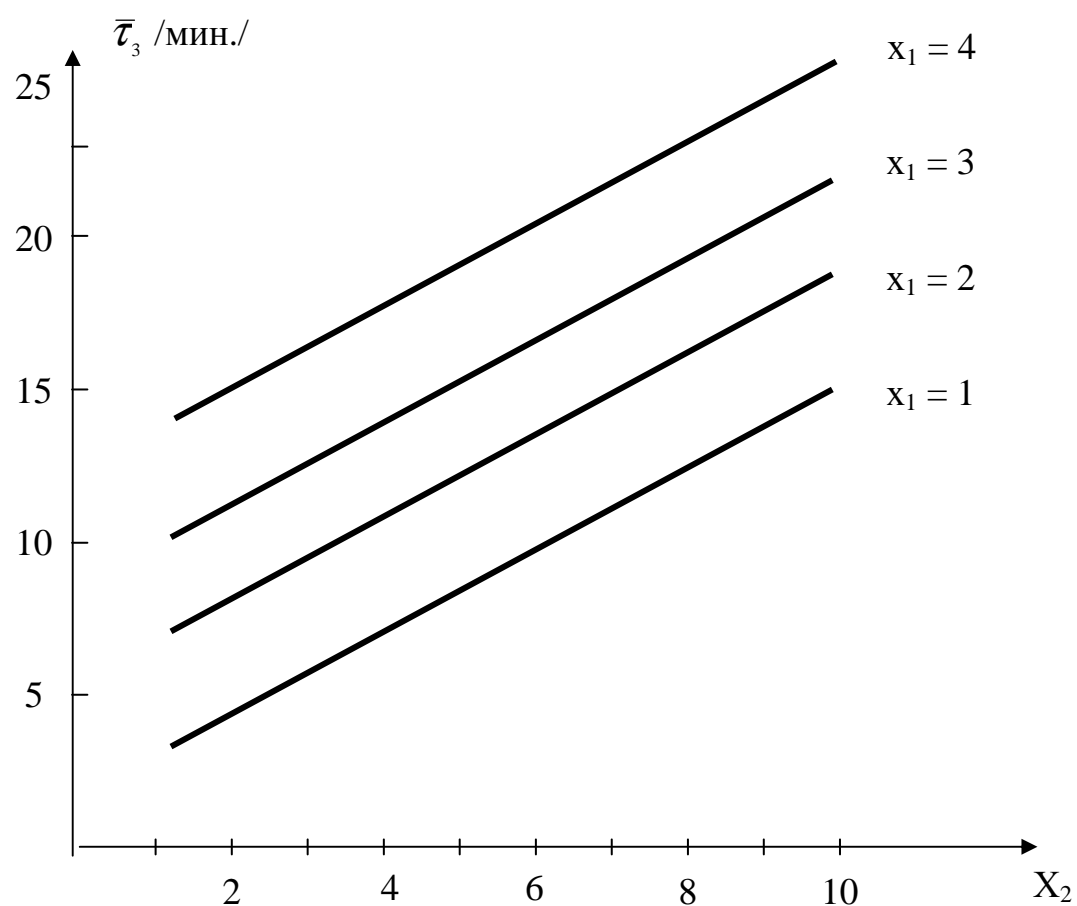


Рис. 4.4.1. Номограмма для определения среднего времени решения задач на уроке в зависимости от числа расчетных  $x_1$  и качественных  $x_2$  задач.

Успешность обучения решению задач по физике определяется рядом компонентов, важнейшими из которых являются знание теоретического материала, закономерностей, используемых в процессе решения, умения и навыки, формирование которых во многом зависит от соблюдения дидактических принципов; методика обучения и качество сборника задач и упражнений. Для достижения целей обучения большое значение имеет не только правильный подбор количества и качества задач, но и рациональная дозировка и последовательность их предъявления учащимся [10, 117, 118, 305].

Количество качественных и вычислительных задач в стабильном задачнике А.П. Рымкевича в целом достаточно охватывает основной программный материал [273]. Однако, как справедливо отмечается на страницах журнала «Физика в школе» ныне действующие сборники задач для средней школы еще не в полной мере способствуют оптимальной организации труда учителя и учащегося. Большое число задач и упражнений (более 1200 в задачнике для старших классов) можно свести к небольшому числу обобщенных типичных задачных ситуаций. На основе таких задачных



ситуаций, изменяя лишь предметную область их использования (т.е. используя аналогичные, обратные задачи, подзадачи и т.п.) в принципе можно охватить весь массив вычислительных задач, необходимых для решения учащихся за курс физики средней школы. Тем самым число задач уменьшается вдвое-втрое, существенно нормализуя нагрузку учащихся.

Как было показано в 2.2 второй главы, нормализация элементов структуры учебного процесса – это такой путь исследования объектов, когда их содержание познается с помощью выявления элементов формы. Выделение формализованных опор проводилось нами с целью облегчения запоминания и систематизации изучаемого материала. Так свыше тридцати формул, определяющих физические величины ( $v = S/t$ ,  $p = F/S$ ,  $A = F \cdot S$  и др.) имеют одинаковую математическую форму выражения  $C = A/B$ . Как свидетельствует наш опыт преподавания, системное рассмотрение их по сходству формы дает возможность увидеть общность формулировок, процедур вывода единиц измерения и физического смысла, а это позволяет резко сократить объем информации для репродуктивного запоминания. Если обращение к «формализованным опорам» превращается в навык, то процесс изучения физических величин становится более допустимым и интересным.

В психологической науке знание рассматривается как способ контроля и регуляции умственной деятельности обучаемых. Это положение наиболее ярко проявляется в процессе решения задач, так как дает определенное направление аналитико-синтетической деятельности, являющейся основой мыслительных операций [180, 243, 346, 366].

Анализ многих исследований, посвященных методике решения физических задач [10, 34, 22, 318] показал, что все еще имеются следующие недостатки: многие разновидности физических задач предстают перед учащимися как самостоятельные, совершенно не связанные друг с другом типы; у учащихся не формируется умение свободно ориентироваться в любой конкретной ситуации, представленной в задаче; учащиеся не овладевают общим методом решения физических задач в итоге не ликвидируются трудности, возникающие перед учащимися при решении задач.

Степень и скорость формирования навыка решения задач определяются наиболее рациональной системой упражнений, а построение такой системы связано с соблюдением дидактических принципов, одним из которых является принцип «от простого к сложному». Система упражнений, реализующих этот принцип, связана с классификацией задач. В соответствующих сборниках задач и упражнений задачи, как правило, недостаточно упорядочены (исключение составляет, пожалуй, сборник задач Д.И. Сахарова [280] в связи с тем, что отсутствует их классификация по степени сложности. Каждый исследователь по-разному понимает сложность

задачи по физике, выделяя различное количество параметров от простых качественных до сложных количественных [25, 106, 174, 189, 329].

Каждая учебная задача не только по физике, но и по любому другому предмету рассчитана на категорию учащихся, имеющих к моменту ее решения вполне определенную теоретическую подготовку. Для такой категории учащихся сложность задачи одинакова. Она не зависит от индивидуальных особенностей учащихся и, следовательно, является объективной характеристикой решения задачи. Таким образом, под сложностью учебной задачи необходимо понимать объективную, не зависящую от индивидуальных особенностей учащихся, определяемую условием задачи, содержанием и логической структурой учебного материала характеристику решения задачи. Это рабочее определение позволяет сделать вывод о том, что факторы, влияющие на сложность задач по физике, можно установить на основании рассмотрения систем операций, выполняемых при решении задач. Совершенно очевидно, что сложность задачи определяется количеством этих операций и сложностью каждой из них.

Так как общее количество операций достаточно велико, то с практической точки зрения попытка оценить сложность всех операций обречена на неудачу. Поэтому целесообразно учитывать не все, а только наиболее существенные операции, играющие первостепенную роль в процессе решения вычислительных задач по физике. Таким образом, полный состав деятельности может быть представлен следующим нормативным содержанием:

#### *I. Анализ условия задачи.*

1. Выделение структурных элементов задачи: а) объекта; б) воздействия; в) результата; г) характеристик начального состояния объекта; д) характеристик условий воздействия; е) характеристик конечного состояния объекта.

2. Выражение структурных элементов задачи в физических величинах.

#### *II. Составление программы решения задачи.*

1. Выявление характеристик объекта изменившихся в результате воздействия.

2. Выражение связи между изменением физической величины, характеризующей состояние объекта, и воздействием а) качественно (словесно) и б) в виде математического выражения.

3. Выражение искомой физической величины через известные величины.

#### *III. Реализация программы решения задачи.*

1. Перевод значений физических величин в систему СИ.

2. Выполнение математических операций.

#### *IV. Анализ полученного результата.*

## 1. Использование критериальных сравнений «больше», «меньше», «во сколько раз» и т.д.

Говоря об уровне сложности той или иной задачи, мы будем иметь в виду только ее содержательную сложность, оцениваемую с информационных позиций. Задача одной и той же сложности может оказаться очень легкой для одного ученика и трудной или даже непосильной для другого. В данном случае играет роль не сложность задачи, а трудность, являющаяся психологическим фактором, зависящим от целого ряда внешних и внутренних условий.

Исходя из изложенного, мы предприняли попытку нормировать классификационные характеристики сложности задач по молекулярной физике, позволяющие учителю расположить их в порядке возрастания сложности. Такой подход дает возможность последовательно формировать необходимые навыки, постепенно переводя учащихся от самого низкого уровня к более высокому, реализуя вышеуказанный дидактический принцип, и более объективно оценивать их деятельность. Кроме того, в педагогической психологии известно, что правильное распределение задач по степени возрастания сложности стимулирует познавательную деятельность учащихся [58, 311, 346, 366].

Для определения количественных характеристик задач строится графовая модель ее решения, анализируется относительный объем информации и коэффициент трудности поиска. Анализ полученных данных для различных задач дает возможность перейти к их качественным характеристикам и ранжировать по уровню сложности. При этом необходимо учитывать действия, которыми сопровождается решение, но они не отображаются в графовых моделях (построение чертежа, графика, чтение графика, обоснование какого-либо явления физической закономерности и т.п.).

Рассмотрим вычислительные задачи по молекулярной физике, решение которых может быть изображено в виде графовой модели.

Задача 1. Вычислить массу одной молекулы кислорода. Для решения этой задачи необходимо знание численного значения постоянной Авогадро  $N_a = 6,62 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup> и молярной массы кислорода  $M=0,032$  кг/моль. Тогда по формуле  $m_0 = \frac{M}{N_a}$  можно найти массу одной молекулы не только кислорода, но и любого вещества, зная его молярную массу.

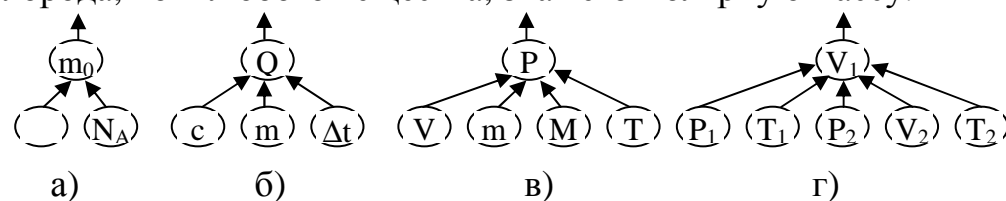


Рис. 4.4.2. Графы задач первого уровня сложности.

Граф этой задачи представлен на рис 4.4.2.а и имеет двухступенчатую структуру, на верхней ступени которого располагается искомое понятие - массы одной молекулы вещества, а на нижней ступени находятся две известные величины  $M$  и  $N_a$ . Среди вычислительных задач задача такого типа является наиболее простой. К их числу также относятся задачи на определение числа молей, количества теплоты при агрегатных превращениях вещества, влажности воздуха, закон Гука и т.д., при условии, что из трех величин входящих в формулу той или иной закономерности, известны две.

При решении задач с применением газовых законов, формулы для расчета количества теплоты  $Q=cm\Delta t$ , уравнения Менделеева-Клайперона,  $PV = \frac{m}{M}RT$  объединенного уравнения газового состояния  $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$  на нижней ступени графа будут находиться соответственно три, четыре и пять величин (см. рис. 4.3.2 б, в и г). Структура графа не изменится, а следовательно, и все его характеристики, если искомым элементом будет одна любая из величин входящих в эти формулы. Таким образом, графы задач с применением одной физической закономерности будут отличаться друг от друга только числом конечных элементов, что является их общим качественным признаком. Такие задачи следует отнести к первому уровню сложности.

Рассмотрим задачу следующего содержания: Задача 2. Сосуд разделен перегородкой на две части с объемами  $V_1$  и  $V_2$ . В первой части находится некоторый газ под давлением  $P_1$ , а во второй - другой газ под давлением  $P_2$ . Какое давление установится в сосуде после удаления перегородки? Температура поддерживается постоянной. Для нахождения конечного давления должны быть использованы два закона: Бойля-Мариотта  $PV = const$  и Дальтона  $P = P_1 + P_2$

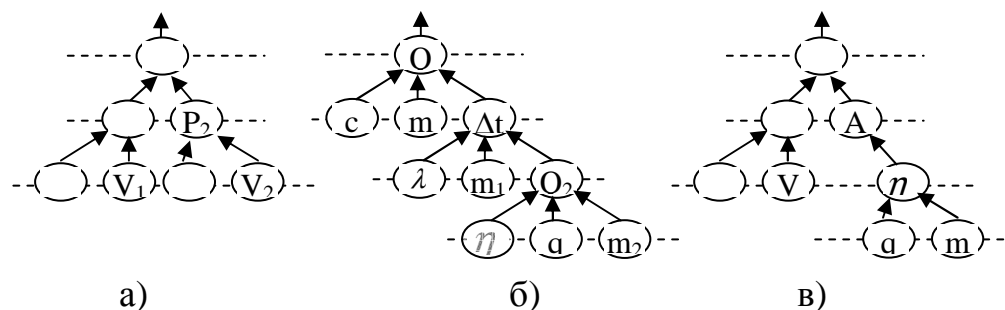


Рис.4.4.3. Графы задач второго (а и б) и третьего (в) уровня сложности.

Граф решения этой задачи приведен на рис. 4.4.3.а. Для решения задач на составление уравнения теплового баланса обычно требуется использовать две и более закономерности, например: Задача 3. Кусок алюминия в 0,5 кг нагревают в тигле. До какой температуры нагреется алюминий, если в нагревателе сгорает 50 г керосина в минуту? Температура воздуха 18°C, КПД всей установки 40%. Потерями на нагревание тигля пренебречь. При сгорании керосина выделяется, с учетом КПД, количество теплоты  $Q_2 = nqm$ . Для нагревания алюминия до точки плавления необходимо количества теплоты  $Q_1 = cm\Delta t$ , для его плавления  $Q = \lambda m$ . Составляя уравнение теплового баланса, находим конечную температуру алюминия  $\theta$ . Граф решения этой задачи приведен на рис 4.3.3б. Вычислительные задачи, требующие для решения двух и более закономерностей внутри раздела молекулярной физики, следует отнести ко второму уровню сложности.

К задачам третьей степени сложности следует отнести задачи, построенные на материале двух-трех разделов курса физики, где учащимся необходимо выполнить больше распознавательных и мыслительных операций для определения и использования физических закономерностей. Примером такой задачи может служить задача такого содержания: Задача 4. Автомобиль "Москвич" расходует 5,7кг бензина на 50 км пути. Определить среднюю мощность, развиваемую при этом двигателем автомобиля, если средняя скорость движения 80км/час и КПД двигателя составляет 22%. Удельная теплота сгорания бензина  $45 \cdot 10^6$  Дж/кг. Для решения этой задачи (граф представлен на рис.4.3.3 в) необходимо использовать Формулу теплоты, выделяемой при сгорании бензина с учётом КПД  $Q = nqm$ , а из курса механики необходимы формулы средней мощности  $N = \frac{A}{t}$  и пути

равномерного прямолинейного движения  $S = Vt$ . К такому типу задач можно отнести и такую задачу, для решения которой необходимо знание гидростатического давления жидкости: Задача 5. Для оказания помощи подводной лодке на глубине 72м под воду опущен водолазный колокол, имеющий форму цилиндра высотой 2,4м и открытый снизу, До какой высоты поднимется в колоколе вода, когда он достигнет подводной лодки? Температура у поверхности воды 27°C, а на глубине 72м - 7°C. До какого давления должен быть доведен воздух, нагнетаемый в колокол, чтобы полностью удалить из колокола воду? Плотность морской воды считать равной  $1,03 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

И, наконец, задачи самого высшего четвертого уровня требуют творческого подхода к их решению, содержат материал, связывающий более дальние разделы курса физики: выявление физической закономерности происходит через опосредованные признаки, условие задачи может быть дано в виде описания сложных физических явлений, иногда требуется проведение небольшого исследования. Примерами задач этого уровня могут

служить задачи: оцените число молекул воздуха в земной атмосфере; в горизонтальном неподвижном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем массы  $M$ , находится один моль газа. Газ нагревают. Поршень, двигаясь равноускоренно, приобретает скорость  $V$ . Найти количество теплоты, сообщенное газу. Внутренняя энергия моля газа  $U=CT$ . Теплоемкостью сосуда и поршня, а также внешним давлением пренебречь.

Среди качественных задач, которые встречаются в молекулярной физике, можно провести классификацию по степеням сложности, что также способствует нормализации учебной загрузки учащихся. Прежде всего необходимо выделить задачи-вопросы на различение (или опознание) объекта, т.е. такие, для решения которых требуется опознать изучаемый объект среди ряда предложенных. В таких задачах ответ содержится в постановке самого вопроса и чаще всего носит характер типа «да – нет», «или – или». Решение таких задач основано главным образом, на запоминании учащимися признаков объекта изучения. Эти задачи не связаны с вычислительными действиями и графическое представление их структуры не имеет смысла.

Приведем ряд примеров таких задач.

1. Почему в жаркие дни вода в прудах и озерах всегда холоднее окружающего воздуха?

2. Из определения температуры следует, что она является статистической величиной, что это значит? Можно ли применить понятие температуры к совокупности нескольких молекул?

3. Газовые законы справедливы для газа, свойства которого описываются с помощью модели "идеальный газ". Однако эти законы не выполняются при больших давлениях при низких температурах. Какой вывод о границах применимости модели "идеальный газ" можно сделать на основании этих фактов?

Для решения отдельных качественных задач (среди них могут быть и графические) требуется знание одной - двух и более теоретических закономерностей (или явлений), умение анализировать их, понимать функциональную зависимость между входящими в нее величинами, применять их на практике. Например:

1. Известно, что скорости движения молекул огромны. Их можно сравнить лишь со скоростями ружейных пуль и артиллерийских снарядов. Почему при такой скорости движения молекул диффузия газов происходит довольно медленно?

2. После сильного шторма вода в море становится теплее. Почему?

3. При каких условиях КПД тепловой машины был бы равен единице?

Решение этих качественных задач требуют от учащихся более высокого уровня мыслительной деятельности, чем предыдущие задачи. При этом перевод единиц одной системы в другую, математические преобразования формул, построение чертежа и др., когда это не является

целью обучения, не должны влиять на степень сложности задачи, так как эти действия являются вспомогательными. Поэтому, в зависимости от числа используемых физических закономерностей, сложность решения таких качественных задач должна подчиняться такой же классификации, как и вычислительные задачи.

Изложенный подход позволяет с помощью простого построения графа решения задачи определять уровень сложности каждой задачи и по другим разделам курса физики, более объективно оценивать умения и навыки учащихся в процессе обучения и при выполнении домашних заданий. Последний момент приобретает особую важность для рациональной организации бюджета учебного времени, позволяя учителям правильно дозировать задачи по сложности, что, в конечном счете, нормализует учебную нагрузку учащихся на уроке и при выполнении ими домашних заданий.

Наиболее крупным достижением в решении проблемы нормирования методики решения задач было установление логической структуры (алгоритмизация) этой деятельности [346]. Алгоритмы составляются для группы задач, относящихся, во-первых, к одному и тому же разделу физики (для задач по кинематике, динамике, задачи сохранения импульса, энергии, постоянного тока и т.д.), а, во-вторых, для несложных, тренировочных задач. Алгоритмы решения задач, как правило, представляют собой перечень внешних, исполнительных операций, состав некоторых необходимо раскрыть учащимся. При этом необходимо учесть такие моменты, что подобного рода алгоритмизация иногда ограничивает творчество и самостоятельность поиска, и что далеко не каждая задача может быть алгоритмизирована.

Ниже покажем на конкретных примерах методику обучения алгоритмам применения первого закона термодинамики для частных случаев. Каждый из таких алгоритмов состоит из двух частей: первая (I) служит для преобразования исходной формулы к виду, удобному для решения задач данного типа, а вторая (II) содержит предписание, как применять эту преобразованную формулу во время решения.

#### Изменение внутренней энергии тел при теплообмене:

1. Запишем уравнение первого закона термодинамики

$$\Delta U = Q + A \quad (1)$$

Для системы тел, в которой происходит только теплообмен, работа  $A=0$ , тогда уравнение (1) можно записать в виде  $\sum \Delta U = \sum Q$ , где  $\sum \Delta U$  - изменение внутренней энергии «холодных» тел,  $\sum Q$  - количество теплоты, переданной им «горячими» телами. Так как справедливо уравнение  $\sum Q = -\eta \sum \Delta U_1$ , где  $\sum \Delta U_1$  - изменение внутренней энергии «горячих» тел,  $\eta$  - КПД теплопередачи, то

$$\sum \Delta U + \eta \sum \Delta U_1 = 0 \quad (2)$$

II. 1. По условию задачи определить «горячие» и «холодные» тела и установить, какие процессы будут происходить при теплообмене между ними.

2. От уравнения (1) перейти к уравнению (2) и записать его согласно условию задачи.

3. Выразить величины, входящие в уравнение (2) из общей формулы  $\Delta U = cm\Delta t \pm \lambda m_1 + c_1 m_1 \Delta t_1 + r m_2$  в соответствии с условием задачи.

4. Подставить полученные выражения в уравнение (2) и решить его относительно искомой величины.

5. Сделать математический расчет и оценить результат.

**Задача 6.** При изготовлении дроби расплавленный свинец с температурой  $t_2 = 327^\circ\text{C}$  выливают в воду. Какое количество дроби было изготовлено, если 3 л воды нагрелось при этом от  $t_1 = 25^\circ\text{C}$  до  $\theta = 47^\circ\text{C}$ , а потери тепла составили 25%  $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $C_1 = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ ,  $C_2 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ ,  $\lambda = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$

**Решение:** 1. Между «горячими» и «холодными» телами происходит теплообмен с КПД 75%  $\eta = 75\%$ . «Горячее» тело – свинец – отвердевает, затем охлаждается. «Холодное» тело вода – нагревается.

2. От уравнения (1) в соответствии с первой частью алгоритма для теплообмена переходим к уравнению (2). Для данной задачи оно имеет вид:  $\Delta U_1 + \eta \Delta U_2 = 0$ , где  $\Delta U_1$  и  $\Delta U_2$  – изменения внутренней энергии соответственно воды и свинца.

3. Выражаем величины  $\Delta U_1 = C_1 m_1 (\theta - t_1)$   $m_1 = \rho V$   $\Delta U_1 = C_1 \rho V (\theta - t_2) - \lambda m_2$

4. Подставим значения в уравнение (2) и решим относительно  $m_2$

$$C_1 \rho V (\theta - t_1) + \eta [C_2 m_2 (\theta - t_2) - \lambda m_2] = 0$$

$$m_2 = \frac{C_1 V \rho (\theta - t_1)}{\eta \lambda - \eta C_2 (\theta - t_2)}$$

5. Рассчитаем численное значение ответа

$$m_2 = \frac{4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 22\text{К}}{0,75 \cdot 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} + 0,75 \cdot 1,2 \cdot 10^2 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} \cdot 280\text{К}} \approx 6,3\text{кг}$$

Ответ реален, так как свинец при массе 6,3 кг должен иметь небольшой объем и полностью погрузится в воду объемом 3 л.

#### Изменение внутренней энергии при совершении работы.

1. Запишем уравнение первого закона термодинамики в виде (1).

2. Если теплообмен отсутствует, а внутренняя энергия тел меняется вследствие совершения работы внешними силами или внутренними силами



трения, то количество теплоты  $Q = 0$ , поэтому уравнение (1) принимает вид:  $\Delta U = \eta A$  (3), где  $\Delta U$  - изменение внутренней энергии рассматриваемого по условию задачи тела,  $A$  - работа силы, приложенной к нему,  $\eta$  - КПД передачи ему энергии.

II. 1. В условии задачи выделить тело, для которого рассматривается изменение внутренней энергии. Установить, какие термодинамические процессы с ним происходят и в результате каких процессов меняется его внутренняя энергия.

2. От уравнения первого закона термодинамики (1) перейти к уравнению (3).

3. Выразить величины, входящие в уравнение (3), согласно условию задачи, выбрав необходимые формулы из следующих:

$\Delta U = C m \Delta t \pm \lambda m_1 + C_1 m \Delta t_1 \pm 2 m_2$ ;  $A = F \cdot S \cos \alpha$ ;  $A = N t$ ;  $A = E_1 - E_2$ , где  $E_1$  и  $E_2$  - полная механическая энергия системы соответственно в начале и конце процесса.

4. Подставить полученные выражения в уравнение (3) и решить его относительно неизвестной величины.

5. Сделать расчет и оценить результат.

Задача 7. Паровой молот массой  $m_1 = 4 \text{ т}$  падает на железную болванку массой  $m_2 = 6 \text{ кг}$ , причем болванка в момент удара приобретает скорость  $v = 3 \text{ м/с}$ . На сколько градусов она нагреется от удара молотом, если на увеличение ее внутренней энергии идет 80% механической энергии молота?  $C = 4,6 \cdot 10^2 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}$

Решение: 1. Болванка нагревается вследствие совершения работы силами, действующими на нее со стороны молота при ударе за счет убыли механической энергии молота.

2. От уравнения первого закона термодинамики (1) переходим к уравнению (3), которое для данного случая имеет вид  $\Delta U = \eta A$ , где  $\Delta U$  - изменение внутренней энергии болванки,  $A$  - работа совершенная силой, действующей со стороны молота на болванку.

$$3. \quad \Delta U = C m_2 \Delta t \quad A = E_1 - E_2, \quad E_1 = E_k = \frac{m_1 v^2}{2} \quad E_2 = 0 \quad A = \frac{m_1 v^2}{2}$$

$$4. \quad \text{Подставим значения в уравнение для этой задачи } C m_2 \Delta t = \eta \frac{m_1 v^2}{2}$$

$$\text{откуда } \Delta t = \frac{\eta m_1 v^2}{2 C m_2}$$

5. Подсчитаем численное значение

$$\Delta t = \frac{0,8 \cdot 4 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 3^2 \text{ м}^2 / \text{с}^2}{2 \cdot 4,6 \cdot 10^2 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К}) \cdot 6 \text{ кг}} = 5,2 \text{ К}$$

Изопроцессы в идеальном газе.

1. По условию задачи определить характер процесса, происходящего в идеальном газе. Кратко записать данные по условию.

2. Записать выражение первого закона термодинамики  $\Delta U = Q + A$  и перейти от него для изопроцессов:

- изобарного процесса  $p = const$  к уравнению  $Q = \Delta U + A^1$ ;

- изохорного процесса  $v = const$  к уравнению  $\Delta U = Q$ ;

- изотермического процесса  $T = const$  к уравнению  $A^1 = Q$ ;

- адиабатного процесса  $Q=0$  к уравнению  $A^1 = -\Delta U (A^1 = -A)$

3. Выразить величины  $A^1, Q, \Delta U$  в зависимости от характера процесса согласно условию задачи, выбрав необходимые формулы из следующих:

$$A^1 = p\Delta V; A^1 = \frac{m}{M}R\Delta T; U = \frac{3}{2} \frac{m}{M}RT; Q = cm\Delta T.$$

4. Подставить полученные выражения в уравнение первого закона термодинамики, записанного для конкретного процесса, и решить его относительно неизвестной величины.

5. Сделать расчет и оценить результат.

Задача 8. Медленно нагревавшемуся газу, находящемуся в цилиндрическом сосуде с тяжелым подвижным поршнем, было сообщено количество теплоты, равное  $Q=6$  МДж. Определить изменение внутренней энергии газа, если измеренное в конце процесса давление было равно  $p=8$  МПа, объем изменился на  $\Delta V = 0,5$  м<sup>3</sup>. Газ считать идеальным.

Решение: 1. Медленное нагревание газа в условиях свободного расширения можно считать изобарным процессом.

2. Выпишем необходимые уравнения  $\Delta U = Q + A$ ;  $A' = -A$ ;  $\Delta U = Q - A'$

3. Для изобарного процесса формула работы  $A' = p\Delta V$

4. Подставляем в уравнение (1)  $\Delta U = Q - p\Delta V$

5. Сделаем расчеты

$$\Delta U = 6 \cdot 10^6 \text{ Дж} - 8 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 0,5 \text{ м}^3 = 2 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 2 \text{ МДж}$$

Задача 9. Какое количество теплоты необходимо для того, чтобы нагреть  $m=4$  кг гелия, находящегося в закрытом сосуде, на  $\Delta T = 10$  К

Решение: 1. Если газ нагревается в сосуде, то процесс будет изохорным ( $V=const$ ). Для гелия  $M = 4 \cdot 10^{-3}$  кг/моль

2. Для изохорного процесса уравнение первого закона термодинамики  $\Delta U = Q + A$  переходит в уравнение  $\Delta U = Q$

3. Запишем необходимые уравнения  $\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R\Delta T$

4. Подставим его в основное уравнение  $Q = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R\Delta T$

5. Подсчитаем численный результат

$$Q = \frac{3 \cdot 4 \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{(\text{моль} \cdot \text{К})} \cdot 10 \text{ К}}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} \approx 1,25 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

### КПД тепловых двигателей

1. Запишем выражение первого закона термодинамики  $\Delta U = Q + A$  (1)

2. Рабочее тело идеального двигателя, совершая работу  $A'$  ( $A' = -A$ ), возвращается в состояние с тем же значением внутренней энергии, т.е.  $\Delta U = 0$ , и уравнение (1) переходит в уравнение  $A' = Q$  (4). Поскольку для любого двигателя  $Q = Q_1 - |Q_2|$ , где  $Q_1$  - количество теплоты, взятое рабочим телом от нагревателя,  $Q_2$  - количество теплоты, опутанное холодильнику, то, вводя КПД двигателя  $\eta$ , получим  $A' = \eta Q_1$ . Последняя формула справедлива для любого двигателя.

1. По условию задачи определить, о каком двигателе (идеальном или реальном) идет речь. Кратко записать условие задачи.

2. От уравнения первого закона термодинамики перейти к уравнению (4).

5. Выразить величины, входящие в уравнение (4), выбрав согласно задачи необходимые формулы из следующих:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}; A' = Q_1 - |Q_2|; A' = F \cdot S \cos \alpha; A' = Nt; Q_1 = qm$$

4. Подставить полученные выражения в уравнение (4) и решить его относительно неизвестной величины.

5. Сделать расчет и оценить результат.

**Задача 10.** В процессе работы тепловой машины рабочее тело получило от нагревателя количество теплоты, равное  $Q_1 = 1,5 \text{ МДж}$ . Температура нагревателя  $t_1 = 250^\circ \text{C}$ , температура холодильника  $t_2 = 15^\circ \text{C}$ . Какое количество теплоты должно быть передано холодильнику, если считать машину идеальной?

**Решение:** 1. По условию задачи двигатель – идеальный,  $T_1 = 523 \text{ К}$ ,  $T_2 = 288 \text{ К}$ .

2. От уравнения первого закона термодинамики (1) переходим к уравнению (4)  $A' = Q$ .

3. Выражаем величины через уравнения  $A' = Q_1 - |Q_2|$   $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

4. Подставляем полученные выражения  $Q_1 - |Q_2| = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot Q_1$ , откуда

$$|Q_2| = Q_1 \left( 1 - \frac{T_1 - T_2}{T_1} \right)$$

5. Проводим расчет численного значения

$$|Q_2| = 1,5 \text{ МДж} \left( 1 - \frac{523 \text{ К} - 288 \text{ К}}{523 \text{ К}} \right) \approx 0,83 \text{ МДж}.$$

Следует отметить, что обучение решению задач с помощью алгоритмов позволяет добиться лучших результатов, если алгоритмы предлагаются учащимся не в готовом виде, а составляются в процессе совместной деятельности под руководством учителя на основе решения типовых задач. При таком пути введения алгоритмов активизируется познавательная деятельность школьников, формируется их логическое мышление и экономится учебное время.

Экспериментальное обучение показало, что метод алгоритмов вполне доступен для усвоения большинству учащихся. Ценно и то, что этот метод, усвоенный школьниками при изучении молекулярной физики, становится стилем мышления и успешно применяется при решении задач последующих разделов курса физики.

#### **Выводы по четвертой главе**

На основе анализа различных подходов к изучению молекулярной физики в странах ближнего и дальнего зарубежья установлено, что целям нормирования учебного процесса отвечает наиболее рациональный способ структурирования материала по логической значимости входящих в него идей.

Чтобы нормализовать решение образовательно-воспитательных задач изучения молекулярной физики и термодинамики преподавание строится на основе дедуктивной концепции, соответствующего методу научного познания и знакомящего учащихся с методологической, системообразующей и эвристической функциями молекулярно-кинетической теории.

Молекулярно-кинетическая теория изучается с опытного обоснования предположений, касающихся структуры изучаемых тел и свойств частиц, из которых эти тела состоят. Вводятся понятия статического метода исследования систем частиц, дается модель идеального газа, рассматриваются распределения молекул по объему, по направлениям движения. Используя гипотезы, задающие модель газа, выводится основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Затем дается интерпретация таких свойств газа, как давление, температура, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул, вычисляется значение средней скорости движения молекул, рассматривается опыт Штерна.

Изучение раздела на основе нормирования учебного процесса, наряду с сообщением определенной суммы знаний, ставит задачу показать учащимся, что молекулярно-кинетическая теория и термодинамика - каждая из них - это своеобразный научный инструмент, который, во-первых, дает возможность получать новые знания, во-вторых, позволяет обобщать и систематизировать уже известные знания.

В исследовании доказано, что в вузовском содержании обучения молекулярной физике с точки зрения его нормирования уровни структурности должны быть основой генерализации физического знания, создания синтезирующих моделей учебного материала, ориентировочной основой для составления комплекса заданий студентам.

Целям нормирования учебного материала должны служить понятийно-структурные графы - системы связанных между собой понятий низшего ранга, образующих содержание сложного понятия. Разработан блочнокомпонентный состав содержания курса молекулярной физики, включающий три генеральных блока: 1) молекулярно-кинетическая теория и основы термодинамики; 2) свойства жидкостей; 3) свойства твердых тел, установлены логические связи внутри этих блоков.

В разделе реализовано органическое единство статистических и термодинамических представлений, исходя из того факта, что в настоящее время законы термодинамики выводятся из представлений статистической физики.

Молекулярно-кинетическая теория рассматривается как основная теоретическая система, структура которой адекватна структуре физической теории. Эмпирическим базисом ее служат основные положения молекулярно-кинетической теории, явление броуновского движения; теоретическим базисом - понятия, характеризующие молекулы, молекулярное движение, основные закономерности, полученные на математической основе; идеальным объектом служит модель идеального газа, для которой выполняются результаты, полученные при математическом выводе, ее отношение к реальной действительности.

Связи энтропии с вероятностью состояния рассматривается на конкретных примерах, раскрыты пути ознакомления студентов с внутренней энергией и энтропией реального газа; введенное таким образом понятие энтропии становится "рабочим" понятием и позволяет доступно строить тепловые диаграммы.

Выяснено, что в распределении времени на решение физических задач в школьной практике наблюдаются большие расхождения. Одним из главных способов нормирования процесса решения задач является использование "формализованных опор", позволяющих намного сократить объем информации для репродуктивного запоминания.

Установлено, что классификация задач по их уровню сложности и разработка методики обучения их решению на основе графовых моделей представляет собой важную проблему в методике преподавания физики.

Решение проблемы поиска усовершенствованной методики обучения решению задач молекулярной физики исходило из необходимости нормирования процесса формирования у учащихся умения решать задачи по разделу, из определения оптимальных путей и средств ускоренного усвоения содержания деятельности по решению задач. С этих позиций с помощью

графовой модели оценена сложность и структура количественных задач по молекулярной физике.

Показано, что графовая модель определения уровня сложности каждой задачи приобретает особую важность для рациональной организации бюджета учебного времени, позволяя учителям правильно дозировать задачи по сложности, что в конечном счете, нормализует учебную нагрузку учащихся на уроке и при выполнении ими домашних заданий.

Нами, наряду с выделением содержательных операций деятельности по оценке трудности решения задач, выявлены обобщенные действия и операции. Выделение обобщенных элементов деятельности позволило по-иному описать структуру процесса решения. Процесс решения задач по молекулярной физике представлен как циклический процесс, который необходимо нормализовать и эти возможности показаны на конкретных примерах решения задач. Такая структура деятельности по решению физических задач становится элементом умений учащихся, что обеспечивает интенсификацию усвоения ее содержания.

## **ГЛАВА V. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ВНЕДРЕНИЯ НОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ.**

### **5.1 Реализация принципа цикличности научного знания в преподавании молекулярной физики.**

Одним из основных требований, принятых нами к НУП при изучении молекулярной физики, является активное использование методов познания, положенных в основу учебного материала в соответствии с логической цепочкой взаимосвязанных звеньев: «факты – модель – следствия – эксперимент» (см. гл. II).

Методы познания отражают содержание предмета, его внутреннюю природу, представляют собой концентрированный итог развития науки [70,90,110, 236]. Однако изучение соответствующего материала само по себе не формирует научного метода, как такового. Чтобы школьники успешно овладели методами познания и пользовались ими как инструментом получения новых знаний необходимо регулярно проводить для учащихся аналогию между полным циклом научного познания, состоящего из ряда звеньев, и работой над учебной физической задачей, имеющей ряд этапов. Это может быть сделано с помощью сопоставления как показано в таблице 5.1.1.

Цикл научного познания	Этапы работы над учебной задачей
1. Постановка проблемы с опорой на факты из наблюдений.	1. Осмысление вопроса задачи
2. Изучение проблемы	2. Разбор и анализ содержания задачи
3. Формулировка рабочей гипотезы (предвидение)	3. Создание схемы решения (догадки)
4. Разработка теории (логические и математические действия)	4. Развитие идеи и осуществление решения
5. Планирование и экспериментальная проверка новой теории	5. Оценка и исследование полученных результатов решения задачи

В итоге такого сравнительного анализа учащиеся понимают, что работа над учебной задачей – это физическое мини-исследование. Они убеждаются: методами научного познания помогают овладеть учебные задачи. Это меняет в лучшую сторону отношение школьников к задачам, их решению. Тем не менее учащимся необходимо повторять, что поиск ответа на вопрос каждой учебной задачи есть процесс исследовательский, творческий и трудный. Учебная задача в отличие от научной более проста и содержит цель, которая уже достигнута наукой, но ученикам это неизвестно. Поэтому, решая задачу, они делают "открытия", что вызывает эмоциональные переживания и знакомит с общими чертами научного метода.

Первый их тип – пример использования принципа историзма, т.е. подбор задач, отражающих историю развития цивилизации, пути познания мира человечеством, исторические условия физических открытий. Исторический материал, показывающий, как шло развитие научных знаний, всегда вызывает интерес школьников [86,198]. Шотландский ботаник Р. Броун, рассматривая через микроскоп взвешенные в воде твердые частицы, обнаружил, что они находятся в беспрерывном движении. Почему Броун сначала принял их за живые существа? В своих опытах по определению выделения тепла при трении железных опилок Дж. Джоуль нанимал виолончелиста, который должен был состязаться в громкости со скрежетом плиток. Для чего?

После решения таких задач полезно обратить внимание учащихся на то, что физическая теория – это инструмент для объяснения и предсказания новых, неизвестных науке фактов. Поэтому особое место нужно отводить историческим задачам, в которых описаны ситуации, сходные с имевшими место при проведении фундаментальных научных физических экспериментов, например О. Штерном, Ж. Перреном, Б. Т. Румфордом, Дж. П. Джоулем, О. Хирном и др. Входящие в их условие исторические экскурсы знакомят с выдающимися событиями и истории молекулярной физики –

получением фактов большой значимости. Обычно, давая их, обращаем внимание учащихся на мудрую простоту использования технических установок: она помогает отделить и выяснить физическую суть явлений, например: сверление пушечных стволов Румфордом, расплющивание свинца Хирном, опыты с падающими грузами Джоуля и др.

Хорошую эффективность дало использование серии учебных задач по молекулярной физике, иллюстрирующих общие методы познания, и в частности, научного исследования: это наблюдения, специальные физические эксперименты для получения количественных данных, выдвижение гипотезы, ее проверка, создание теории. Эта серия состоит из нескольких групп.

Первую группу составляют качественные задачи, связанные с демонстрационными опытами, формирующие умения накапливать факты и выявлять причинно-следственные связи. Иллюстрацией этого является следующий простой опыт. Что произойдет, если тонкую трубку опустить вертикально в сосуд с водой, закрыть верхний ее конец пальцем, затем вынуть трубку из воды и снять палец? Как изменятся результаты опыта, если брать трубки других сечений и длин, использовать другие жидкости? Предлагаем сделать учащимся опыт и проверить свои предположения, сформулировать выводы. Можно ли такую трубку использовать в качестве пипетки?

Решая подобные задачи, ученики как бы повторяли действия давно живших ученых, которые задавали себе множество аналогичных вопросов и искали на них ответы. Ученики начинают понимать, что решить любую задачу, в том числе учебную, нелегко: надо проявить настойчивость и смекалку, уметь ставить себе вопросы и отвечать на них, выявлять разные взаимосвязи.

Не менее полезна вторая группа задач - специальные исследования физических явлений, связанные с измерениями и вычислениями, т.е. количественные экспериментальные задачи. Ведь в ходе их решения учащиеся получают представление о том, как устанавливается та или иная количественная физическая закономерность, как опытные факты могут обосновать теоретический вывод. Они учатся обращаться с моделями реальных явлений, в которых существующие взаимосвязи проявляются не все или не одновременно, что облегчает анализ изучаемого явления (логика научного эксперимента требует следить за зависимостью исследуемой величины сначала от одной величины, потом от второй, третьей и т.д.).

В качестве экспериментальной задачи мы рекомендовали задание следующего содержания. Предположив, что масляное пятно расплывается по поверхности воды до мономолекулярного слоя, придумать способ измерения размеров молекулы масла. Известна работа физического практика такого содержания: в случае постановки ее как творческой экспериментальной задачи можно уподобить жидкость скоплению подвижно сцепленных друг с



другом шариков-молекул. Измерив объем капли масла и площадь образованного ею пятна, определяется диаметр молекулы, равный толщине масляной пленки.

Полезной (но не часто используемой) является третья группа задач - задачи на разработку планов экспериментальных исследований. Например: разработать план многоэтапного эксперимента по выяснению зависимости коэффициента поверхностного натяжения: от чего он зависит и как.

В отдельную группу выделяются задачи и задания, знакомящие школьников со специфическими теоретическими методами познания. К таким методам можно отнести следующие: метод принципов, метод модельных гипотез, метод анализа размерностей, метод моделирования, статистический метод, метод мысленных экспериментов, методы графов и др. [171, 221, 255, 256].

Метод принципов реализует дедуктивный путь познания. Исходными служат общие принципы (законы), например, основные положения молекулярно-кинетической теории, принципы термодинамики, законы газового состояния и др. При решении учебных задач этим методом из общих принципов выводят частные заключения, руководствуясь правилом: если верна посылка (общий принцип), то верны и следствия из нее. Таких задач обычно можно подобрать достаточно много. Например: исходя из утверждения, что абсолютная температура есть мера средней кинетической энергии молекулы, найдите точную зависимость от температуры скорости звука в воздухе.

Метод анализа размерностей - один из эффективных в научном физическом исследовании. Он используется в ряде случаев, в частности для вывода формул, проверки правильности решения задач. В школьном учебном процессе к методу размерностей целесообразно прибегать именно в этих ситуациях. Например, исходя из правила размерностей получим формулу основного уравнения молекулярно-кинетической теории. Пусть газ помещен в сосуд объема  $V$ . Давление газа на его стенки зависит от числа молекул в сосуде  $N$ , массы каждой из них  $m_0$  и ее скорости  $v$ . Мы исходим из того, что не знаем существующей зависимости между этими величинами и будем искать для определения давления вид алгебраической функции:  $P = P(V, N, m_0, v)$ . В наиболее общей форме вид искомой алгебраической функции можно выразить следующим образом  $P = C V^x m_0^y v^z N$  (1), где  $x, y, z$  - неизвестные показатели степени,  $C$  - безразмерный коэффициент,  $N$  - безразмерная величина. Пользуясь символами  $L$  (длина),  $M$  (масса),  $T$  (время) для обозначения основных единиц системы СИ можно записать формулу размерности давления  $[P] = L^{-1} M^1 T^{-2}$ . Тогда учитывая (1) можно записать:  $L^{-1} M^1 T^{-2} = L^{3x} M^y L^z T^{-z}$  или запись можно упростить:  $L^{-1} M^1 T^{-2} = L^{3x+z} M^y T^{-z}$ .

Отсюда приравнявая показатели степени левой и правой частей, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} -1 = 3x + z \\ 1 = y \\ -2 = -z \end{cases}$$

Решая эту систему, находим численные значения искомых показателей степеней  $x=-1$ ,  $y=1$ ,  $z=2$ . Исходя из этого, давление газа на стенки сосуда выразится так:  $P=CN/Vm_0V_2$ . Статистический характер поведения молекул идеального газа позволяет считать, что  $C=1/3$ . Кроме того, учитывая распределение молекул по скоростям, следует  $V^2$  заменить средним квадратом скорости молекулы  $v^2$ . Тогда окончательно имеем  $P=1/3N/Vm_0v^2$  или  $P=1/3nm_0v^2$  (2). Таким образом, используя сочетание методов моделирования и размерностей, мы произвели расчет давления газа на стенки сосуда.

Моделирование является одним из основных методов молекулярной физики, сущность которого состоит в опосредованном изучении тех объектов и явлений, невозможных или трудных для непосредственного познания [236, 246]. Знакомство учащихся с этим методом мы осуществляли при решении следующих учебных заданий. К каким следствиям приводит использование модели идеального газа? При выводе основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов (2) лучше всего рассмотреть самую простую модель газа, в которой все молекулы движутся перпендикулярно стенке с одинаковыми скоростями (струя газа). Взаимодействие молекул идеального газа со стенкой упругое и подчинено законам механики Ньютона. Как было сказано выше теоретический анализ модели приводит к уравнению  $P=m_0nVx^2$  помощью которого можно объяснить не только давление газа, но и природу лобового сопротивления и подъемной силы. Затем производим корректировку нашей модели, предположив (как это и есть на самом деле), что скорости молекул в потоке различны по модулю. Тогда квадрат проекции скорости молекулы в уравнении заменяется средним квадратом проекции скорости, и оно приобретает вид:  $P=m_0nv_x^2$ . Дальнейшее приближение модели к свойствам объекта – газа производим в предположении, что молекулы газа при тепловом равновесии движутся хаотически, что приводит к уравнению (2), которое подтверждается в экспериментах с разреженными газами.

Статистический метод дает возможность изучать поведение макроскопических объектов как систем, состоящих из очень большого числа одинаковых микрочастиц. Представление о нем формируется в ходе решения следующих вычислительных и экспериментальных задач.

1. Некоторая масса газа содержит 2 % молекул со скоростями 0 - 200 м/с, 40% молекул со скоростями 200-400 м/с, 36% молекул со скоростями 400-600 м/с, 15% молекул со скоростями 600-800 м/с, и 7% молекул со скоростями 800-1000 м/с. По этим данным постройте столбиковую диаграмму (гистограмму) распределения молекул по скоростям. Вычислите среднюю

квадратическую скорость движения молекул газа в рассматриваемом состоянии. Определите среднюю энергию хаотического движения молекул, температуру газа и его давление, считая массу, объем и химический состав газа известным.

2. Какова вероятность того, что из 10 бросаний монеты вверх "решка" выпадет 1, 2, 3, ... 10 раз? Результат изобразить на гистограмме.

3. Определить экспериментально, как распределяются по ячейкам зерна (шарики), высыпанные на доску Гальтона. На основе полученных путем подсчета зерен в "отсеках" доски результатов построить гистограмму.

Особенность молекулярной физики такова, что в большинстве случаев осуществить реальный эксперимент невозможно, поэтому возникает необходимость прибегать к мысленному эксперименту. Такой эксперимент, отражая ход возможного физического процесса или явления, совершается в уме и позволяет предугадать поведение исследуемого объекта в заданной конкретной реальной ситуации. В истории молекулярной физики достаточно много примеров выполнения мысленных экспериментов: мысленно помещая в «цилиндр» идеальной тепловой машины самые различные вещества в качестве рабочего тела и наблюдая за ее КПД, можно получить возможность предсказывать свойства выбранного вещества и результаты, важные для техники, химии, атомной физики и астрономии. Для овладения этим методом мы предлагали учащимся специальные задания, сопровождающиеся постановкой мысленных опытов. Например: в стеклянную пробирку, находящуюся в обычных "земных" условиях, налили воду на  $2/3$  ее объема и герметично закрыли. Какие изменения должны произойти внутри колбы, если она окажется в условиях невесомости? Что будет, если воду в колбе в последнем случае взболтать, а затем оставить в спокойном состоянии?

Метод графов дает возможность наглядно представить в виде вершин и соединяющих его стрелок логическую "линию" (т.е. ход рассуждения) теоретического вывода физической закономерности или расчетной формулы для решения задачи. При составлении графовой модели раздела, прежде всего необходимо актуализировать цели обучения, причем не в виде общих предначертаний типа «овладеть знаниями», «привить умения», а в терминах конкретных действий, направленных на усвоение материала, и на формирование определенных приемов мышления или способов решения задачи. А при проверке усвоения раздела целесообразно задавать учащимся такие упражнения, в которых последовательно отражались бы связи и отношения между понятиями, соответствующие логической структуре молекулярной физики.

Ниже, на примерах конкретных двух уроков покажем как реализованы вышеперечисленные методы научного познания.

Урок, посвященный формированию абстрактной модели – модели  
идеального газа в X классе

*1. Цели урока:*

а) образовательная – сформулировать определение и сформировать понятие идеального газа, раскрыть физическую сущность понятий «средняя кинетическая энергия» и «средняя квадратическая скорость молекул газа», ознакомить учащихся с молекулярно-кинетическим методом изучения свойств вещества;

б) воспитательная – формирование научного мировоззрения школьников путем объяснения опытных фактов (тепловое движение частиц) и явлений (диффузия) на основе знаний о внутреннем строении вещества, раскрытия значения модели идеального газа в познаваемости тепловых явлений;

в) развивающая – продолжить формирование умений наблюдать, сравнивать и сопоставлять изучаемые явления, систематизировать и обобщать знания об агрегатных состояниях вещества.

*2. Оборудование:*

а) теплоприемник со шлангом, жидкостный манометр;

б) толстостенная бутылка с тубусом и пробкой, насос ручной или Комовского.

План урока и оформление доски приведены в приложении 5.1.1.

*3. Актуализация опорных знаний и умений учащихся.*

Любое вещество состоит из мельчайших частиц – молекул или атомов, находящихся в непрерывном хаотическом (тепловом) движении. Между молекулами (атомами) действуют силы притяжения и отталкивания. Молекулы характеризуются такими величинами как масса, скорость, число молекул в единице объема, энергия.

*4. Демонстрации:*

а) нагревание теплоприемника на пламени спиртовки и наблюдение за положением уровня жидкости в жидкостном манометре;

б) толстостенную бутылку закрыть резиновой пробкой, с помощью насоса, соединенного с бутылкой через ее тубус, накачать в нее воздух.

Ученики должны ответить на вопросы :

а) Какие явления протекают в опытах?

б) Какая из величин, характеризующих молекулу, изменяется в опытах? Какие величины остаются неизменными?

в) Как зависит давление газа от этой величины?

Проведенные опыты подтверждают, что давление газа (макроскопический параметр) находится в определенной зависимости от параметров, которые характеризуют молекулы газа: числа молекул в единице объема, скорости движения молекул, массы молекул (или кинетической энергии).

Проведенные опыты подтверждают, что давление газа (микроскопический параметр) находится в определенной зависимости от параметров, которые характеризуют молекулы газа: числа молекул в единице объема, скорости движения молекул, массы молекул (или кинетической энергии). Хотя в этих опытах не удалось установить математическую зависимость давления  $p$  от  $m$ ,  $v$  и  $n$ , но, объединяя опытные данные, можем сказать, что при увеличении кинетической энергии молекул, при постоянном числе молекул в единице объема давление газа увеличивается и, что с увеличением числа частиц в единице объема при постоянной кинетической энергии молекул газа давление увеличивается, т.е.  $p \sim p(n, \bar{E})$ .

Для установления математической зависимости давления от этих величин необходимо вывести основное уравнение МКТ. Но прежде необходимо ознакомиться с понятием идеального газа.

С целью облегчения изучения свойств газов, реальные газы заменяют их упрощенной моделью, которая получила название модели идеального газа.

Переход от реальных газов к указанной модели основан на следующих трех упрощениях:

а) принимают, что межмолекулярные силы взаимодействия в газах отсутствуют;

б) считают, что взаимодействие молекул газа происходит только при их соударениях;

в) предполагают, что молекулы газа не имеют объема, т.е. представляют собой материальные точки.

Для закрепления модели идеального газа необходимо задать учащимся вопросы:

1.Что понимают под моделью идеального газа ?

2.Объясните (используя модель идеального газа) почему:

а) газы сравнительно легко сжимаются ?

б) газы занимают любой предоставленный объем ?

Далее необходимо раскрыть физический смысл понятий: “средняя кинетическая энергия” и “средняя квадратическая скорость движения молекул” идеального газа. Ознакомление с этими понятиями лучше всего провести на конкретном примере.

Пример. Пусть в сосуде есть  $N$  молекул идеального газа. Каждая молекула имеет различную по величине кинетическую энергию  $E_1, E_2, E_3 \dots E_N$ . Необходимо найти среднюю кинетическую энергию молекулы.

Решение. Считая, что отдельные значения кинетической энергии известны, вычислим суммарную кинетическую энергию всех молекул:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_N \quad (1)$$

Заменим реально существующий газ таким воображаемым газом, у которого все молекулы имеют одинаковую по величине энергию, называемую средней ( $\bar{E}$ ) так, чтобы суммарная кинетическая энергия молекул не изменилась, т.е.

$$E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_N = \bar{E} + \bar{E} + \bar{E} + \dots + \bar{E} = N\bar{E} \quad (2)$$

$$\text{откуда} \quad \bar{E} = (E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_N)/N \quad (3)$$

Таким образом, средней кинетической энергией молекулы называют такую энергию, которую имела бы каждая молекула при условии, что суммарная кинетическая энергия всех молекул остается постоянной.

Для вычисления средней квадратической скорости молекул газа напоминаем учащимся о том, что между средней кинетической энергией и энергиями молекул существует зависимость (3). Считая газ однородным, т.е.  $m_1 = m_2 = m_3 = \dots = m_N$ , учитывая (2) и что  $\bar{E} = (mv^2)/2$  имеем:

$$mv^2/2 = mv^2/2 + mv^2/2 + \dots + mv^2/2.$$

$$\text{Сокращая на } m/2 \text{ получаем } v^2_{\text{кв}} = (v^2_1 + v^2_2 + \dots + v^2_N) N \quad (4)$$

Извлекая квадратный корень из выражения (4) имеем:

$$v_{\text{кв}} = \sqrt{(v^2_1 + v^2_2 + \dots + v^2_N) N} \quad (5)$$

Формулу (5) в математике называют формулой для вычисления среднего квадратического значения величины. В данном случае это средняя квадратическая скорость движения молекул.

Таким образом, средней квадратической скоростью молекул называют такую скорость, которую бы имела каждая молекула, при условии, что кинетическая энергия всех молекул сохранилась бы без изменения.

Подчеркиваем, что особенности физических процессов, протекающих между молекулами газа, обуславливают форму этой средней величины: это будет не арифметическая, не геометрическая, а средняя квадратическая величина, так как энергия движения молекул, определяющая все тепловые процессы, зависит не просто от скорости, а от квадрата скорости молекул.

Для закрепления изученных понятий необходимо решить следующего типа задачу.

Задача. Два одинаковых сосуда, содержащие одинаковое число молекул азота, соединены краном. В первом сосуде средняя квадратическая скорость молекул равна 400 м/с, во втором – 500 м/с. Какой будет эта скорость, если открыть кран, соединяющий сосуды (теплообмен с окружающей средой отсутствует)?

Решение. Среднее значение кинетической энергии можно найти, если энергию всех молекул разделить на их число:  $\bar{E} = (n\bar{E}_1 + n\bar{E}_2)/n+n$ . Здесь  $n$  – число молекул в каждом сосуде, а  $\bar{E}_1$  и  $\bar{E}_2$  – среднее значение энергией молекул. Принимая массы молекул за  $m$ , находим среднюю энергию молекул:

$$\bar{E} = mv^2/2 = (nmv^2/2 + nmv^2/2)/n+n, \text{ откуда } v_{\text{кв}} = \sqrt{(v^2 + v^2)/2}$$

Подставляя численные значения, получим ответ  $v_{\text{кв}} = 453$  м/с

В качестве закрепления пройденного материала учащимся можно предложить следующие вопросы и упражнения.

1. Перечислите:

- а) основные положения молекулярно-кинетической теории;
- б) основные характеристики (микропараметры) молекул;
- в) основные характеристики (макропараметры) вещества.

2. Укажите: а) свойства (общие и различия) теплового движения молекул в газах, жидкостях и твердых телах; б) основные свойства взаимодействия молекул в газах, жидкостях и твердых телах.

3. Идеальный газ – простейшая физическая модель реального газа.

- а) перечислите основные свойства этой модели;
- б) как учтены в этой модели основные свойства газов?

4. Объясните с помощью модели «идеальный газ» основные свойства газов:

а) газы оказывают давление на стенки сосуда любой формы и размера;

б) диффузия и броуновское движение в газах носят более интенсивный характер, чем в жидкостях и твердых телах.

5. С помощью одного и того же манометра фиксировали давление газа в двух сосудах (см. рис.5.1.1). Какой из предложенных графиков соответствует большей концентрации молекул газа?

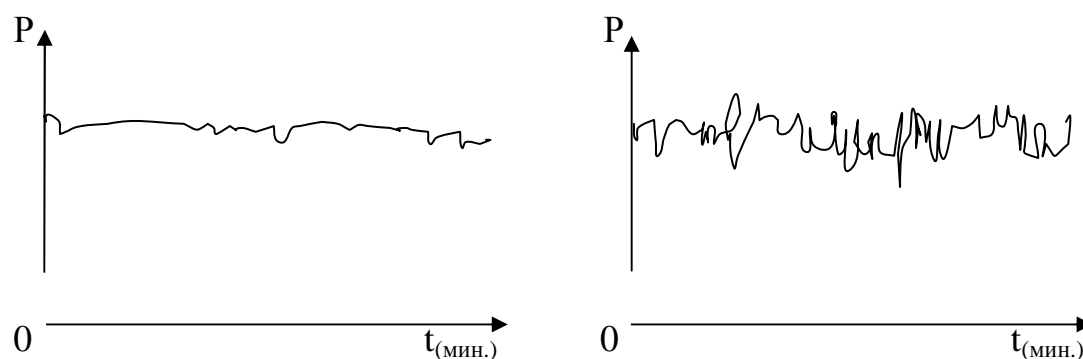


Рис. 5.1.1. Графики давления газа в двух сосудах.

#### 6. Молекулы, участвующие в тепловом движении имеют скорости

$v_1 = 100$  м/с;  $v_2 = 200$  м/с;  $v_3 = 300$  м/с;  $v_4 = 400$  м/с. Определите а) средний квадрат скорости этих молекул; б) среднюю квадратичную скорость для этой совокупности молекул.

#### Урок на тему: «Газовые законы».

##### 1. Цели урока:

а) образовательная – добиться от учащихся усвоения газовых законов, обобщить и систематизировать знания учеников о свойствах газов;

б) воспитательная – продолжить формирование интереса к изучению физики, к ее истории развития;

в) развивающаяся – формировать у учащихся умения наблюдать, сравнивать и устанавливать причинно-следственные связи явлений.

2. Оборудование: прибор для изучения газовых законов, термометр на терморезисторе, манометр технический, банка стеклянная, манометр



открытый демонстрационный, колба со стеклянной трубкой, теплоприемник, воздушный шар резиновый.

Учитель сообщает, что на этом уроке он организует работу, используя системный подход к учебному процессу. Он заключается в применении той схемы, на которой строится любая деятельность человека: вход → процесс → выход. На «входе» задается цель занятия, в «процессе» урока она реализуется, на «выходе» – подводятся итоги и проверяются полученные знания.

На предыдущих уроках учащиеся познакомились с моделью идеального газа и уравнениями, описывающими его состояние.

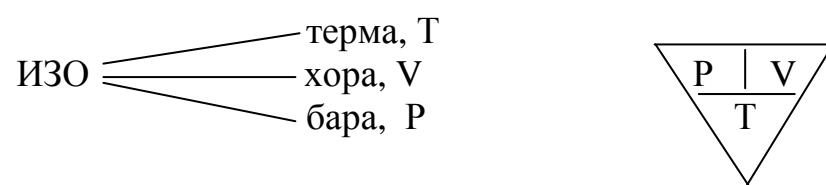
Задаются вопросы:

1. Какое уравнение называется уравнением состояния идеального газа?

2. Как выглядит уравнение Менделеева-Клапейрона?

На этом уроке изучаются процессы, в которых масса газа и один из трех параметров его состояния остаются неизменными. Такие процессы называют изопроцессами, а уравнения их описывающие – газовыми законами.

Чтобы лучше запомнить названия изопроцессов составляется схема:



Перевернутый треугольник с величинами P, V, T поможет легко запомнить газовые законы.

Далее газовые законы учитель раскрывает на основе уравнения состояния при условии, что масса газа и один из параметров T или P или V постоянен, придерживаясь при изложении структурно-логической схемы: постоянный параметр → изопроцесс → уравнение → график → эксперимент.

Здесь имеется возможность использовать частично-поисковый (или эвристический) метод, который имеет одной из целей постепенное приближение учащихся к самостоятельному решению проблемы. Этот метод предполагает выполнение учениками отдельных шагов решения поставленной учебной проблемы, отдельных этапов исследования путем самостоятельного активного поиска. При этом подключить учащихся к поиску можно на разных этапах урока, используя различные методические приемы.

При изучении газовых законов мы привлекали учеников к поиску общей идеи экспериментального исследования и планирования его отдельных этапов. Так, перед рассмотрением закона Бойля-Мариотта

ставим перед школьниками общую проблему: предложить идею экспериментального исследования зависимости давления газа от его объема (при неизменной температуре и массе газа). Учащиеся довольно быстро приходят к идее установки изображенной на рис. 5.1.2 (М-манометр).

После этого уточняются отдельные детали. Например, выясняется: 1) как сравнивать объемы газа в процессе выполнения исследования? (это можно сделать, в частности, путем сопоставления высот столбов газа в цилиндре при помощи укрепленной вдоль его стенки шкалы); 2) как добиться, чтобы температура газа при изменении его объема не менялась? (для этого нужно изменять объем достаточно медленно).

В заключение обсуждается последовательность выполнения исследования и воспроизводятся опыты.

Результаты педагогического эксперимента показали, что при таком подходе к опытному установлению законов учащиеся хорошо их усваивают и запоминают.

Для систематизации учебный материал представляется схематично в форме домика (рис. 5.1.3). Используя эту схему, формируем закон Бойля-Мариотта по записям в столбцах в направлении от мансарды домика к фундаменту.

Затем учащимся предлагается аналогичным образом сформулировать законы Гей-Люссака и Шарля. Ставим перед учащимися следующие вопросы:

1. Встречаются ли в жизни проявления газовых законов?
2. Всегда ли мы задумываемся, какой закон выполняется в той или иной ситуации?

Далее демонстрируем следующие опыты, а учащиеся должны определить какой именно закон можно иллюстрировать каждым из них.

1. Медленное сжатие газа в сосуде с поршнем.
2. Увеличение объема воздуха при нагревании в случае постоянного давления – опыт с колбой, в которую вставлена трубка с находящейся в ней жидкостью; колба нагревается свечой.
3. Увеличение давления воздуха, когда он нагревается при постоянном объеме – опыт с теплоприемником, соединенным с манометром, стоящим недалеко от горячей свечи.
4. Увеличение объема воздушного резинового шарика при надувании.

Важно обсудить границы применимости МКТ газов. Экспериментальные доказательства рассмотренных следствий теории убеждают нас в надежности теории. Однако, не существует абсолютно надежных теорий: все теории имеют границы их применимости.

Для закрепления полученных знаний на уровне запоминания и распознавания, необходимо задать вопросы:

1.  $PV=const$  – называется законом, хотя как при сильном сжатии, так и при сильном охлаждении, поведение реальных газов отклоняется от закона Бойля-Мариотта. Нет ли здесь противоречия?

2. Если надувать игрушечный резиновый шарик (или накачивать волейбольный мяч), то его объем увеличится, но при этом увеличивается и давление. Не противоречит ли это закону Бойля-Мариотта?

3. Почему нагретая медицинская банка «присасывается» к телу человека?

4. Заполнение баллонов электрических ламп азотом производится при пониженном давлении. Почему?

5. Зачем бутылку с газированной водой рекомендуется хранить в прохладном месте?

6. Смятый целлулоидный мячик для настольного тенниса можно выпрямить, погрузив его в горячую воду. На каком явлении основан этот способ?

7. Почему в телевизоре довольно быстро скапливается много пыли?

На уровне применения знаний в знакомой ситуации мы использовали следующие упражнения.

1. Как менялся объем газа в процессе, график которого указан на рис. 5.1.4 ?

2. До какой температуры нужно изохорически нагреть газ, имеющий температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , чтобы его давление увеличилось в  $n$  раз?

3. На сколько градусов надо изобарно нагреть газ, чтобы его объем увеличился вдвое по сравнению с объемом при  $0^{\circ}\text{C}$ ?

4. Объем пузырька газа, всплывшего на поверхность со дна озера, увеличился в два раза. Чему было равно давление в пузырьке на дне озера ? Какова глубина озера?

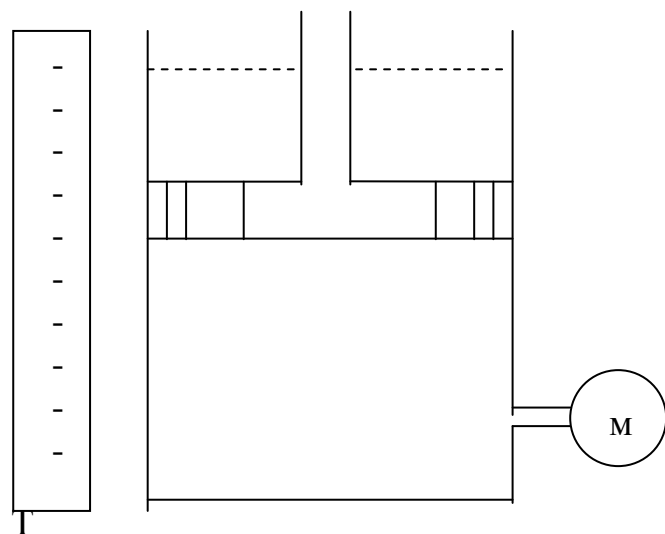


Рис. 5.1.2.

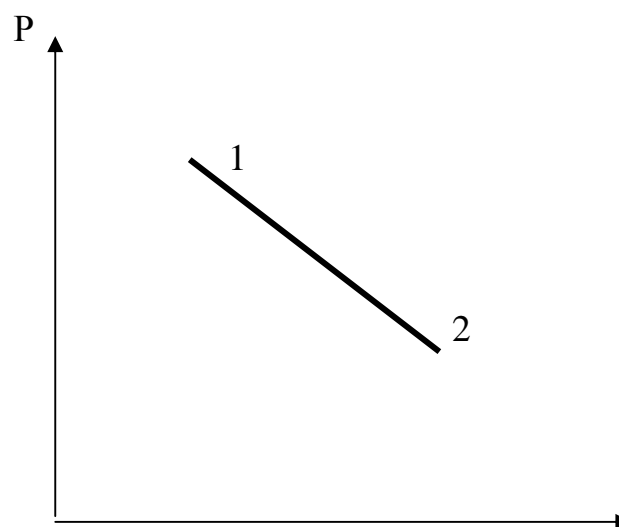


Рис. 5.1.4.

$m = \text{const}$

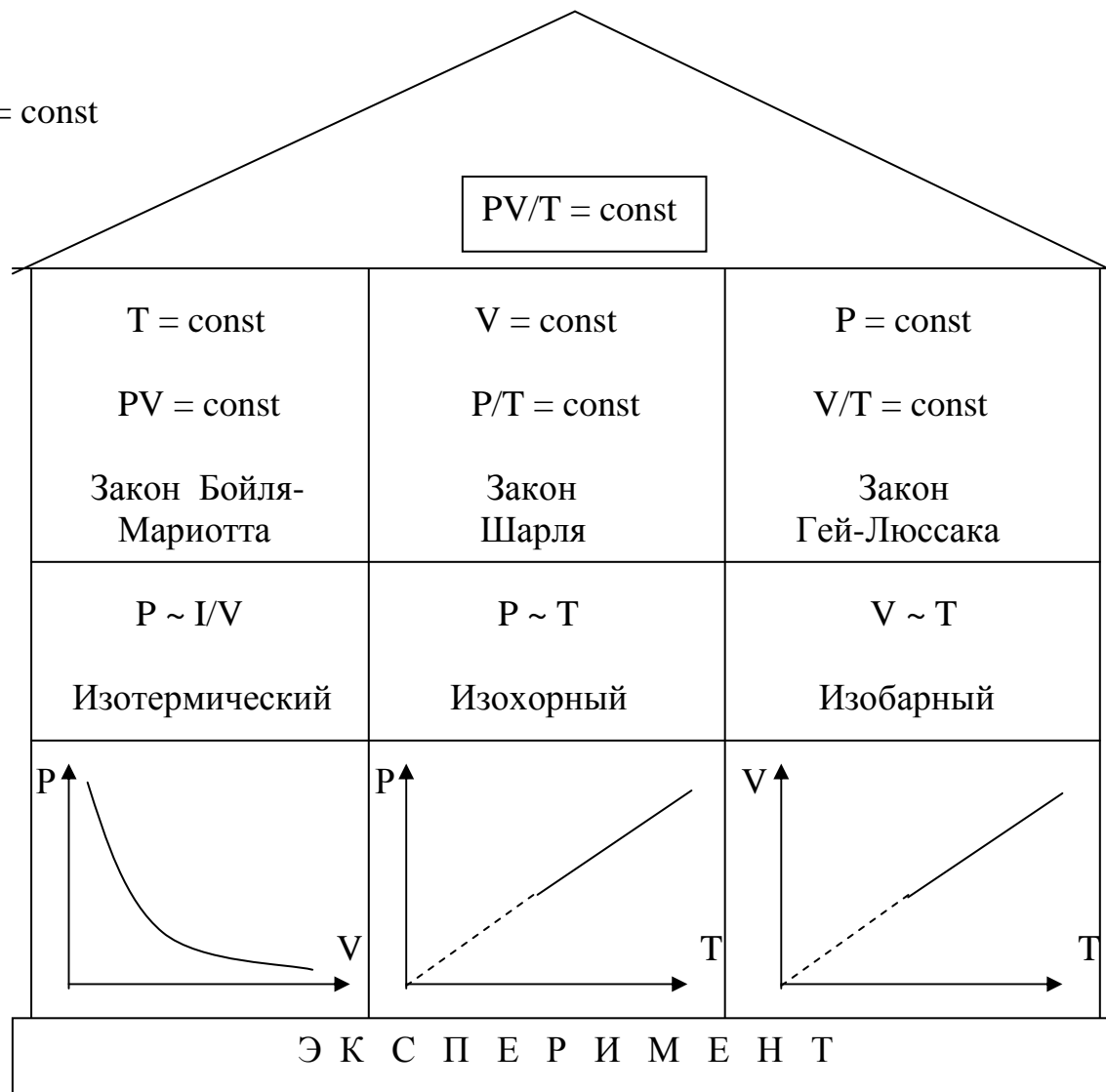


Рис. 5.1.3.

В конце урока ученики отвечали на вопросы теста, которые раздавались в нескольких вариантах (один из вариантов приведен в приложении 5.1.1). После окончания работы учащиеся заполняли кодовую таблицу и выставляли сами себе оценку:

<b>Фамилия и имя</b>					
_____					
		2	3	4	5
<b>1</b>	<b>Номер вопроса</b>				

В конце изучения тепловых явлений с целью обобщения и систематизации знаний учащихся о процессах в газах путем их рассмотрения с термодинамической и молекулярно-кинетической точек зрения, углубления понятий «количество теплоты», «работа», «удельная теплоемкость вещества», проводим целенаправленную работу по нормализации учебной нагрузки учащихся. Сначала углубляем механизм изменения внутренней энергии идеального газа при совершении работы. Пусть газ, находящийся в цилиндре под поршнем расширяется (см. рис. 5.1.2). Если поршень движется относительно стенок цилиндра со скоростью  $V$ , то при соударении молекул с ним составляющие их скоростей, перпендикулярные поршню, будут уменьшаться на  $2V$ . Следовательно, расширение газа сопровождается уменьшением его внутренней энергии, поскольку становятся меньше кинетические энергии движения молекул. При сжатии газа скорости движения его молекул увеличиваются, растет и его внутренняя энергия.

Затем рассматриваем, каковы полученное газом количество теплоты, совершаемая им работа, измерение его внутренней энергии для адиабатического, изохорического, изотермического и изобарического процессов расширения. Обсуждаем также, чему равна удельная теплоемкость газа и как записывается выражение закона сохранения и превращения энергии (первое начало термодинамики) для каждого из процессов. Изложение сопровождаем составлением таблицы

5.1.2.

*Сравнение основных характеристик газовых процессов.*

Таблица 5.1.2

Процесс расширения газа	Полученное кол-во теплоты	Совершенная работа	Изменение внутренней энергии	Удельная тепловая емкость	Формула 1-го зак. термодин.
<b>Адиабатный</b>	0 >0	>0 0	<b>&lt;0</b> >0	<b>0</b> $C_v=Q/m\Delta T$	$A=-\Delta U$ $Q=\Delta U$
<b>Изохорный</b>	>0	>0	0	$\infty$	$Q=A$
Изотермический	>0	>0	>0	$C_p=C_v+$	
Изобарный					

Таким образом, целенаправленное использование сведений, относящихся к циклу процесса познания: наблюдение и накопление фактов, выдвижение гипотезы и построение модели, выделение теоретических следствий, проверка гипотезы и построенной теории экспериментом имеет важное методологическое значение. Ознакомление учащихся с методами научного познания в ходе решения учебных задач и выполнения особых заданий дает положительный эффект и становится действенным способом при дальнейшем самостоятельном приобретении, осмыслении и углублении знаний.

Для выявления достижения конечной цели обучения – повышения его эффективности как результата нормирования учебного процесса и приобретения учащимися и студентами умения самостоятельной организацией учебной работы, нормализации учебной нагрузки, рационализации бюджета времени был предпринят статистический анализ и обобщение результатов экспериментальной проверки разработанной нами системы нормирования процесса обучения, которые излагаются в следующих параграфах.

## **5.2. Внедрение оптимальных последовательностей изучения учебного материала курса.**

Учебный процесс, содержание которого определяется совокупностью различных источников учебной информации, может быть охарактеризован определенной технологией обучения. В современной технологии обучения основное внимание концентрируется не только на средствах, представляющих учебную информацию, группирующихся вокруг студентов или преподавателей, но, прежде всего на системной организации учебного процесса [32, 202, 142].

Планирование учебной деятельности диктует необходимость использования измеримых характеристик педагогического процесса. К ним можно отнести: объем учебной работы, ее трудоемкость при заданном темпе

усвоения, фонд учебного времени, интенсивность (напряженность), ритм учебной деятельности и др. [162, 238]. Имея формализованные характеристики педагогического процесса можно говорить о его оптимальном планировании. Оптимальное планирование – это такая организация учебного процесса, при которой изучаемый материал должен быть в меру известным и новым, логически последовательным, всегда вызывать желание у студентов овладеть им.

С целью оптимизации педагогических процессов нами были использованы известные методы сетевого планирования и управления [214, 356].

Применение сетевых методов планирования и управления учебным процессом позволяет:

- оптимизировать отбор и последовательность изучения учебного материала;
- нормировать объем и положение дисциплин в учебном плане;
- повысить эффективность самостоятельной работы студентов;
- оптимизировать контроль реализации учебных планов и управление учебным процессом.

В процессе исследования данной проблемы мы выработали структурную схему разработки и нормирования учебной программы по дисциплинам, которая представлена на рис. 5.2.1. Она включает в себя три основных этапа.



Рис. 5.2.1. Структура разработки учебной программы по дисциплине.

Первый этап охватывает предварительное определение перечня содержания и объема учебных разделов и тем дисциплины. Второй – это обработка содержания и методическое построение каждого раздела, и определение его положения в учебной программе. Третий, завершающий этап состоит в формировании и нормировании учебной программы, которые

актуализируются в выборе оптимизированного по соответствующим критериям курса дисциплины.

Разработка учебной программы начинается с определения перечня содержания и объема тем дисциплины. Покажем это на примере курса «Молекулярной физики», который согласно действующей программы разбит на следующие темы (см. таблицу 5.2.1).

Среди авторов учебников и учебных пособий по молекулярной физике нет единства в выборе последовательности изложения вопросов молекулярно-кинетической теории и термодинамики. Некоторые из них предпочитают кинетической трактовке вопросов предшествовать введение основных термодинамических понятий, т.е. используют исторический путь развития молекулярной физики (Савельев И.В., Сивухин В.В., Фриш С.Э., Яковлев В.Ф. и др.). Другие отдают первенство статистическим закономерностям, имеющим вероятностный характер (Кикоин И.К., Карашев Т.К., Матвеев А.Н., Телеснин Р.В., Суханов А.Д., и др.). Статистические законы дают достоверные предсказания, значит, они верно отражают объективные законы природы. По сравнению с динамическими законами они выражают более сложную, чем однозначная детерминированность, причинно-следственную связь случайного и необходимого.

Обладая общностью и универсальностью, термодинамический подход имеет вместе с тем большой недостаток. Все коэффициенты или параметры характеризующие то или иное тело при некоторых внешних условиях, определяются из эмпирических данных, их нельзя получить теоретически в рамках термодинамики. Поэтому термодинамика не вскрывает внутренних причин изучаемых явлений и процессов, тогда как статистический метод позволяет вскрыть причин явлений, обосновать законы термодинамики, рассчитать некоторые коэффициенты и ответить на такие вопросы, даже постановка которых в рамках термодинамики не имеет смысла.

Как видно из таблицы 5.2.1 на изучение тем курса молекулярной физики отводится различное количество времени (от 2 до 6 часов), наблюдается большой временной разрыв между изучением понятия о внутренней энергии и тепловыми свойствами твердых тел. Изучение последней темы делается затруднительными, т.к. студент успел забыть часть материала о внутренней энергии и температуре.

Считая, что забывание пройденного материала пропорционально времени, можно предложить следующий критерий для выбора оптимальной последовательности. Назовем оптимальной ту последовательность изложения тем, которая имеет минимальный суммарный временной разрыв между всеми логически связанными темами курса. Математическая формулировка задачи выглядит следующим образом: необходимо минимизировать целевую функцию вида

$$F(x) = \sum l_{p,q}(x) \text{ где } l_{p,q}(x) = \sum_p^q t_i$$
 - длина дуги упорядоченного графа,  $t_i$  – время изучения темы [147, 356].



Исходный ориентированный граф курса «Молекулярная физика» приведен на рис. 5.2.2. Многие авторы фиксируя наличие или отсутствие логических связей в матрице смежности ориентированного графа, ограничиваются проставлением 0, если связь отсутствует и 1 – если связь имеется. В отличие от этого мы учитываем важность логических связей и для количественной характеристики для каждой дуги вводим понятие весового коэффициента  $v_{ij}$  (принимает значения 0,5; 1; 2; 4). Матрица смежности с числовыми значениями весовых коэффициентов  $v_{ij}$  курса «Молекулярная физика» приведена в таблице 5.2.2. Определение численного значения весового коэффициента  $v_{ij}$  – довольно сложная задача, так как его величина имеет в известной мере некоторую неопределенность и вероятностный характер в силу малой исследованности. Поэтому целевая функция в форме  $F(x) = \sum l_{p,q}(x)$  не учитывает различия между логическими связями, степень важности которых характеризуется весовыми коэффициентами  $v_{ij}$ . Чтобы их учесть, необходимо минимизировать целевую функцию вида

$$F(x) = \sum l_{p,q}(x) v_{ij}$$

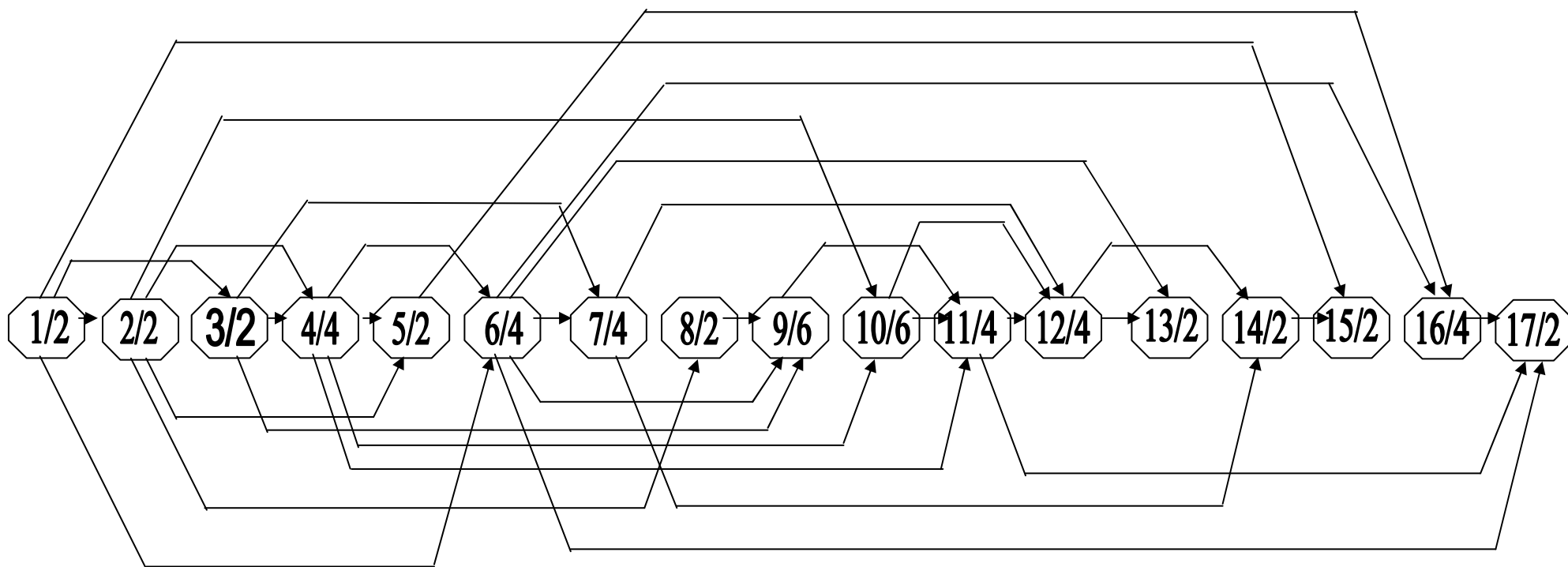
Чтобы обеспечить логически правильную последовательность изложения учебного материала, необходимо выполнить все отношения предшествования, определяемые матрицей сложности. Это требование возможно обеспечить, если в графе не имеется контуров. Под контуром графа понимается такой путь, у которого начальная вершина совпадает с конечной. При наличии контуров производим их разрыв с учетом логики формирования основных понятий молекулярной физики [136, 308].

Решать вышеуказанную задачу с помощью уравнения динамического программирования вручную можно при  $N < 10$ , где  $N$  – число тем раздела, а при  $N > 11$  – решение необходимо реализовать на ЭВМ. Исходными данными для расчета являются: весовые коэффициенты  $v_{ij}$  (таблица 5.2.2) и временной фактор (таблица 5.2.1). В приложении 5.2.1 приведена разработанная нами программа для расчета с помощью ЭВМ оптимального значения целевой функции  $F(x)$  для исходного графа тем молекулярной физики.

В результате решения задачи нами было выявлено оптимальное значение целевой функции дающая оптимальную последовательность изучения курса молекулярной физики, которая несколько отличается от приведенной в таблице 5.2.1. Так, тема «Явления переноса» стала, изучается после темы «Второе начало термодинамики», которая в свою очередь изучается перед темой «Цикл Карно», а тема «Свойства жидкостей» изучается перед темой «Критическое состояние».

Таким образом, использование ЭВМ при нормировании обучения молекулярной физики совершенствует применение сетевого планирования в следующих аспектах. Во-первых, облегчает производить подробный анализ возможных последовательностей изучения тем. Во-вторых, заставляет преподавателя и студентов более четко представить структуру дисциплины и внутренние логические связи между темами. В-третьих, совершенствует профессионально-педагогическую направленность подготовки будущего учителя физики, помогая ему освободить темы курса от устаревшей учебной

информации, устранить параллелизм в содержании отдельных разделов и добиться целесообразной последовательности расстановки тем в разделах курса.



*Рис. 5.2.2. Исходный граф тем молекулярной физики (цифра в числителе означает номер темы, цифра в знаменателе – время на изучение темы в часах отводимое программой).*

При проведении нормирования процесса обучения мы сравнивали содержание основных тем, которые изучаются в университетском и школьном курсах молекулярной физики (см. таблицу 5.2.3)

Как видно из анализа почасового распределения, в основном подход к построению учебного содержания по университетскому и школьному курсу молекулярной физики достаточно близок. В новых учебниках для средней школы наблюдается в некотором смысле приближение курса раздела в содержании понятий и теорий к научным понятиям и теориям. В этом смысле содержание школьного раздела представляет собой частный случай более общего, т.е. при определенных упрощениях и допущениях содержание основных понятий общего курса молекулярной физики переносится в школьный учебный предмет, особенно для школ нового типа. Анализ учебного содержания школьного и вузовского курса показывает существование «инварианта» физических знаний – структуры знаний адекватной физической теории.

*Темы курса молекулярной физики для университетов*

Таблица 5.2.1

№ п/п	Наименование тем	Количество часов
1.	Введение. Предмет молекулярной физики. Статистический и термодинамический методы описания вещества.	2
2.	Модель идеального газа. Распределение Максвелла.	2
3.	Средние величины. Средняя квадратичная скорость молекул.	2
4.	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния газа. Изопроцессы.	4
5.	Барометрическая формула. Распределение Больцмана.	2
6.	Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.	4
7.	Явления переноса и связь между коэффициентами переноса.	4
8.	Цикл Карно и его коэффициент полезного действия.	2
9.	Второе начало термодинамики. Термодинамические функции.	6
10.	Реальные газы. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	6
11.	Критическое состояние. Эффект Джоуля-Томпсона и сжижение газов.	4
12.	Свойства жидкостей	4
13.	Жидкие растворы. Закон Рауля.	2
14.	Структура кристаллов. Типы решеток.	2
15.	Механические свойства твердых тел.	2
16.	Тепловые свойства кристаллов.	4
17.	Фазовые диаграммы.	2

Итого:.....	54 часа.
-------------	----------

*Матрица весовых коэффициентов по курсу "Молекулярная физика".*

**Таблица 5.2.2**

Тем	К	К	К <sub>3</sub>	К	К	К	К <sub>7</sub>	К <sub>8</sub>	К <sub>9</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>1</sub>
К <sub>1</sub>	0	2	0,5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
К <sub>2</sub>	0	0	0	4	1	0	0	0,5	0	1	0	0	0	0	0	0	0
К <sub>3</sub>	0	0	0	1	0	0	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
К <sub>4</sub>	0	0	0	0	2	2	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0
К <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
К <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0	0,5	0	4	0	0	0	0,5	0	0	1	2
К <sub>7</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0	0	0
К <sub>8</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
К <sub>9</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
К <sub>10</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0
К <sub>11</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
К <sub>12</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,5	0	0	0
К <sub>13</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
К <sub>14</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
К <sub>15</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
К <sub>16</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
К <sub>17</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Сравнительная таблица изучения молекулярной физики в университетском и школьном курсах физики.*

**Таблица 5.2.3**

<i>Университетский курс</i>	<b>Учебное время</b>	<b>Курс физики в 10 классе</b>	<b>Учебное время</b>
<b>1. Основы МКТ газов и статистической физики</b>	6	1. Основные положения МКТ и их опытное обоснование	5
<b>2. Распределение Максвелла и Больцмана</b>	8	2. Температура. Уравнение состояния газа. Газовые законы	10
<b>3. Законы термодинамики</b>	10	3. Основы термодинамики. КПД тепловых двигателей.	11
<b>4. Явления переноса и связь между коэффициентами переноса</b>	6		
<b>5. Реальные газы</b>	6	4. Взаимные превращения жидкостей и паров	9
<b>6. Свойства жидкостей</b>	6	5. Свойства жидкостей	5
<b>7. Строение и свойства твердых тел</b>	8	Свойства твердых тел	4
<b>8. Фазовые переходы и фазовые равновесия.</b>	4		
<b>Итого:</b>	54		44

На основании исследований, связанных с выявлением структуры физической теории, можно выделить следующие основные элементы физической теории [135, 199]:

- эмпирический базис, включающие и фундаментальные части;
- абстрактная модель – идеализированный объект;
- совокупность параметров свойств;
- математический аппарат теории;
- некоторые надсистемные принципы.

Основные элементы теории в науке физике находят отражение в учебном предмете. Но только в том случае, когда в сознании обучаемых (студентов, школьников) строится система знаний, структура которой адекватна структуре физической теории, мы говорим о системных знаниях.

Для выяснения умения студентов систематизировать знания соответственно структуре физической теории мы провели анкетный опрос студентов I и II курсов. Содержание некоторых вопросов следующее:

1. Какова структура физической теории? Дайте конкретный пример теории.
2. Назовите основные элементы, которые содержат каждая физическая теория.
3. Назовите основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытные обоснования.
4. Назовите основные понятия термодинамики.
5. Какие идеализированные объекты используются в молекулярной Физике?
6. Напишите основные положения термодинамики.
7. Опишите некоторые следствия из основных положений молекулярно-кинетической теории.
8. Каковы границы применимости молекулярно-кинетической теории?

Как показал анализ ответов, только 11% из анкетированных студентов правильно определяют структуру физической теории и умеют систематизировать свои знания соответственно физической теории.

Следовательно, необходимо обучать студентов совершать деятельность по систематизации знаний в структуру, адекватную структуре физической теории.

Как показано в работах [41, 200] роль «фундаментальных» теорий в педагогическом плане всегда была очень велика и, вообще говоря, содержание обучения физике должно быть развернуто в соответствии с генеральными обобщениями современной интерпретации физических теорий [200, с. 28]. В работе [311] подчеркивается, что вместо хранения большого числа готовых знаний студенты должны хранить в памяти метод, позволяющий анализировать и воссоздать всю систему частных явлений, т.е. речь идет о формировании рациональных приемов учебной деятельности у студентов. Это важно потому, что «... преподавателю никогда не «угнаться» за наукой, если оно пойдет по пути механического нанизывания на пирамиду старых программ все новых фактов и открытий», нужно прежде всего «... раскрыть логику науки и рассказать о тех ее достижениях, что сохранятся в будущем фундаменте будущей физики и в пределах своей применимости выдержать любые перевороты и потрясения» [111, с. 8].

Поэтому очень важно для нормирования, с одной стороны, для повышения качества и осознанности знаний по курсу молекулярной физики обучение студентов общему методу систематизации знаний. С другой стороны, усвоение таких обобщенных подходов имеет большое значение как предпосылка для дальнейшего формирования у студентов профессионального умения по организации деятельности учащихся систематизации и обобщению знаний.

В начале мы обучали студентов общему способу систематизации физических знаний. В деятельности по систематизации знаний мы выделяем следующие компоненты:

1. Осмысливание знаний по определенной теме раздела.
2. Выявление физической сути основных эмпирических фактов.

3. Выделение идеального объекта для данной теории или теоретической системы и рассмотрение его качественного приближения к реальному объекту (границ применимости).
4. Определение физических понятий, являющихся основными для данной теории или теоретической системы.
5. Выделение основных положений данной теории.
6. Выделение основных следствий из основных положений и рассмотрение конкретного примера следствий.

Студентов ознакомили с учебными материалами, в которых подробно рассматривалась структура физической теории. Определяем теорию как систему понятий, идей, представлений, знаний, раскрывающую в обобщенной форме существенные свойства объективной действительности, на основе которых достигается объяснение и предсказание явлений [303]. Рассматриваем основные элементы физической теории с соответствующими объяснениями. Для студентов были подготовлены специальные материалы, в которых было описано структурирование основных трех тем курса молекулярной физики, адекватно структуре физической теории. Структурно-логические схемы курса представлены на рисунках 4.2.1, 4.2.2 и 4.2.3.

По всем темам молекулярной физики разрабатывались задания для внеаудиторной работы по систематизации знаний соответственно структуре физической теории и нормированному бюджету учебного времени. Основные этапы деятельности по систематизации знаний были отражены в учебной карте № 1 (она приведена в приложении 5.2.2). Студентам ставилось задание заполнить учебную карту раздела для каждой темы. Мы оказывали необходимую методическую помощь студентам при выполнении заданий по систематизации знаний в индивидуальной работе с каждым из них.

Предметом группового обсуждения были структура молекулярно-кинетической теории как одной из самых важных во всем содержании курса общей физики.

Первым этапом деятельности по систематизации знаний была актуализация школьных знаний (VIII и X классы) в области молекулярно-кинетической теории и выявлению пути основных эмпирических фактов, положенных в основу теории.

Вторым этапом деятельности является выделение модели идеального объекта молекулярно-кинетической теории. Такой моделью является идеальный газ. Необходимость введения определенных упрощений и соответственно введения представлений об идеальном газе следует из анализа вопроса о силах и потенциальной энергии межмолекулярного взаимодействия. Между молекулами вещества действуют силы взаимного отталкивания. Об этом свидетельствуют простые факты (сопротивление растяжению и сжатию).

$$\text{Силы отталкивания } \vec{F} = F_{12} \frac{\vec{r}}{r} = \left( \frac{\varphi}{r^{13}} \right) \vec{r}.$$

$$\text{Силы притяжения } \vec{F}_1 = F_{22} = \frac{\vec{r}}{2} = \left( \frac{f}{r^7} \right) \vec{r}.$$



Различная зависимость от  $r$  сил  $F_1$  и  $F_2$  определяет многие свойства вещества. Как видно из приведенных формул, силы межмолекулярного взаимодействия убывают с увеличением расстояния между молекулами очень быстро. Поэтому для достаточно разреженных газов этими силами можно пренебречь. Это приводит нас к необходимости введения представления об идеальном газе. “В определении идеального газа должно быть подчеркнуто, что в таком газе мы пренебрегаем силами притяжения между молекулами и считаем, что соударяющиеся молекулы имеют конечные, хотя и малые размеры. Тем самым силы отталкивания между молекулами учитываются” [43, с. 42].

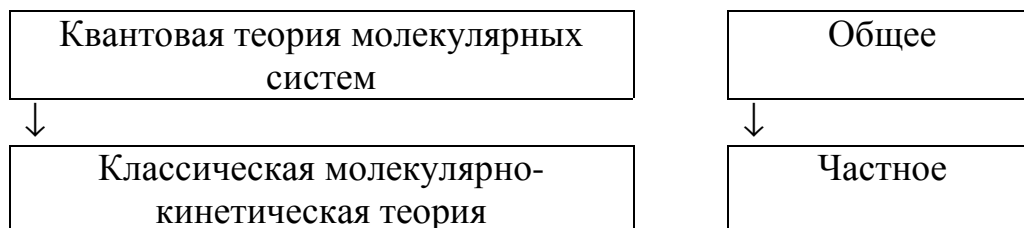
Третьим этапом деятельности по систематизации знаний является выделение основных положений теории. Здесь эти положения о молекулярном хаосе и использовании законов Ньютона для описания движения молекул. На основании этих двух положений можно строить математическое описание поведения частиц в идеальном газе.

Четвертым этапом является выявление основных положений теории, а в данном случае “ядра” теории:  $P = \frac{1}{3}nm\overline{v^2}$ , где  $\overline{v^2}$  - средняя квадратическая скорость поступательного движения молекул, с интерпретацией всех остальных входящих в формулу величин и физического смысла формулы.

Здесь существенно только изменение импульса молекулы при столкновении со стенкой. При этом  $P$ - давление представляет основное понятие, физический смысл которого объясняется как результат ударов молекул газа о стенку. Если число молекул велико, то будет велико и число ударов их о стенку сосуда. Удары следуют непрерывно друг за другом и бесконечно малые силы отдельных ударов будут складываться в почти постоянную силу, действующую на стенку. « Эта сила, усредненная по времени, и есть давление газа, с которым имеет дело макроскопическая физика [289, с. 189].

Пятым этапом деятельности по систематизации знаний является выведение следствий из основных положений теории. В качестве следствий из основных положений молекулярно-кинетической теории необходимо назвать: молекулярно-кинетическое истолкование температуры  $T$ , определение скоростей теплового движения газовых молекул, внутреннюю энергию, законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Дальтона и Авогадро. И еще один важный момент состоит в том, что в рамках молекулярно-кинетической теории при введении дополнительного положения - теоремы о равномерном распределении энергии по степеням свободы – находит развитие классическая теория теплоемкости.

В заключение нужно отметить, что квантовая теория молекулярных систем является общей теорией, а классическая молекулярно-кинетическая теория - частным случаем общей теории:



Таким образом, организовав экспериментальное обучение, мы получили подтверждение необходимости специального подхода, к систематизации знаний и а) выделили систему знаний, адекватную структуре физической теории как «инвариант» физических знаний; б) проанализировали деятельность по систематизации знаний в соответствии со структурой физической теории; в) обучали студентов систематизировать свои знания по конкретным темам курса молекулярной физики в соответствии с основным составом физической теории (выполнение указаний по учебной карте №1)

Затем на основании сформулированного общего способа деятельности по систематизации знаний мы подвели студентов к формированию следующих умений:

а) преобразовывать усвоенный учебный материал по курсу молекулярной физики в систему, адекватную структуре физической теории и соответственно выделять основные понятия и законы физики, их следствия;

б) выявить физический смысл процессов и явлений, изучаемых в молекулярной физике, и перенести этот смысл на школьный уровень;

в) оценивать различие в определении и содержании основных понятий в вузовском и школьном курсе молекулярной физики;

г) выявлять в содержании школьного курса физики систему знаний, адекватных структуре физической теории (умение систематизировать учебное содержание школьного курса физики соответственно структуре физической теории);

д) выделять на основании знания структуры и содержания молекулярной физики основные структурные элементы знаний в школьном курсе физики (теории, понятия, законы, принципы).

Перед студентами была поставлена задача перенесения основных знаний курса общей физики на школьный уровень на основе глубокого анализа учебного материала и сопоставления собственных знаний в школьном и вузовском обучении. С другой стороны такой подход к организации обучения

способствует появлению интереса у студентов к учительской профессии. Многие студенты в процессе обучения говорили, что действительно интересно обдумывать, что можно передать школьникам как идею из содержания изучаемой ими науки физики.

В приложении 5.2.3 приведены некоторые задания, которые ставились студентам для внеаудиторной работы с целью перенесения основных знаний курса общей физики на школьный уровень.

Опыт многих вузов [185, 186, 272, 312], занимающихся исследованием учебного процесса, и результаты наших исследований [168], показали, что установить какой-то однозначный качественный показатель производительности труда студентов не представляется возможным. Во всех случаях оказалось, что время, затрачиваемое студентами на выполнение задания, колеблется в довольно широких пределах, образуя некоторую совокупность, представляющую собой вариационный ряд. При этом статистические данные по затратам времени студентами на самостоятельные работы описывались нормальным законом распределения или близкими к нему законами. Поэтому для характеристики затрат времени студентами на самостоятельные работы требуется определить два показателя;

а) среднее взвешенное время, или математическое ожидание времени, необходимого для выполнения задания -  $t_{ож}$  ;

б) среднее квадратичное отклонение  $\sigma$ , характеризующее рассеяние данных совокупности относительно  $t_{ож}$ .

Как известно из теории вероятностей, математическое ожидание случайной величины, вероятность появления которой равно моменту первого порядка, определяется соотношением

$$t_{ож} = \int_{-\infty}^{\infty} tf(t)dt$$

а среднее квадратичное отклонение  $\sigma = \sqrt{D_t}$ , где  $D_t$  дисперсия случайной величины  $D_t = \int_{-\infty}^{\infty} (t-t_0)^2 f(t)dt$ , т.е. равна центральному моменту второго порядка.

Нормальный закон плотности распределения случайной величины

характеризуется формулой  $f(x) = \frac{1}{2\pi\sigma} \exp\left[-\frac{(t-t_{ож})^2}{2\sigma^2}\right]$

Приемы численной реализации указанных формул применительно к анализу учебного процесса изложены, в частности, в книгах [138, 186, 281].

Для сбора исходных данных, позволяющих применить методы математической статистики при исследовании нагрузки студентов самостоятельными работами, нами был организован массовый самохронометраж, проводимый каждым студентом самостоятельно. Проведение самохронометража в какой-то мере загружает студента и поэтому вызывает неосознанный протест. Поэтому перед проведением самохронометража со студентами была проведена разъяснительная работа. Хронокарты студентов кодировались или отмечались символическим знаком, что способствовало преодолению внутреннего противодействия. Студент выступал инкогнито и не боялся, что результаты самохронометража как-то повлияют на оценку его знаний.

С целью сравнения времени, необходимого для подготовки домашнего задания по молекулярной физике, автором совместно с аспирантом и дипломниками проведен сравнительный эксперимент всеми группами физико-технического факультета БСыккульского государственного университета им. К. Тыныстанова. В четырех контрольных группах преподавание молекулярной физики велось по традиционной программе и традиционной методике, а в трех экспериментальных группах – по разработанным в исследовании методике и рабочей программе.

Данные самохронометража студентов экспериментальных групп по подготовке домашних заданий молекулярной физики сведены по возрастающей в таблицу 5.2.4

*Результаты затрат времени СРС в экспериментальных группах.*

**Таблица 5.2.4**

№ п/п	Время в час	№ п/п	Время в час	№ п/п	Время в час	№ п/п	Время в час	№ п/п	Время в час	№ п/п	Время в час
1	0.8	13.	1.3	25.	1.8	37.	1.9	49.	2.2	61.	2.5
2.	0.8	14.	1.4	26.	1.8	35.	1.9	50.	2.2	62.	2.5
3.	0.9	15.	1.4	27.	1.8	39.	2.0	51.	2.2	63.	2.5
4.	0.9	16.	1.5	28.	1.8	40.	2.0	52.	2.2	64.	2.6
5.	1.0	17.	1.5	29.	1.9	41.	2.0	53.	2.2	65.	2.6
6.	1.0	18.	1.5	30.	1.9	42.	2.0	54.	2.3	66.	2.6
7.	1.1	19.	1.6	31.	1.9	43.	2.0	55.	2.3	67.	2.7
8.	1.1	20.	1.6	32.	1.9	44.	2.1	56.	2.4	68.	2.7
9.	1.1	21.	1.6	33.	1.9	45.	2.1	57.	2.4	69.	2.8
10.	1.2	22.	1.7	34.	1.9	46.	2.1	58.	2.4	70.	2.8
11.	1.2	23.	1.7	35.	1.9	47.	2.1	59.	2.4	71.	2.9
12.	1.3	24.	1.8	36.	1.9	48.	2.1	60.	2.4	72.	3.0
										73.	3.1

Из таблицы 5.2.4 определяем минимальное и максимальное наблюдаемое время на подготовку домашнего задания:

$$t_{\min} = 0,8r \quad t_{\max} = 3,1r$$

Находим наблюдаемый диапазон:

$$R = t_{\max} - t_{\min} = 3,1 - 0,8 = 2,3$$

Для построения вариационного ряда найдем:

1. Число интервалов  $K = E(\sqrt{n}) + 1 = E(\sqrt{73}) + 1 = 9$ , где  $E(x)$  – целая часть числа  $x$ .
2. Ширину интервала  $h = \frac{R}{k-1} = \frac{2,3}{8} = 0,3$

Строим вариационный ряд (таблица 5.2.5)

*Вариационный ряд СРС экспериментальных групп.*

Таблица 5.2.5.

Интервал (часы)	0,8-1,1	1,1-1,4	1,4-1,7	1,7-2,0	2,0-2,3	2,3-2,6	2,6-2,9
Кол-во данных	6	7	8	17	15	10	8

Пользуясь данными вариационного ряда, вычислим статистические характеристики:  $t_{ож}$ ,  $\sigma$ ,  $t_{(0,9)}$ ,  $t_{(0,99)}$

1.  $\sigma = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{6}$
2.  $t_{ож} = \frac{t_{\min} + 4t_{к.в.} + t_{\max}}{6}$
3.  $t_{(0,99)} = t_{ож} + 2,3\sigma$
4.  $t_{(0,9)} = t_{ож} + 1,3\sigma$

где  $t_{ож}$  - математическое ожидание времени, необходимого для выполнения задания, т.е. время, в течение которого задание могут выполнить примерно 50% студентов;  $\sigma$  - среднее квадратичное отклонение, характеризующее плотность распределения, т.е. рассеяние статистических данных относительно математического ожидания  $t_{ож}$ ;  $t_{(0,9)}$  - время, в течении которого задание смогут выполнить 90% студентов;  $t_{к.в.}$  - середина интервала, содержащего наибольшее количество данных ( в таблице 5.2.5  $t_{\min} = 0,9$  часа- середина левого интервала);  $t_{\max}$  - середина интервала, содержащего повторяющиеся не менее двух раз максимальные данные ( в таблице 5.2.5  $t_{\max} = 2,7$  часа – середина правого интервала);

1.  $t_{ож} = \frac{0,9 + 4 \cdot 1,7 + 2,7}{6} = 1,73ч.$
2.  $\sigma = \frac{2,7 - 0,9}{6} = 0,30$
3.  $t_{(0,9)} = 1,73 + 1,3 \cdot 0,30 = 2,12ч;$
4.  $t_{(0,99)} = 1,73 + 2,3 \cdot 0,30 = 2,42ч$

Данные самохронометража студентов контрольных групп по подготовке тех же домашних заданий при традиционной методике сведены по возрастающей в таблицу 5.2.6.

По аналогичной методике находим статистические характеристики.

Результаты затрат времени СРС в контрольных группах.

Таблица 5.2.6.

№ п/п	Вре- мя в час	№ п/п	Вре- мя в час	№ п/п	Вре- мя в час	№ п/п	Вре- мя в час	№ п/п	Вре- мя в час	№ п/п	Вре- мя в час
1.	1.3	15.	1.8	29.	2.2	43.	2.7	57.	2.9	71.	3.3
2.	1.3	16.	1.8	30.	2.2	44.	2.7	58.	2.9	72.	3.3
3.	1.4	17.	1.9	31.	2.3	45.	2.7	59.	2.9	73.	3.4
4.	1.4	18.	1.9	32.	2.3	46.	2.7	60.	3.0	74.	3.4
5.	1.4	19.	1.9	33.	2.3	47.	2.7	61.	3.0	75.	3.4
6.	1.5	20.	2.0	34.	2.4	48.	2.7	62.	3.0	76.	3.5
7.	1.5	21.	2.0	35.	2.4	49.	2.7	63.	3.0	77.	3.5
8.	1.5	22.	2.0	36.	2.4	50.	2.7	64.	3.1	78.	3.5
9.	1.6	23.	2.0	37.	2.4	51.	2.7	65.	3.1	79.	3.6
10.	1.6	24.	2.1	38.	2.5	52.	2.8	66.	3.1		
11.	1.7	25.	2.1	39.	2.5	53.	2.8	67.	3.2		
12.	1.7	26.	2.1	40.	2.6	54.	2.8	68.	3.2		
13.	1.7	27.	2.2	41.	2.6	55.	2.8	69.	3.2		
14.	1.7	28.	2.2	42.	2.6	56.	2.9	70.	3.3		

Минимальное и максимальное наблюдаемое время на подготовку домашнего задания:

$$t_{\min} = 1,3ч ; \quad t_{\max} = 3,6ч$$

Наблюдаемый диапазон:  $R = 3,6 - 1,3 = 2,3ч$

Число интервалов  $K = E(\sqrt{79}) + 1 = 10$

Ширина интервала  $h = \frac{R}{k-1} = \frac{2,3}{9} = 0,3$

Строим вариационный ряд (таблица 5.2.7)

*Вариационный ряд СРС контрольных групп.*

Таблица 5.2.7

Интервал (часы)	1.3-1.6	1.6-1.9	1.9-2.2	2.2-2.5	2.5-2.8	2.8-3.1	3.1-3.4	3.4-3.6
Кол-во данных	8	8	10	11	14	12	9	7

$t_{\min} = 1,4$  часа – середина левого интервала;

$t_{\max} = 3,5$  часа – середина правого интервала;

$t_{к.в.} = 2,7$  часа – середина интервала, содержащего 14 данных.

Находим статистические характеристики:

$$1. \quad t_{о.ж.} = \frac{1.4 + 4 \cdot 2.7 + 3.5}{6} = 2.62$$

$$2. \quad \sigma = \frac{3.5 - 1.4}{6} = 0.35$$

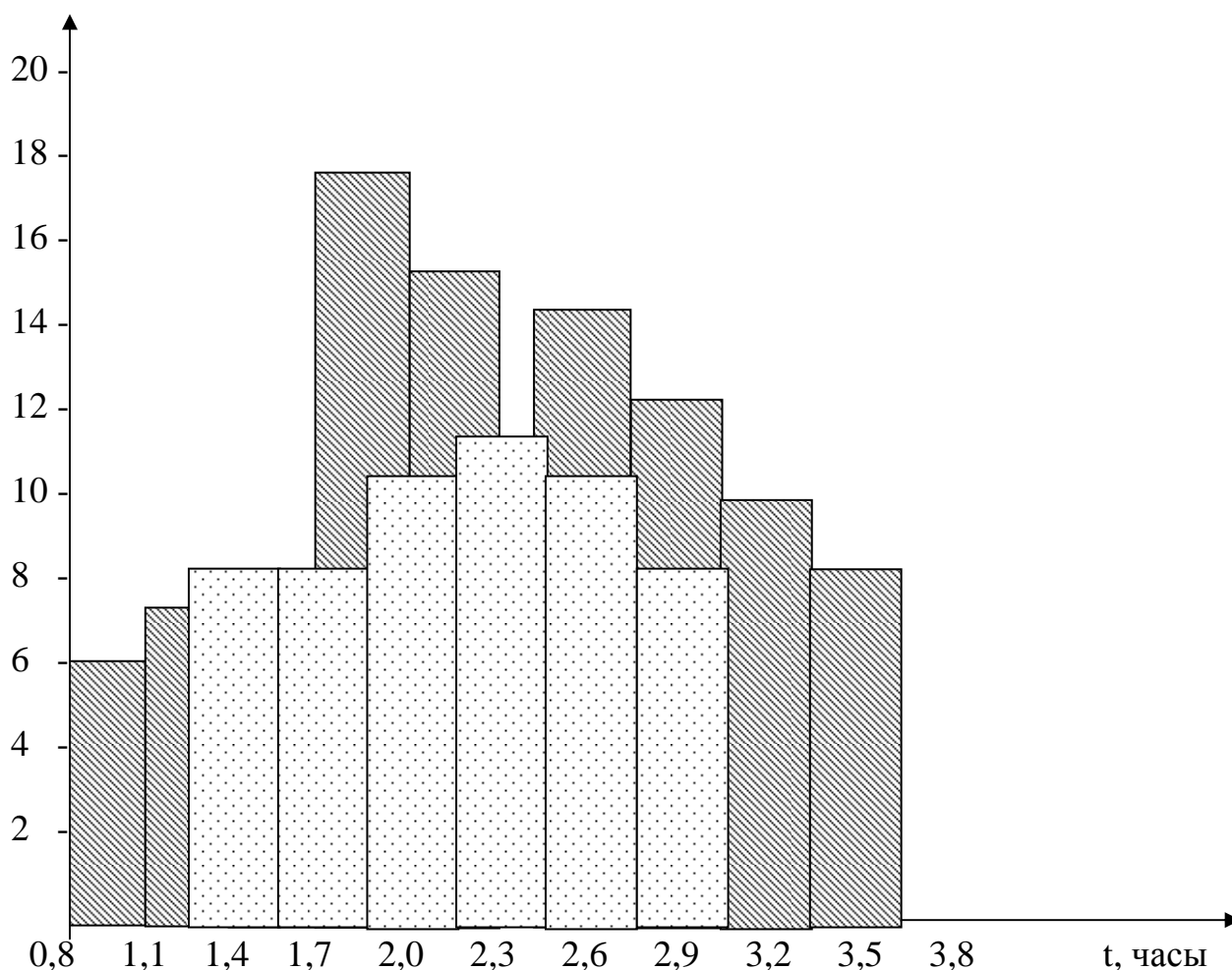
$$3. \quad t_{(0,9)} = 2,62 + 1,3 \cdot 0,35 = 3,07$$

$$4. \quad t_{(0,99)} = 2,62 + 2,3 \cdot 0,35 = 3,4$$

Сравнивая результаты статистической обработки данных самохрано-метража, видим, что время, необходимое для подготовки домашнего задания у студентов контрольных групп значительно превышает время, затраченное для выполнения домашней работы студентов экспериментальных групп, что видно на представленной гистограмме ( рис. 5.2.3). Аналогичные результаты были

получены и при выполнении других домашних заданий. Тем самым объективно обосновывается целесообразность разработанной экспериментальной методики и последовательности изучения вопросов молекулярной физики и термодинамики.

N



**Рис. 5.2.3. Гистограмма времени затрачиваемого студентами на выполнение домашних заданий.**

### **5.3. Методика организации и анализ результатов педагогического эксперимента.**

Основной целью экспериментального исследования было выявление оптимальности влияния НУП на уровень сформированности у учащихся И студентов знаний по молекулярной физике, умений решать физические задачи, ценностных отношений (интересов, ценностных ориентаций, склонности к учебному труду, а также готовности к познанию физики). Под оптимальностью понимается соответствие результатов достигаемой цели при заданных критериях и условиях обучения.

Экспериментальное исследование проводилось, в основном на кафедре методики преподавания физики и специальных технических дисциплин Бсыккульского государственного университета им. К. Тыныстанова, а также в

естественных условиях обучения без нарушения учебно-воспитательного процесса в школах Ысыккульской и Чуйской областей.

В организации и проведении педагогического эксперимента при решении конкретных задач исследования принимали активное участие;

Преподаватели университетов – доцент Э.Дуйшонов, Р.У.Исаева (КНУ им. Ж.Баласагына), доцент М.К.Боромбаев, доцент Р.Р.Чыныбаев, (ЫГУ) студенты-дипломники физико-технического факультета ЫГУ им. К.Тыныстанова, М.Султаналиев, А.Чаргынбаев, К.А.Балан, Л.П.Ширина, С.М.Шпилевая, Ч.С.Мухамеджанова, Е.А.Князев и др.; аспиранты М.К.Андосова, А.М.Арунова, Б.Т. Аденова; учителя физики г. Каракола О.Н.Скиданенко, В.К.Ильинова, В.В.Захарова (школа-гимназия), Б.Маралбаев, (средняя школа № 4), А.Э.Байсеркеев, С.Т.Куланбаев (школа-лицей им. Токтогула).

Участники педагогического эксперимента были ознакомлены с целями и задачами исследования, с методическими рекомендациями и материалами экспериментального обучения. В целом организация педагогического эксперимента было адекватна тем задачам и целям, которые ставились на тех или иных этапах исследования.

Сложность объекта и предмета, а также задач исследования обусловили выделение четырех основных этапов; предварительного, теоретического, экспериментального и заключительного.

Предварительный этап позволил теоретически осмыслить исследуемую проблему, определить цели, предмет, задачи, гипотезу исследования, изучить состояние проблемы с целью конкретизации основных теоретических положений при решении поставленных задач, дать анализ содержания и структурно-логических связей молекулярной физики, изучить программную документацию, учебники и учебные пособия по молекулярной физике в средней школе и в вузе, изучать практический педагогический опыт, отражающий состояние проблемы в обучении в школах различного типа, разработать методику педагогического эксперимента [156, 157, 158, 159, 160].

Теоретический этап позволил продолжать информационный и научный поиск путем изучения литературных источников по проблеме, практики обучения молекулярной физике в средних школах и университетах, разработать теоретические и методические основы НУП, теоретически моделировать процесс нормирования, провести системно-структурный анализ содержания раздела с помощью методов граф и матриц, выявить дидактические условия нормализации учебной нагрузки обучаемых, окончательно охарактеризовать предмет исследования.

На экспериментальном этапе были накоплены экспериментальные данные посредством организации и проведения педагогического эксперимента, выявлены причинно-следственные связи, позволившие проверить рабочую гипотезу исследования, подвергнуть анализу и интерпретации результаты педагогического эксперимента (констатирующего, поискового, формирующего).



На заключительном этапе были сведены и обобщены результаты исследования (предварительного, теоретического и экспериментального этапов), сформулированы выводы, разработанные методические рекомендации все шире внедрялись в педагогическую практику.

Мы учитывали работы психологов о том, что один и тот же результат усвоения знаний и умений может быть достигнут различными путями формирования индивидуального опыта, что при усвоении знаний далеко не безразличен сам процесс усвоения знаний и действий: процесс усвоения информации и действий отличается в зависимости от интеллекта, типа ориентировочной основы действий, степени самостоятельности и других свойств личности. Перечисленные понятия имеют объективную основу, отличается от знания и действия. Они связаны с интеллектуально – психическим развитием личности, характеристики которого (самостоятельность, творчество и другие) надстраиваются над знаниям и действиям.

В качестве важных интеллектуально-психических свойств мы выделяем умения совершать мыслительные операции, эмоционально-волевые и мотивационно-потребностные качества. В нашей работе в качестве более общего понятия употребляется понятие «показатель» и «параметр». Критерий в литературе рассматривается как средство, с помощью которого измеряются или выбираются альтернативы, осуществляется логически обоснованное предположение вывода или оценки, как идеальный образец, выражающий самый совершенный уровень изучаемого явления, соответствие норме, как мерило для оценки значимости осуществленного выбора для проверки степени реализованности цели.

В науке известны два различных подхода к выбору критериев. Первый подход связан с установлением общих критериев, второй с декомпозицией из системы частных критериев с целью оценки отдельных сторон сложного комплексного исследования. В научно - педагогических исследованиях применяются второй подход, – используется общий критерий, который декомпозируется на определенной совокупности частных критериев и показателей.

Показатель мы рассматриваем как конкретный измеритель критерия, делающий его доступным для педагогического наблюдения и измерения. Один и тот же критерий может иметь несколько показателей.

Нами использовались как качественные, так и количественные критерии. Так, например, при оценке знаний – критерий «качество знаний», показателями которого служили объем (параметр - коэффициент полноты знаний  $K_p$ ), глубина (параметр – коэффициент системности знаний  $K_c$ ), а также четыре уровня их сформированности (узнавание, воспроизведение, применение, трансформация).

С целью количественного измерения и оценки сформированных у учащихся знаний и умений использовались различные параметры (коэффициенты усвоения, средневзвешенные величины, дисперсии и т.п.).

Для доказательства достоверности этих параметров применялись  $t$  - ,  $F$  - и  $\chi$ - критерии. При этом использовались методики В.П.Беспалько, А.А.Кыверялга, А.В.Усовой, М.И.Грабаря и К.А.Краснянской, модифицированные с учетом содержания и характера нашего исследования. Методика В.П.Беспалько применялась нами для реализации уровневого подхода при измерении и оценке сформированных у учащихся знаний, методика А.А.Кыверялга, М. И. Грабаря и К.А. Краснянской - для определения параметрических величин и компонентного анализа знаний, методика А.В.Усовой – для пооперационного анализа сформированных умений.

При измерении уровней усвоения учебного материала мы определяли коэффициенты усвоения (полноты и системности).

В интервальной шкале значение менее 0,6 соответствовал уровню - недопустимый,

0,6 - 0,7 допустимый,

0,7 -0,8 достаточный,

0,8 –0,9 высокий,

1 и более – очень высокий.

В процессе измерения и оценки результатов учебной работы традиционного и экспериментального обучения широко применялись методики использования тестов В.П. Беспалько, А.А. Кыверялга и В.Г.Разумовского, метод письменных контрольных работ с поэлементным анализом, различные измерительные шкалы, матричный метод ранговых оценок.

В процессе организации, проведения и интерпретации результатов педагогического эксперимента и всего исследования нами были реализованы диалектический метод, разнообразные общелогические методы (теоретический анализ и синтез, сравнение и сопоставление, обобщение и систематизация и др.). А также общенаучные методы (наблюдение, изучение практики обучения, моделирование, метод экспертных оценок).

При обработке и сведении результатов исследования широко применялись таблицы, схемы, диаграммы, графика и, т. п. Таким образом, в целом нами была реализована комплексная многоуровневая методики измерения эффективности разработанной теории и методики НУП по молекулярной физике.

В период педагогического эксперимента особое внимание нами уделялось овладению учащимися таким интеллектуальным умением, как перенос знаний, ибо «только в процессе применение знаний в учебной практике учащихся может окончательно овладеть ими, полностью усваивая существенный стороны учебного материала и приобретая умения его использовать в различных условиях» [317, с. 8] смежных предметов. Перенос знаний, умений и приемов из одного учебного предмета в другой является показателем овладение учащимися системными знаниями и умениями а, следовательно, показателем качественного усвоения физических знаний.

В процессе констатирующего эксперимента были решены следующие основные задачи: 1) определение фактического уровня знаний учащихся после изучения молекулярной физики, 2) определение исходного уровня знаний выпускников средней школы, поступивших на физический факультет.

Состояние знаний учащихся 10-х классов проверялось в течение нескольких учебных лет. Проверка была организована в 17 школах Ысыккульской, Нарынской и Чуйской областей. В ней участвовали 26 учителей и около 1600 десятиклассников. При исследовании уровня знаний школьников была поставлена цель получить данные с достоверностью 0,95. Для этого один и тот же вариант контрольной работы выполняли не меньше чем 384 учащихся, при четырехвариантной, контрольной работе охват учащихся для достижения достоверности 0,95 должен быть не меньше чем 1536 учеников [65]. В ходе проверки использовались различные методы: экспертная оценка, поэлементный анализ контрольных работ, анкетный опрос учащихся и учителей, посещение и анализ уроков, беседы с учащимися, обсуждение результатов проверки знаний с учителями и методистами.

Проверочные работы проводились после изучения каждой темы. Тексты проверочных работ приведены в приложении 5.3.1. Наиболее успешно учащиеся справились с контрольными работами по теме «Взаимные превращения жидкостей и газов» (74%).

Анализ полученных результатов показал, что учащиеся хорошо усвоили формулировки законов и основные понятия (количество вещества, газовые законы, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины, абсолютной влажности и т.д.) Школьники умеют выводить основные физические закономерности, уравнение Менделеева-Клайперовна, формулу коэффициента поверхностного натяжения и др. Практически не вызывают затруднений у них формулировка газовых законов. Удовлетворительны знания учащихся по свойствам жидкостей и твердых тел.

Поэлементный анализ ответов учащихся показал, что наиболее успешно школьники усвоили опытные факты, формулы, законы эмпирического содержания (79%); умеют объяснять известные им сведения из курса на уровне воспроизведения (73%); выполняют задания на распознавание понятий, явлений, процессов (63%); указывают наиболее существенные признаки понятий, явлений (39%); обнаруживают знания основных признаков атомно-молекулярной модели вещества (35%); объясняют явления в несколько измененной, по сравнению с изучаемой на уроке, ситуации (20%); умеют планировать решение задач (16%); умеют обобщать материал раздела (8%).

Основными недостатками теоретических знаний учащихся являются их фрагментарность и рядоположенность: учащиеся не умеют выделять основные теоретические сведения и второстепенные; слабо представляют связь теории и опытных фактов.

Как показали собеседования с учащимися сразу после выполнения ими проверочных работ, многие из них не имеют четкого представления о связях

между изучаемыми явлениями, моделями, теорией формулами. Учебный материал в их сознании не объединен в общую логическую картину: «факты – модель – следствия – эксперимент», в результате знания учащихся в основном неглубокие и недостаточно прочные. Так, лишь 25% учащихся имеют четкое представление о термодинамическом и молекулярно-кинетическом методах исследования, 23% - привели молекулярно-кинетическую и термодинамическую трактовку понятий внутренняя энергия, температура, количество теплоты, 20% - смогли раскрыть статистический характер связи параметров в уравнении Клаузиуса, 14% - правильно указали границы применимости модели идеального газа. Обнаружились слабые навыки применения значений: так, правильно записывают уравнение I закона термодинамики 85% учащихся, а умеют их применить к процессам в газах лишь 30%; знают уравнения Клаузиуса 70% учащихся, а умеют его применять при решении задач в известной им ситуации лишь 28%; знают формулу к.п.д. тепловых машин 72% учащихся, а умеют указать повышение к.п.д. по этой формуле 23% и т.д.

Таким образом, результаты наблюдения учебного процесса хорошо коррелируют с результатами письменных проверочных работ учащихся.

Поэлементный анализ результатов выполнения учащихся контрольной работы показал, что большинство учащихся успешно справляются с решением задач, в которых нужно проявить знание формул, например, задач: I (1), II (1), III (1), IV (1 и 2).

В то же время ученики затрудняются применять свои знания даже в простых, стандартных условиях. Это относится, прежде всего, к первому закону термодинамики. В задаче II (3) многие школьники правильно написали уравнение первого закона термодинамики  $\Delta U = Q + A$ , однако не знали правило знаков для входящих в него величин  $\Delta U$ ,  $Q$  и  $A$ , рассмотренное на с.56 и 60 учебника Физика –10 [40]. Типичная ошибка при решении этой задачи состояло в том, что учащиеся не учитывали знак величин  $A$  и решили ее так:  $\Delta U = 1,7 \cdot 10^4 \text{ Дж} + 0,5 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 6,7 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ . Лишь половина ребят решила задачу правильно, записав  $\Delta U = Q - A$ ,  $\Delta U = -3,3 \cdot 10^4 \text{ Дж}$

Примерно 1/3 учащихся не знала, что внутренняя энергия идеального газа прямо пропорциональна его абсолютной температуре (т.е. не усвоила материал, изложенный на с.53 учебника Физика –10), и поэтому не смогла ответить на второй вопрос этой задачи (поскольку  $\Delta U < 0$ , значит, газ охладился).

В задаче III(3) надо было учесть, что при адиабатном процессе изменение внутренней энергии системы происходит только за счет совершения работы, и поэтому уравнение первого закона термодинамики имеет вид  $\Delta U = A$ . Около 1/4 учащихся этого не знали. Кроме того, многие не учли, что в этом случае работа газа отрицательна, т.е.  $\Delta U = -A$ , откуда  $\Delta U < 0$ .

Для решения задачи IV(3) нужно следующее. Во-первых, установить, какие процессы образуют каждый график. Выясняют: ACB состоит из изобары ДВ. Работа  $A$  в ходе осуществления первого процесса  $A_{ACB} = A_{AC} + 0$ , или  $A_{ADB} = A_{ДВ}$ . Во-вторых, нужно выполнить, что при изобарном процессе работы численно равна площади фигуры под графиком зависимости давления газа от

его объема. Поэтому  $A_{ACB} > A_{ADB}$ ; из графика (рис.2) следует:  $A_{ACB}/A_{ADB}=2$ . Вместо второй части решения можно было рассуждать так (аналитическими): работа  $A$  при изобарном процессе  $A = p\Delta V$ , поэтому  $A_{AC} = p_1\Delta V_1$ , где  $p_1$  – ордината точки А, и  $A_{DB} = p_2\Delta V_2$ , где  $p_2$  – ордината точки Д. Так как  $\Delta V_1 = \Delta V_2$ , то  $A_{AC}/A_{DB}=P_1/P_2=2$ . Последнее следует из чертежа.

У школьников вызвали затруднения и простые графические задачи типа 1(2), II(2), III(2). Это указывает на то, что многие учителя недостаточно учитывают методическую ценность графических заданий. Следствием чего является то, что учащиеся в большинстве случаев затрудняются начертить в различных координатных осях  $V,P$ ;  $T,V$ ;  $T,P$  один и тот же изопроцесс (изотерма, изобара, изохора).

Большие трудности у школьников вызывали задачи на теплообмен с учетом изменения агрегатного состояния вещества, на применение уравнения Менделеева-Клайперона (хотя соответствующий теоретический материал усвоен достаточно хорошо), на закон сохранения и превращения энергии в применении к механическим и тепловым процессам.

Неглубокими оказались знания учащихся об основах молекулярно-кинетической теории о механизмах физических явлений работы при расширении газа и изменении его внутренней энергии.

В целом же умения десятиклассников применять знания на практике вызывают особую озабоченность, как в городских, так и в сельских школах. Только 62% учащихся в городских школах смогли применить основное уравнение молекулярно-кинетической теории к решению задач, 53% учащихся решили задачи, где нужно было использовать знания о внутренней энергии, 68% учащихся сумели определить влажность воздуха и т.д.

Вышеизложенные недостатки знания учащихся по молекулярной физике можно объяснить несколькими причинами.

1. Недостаточный уровень умения многих учителей акцентировать главное внимание на усвоение школьниками основных физических понятий и закономерностей молекулярной физики: основного уравнения кинетической теории газов, понятий температуры, внутренней энергии, работы, количества теплоты, первого закона термодинамики, закона Гука. Выявление между ними структурно-логических связей.

2. Отдельные недостатки изложения вопросов молекулярной физики в учебниках и методических пособиях. Исследователями отмечается, что в учебнике не совсем удачно изложены такие важные понятия, как температура, квадратичная скорость молекул, не всегда обосновано введение основных констант (число Авогадро, постоянная Больцмана, универсальная газовая постоянная). Неполно используются возможности раскрытия связи физики с техникой и жизнью (не показано практическое применение сжиженных газов, пути повышения КПД тепловых двигателей), что снижает интерес учащихся к изучению молекулярной физики.

3. Не используются возможности для более экономного расходования учебного времени, которые связаны с дифференцированным подходом к содержанию материала раздела.

4. Отсутствием в последнее время рекомендаций для нормализации учебного процесса. Раньше периодически в методических изданиях публиковались рекомендации изучения курса физики по классам [213, 326].

Анализ письменных работ показал низкий уровень начальной физической подготовки ( $\bar{x} = 2,64 - 2,92$ ), полученной учащимися в школе по молекулярной физике. В отдельных учебных группах студентов I курса ( $\bar{x} = 2,40$ ) не подтверждали школьных положительных оценок до 70% учащихся.

Для исследования влияния нормированных заданий на сформированность знаний учащихся по молекулярной физике предлагались вопросы и задачи, часть которых приведена в приложении 3.4. Более высокие показатели (см. таблицу 5.3.1.) средневзвешенной величины оценок учащихся экспериментальных классов по темам раздела позволяет сделать вывод о лучшем овладении ими по сравнению с учащимися контрольных классов учебным материалом молекулярной физики, о сформированности расчетно-вычислительных умений решать задачи. Характерно, что учащиеся контрольных классов испытывали затруднения при ответе на вопросы молекулярно-кинетической теории, на которые учащиеся экспериментальных классов отвечали лучше.

Результаты качественного анализа состояния расчетно-вычислительных умений решать задачи по молекулярной физике представлены в таблице 5.3.1. Эксперимент проводился в школах в виде итоговой контрольной работы по разделу [167]. Итоги качественного и количественного анализа свидетельствует об эффективности применения обобщенных способов решения задач в целях нормализации учебной нагрузки учащихся. Использование обобщенного способа решения задач дает экономию во времени, которое высвобождает для дополнительных упражнений во время уроков обобщения, повторения и решения задач.

*Влияние нормирования учебного процесса на повышение качества знаний учащихся*

Таблица 5.3.1

Знания и умения учащихся	$\bar{x}$		$\sigma^2$		$\sigma$	
	К	Э	К	Э	К	Э
1. Основные положения МКТ идеального газа и их опытное обоснование	3,19	3,44	0,53	0,48	0,73	0,69
	3,11	3,55	0,47	0,47	0,69	0,69
2. Основы термодинамики	3,16	3,24	0,47	0,44	0,69	0,66
	3,13	3,32	0,46	0,42	0,68	0,65
3. Свойства реальных газов, паров и жидкостей	3,08	3,22	0,33	0,29	0,57	0,54
	3,15	3,35	0,36	0,28	0,60	0,53
4. Свойства твердых тел	3,17	3,34	0,46	0,42	0,68	0,65
	3,15	3,45	0,45	0,39	0,67	0,44
5. Расчетно-вычислительные	-	3,41	-	0,35	-	0,59

Общую картину эффективного влияния нормирования на качество знаний и умений дает таблица 5.3.2., в которой представлены диагностируемые параметры качества знаний (коэффициенты полноты  $K_n$ , системности  $K_c$  и расчетно-вычислительные умения решать задачи  $Y_{p.3}$ ). Вывод о существенности различий в результатах контрольных и экспериментальных классов основан на применении t-критерия, дисперсионного анализа и F-критерия. Так, например, количественный анализ знаний и умений, сформированных у учащихся при изучении темы 2 дал следующие результаты:  $\bar{x}_k = 3,12$ ;  $\bar{x}_э = 3,29$ ;  $m_x = 0,04$ ;  $\sigma_k^2 = 0,30$ ;  $\sigma_э^2 = 0,32$ ;  $m_D = 0,053$ ;  $n = 237 + 264$ ;  $t_{эмп} = 1,69$ ;  $t_{эмп} = 3,41$ ;  $t_{krit} = 1,96$ ;  $t_{эмп} > t_{krit}$ , что свидетельствует о существенности различий в результатах исследуемых совокупностей.

*Влияние НУП на величину диагностируемых параметров качества знаний.*

Таблица 5.3.2

№ п/п	Темы молекулярной физики	Классы	$K_n$	$K_c$	$Y_{p.3}$
1.	Основные положения МКТ идеального газа	К	0,66	0,64	0,64
		Э	0,73	0,72	0,71
2.	Основы термодинамики	К	0,62	0,60	0,62
		Э	0,66	0,63	0,64
3.	Свойства реальных газов, паров и жидкостей	К	0,63	0,62	0,62
		Э	0,70	0,67	0,65
4.	Свойства твердых тел	К	0,69	0,66	0,68
		Э	0,84	0,83	0,84

Поскольку контрольные вопросы и задания экспериментальной системы естественно включались в текущие проверочные работы, то срезов, как отмечалось выше, было много. Для удобства статистической обработки число срезов сгруппированно в 2-х этапах, в соответствии с двумя учебными годами. О положительном влиянии нормирования на повышение уровня знаний учащихся по молекулярной физике свидетельствует данные таблицы 5.3.3.

*Влияние нормирования на уровень знаний учащихся по молекулярной физике*

Таблица 5.3.3

Классы	1 этап			2 этап		
	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\sigma$
Контрольные	3,12	0,44	0,66	3,13	0,43	0,66
Экспериментальные	3,34	0,40	0,63	3,41	0,35	0,59

Доверительные границы средневзвешенных величин оценок составляют в контрольных группах  $3,13 \pm 0,04$ , в экспериментальных  $3,41 \pm 0,04$ . Достоверность их подтверждена t-критерием. По значениям дисперсии (0,43 и 0,35) определен F-критерий (1,23). Табличные значения для  $P=5\%$   $F_{krit} = 1$ .

Отсюда  $F_{emp} > F_{krit}$ , что свидетельствует о наличии существенного различия между экспериментальным и контрольным обучением и о преимуществе экспериментального.

Итак, обработка результатов большого количества письменных контрольных работ позволяет сделать вывод об оптимальном влиянии нормирования на повышение уровня знаний учащихся по молекулярной физике, на овладение расчетно-вычислительными умениями решать задачи.

Целенаправленный педагогический эксперимент на обучающем этапе исследования был организован в 1998/99, 1999/2000 и 2000/2001 учебном годах на II курсе физического факультета Ысыккульского государственного университета им. К.Тыныстанова.

В таблице 5.3.4. приведены данные об экспериментальных и контрольных группах: количество студентов этих групп и средний балл успеваемости студентов по группам, вычисленный на основе результатов констатирующего эксперимента. Как видно из таблицы 5.3.4, экспериментальные и контрольные группы были выбраны таким образом, что средний уровень знаний и умений студентов экспериментальных групп до организации обучающего эксперимента был чуть ниже уровня знаний и умений студентов контрольных групп.

При организации педагогического эксперимента ставилась проблема проверки гипотезы нашего исследования. Для ее проверки нужно было решить следующие задачи:

а) проверить эффективность применения системно-структурного подхода и структурно-логических схем молекулярной физики на уровень знаний студентов.

*Данные о средних баллах успеваемости студентов экспериментальных (Э) и контрольных (К) групп.*

Таблица 5.3.4

Группы студентов	Учебные годы					
	1998/99		1999/2000		2000/2001	
	Кол-во студентов	Средний балл	Кол-во студентов	Средний балл	Кол-во студентов	Средний балл
Ф-21	28	2,3 К	25	2,4 Э	23	2,6 Э
Ф-22	26	2,2 Э	22	2,5 К	22	2,3 Э
Ф-23	25	2,6 К	23	2,6 К	24	3,1 К
ИП-21	30	1,9 Э	22	2,3 Э	25	2,4 Э
ИП-22	27	1,7 К	26	2,1 К	22	2,6 К
ИП-23	24	2,3 Э	24	2,4 Э	18	2,9 Э

б) проверить эффективность применения путей экономного использования учебного времени и рациональной последовательности изложения тем раздела на нормализацию учебной нагрузки студентов.

При организации обучающего эксперимента занятия в экспериментальных группах проводились по той методике, которая включает в себя не отдельные, а все пути нормирования учебного процесса по



молекулярной физике. В экспериментальных группах обучение проводили по методике разработанной нами, а в контрольных группах – по традиционной форме, используя одну и ту же рабочую программу, в которой общее число часов, предусмотренное учебным планом, распределено на отдельные подтемы (см. 5.2 ).

Структура занятий в контрольных и экспериментальных группах отличались друг от друга. В экспериментальных группах занятия строились в соответствии с разработанной нами методикой. При этом на первый план выдвигалось обучение, основанное на дедуктивном подходе с оптимизированной последовательностью изложения вопросов молекулярной физики, разработанные с помощью ЭВМ. Занятия в контрольных группах проводились в соответствии с традиционной методикой и преобладанием индуктивного подхода.

В процессе обучающего эксперимента мы также использовали такие же методы, как наблюдение за учебным процессом, анализ устных ответов студентов, анализ результатов проверки домашних и аудиторных работ и т.д.

Контрольный срез знаний мы организовали в конце сессии в виде проверочной работы (один из вариантов этой работы приведен в приложении 5.3.2).

Первые три задачи типовые в том смысле, что подобные задачи решались и в контрольных и в экспериментальных группах в процессе обучающего эксперимента, а задачи типа четвертой и пятой предварительно не рассматривались. Прежде чем приводить результаты контрольного эксперимента, рассмотрим, как оценивалось решение задач студентами. Так как были выбраны задачи примерно одинаковой сложности, то правильная и до конца решенная любая задача оценивалось в один балл. При неполном решении задачи студент получал ту часть балла, которую мы определили, исходя из объема и сложности выполненной работы. Для определения этой части балла решение задачи мы разбивали на отдельные шаги, которые содержали несколько примерно равносильных действий. Например, если решение какой-либо задачи в целом содержит 10 шагов, а студент правильно выполнил первые четыре, то ему за эту задачу дается  $4 \cdot \frac{1}{10} = 0,4$  балла.

Не так важно, какой способ используется при оценке решения задач студентами, важно, чтобы каждый раз при проверке контрольных работ в экспериментальных и контрольных группах использовался один и тот же подход, иначе говоря, одна и та же шкала оценивания. Результаты обучающего эксперимента приведены в таблице 5.3.5., где  $x_i$  –баллы (количество правильно решенных задач),  $f_i$  - частота ( количество студентов, набравших приведенные в таблице баллы),  $n$  –количество студентов в указанных группах.

Таблица 5.3.5

Баллы $x_i$ Частота $f_i$	Экспериментальные группы				Контрольные группы			
	Ф-21 N=25 $f_i^э$	Ф-22 n-26 $f_i^э$	ИП-23 N=24 $f_i^э$	Всего по эсп. Групп $\sum f_i^э$	Ф-22 N=22 $f_i^к$	Ф-23 N=25 $f_i^к$	ИП-22 N=27 $f_i^к$	Всего по контр. групп. $\sum f_i^к$
0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	3	4	3	10
2	3	4	5	12	5	7	9	21
3	7	9	14	30	9	12	14	35
4	8	10	4	22	4	2	0	6
5	7	3	0	10	1	0	0	1

На основе результатов контрольных работ приведенных в таблице 5.3.5. на рис 5.3.1. построены процентные кривые кумулятивной частоты экспериментальных и контрольных групп.

Средний балл по экспериментальным и контрольным группам будет:

$$\bar{x}_э = \frac{\sum f_i^э x_i^э}{\sum f_i^э} = 3,37, \quad \bar{x}_к = \frac{\sum f_i^к x_i^к}{\sum f_i^к} = 2,55, \quad \text{коэффициент эффективности будет}$$

$$k = \frac{\bar{x}_э}{\bar{x}_к} = 1,33 > 1.$$

Кривые кумулятивной частоты (см. рис. 5.3.1.) показывают, что уровень знаний студентов по молекулярной физике в экспериментальных группах выше, чем в контрольных группах.

Частота баллы	Экспериментальн ые группы			Контрольные группы			Шкала процентная				
	$f_i$	$f_i^э$	$f_i^э \%$	$f_i$	$f_i^к$	$f_i^к \%$	20	40	60	80	100
0	0	0	0	1	1	1					
1	1	1	1	10	11	14					
2	12	13	17	21	32	42					
3	30	43	56	35	67	85					
4	22	65	84	6	73	99					
5	10	75	100	1	74	100					

Рис. 5.3.1. Процентные кривые кумулятивной частоты для экспериментальных (Э) и контрольных (К) групп по результатам контрольной работы за 1999/2000 уч. год.

Вышеописанным методом педагогический эксперимент проводился в 1997/98 учебном году. Результаты последнего этапа обучающего эксперимента приведены в таблице 5.3.6.

Таблица 5.3.6.

Показатели	Экспериментальные группы				Контрольные группы	
	Ф-21	Ф-22	ИП-21	ИП-23	Ф-23	ИП-22
Количество студентов	23	22	25	18	24	22
Средний балл по группам	3,75	3,64	3,46	3,12	3,10	2,20

Средний балл по экспериментальным группам составил

$$\bar{x}_э = \frac{\sum f_i^э x_i^э}{\sum f_i^э} = \frac{287,29}{88} = 3,50$$

Средний балл по контрольным группам составил

$$\bar{x}_к = \frac{\sum f_i^к x_i^к}{\sum f_i^к} = \frac{112,2}{46} = 2,67$$

$$\text{Коэффициент эффективности } \kappa = \frac{3,50}{2,67} = 1,3 > 1.$$

Таким образом, на обучающем этапе исследования в ходе педагогического эксперимента был установлен факт положительного влияния предлагаемой нами методики на повышение уровня знаний студентов и нормализацию учебной нагрузки по курсу молекулярной физики.

На завершающем этапе нашего исследования одновременно педагогический эксперимент проводился на кафедрах общей физики Ысыккульского государственного университета им. К.Тыныстанова и Кыргызского государственного национального университета (5 преподавателей и свыше 300 студентов). В результате этого этапа педагогического эксперимента подтвердилось. Что предлагаемая методика нормирования учебного процесса эффективно влияет на формирование у студентов глубоких знаний по молекулярной физике и термодинамике.

### Выводы по пятой главе

Одним из главных требований, принятых нами к нормированию учебного процесса, является активное использование теоретической концепции цикличности построения и изучения физического материала. Доказано, что этому способствует изучение молекулярной физики с привлечением таких методов познания, как принцип историзма; выявление причинно-следственных связей в процессе наблюдения, разработки планов решения количественных

экспериментальных задач, заданий и мысленных экспериментов; метод анализа размерностей, моделирование, статистические методы, методы графов.

Показано, что для успешного овладения школьниками методами познания и пользования ими как инструментом получения новых знаний, необходимо регулярно проводить аналогию между циклом научного познания и работой над учебной физической задачей.

Пути нормирования процесса обучения молекулярной физике представлены на примере урока, посвященного формированию абстрактной модели - модели идеального газа и урока, посвященного выводу следствий из молекулярно-кинетической теории - частных газовых законов.

Целенаправленная работа учителя по нормализации учебной нагрузки учащихся завершается в конце изучения тепловых явлений уроком обобщения и систематизации знаний с использованием первого закона термодинамики для изопроцессов.

Доказано, что применение сетевых методов планирования и управления с использованием методов граф и матриц позволяет нормировать учебный процесс в следующих аспектах:

- оптимизировать отбор и рациональную последовательность изучения материала на основе отобранных критериев;
- нормировать объем и положение тем раздела “ Молекулярная физика” в учебной программе;
- оптимизировать контроль усвоения и нормализовать учебную нагрузку обучаемых.

Разработана система заданий по молекулярной физике для студентов, соответствующая структуре физической теории и нормированному бюджету учебного времени, нацеленных на усвоение обобщенных подходов к организации деятельности учащихся.

Экспериментально проверена эффективность разработанной методики изложения молекулярной физики с упором на формирование деятельности студентов по систематизации и обобщению знаний учащихся, нормализации их учебной нагрузки. Доказана эффективность деятельности студентов по перенесению знаний курса общей физики на школьный уровень на основе нормирования изучения раздела с глубоким анализом учебного материала и сопоставления собственных знаний в школьном и вузовском обучении.

Выявлен качественный показатель производительности труда студентов, в основе которого лежат статистические данные по затратам времени на самостоятельную работу. Данные хронометража бюджета времени студентов экспериментальных и контрольных групп, математическая обработка их результатов с достаточной степенью достоверности показали эффективность влияния нормирования на снижение затрат времени студентам экспериментальных групп.

Экспериментально установлено, что наиболее эффективным средством формирования практических умений решать физические задачи является метод выявления уровня сложности задачи на основе графовой модели. Данная методика способствует не только приобретению умений решать сравнительно трудные задачи ( третьего и четвертого уровня сложности), но и формированию ряда сложных физических понятий, например, таких как, температура, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул, распределение молекул по скоростям и энергиям; объяснению явлений, свойств физических объектов (поверхностных явлений, капиллярности, упругости, предела прочности и др.).

Доказано эффективное влияние нормирования процесса обучения молекулярной физике на успеваемость учащихся, на такие качества знаний, как полнота, глубина и системность знаний, на существенное повышение уровня знаний по разделу, на сформированность умений учащихся решать задачи. Существенность различия между результатами экспериментального и традиционного обучения доказана с помощью различных критериев достоверности.

В исследовании решена задача совершенствования профессионально-методической подготовки будущих учителей физики к деятельности по формированию у учащихся умений нормализовать учебную нагрузку как на уроке, так и при выполнении домашних заданий. Проведено экспериментальное обучение студентов по разработанной автором методике нормирования учебного процесса, апробированной в Ысыккульском государственном университете им. К.Тыныстанова и Кыргызском национальном университете им. Ж.Баласагына.

## З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Реформа школьного и вузовского образования требует обеспечения высокого качества общеобразовательной и профессионально-направленной подготовки учителя физики посредством внедрения новых современных подходов в обучении учебным предметам, как является нормирование учебного процесса.

Объективная сложность проблемы нормирования процесса обучения объясняется во многом ее многоаспектностью. Многообразие различных факторов, влияющих на нормирование - содержание обучения, особенности ее реализации в учебниках, методическая подготовка учителя и система его работы, нормализация учебного труда студентов и школьников, рациональное использование бюджета учебного времени и ряд других - определяет многоплановость возникающих подходов к поискам путей нормирования учебного процесса по физике.

1. Изучение процесса преподавания физики в средней общеобразовательной школе, подготовки учителей физики, анализ учебных планов и учебных программ по молекулярной физике, анализ диссертационных исследований и опубликованных работ, посвященных нормированию процесса обучения показал, что одним из направлений решения проблемы нормализации нагрузки обучаемых и совершенствования подготовки специалистов, является разработка научно-педагогических основ нормирования учебного процесса. Однако целостная система нормирования по физике в средней и высшей школе отсутствует.

2. Анализ психолого-педагогической литературы по проблеме оптимизации и нормирования процесса обучения позволил теоретически обосновать систему нормирования учебного процесса по физике на примере раздела “Молекулярная физика” в средней и высшей школе. При этом были учтены общие методические положения современной теории систем, дающей возможности поиска тех параметров системы нормирования, которые призваны осуществлять преобразовательные функции по отношению к школьной и вузовской практике.

3. Выполненное нами исследование имеет теоретико-экспериментальный характер. Оно позволило решать новую научную задачу по разработке теории и методики нормирования учебного процесса по молекулярной физике, сформулировать концепцию нормирования, разработать модель курса молекулярной физики и методической системы ее обучения. Разработанная теоретическая модель нормирования учебного процесса обеспечивает раскрытие и реализацию его сущности, многоаспектности, дидактической многозначности, многоуровневости этого феномена, а также существенных оснований, закономерностей и принципов при обучении молекулярной физике.

4. Разработанная методика нормирования учебного процесса, включающая системно-структурный подход к анализу содержания учебного материала, методы исследования бюджета учебного времени, нормализацию учебной нагрузки обучаемых, обобщенных приемов решения задач направлены на успешную реализацию системы нормирования учебного процесса.

Установленные закономерности нормирования способствуют решению как теоретических, так и практических, как программно-целевых, так и результативно-оценочных задач методики обучения молекулярной физике в средней и высшей школе.

5. Исходя из системно - структурного и логико-генетического анализа содержания молекулярной физики разработаны требования к нормированию учебного материала исходя из принципа цикла научного познания, а также определено место применения методов граф, матриц и сетевого планирования с последующей обработкой полученных данных на ЭВМ.

6. Выделенные нами цели, ведущие идеи курса молекулярной физики, содержание и ее структура успешно реализуют задачи физического и профессионально-направленного образования. На основе сформулированных требований в ходе анализа бюджета учебного времени определено содержание молекулярной физики для средней школы и вуза. Разработана программа для специальности “ Учитель физики и астрономии”.

7. Определены содержание и методы проведения некоторых уроков объяснения нового материала и решения задач с точки зрения нормирования учебного процесса. Разработаны требования к задачам по молекулярной физике для средней школы как средству нормализации учебной нагрузки учащихся. В соответствии с ними разработаны рекомендации по нормированию процесса обучения. Показаны специфика методики проведения отдельных видов занятий, которые направлены на нормализацию учебной деятельности обучаемых.

8. Проведенный педагогический эксперимент показал целесообразность и эффективность предлагаемой методики. При этом было доказано, что преподавание молекулярной физики в средней школе и ВУЗе с учетом принципа нормирования учебного процесса способствует повышению уровня знаний школьников, формированию профессиональной направленности и качеств будущего учителя физики. Решающим критерием эффективности предлагаемой методики также следует считать, что предложенная методика нормирования процесса обучения влияет на уровень знаний школьников и студентов.

9. Несмотря на то, что исследование процесса нормирования и нормализации учебной нагрузки проводилось на примере только одного из разделов курса физики “ Молекулярная физика”, представляется целесообразным рекомендовать разработанную методику при преподавании других разделов курса физики.

10. Однако, в данном исследовании затронуты далеко не все проблемы теории и методики нормирования учебного процесса. Главная цель состояла в том, чтобы выявить наиболее актуальные проблемы теории и методики нормирования содержания образования, бюджета учебного времени, решения задач, затем на основе их решать проблему методики обучения молекулярной физики в средней и высшей школе. Сделана попытка показать реализацию главной цели в действии на практике, для чего разработана методическая система нормирования процесса обучения. Для раскрытия методической системы нормирования сформулированы цели и функции нормализации содержания учебного материала, учебной нагрузки обучаемых, ее основания,

этапы, разработаны подходы, принципы, способы, нормированные задания, а также разработана комплексная методика оценки результатов обучения. Поскольку теоретические основы должны обязательно воплощаться в методических системах, то показаны дидактические возможности нормирования учебного процесса посредством использования как более общих, так и частичных моделей (структуру и функционирования нормализации, методического обеспечения нормированной системы обучения молекулярной физике в средней школе и вузе).

11. Проведенный анализ результатов исследования приводит к выводу о том, что в дальнейшем есть смысл более глубоко разработать отдельные аспекты методики нормирования учебного процесса (содержательно - информационный, операционно-деятельностный, ценностно-ориентационный и др.). Значимость дальнейших исследований по нормированию процесса обучения в теоретическом отношении состоит в более полном и глубоком раскрытии и понимании сущности нормирования, состава и структуры нормализации. Практическая ценность их будет состоять в устранении разнобоя, эмпиризма, повышении теоретического уровня, комплексности и системности методических решений по нормированию.

12. Диапазон задач для дальнейшего научного поиска обширен, реализация их будет направлена на совершенствование теории и практики нормирования учебного процесса в обучении не только физике, но и других учебных дисциплин. Изучение накопленного знания о нормировании процесса обучения, его развитие в последующих исследованиях и использование в практике обучения и воспитания - одно из важнейших средств и условий оптимизации физической, а следовательно, и профессиональной подготовки учителей физики.

Сделанные нами выводы определяют научное значение данного диссертационного исследования. Проведенная работа позволила выявить возможности для разработки научно-педагогических основ нормирования учебного процесса, которые базируются на:

- системном подходе к изучению сложных явлений и процессов, признанном в современной научной методологии;
- принципах дидактики и деятельностном подходе к обучению, принятым в современной педагогической науке;
- общих теоретических положениях о нормировании содержания учебного материала и нормализации учебной нагрузки обучаемых, разработанных в трудах выдающихся ученых - педагогов, что позволяет считать их теоретически обоснованными и достоверными, учитывая то, что они подтверждены массовым педагогическим экспериментом.



## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Абылкасымова А.Е. Формирование познавательной самостоятельности студентов-математиков в системе методической подготовки в университете: Дис. ...д-ра пед. наук. - Алматы, 1995.
2. Азгальдов Г.Г., Азгальдова Л.А. Количественные оценки качества (квалиметрия): Библиография. - М., Изд-во стандартов, 1971.- 176 с.
3. Акинфиева Н.В. Квалиметрический инструментарий педагогических исследований. -Педагогика, 1998. - № 4. -с. 30-35.
4. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. - Пер. с англ. Г.Б. Рубальского / Под ред. И.А. Ушакова. - М.: Мир,1974.-271 с.
5. Алексеев Н.Г., Юдин Э.Г. Исследование творчества в науке и обучение творчеству в школе. - Научное творчество / Под.ред. С.М. Микулинского, М.Г. Ярошевского. - М., 1969.
6. Аманалиев Ж. Пути развития и перестройки школьного образования в Киргизии. - Фрунзе: Мектеп, 1990.- 232 с.
7. Амонашвили Ш.А. Личностно-гуманная основа педагогического процесса. - Минск: Университетское, 1990.- 560 с.
8. Айылчиева Д.А. Педагогические исследования в условиях Кыргызстана: теория и практика. – Бишкек, 1998, 134 с.
9. Ананьев Б.Г. Избранные психологические труды: В 2-х т./ Под ред. А.А. Бодалева и др. - М.: Педагогика, 1980.- Т.1. - 230 с.
- 10.Алферов Ю.С.Нормирование нагрузки учителей в развитых странах // Педагогика, 2000,. №4, с. 77-81.
- 11.Архангельский Н.Е., Валуев С.А., Половников В.А., Черногорский А.М. Экспертные оценки и методология их исследования. -1974.
- 12.Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе его закономерные основы и методы. –М.: Высшая школа,1980.-368стр.
- 13.Астахов А.В. Курс физики \ Под общ. ред. Ю.М. Широкова. - М.: Наука,1977.- Т.1.Механика.Кинетическая теория материи. - 384 с.
- 14.Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротерс Э. Введение в математическую теорию обучения. - М.: Мир, 1969.- 486 с.
- 15.Афанасьев В.Г. Общество: системность, познание и управление. - М.: Наука, 1981.- 432 с.
- 16.Бабаев Д. Дидактические основы профессионального становления учителя физики в процессе непрерывного образования: Дис. ...д-ра пед. наук. - Бишкек: КИО, 1994.
- 17.Бабанский Ю.К. Дидактические проблемы совершенствования учебных комплексов. - Проблемы школьного учебника. - Вып.8. - М.: Просвещение, 1980. - С. 17-33.
- 18.Бабанский Ю.К. Избранные педагогические труды. - М.: Педагогика, 1989.- 558 с.
- 19.Бабанский Ю.К. Интенсификация процесса обучения. - М.: Знание, 1987. - 80 с.
- 20.Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения (аспект предупреждения неуспеваемости школьников): Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - М., 1973.

21. Базаров И.П. Термодинамика. -4-е изд. -М.: Высшая школа,1991.- 375 с.
22. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Просвещение, 1983.- 432 с.
23. Батурина Г.И. Изучение в средней школе основных идей и понятий статистической физики: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - М., 1967.
24. Батурина Г.И. Проверка качеств знаний учащихся. - Качество знаний учащихся и пути его совершенствования / Под ред. М.Н. Скаткина, В.В. Краевского. - М.: Педагогика, 1978.- С. 90-161.
25. Бершадский М.Е., Гузеев В.В. Дидактические и психологические основания образовательной технологии. – М., 2003, 167с.
26. Бокарева Г., Подрейко А. Использование математических моделей в изучении педагогических процессов.// Вестник высшей школы – Alma-mater, 2002, №7, с.18-21.
27. Бекбоев И.Б., Сейтешев А.П. Теоретико-методологические основы трудового воспитания учащихся. - Бишкек: Мектеп, 1992. - 105 с.
28. Безрукова В.С. Педагогика. Проективная педагогика. - Екатеринбург: Деловая книга, 1996. - 342 с.
29. Болотовский Б. Эйнштейн и современная картина мира//Наука и жизнь, № 4, 2006, с. 96-105.
30. Бергер Н.М. Развитие статистических представлений в молекулярной физике. - Физика в школе. - 1993. - № 5. - С. 38-42.
31. Бермант М.А., Семенов Л.К., Сулицкий В.Н. Математические модели и планирование образования. - М.: Наука, 1972.- 112 с.
32. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. -М.: Педагогика.1989.- 190 с.
33. Беспалько В.П. Теория учебника: Дидактический аспект. - М.: Педагогика, 1988. - 160 с.
34. Бетев В.А. Структурно-логические схемы при решении задач. - Физика в школе. - 1992.- № 5-6. - С. 27-32.
35. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. - М.: Наука, 1980.- 263 с.
36. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. - М.: Наука, 1973. - 270 с.
37. Блинов В.М. Эффективность обучения (Методологический анализ определения этой категории в дидактике). - М.: Педагогика, 1976. - 192 с.
38. Бодалев А.А. Психология о личности. - М.: МГУ, 1988. - 187 с.
39. Бутырский Г.А., Сауров Ю.А. Сравнительный анализ аппарата организации усвоения учебных книг по физике для IX класса / Проблемы школьного учебника. - Вып. 17. - М.: Просвещение, 1987. - С. 210-223.
40. Буховцев Б.Б., Климонтович Ю.Л., Мякишев Г.Я. Физика: Учебник для 10 класса средней школы. - М.: Просвещение, 1994.- 319 с.
41. Бушок Г.Ф. Научно-методические основы преподавания общей физики в педвузах: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - Винница, 1981.

42. Бюджет времени преподавателей и студентов, его социальная обусловленность. - Каунас: Каунасский политехн. ин-т, 1975.
43. Василевский А.С., Мултановский В.В. Статистическая физика и термодинамика. - М.: Просвещение, 1985. - 255 с.
44. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1969. - 576 с.
45. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: Контекстный подход. - М.: Высшая школа, 1991. - 207 с.
46. Верхола А.П. Оптимизация процесса обучения в вузе. - Киев, 1979. - 176 с.
47. Вивюрский В.Я. Один из путей нормализации учебной нагрузки школьников. - Советская педагогика, 1980. - №10. - С. 50-52.
48. Волков И.П. Учим творчеству. - Изд-е 2-е с испр. и доп. - М.: Педагогика, 1988. - 94 с.
49. Воловик П.Н. Проблемы применения методов теории вероятностей и математической статистики в педагогической теории и практике: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - Киев, 1977.
50. Володарский В.Е. Повышение педагогического качества задач. - Физика в школе. - 1983. - № 2. - С. 45-47.
51. Володарский В.Е. Развитие мышления учащихся в работе с физическими задачами (научно-методическое издание для учителей, студентов, учащихся). - Барнаул-Новокузнецк: Алт. гос. ун-т. - 1996. - 268 с.
52. Воробьев Г.В. Некоторые статистические характеристики учебного процесса. - Советская педагогика. - 1976. - № 3.
53. Вудсон У., Коновер Д. Справочник по инженерной психологии. - М.: Мир, 1968. - 518 с.
54. Вульфов Б.З., Иванов В.Д. Основы педагогики в лекциях, ситуациях, первоисточниках: Уч. пособие. - М., 1997. - 248 с.
55. Выготский Л.С. Педагогическая психология/ Под ред. В.В. Давыдова. - М.: Педагогика. - 1991, 504 с.
56. Гаек Я., Ширак З. Теория ранговых критериев. - М.: Наука, 1978. - 375 с.
57. Глушков В.М. О прогнозировании на основе экспертных оценок. - В кн.: Науковедение, прогнозирование, информатика. - Киев.: Наукова думка, 1970. - с. 109-126.
58. Гальперин П.Я. Введение в психологию. - М.: МГУ, 1976.
59. Галицкий А. Г. Совершенствование методики формирования умений и навыков учащихся по научной организации труда в процессе обучения физике: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - Киев, 1992.
60. Гебель В.А., Усанов В.В. Тепловые явления. В кн.: Методика обучения физике в школах СССР и ГДР / Под ред. В.Г. Зубова, В.Г. Разумовского, М. Вюншмана, К. Либерса. - Совм. изд-е АПН СССР, АПН ГДР. - М.- Берлин, 1978. - с. 45-62.
61. Гершунский Б.С. Педагогическая прогностика: Методология, теория, практика. - Киев, 1986. - 197 с.
62. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века (в поисках практико-ориентированных образовательных концепций). - М.: Совершенство, 1998. - 608 с.

63. Гершунский Б.С., Березовский В.М. Методологические проблемы стандартизации в образовании. - Педагогика.-1993.- № 1. - С. 27-32.
64. Глазунов А.Т. Некоторые вопросы организации и оценки исследований по методике преподавания физики. - Физика в школе. - 1983. - № 2. - С. 44-45.
65. Глазунов А.Т. Техника в курсе физики средней школы. - М.: Просвещение, 1977. - 159 с.
66. Гласс Дж., Стенли Дж. Статические методы в педагогике и психологии \ Общ. ред. Ю.П. Адлера. - Пер. с англ. Л.И. Хайрусовой. -М.: Прогресс, 1976.- 495 с.
67. Голенко Д.И. Статистические методы сетевого планирования и управления. - М.: Наука, 1968. - 400 с.
68. Годионенко В. Н. Вопросы рационализации бюджета времени научно-педагогических кадров высшей школы: Автореф. дис. ...канд. экон. наук. – Л., 1979. - 20 с.
69. Голин Г.М. Вопросы методологии в курсе физики средней школы: Кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1987.- 127 с.
70. Голин Г.М. Образовательные и воспитательные функции методологии научного познания в школьном курсе физики: Дис. ...д-ра пед. наук. - Коломна, 1986.
71. Гачев Г. Гуманитарный комментарий // Высшее образование в России, 2001, №4, с. 45-67.
72. Гребенев И.В. Методическая подготовка студентов университетов. - Педагогика. - 1996. - № 1. - С. 34-40.
73. Григорьев С.И., Миронов В.Л. Проблемы университетского педагогического образования. - Педагогика. - 1994. - № 4. - С. 68-71.
74. Громыко Ю., Давыдов В., Зинченко В., Никандров Н., Поляков Н., Шадриков В. Изменения в содержании и оценке качества образования и образовательных технологий. - Alma mater (Вестник высшей школы), 1998. - № 3. - С 17-21.
75. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. - М.: Педагогика, 1996.- 260 с.
76. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Милковская Л.Б. Курс физики - изд.4-е. - М.: Высшая школа. -Т.1. Механика. Основы молекулярной физики и термодинамики. -1973.- 384 с.
77. Давыдов В.П., Рахимов О.Х.-А. Теоретические и методические основы моделирования процесса профессиональной подготовки специалиста// Инновации в образовании, № 2, 2002, с. 44-49.
78. Джораев М. Методологические и дидактические основы формирования вероятностно-статических идей и понятий ( на примере обучения физике в высшей и средней школе): Дис. ...д-ра пед. наук. - Ташкент, 1993.
79. Дахин А.Н. Педагогическое моделирование: Сущность, эффективность и... неопределенность// Педагогика, № 4, 2003, с. 39-45.
80. Дидактика средней школы / Под ред. М.Н. Скаткина. 2-е изд. - М.: Педагогика, 1982. - 319 с.

81. Днепров Э.Д. Современная школьная реформа в России. - М.: Наука, 1998. - 464 с.
82. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники. -2-е изд. -М.: Наука, 1977.- 209 с.
83. Дьяченко В.К. Современная дидактика. Теория и практика обучения в общеобразовательной школе. - Новокузнецк: ИПК.- Ч.1. - 261 с., Ч.2, 1996.- 334 с.
84. Дьяченко В.К. Сотрудничество в обучении. О коллективном способе учебной работы: Книга для учителя. - М.: Просвещение, 1991.- 191 с.
85. Ефремова Н.Ф., Звонников В.И., Челышкова М.Б. Педагогические измерения в системе образования// Педагогика, № 2, 2006, с. 14-22.
86. Ефименко В.Ф. Физическая картина мира и мировоззрение. - Владивосток: Дальневост. ун-т, 1997.- 158 с.
87. Загвязинский В.И. Теория обучения: Современная интерпретация. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2004, 192 с.
88. Зайцев В.Н. Тенденции в распределении времени и форм работы на современном уроке. - Физика в школе. - 1980. - № 4. - С. 29-30.
89. Занков Л.В. Избранные педагогические труды. - М.: Новая шк., 1996. - 432 с.
90. Зверев И.Д., Максимова В.Н. Межпредметные связи в современной школе. - М.: Педагогика, 1981. - 160 с.
91. Звонников В.И., Найденова Н.Н., Никифоров С.В. и др. Шкалирование и выравнивание результатов педагогических измерений. – М., 2003, 182 с.
92. Зинченко В.П., Смирнов С.Д. Методологические вопросы психологии. - М.: МГУ, 1983.- 164 с.
93. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. - Т.1. Механика, молекулярная физика, колебания и волны. -М.: Наука, 1974.- 336 с.
94. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. - М.: Педагогика, 1978.- 137 с.
95. Иванов С.В. Теория и практика урока: Дис. ...д-ра пед. наук. - М., 1951.
96. Ивин А.А. Логика норм. -М.: Наука, 1973.- 184 с.
97. Изучение физики в школах и классах с углубленным изучением предмета: Методические рекомендации для учителей (О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Н.И. Шефер и др.) - М.: РИПКРО. - Ч.1, Ч. 2. - 1991.
98. Ильин Е.Н. Путь к ученику: Кн. для учителя: Из опыта работы. - М.: Просвещение, 1988.- 221 с.
99. Ильина Т.А. Педагогика: Курс лекций. Учеб. пособие для пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1984.- 496 с.
100. Ильина Т.А. Структурно-системный подход к организации обучения. - Вып. 1. - М.: Знание, 1972.- 78 с.
101. Исследования по логике научного познания / Материалы международного симпозиума / Отв. ред. Горский Д.П. - М.: Наука, 1990. - 206 с.
102. Ительсон Л.Б. Математические и кибернетические методы в педагогике. - М.: Просвещение, 1964.- 248 с.
103. Кабардин О.Ф. Из опыта преподавания в 1X классе раздела “Молекулярная физика”. - Физика в школе. - 1975. - № 5.- С.52-54.

104. Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. Опыт использования нового методического пути изучения молекулярной физики. - Физика в школе. - 1979. - № 5. - С. 52-54.
105. Кейран Л.Ф. Структура методики обучения как науки. - М.: Педагогика, 1979.- 168 с.
106. Калмыкова З.И. Продуктивное мышление как основа обучаемости. - М.: Педагогика, 1981.- 200 с.
107. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе: Кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1987. - 335 с.
108. Кантор И. М. Понятийно-терминологическая система педагогики. - М.: Педагогика, 1980.- 158 с.
109. Карашев Т.К., Карашева Т.Т. Жалпы физика курсу: Молекулалык физика. - Бишкек: КМУУ. - 1996.
110. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. 2-е изд. - М.: Наука, 1967.- 436 с.
111. Кемпфер О. Путь в современную физику. -М.: Мир, 1972.- 375 с.
112. Кендэл М.Дж. Ранговые корреляции. -М.: Мир, 1975.- 214 с.
113. Кикоин А.К., Кикоин И.К., Шамаш С.Я., Эвенчик Э.Е. Физика: Пробный учебник для 9 класса средней школы. - М.: Просвещение, 1984.- 238 с.
114. Кикоин И.К. Некоторые вопросы методики изложения молекулярной физики в IX классе. - Физика в школе. - 1980. - № 5. - С. 31-37.
115. Кирсанов А.А. Педагогические основы индивидуализации учебной деятельности учащихся: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - Л., 1983.
116. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки. - М.,1975.- 64 с.
117. Кобушкин В.К. Методика решения задач по физике. - Л.: ЛГУ, 1970. - 247 с.
118. Коган Л.М. Учись решать задачи по физике. - М.: Высшая школа, 1993.- 328 с.
119. Коган М.С. Система и структура. - Системные исследования: Методологические проблемы. - М., 1983. – 194 с.
120. Колесников Л.Ф. и др. Эффективность образования / Л.Ф. Колесников, В.Н. Турченко, Л.Г. Борисова. - М.: Педагогика, 1991.- 269 с.
121. Колмогоров А.Н. Математика – наука и профессия / Сост. Г.А.Гальперин.- М.:Наука,1988. –288стр.
122. Конюшенко В.И. Нормирование учебной деятельности младших школьников: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - Киев, 1973.
123. Коротяев Б.И. К проблеме преобразования науки в учебный предмет. - Сб.: Вопросы повышения эффективности теоретических исследований в педагогической науке. - Ч. 1. - М., 1976.
124. Коротяев Б.И. Учение - процесс творческий. - М.: Просвещение, 1980.- 120 с.
125. Кофман А., Дебазей Г. Сетевые методы планирования и их применение. Пер. с франц. - М.: Прогресс, 1968.- 181 с.
126. Краевский В.В. Методология педагогического исследования. -Самара. 1994.- 183 с.

127. Краевский В.В. Общие основы педагогики. – М., 2003, 270 с.
128. Краевский В.В. Содержание образования – бег на месте // Педагогика, 2000, №7, с. 3-10.
129. Краткий психологический словарь / Сост. Л.А Карпенко и др. Под общ. ред. А.В. Петровского. М.Г. Ярошевкого. - М.: Педагогика, 1986. - 430 с.
130. Кропотов Д.П. Бюджет времени учителя. - М.: Новая Москва, 1926.
131. Круг Г.К., Дьякова Н.Д., Сумароков А.В. Метод “Ранкор” - для оценки качества усвоения. - Вестник высшей школы, 1969. - № 5. - С. 81-85.
132. Кидибаев М.М., Шаршеев К.Ш. Физиканын жалпы курсу: Молекулалык физика. –Т.2. – Б., 2002, 236 с.
133. Кудайкулов М.А. Дидактические проблемы формирования основ профессионально-методических умений у будущего учителя ( на материалах системы частно-методических дисциплин и педагогической практики): Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. -Киев, 1977.
134. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. -М.: Просвещение, 1974.
135. Куприянов М., Околелов А. Дидактический инструментарий новых образовательных технологий// Высшее образование в России, № 1, 2001, с. 124-126.
136. Курс общей физики: Молекулярная физика \ Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н., Эткин В.С. -М.: Просвещение, 1982.- 207 с.
137. Курындина К.Н. Формирование статистических представлений у учащихся в условиях взаимодействия школьных предметов: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - М., 1980.
138. Кыверялг А.А. Методы исследования в профессиональной педагогике. - Таллин.: Валгус, 1980.- 334 с.
139. Ландау Л.Д., Ахиезер Н.И., Лившиц Е.М. Курс общей физики: Механика и молекулярная физика. -М.:Наука, 1969.- 399 с.
140. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Теоретическая физика. - Т.5: Статистическая физика. М.: Наука, 1976.- 584 с.
141. Лебедева В.П., Орлов В.А., Панов В.И. Психодидактические аспекты развивающего образования. - Педагогика. - 1996.- №6. - С. 25-30.
142. Левитес Д.Г. Практика обучения: современные образовательные технологии \ Моск. психолого-социальн. инс-т. - Москва-Воронеж: НПО “МОДЭК”, 1998.- 244 с.
143. Левитов Н.Д. Психология труда. - М.: 1963.- 328 с.
144. Леднев В.С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. - Изд. 2-е, перераб. - М.: Высшая школа, 1991.- 223 с.
145. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. 4-е изд. - М.:МГУ, 1981. - 584 с.
146. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. - М.: Педагогика, 1981.- 185 с.
147. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации для вузов. - М.: Изд-во МАИ, 1998. – 248 с.
148. Лихачев Б.Т. Реформаторство в российском образовании: проекты и результаты. - Педагогика. - 1997. - № 6. - С. 18-24.

149. Ломов Б.Ф. Вопросы общей, педагогической и инженерной психологии. - М.: Педагогика, 1991.- 295 с.
150. Лук А.Н. Память и кибернетика. - М., 1966.- 135 с.
151. Лук А.Н. Психология творчества. - М., 1978. - 127 с.
152. Лурия А.Р. Об историческом развитии познавательных процессов: Экперим.-психол. исследование. - М.: Наука, 1974.- 172 с.
153. Лысенкова С.Н. Методом опережающего обучения: Кн. для учителя: Из опыта работы. - М.: Просвещение, 1988. - 192 с.
154. Лихачев Б.Т. Педагогика: Курс лекций: Учеб. пос. для студ. пед. учеб. зав. и слуш. ИПК и ФПК. – М., 2001, 376 с.
155. Мааткеримов Н.О. О методологических основаниях нормирования учебного процесса по физике/ Сб. докл. Междунар. науч.-практич. конф-ии «Проблемы взаимосвязи эмпирических и теоретических методов познания в учебном процессе по физике». – М.: Моск. гос. обл. ун-т, 2005, с. 44-49.
156. Мааткеримов Н.О. Бюджет учебного времени при изучении молекулярной физики в IX классе. – Сб.: Исследования по методике преподавания физики/ Под ред. В.Г. Разумовского, А.А. Пинского. – М.: НИИ СиМО АПН СССР, 1978, с. 88-93.
157. Мааткеримов Н.О. К вопросу исследования проблемы нормирования учебного процесса по физике. - Современные аспекты педагогической технологии / Под ред. Р.Ж. Жакеевой, Б.К. Келдибаева, С.К. Калдыбаева. - Каракол: ИГУ им. К. Тыныстанова. - 1996. - С. 49-54.
158. Мааткеримов Н.О. Нормирование бюджета времени студентов - основа научной организации учебного процесса. - Сб.: Совершенствование процесса обучения физике и подготовки учителей в свете реформы школы / Под ред. Э. Мамбетакунова. - Фрунзе: КГУ, 1987. - С. 79-85.
159. Мааткеримов Н.О. Нормирование учебного материала по физике. - Новые исследования по методике преподавания физики в средней школе (Сборник научных трудов) / Под ред. В.В. Усанова. - М.: НИИ СиМО АПН СССР, 1977. - С. 5-14.
160. Мааткеримов Н.О. Нормирование учебного процесса по физике в условиях современной технологии обучения. - Сб.: Проблемы и перспективы развития педагогического образования в современных условиях. - Том III. - Бишкек: КГПУ им. И. Арабаева, 1997. - С. 75-81.
161. Мааткеримов Н.О. О технологии нормирования учебного процесса по молекулярной физике// Вестник КНУ им. Ж.Баласагына. – Сер. 6. – Наука и инновационные образовательные технологии в вузе. – Вып. 5. – 2006, с. 440-444.
162. Мааткеримов Н.О. Психолого-педагогические аспекты нормирования учебного процесса по физике. -В сб.: Традиции и новации в культуре университетского образования. -Ч.II. -Бишкек: Кырг.техн.ун-т им. И. Раззакова, 1998.- С.143-151.
163. Мааткеримов Н.О. Методические основы нормирования процесса обучения физике// Преподавание физики в высшей школе. – М.: МПГУ, № 30, 2005, с. 28-32.



- 164.Мааткеримов Н.О. Теоретические основы нормирования учебного процесса по молекулярной физике / Под ред. Э.Мамбетакунова. – Каракол: Педагогика, 2002, 210 с.
- 165.Мааткеримов Н.О., Мамбетакунов Э. О некоторых проблемах реализации научного мышления. – Сб.: Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию образования ИГУ им. К.Тыныстанова. – ч. III. Каракол, 2001, с.47-52.
166. Мааткеримов Н.О., Андосова М.К. Молекулалык физика боюнча усулдук сунуштар. – Каракол: К. Тыныстанов ат. ЫМУ, 2001, 50 б.
- 167.Мааткеримов Н.О., Андосова М.К. Использование методов познания при выполнении учащимися учебных заданий по молекулярной физике. - В сб.: Современные технологии образования в высшей школе. - Бишкек: КГНУ, 1999. - С.143-149.
- 168.Мааткеримов Н.О., Деревянкина О.А. Об использовании сетевого планирования для нормирования изучения курса молекулярной физики. – Вестник ИГУ им К. Тыныстанова, 1999, №1, с. 115-121.
- 169.Мааткеримов Н.О., Калдыбаев К.А. Методическое руководство по применению рейтинговой системы оценки знаний студентов. - Деп. в Кырг. РНТБ 15. XI. 1995 г., № 816.
- 170.Макаренко А.С. О воспитании / Сост. В.С. Хелемендик. - М.: Политиздат, 1988. - 256 с.
- 171.Малофеев Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе. -2-е изд., дораб. -М.: Просвещение, 1993.
- 172.Мамбетакунов Э.М. Дидактические функции реализации межпредметных связей в процессе формирования у школьников естественно-научных понятий: Дис. ...д-ра пед. наук. - Ташкент: УзНИИПН, 1992. - 386 с.
- 173.Мамбетакунов Э.М. Формирование естественнонаучных понятий у школьников на основе межпредметных связей. - Бишкек: Илим, 1991.- 240 с.
- 174.Марголин Х.Я. Построение системы упражнений по молекулярной физике для средней школы: Автореф. дис....канд. пед. наук. – М.,1983.
- 175.Муравьева Г.Е. Стратегии проектирования образовательного процесса// Школьные технологии, № 6, 2002, с. 27-31.
- 176.Матвеев А.Н. Молекулярная физика. -2-е изд. для студентов физич. спец. вузов. - М.: Высшая школа.1987.- 360 с.
- 177.Матвейко А.А. Проблема нормирования педагогического труда учителей IV-X классов средней общеобразовательной школы: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - Киев, 1971.
- 178.Математическое моделирование и оптимальное управление: Межвуз. сб. науч. тр. / под ред. Р.Г. Стронгина. - Н.- Новгород: ННГУ, 1996.- 189 с.
- 179.Матрос Д.Ш. Анализ содержания учебника и перегрузка учащихся. - Проблемы школьного учебника. - Вып. 17. - М.: Просвещение, 1987. - С. 200-210.
- 180.Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. - М.: Педагогика, 1972.- 208 с.

181. Махмудов Ю.Г. Методические основы краеведения в физико-техническом образовании сельских школьников: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - Бишкек, 1994.- 38 с.
182. Махмутов М.И. Проблемное обучение: Основные вопросы теории. - М.: Педагогика, 1975.- 367 с.
183. Махмутов М.И. Современный урок. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Педагогика, 1985. - 238 с.
184. Мендлина С.Л. Педагогические основы нормирования домашней учебной работы школьников: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - М., 1977.
185. Мерзон Э.Д. Организация и планирование учебного процесса с учетом индивидуальных способностей учащихся. - Л.: Изд. ЛГУ, 1973.- 175 с.
186. Методика исследования бюджета времени студентов: /Обзор/ -НИИ высшей школы. - вып.12. - М., 1979.- 39 с.
187. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. - Ч.2. / В.П. Орехов, А.В. Усова, С.Е. Каменецкий, И.Г. Пустыльник, Л.П. Свитков, В.В. Усанов/ Под. ред. В.П. Орехова, А.В. Усовой. - М.: Просвещение, 1980.- 351 с.
188. Методика преподавания физики в средней школе: Молекулярная физика. Основы электродинамики /Под ред. С.Я. Шамаша. - М.: Просвещение, 1987. - 255 с.
189. Мизинцев В.П. Информационный анализ показателя сложности и трудности учебной задачи. Сб.: Вопросы преподавания физики в высшей школе. - Хабаровск: ХГПИ, 1976, - С. 132-186.
190. Микк Я.А. Теория измерения и оптимизации степени сложности учебного материала в общеобразовательной школе: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - М., 1982.
191. Микк Я.Я. Прогнозирование эффективности учебного текста по физике. - Советская педагогика и школа. - Тарту, 1988. - Вып.20. - С. 99-119.
192. Мирошниченко Л.П. Теория и практика обновления системы школьного образования Кыргызстана в 1991-1996гг.: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - Бишкек, 1998.
193. Михеев В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике. - М.: Высшая школа, 1987. - 199 с.
194. Молотков Н.Я. Углубление основных концептуальных положений термодинамики. - Физика в школе, 1997, №6, С.50-53.
195. Монахов В.М. Аксиоматический подход к проектированию педагогической технологии. - Педагогика, 1977. - № 6. - С. 26-31.
196. Монахов В.М. Обновление методической системы обучения. - Советская педагогика. - 1989. - № 1. - С. 28-33.
197. Моргунов И.Б. Применение графов в разработке учебных планов и планирования учебного процесса. - Советская педагогика. - 1966.- № 5. - С. 62-79.
198. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. -М.: Просвещение, 1989. - 190 с.

199. Мултановский В.В. Проблема теоретических обобщений в курсе физики в средней школы: Дис. ...д-ра пед. наук. - М., 1979.
200. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе. Пособие для учителей. - М.: Просвещение, 1977.- 168 с.
201. Мякишев Г.Я. О различных способах вывода уравнения состояния идеального газа в курсе физики средней школы. - Физика в школе. - 1980. - № 5. - С. 37-41.
202. Найн А.Я. Педагогические инновации и научный эксперимент. – Педагогика, 1996, №5. С. 10-15.
203. Народное образование в СССР: Сборник нормативных документов. Составитель Н.Е. Голубева. - М.: Юрич. лит-ра, 1987. - 333 с.
204. Научные основы школьного курса физики /Под. ред. С.Я. Шамаша, Э.Е. Эвенчик. - М.: Педагогика, 1985.- 274 с.
205. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. -М.: Высшая школа, 1980. - 469 с.
206. Новиков А.М. Методология образования. – М., 2002, 208с.
207. Низамов И.М. Методологические основы формирования практических умений школьников в процессе решения физических задач: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - М., 1994.
208. Никандров Н.Д. Программированное обучение и идеи кибернетики. - М., 1970.
209. Нормализация учебной нагрузки школьников по географии: Кн. для учителя. (Из опыта работы) / И.С. Матрусов, И.И. Барина, М.В. Рыжаков и др. - М.: Просвещение, 1985.- 96 с.
210. Нормализация учебной нагрузки школьников. Экспериментальное физиолого-гигиеническое исследование. - М.: Педагогика, 1988. - 158 с.
211. Нурминский И.И., Гладышева Н.К. Статистические закономерности формирования знаний и умений учащихся. - М.: Педагогика, 1991.- 221 с.
212. Нурминский И.И. Закономерности формирования знаний и умений учащихся при изучении физики в средней школе: Дис. ... д-ра пед. наук. - М. 1989.
213. Об особенностях преподавания физики и астрономии в 1988/89 учебном году. - Физика в школе. - 1988. - № 4. - С. 42-47.
214. Овчинников А.А., Пугинский В.С., Петров Г.Ф. Сетевые методы планирования и организации учебного процесса. - М.: Высшая школа, 1972.- 157 с.
215. Оконь В. Введение в общую дидактику / Предислов. Т.А. Хмель. - М.: Высшая школа. - 1990. - 381 с.
216. Оптимизация и интенсификация педагогического процесса в вузе и в школе: Сб. / Ишим. гос. пед. институт. - Ишим, 1994.- 162 с.
217. Оптимизация обучения физике и астрономии: Книга для учителя. Из опыта работы / Под ред. Д.И. Пеннера. - М.: Просвещение, 1989.- 127 с.
218. Оре О. Теория графов: Пер. с англ. И.В. Врублевской / Под ред. Н.Н. Воробьева. - Изд. 2-е, стереотип. - М.: Наука, 1980. - 336 с.

219. Основы дидактики / Под ред. Б.П. Есипова. - М.: Просвещение, 1967.- 472 с.
220. Опабекова А.М. Особенности подготовки будущего учителя физики к использованию технологии численного моделирования в учебном процессе: Автореф. дис.... канд. пед. наук. – Алматы, 2006, 22 с.
221. Основы методики преподавания физики в средней школе /Под ред. А.В. Перышкина, В.Г. Разумовского, В.А. Фабриканта. - М.: Просвещение, 1984. - 398 с.
222. Павлов Ю.В. Статическая обработка результатов педагогического эксперимента. - М.: Знание, 1972.- 31 с.
223. Палтышев Н.Н. Поэтапное обучение физике. - Советская педагогика. - 1988. - № 12. - С. 67-69.
224. Пальянов М.П. К вопросу о составлении классификационной шкалы физических задач. - Сб.: Тезисы всесоюзной конференции по проблеме повышения эффективности учебно-воспитательного процесса по физике в средней школе. - М., 1975. - С. 137-140.
225. Патрушев В.Д. Время как экономическая категория. - М.: Мысль, 1966.- 237 с.
226. Педагогика / Под общ. ред. Г. Нойера, Ю.К. Бабанского. - М.: Педагогика, 1984. - 367 с..
227. Педагогика: Учеб. пособие для пед. университетов / Под ред. В.А. Сластенина. 3-е изд. - М.: Академия, 2004, 576 с.
228. Педагогический поиск: Сборник /Сост. И.Н. Баженова; Предисл. М.Н. Скаткина/ - 3-е изд., с испр. и доп. - М.: Педагогика, 1990.- 557 с.
229. Педагогическая энциклопедия. – Т.1. – М.: Советская энциклопедия, 1966.- 832 с.
230. Пеннер Д.И., Рощина А.П. Закон экономии времени в обучении. -В кн.: Некоторые проблемы методики преподавания физики. -Владимир, 1978. С. 21-28.
231. Перспективы развития системы непрерывного образования / Г.Н. Александров, С.Ю. Алферов, Г.Б. Бобосадыкова и др.; Под ред. Г.С. Гершунского. - М.: Педагогика, 1990.- 221 с.
232. Перышкин А.В., Родина Н.А. Физика: Учебник для 7 и 8 классов средней школы. -М.: Просвещение, 1996.
233. Петрова Э.М. Методы изучения условий труда учителя: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - М., 1975.
234. Пидкасистый П.И., Коротяев Б.И., Хозяинов В.И. Структурирование курса физики. - Вестник высшей школы, 1980.№ 10, С.70-73.
235. Пинский А.А. К статистической трактовке второго начала термодинамики. -В. Кн. Физика: Сб. Научно-методических статей. Вып. I. -М.: Высшая школа. 1968.с.30-33.
236. Пинский А.А., Разумовский В.Г. Метод модельных гипотез как метод познания и объект изучения. - Физика в школе, 1997.- №2. - С. 30-36.
237. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление. -Т. 2. М.: Наука, 1985.- 560 с.

- 238.Питюков В.Ю. Основы педагогической технологии: Учеб. практ. пособие. -М.: Ассоц. авт. и издателей “Тандем”,1997.- 283 с.
- 239.Планирование учебного процесса по физике в средней школе / Под ред. Хижняковой Л.С. - М.: Просвещение, 1982.
- 240.Панфилов М.А. Знаково-символическое моделирование учебной информации в вузе// Педагогика, № 9, 2005, с. 51-56.
- 241.Повышение качества знаний физики в средней и высшей школе. - Л.: ЛГПИ им.А.И.Герцена,1978.- 159 с.
242. Позднякова М.Е. Применение экспертных оценок при прогностических исследованиях проблем воспитания. - В кн.: Прогнозирование развития школы и педагогической науки. -Ч.І. - М., 1974. - С.221-227.
- 243.Пойа Д. Математическое открытие. Решение задач: Основные понятия, изучение и преподавание. - М.: Наука, 1976.- 448 с.
- 244.Политехнический принцип в обучении основам наук в средней школе: Пос. для учит. / Д.А. Эпштейн, Н.Г. Дайри, В.Г. Разумовский и др. Под ред. Д.А. Эпштейна. - М.: Просвещение, 1979.- 151 с.
- 245.Полонский В. М. Объекты стандартизации в педагогике и народном образовании. - Советская педагогика. - 1985, №7. С. 52-56.
- 246.Природа научного открытия: Философско-методологический анализ / Отв. ред. В.С. Готт. - М.: Наука, 1986. - 303 с.
- 247.Проблема нормализации учебной нагрузки школьников и повышения качества обучения. -Вып. III. Анализ учебного материала, вызывающего затруднения при его усвоении (общеобразовательные предметы). - М. 1984.- 89 с.
- 248.Проблемы методов обучения в современной общеобразовательной школе /Под ред. Ю.К. Бабанского, И.Д. Зверева, Э.И. Моносзона. - М.: Педагогика, 1980.- 224 с.
- 249.Проблемы организации самостоятельной работы студентов в условиях многоуровневой структуры высшего образования: Тезисы докл. Всерос. научно-методич. конференции / Волгоградск. гос. тех. ун-т. - Волгоград, 1994.- 237 с.
- 250.Проблемы педагогических измерений. Межвузов. сб. тр. Под. ред. В.И. Левина. -М. МГПИ им. В.И. Ленина. - 1984.- 123 с.
- 251.Проблемы педагогической квалиметрии; Сб. трудов \ Редкол.: В.Н. Огорелков, В.Б. Щенников. -Вып.2. -М.,1975.- 166 с.
- 252.Программы развития общих учебных умений и навыков школьников (I-X классы): Проект. - 1980. - 83 с.
- 253.Программы средней общеобразовательной школы: Физика. Астрономия. - М.: Просвещение, 1989. - 47 с.
- 254.Промоторова Н.В. Индивидуальные самостоятельные работы учащихся в обучении: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - М., 1971.
- 255.Пурышева Н.С., Десненко С.И. О формировании статистических представлений в классах с углубленным изучением физики. - Физика в школе. - 1993. - № 5. - С. 42-45.

- 256.Разумовский В.Г. Обучение и научное познание. - Педагогика, 1997. - № 1. - С.7-13.
- 257.Разумовский В.Г. Планы и проблемы школьной реформы в США. - Наука и жизнь. - 1994. - № 6. - С. 50-57.
- 258.Разумовский В.Г. Преподавание физики в условиях гуманизации образования. -Педагогика, № 6, 1998,с. 102-111.
- 259.Разумовский В.Г., Перышкин А.В., Фабрикант В.А. Преподавание физики в школе: Успехи и задачи. - Физика в школе. - 1977. - № 6.
- 260.Разумовский В.Г. Инновации в преподавании физики за рубежом. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2005, 185 с.
- 261.Раченко И.П. НОТ учителя: Кн. для учителя. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Просвещение, 1989.- 238 с.
- 262.Рейф Ф. Берклеевский курс физики. - В 5-ти томах. - Т.5. - Статистическая физика / Пер. с англ. - М.: Наука, 1977.- 351 с.
- 263.Рекомендации по формированию профессионально-методических умений преподавателя физики / Сост. М.К. Койчуманов, Э.М. Мамбетакунов. - Бишкек: КГНУ, 1995. - 26 с.
- 264.Реформы образования в современном мире / Отв. ред. Вульфсон Б.Л. - М.: Педагогика, 1995.
- 265.Розенберг Н.М. Использование научной терминологии в школьных учебниках. - Проблемы школьного учебника. - Вып. 6. - М.: Просвещение, 1978. - С. 73-89.
- 266.Розенберг Н.М. Матричная методика выявления и анализа систем связей в учебном материале. - Советская педагогика. - 1975. - № 2. - С. 70-79.
- 267.Розенберг Н.М. Проблемы измерений в дидактике / Под ред. Д.А. Сметанина. - Киев: Вища школа, 1979.- 175 с.
- 268.Российский стандарт школьного физического образования (проект). - Физика в школе.-1993.-№4.- С.4-8.
- 269.Рубинштейн С.Л. Избранные философско-психологические труды. Основы онтологии, логики и психологии. - М.: Наука, 1997. - 463 с.
- 270.Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии: В 2-х т. / АПН СССР . - М.: Педагогика, 1989.- Т.2. - 322 с.
- 271.Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. -М.: Наука, 1977.- 552 с.
- 272.Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. - М.: Наука,1971.- 192 с.
- 273.Рымкевич А.П. Сборник задач по физике: Для 9-10 классов средней школы. -Изд. 14-е. -М.: Просвещение, 1992.- 168 с.
- 274.Рябов Г.И. Закон эффективности обучения. - Педагогика. 1998 - № 7. - С. 13-19.
- 275.Сабо А.М. Новое в учебниках физики социалистических стран. - Проблемы школьного учебника. - Вып. 17. - М.: Просвещение, 1987. - С. 84-93.
- 276.Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие для студентов вузов.-3-е изд. - М.: Наука,1989.- Т.1.Механика.Мол.физика.-432 с.; Т.2. Электричество

- и магнетизм. Волны и оптика. - 462 с.; Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. ФТТ. Физика атомн. ядра и элем. частиц. - 301 с.
277. Садовничий В.А. Отечественная высшая школа и российская государственность. - Вестник Моск. ун-та. - Серия 18: Социология и политология. - 1998. - № 4. - с. 3-25.
278. Сауров Ю.А. Проблемы организации учебной деятельности школьников в методике обучения физике: Дис. ...д-ра пед. наук. М., 1992.
279. Сауров Ю.А., Бутырский Г.А. Молекулярная физика: Модели уроков: Кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1998.
280. Сахаров Д.И. Сборник задач по физике. - Изд-е 12-е, перераб. - М.: Просвещение, 1973. - 288 с.
281. Свиридов А.П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний: Методическое пособие, - М.: Высшая школа, 1981.- 310 с.
282. Свитков Л.П. Диалектизация преподавания - условие обеспечения требований образовательного стандарта. - Физика в школе. - 1997. - № 3. - С. 15-17.
283. Свитков Л.П. Обучение термодинамике и молекулярной физике в средней школе: Дис. ...д-ра пед. наук, Л., 1988.
284. Сияев Т.М., Мамбетакунов Э. Концептуальные основы обновления содержания среднего физического образования. – Бишкек, 2002.
285. Суббето А.И. Системологические основы образовательных систем. – М., 1994, 124 с.
286. Сентябов А.М. Пути нормализации нагрузки учащихся при обучении алгебре и началам анализа в средней школе: Автореф. дис.... канд. пед. наук. - М., 1985.
287. Семенов М.Д. Трудоемкость учебного задания. - Педагогика, 1998. - № 1. - С. 121-122.
288. Самойлов Е.А. Сравнительный анализ учебников физики для средней (полной) школы// Физика в школе, № 5, 2005, с. 52-57.
289. Сивухин Д.В. Общий курс физики. - Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. - 3-е изд., испр., доп. - М.: Наука, 1989.- 591с.
290. Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник. 1992-94 / Редкол.: Д.М. Гвишиани, В.Н. Садовский, Л.К. Айламазян и др. - М.: Эдиториал УРСС, 1996.
291. Сборник нормативных документов. – Физика / Сост. Э.Д. Днепров, А.Г. Аркадьев. – М.: Дрофа, 2004, 175 с.
292. Скаткин М.Н. Методология и методика педагогических исследований. - М.: Педагогика. 1986.- 150 с.
293. Скаткин М.Н., Краевский В.В. Содержание общего среднего образования. Проблемы и перспективы. - М.: Знание, 1981, 96 с.
294. Слостенин В.А., Подымова Л.С. Педагогика: инновационная деятельность. - М.: Магистр, 1997, 224 с.
295. Смирнов А.А. Избранные психологические труды: В 2-х т. - Т.1. - М.: Педагогика, 1987. - 271 с.

- 296.Смирнов А.В. О научном подходе к разработке учебных программ. - Физика в школе. - 1993. - № 5. - С. 61-62.
- 297.Смирнов А.В. Применение методов корреляционного анализа в педагогических исследованиях. - В сб. Современные психолого-педагогические проблемы высшей школы. - Л.: Изд-во ЛГУ,1973.Вып.1.С.96-109.
- 298.Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования. - М.,1995.
- 299.Совершенствование содержания образования в школе \Под ред. И.Д. Зверева, М.П. Кашина. -М.: Педагогика,1985.- 272 с.
- 300.Совершенствование содержания обучения физике в средней школе / Под ред. В.Г. Зубова, В.Г. Разумовского, Л.С. Хижняковой. - М.: Педагогика, 1978.- 176 с.
- 301.Содержание углубленного изучения физики в средней школе \ Под ред. Л.И. Резникова. -М.: Педагогика, 1974.- 192 с.
- 302.Сохор А.М. Логическая структура учебного материала: Вопросы дидактического анализа. - М.: Педагогика, 1974.- 192 с.
- 303.Сохор А.М. О дидактической переработке материала в учебниках (на примере физики). - Проблемы школьного учебника. - Вып. 6. - М.: Просвещение, 1978. - С. 89-100.
- 304.Сохор А.М. Объяснение в процессе обучения: Элементы дидактической концепции. - М.: Педагогика, 1988. - 126 с.
- 305.Сперанский Н.М. Как решать задачи по физике. - М.: Высшая школа, 1967. - 358 с.
- 306.Спирин Л.Ф. Формирование общепедагогических умений учителя: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - М., 1981.
- 307.Стефановская Т.А. Педагогика: наука и искусство: Курс лекций. - М.: Совершенство, 1988.- 362 с.
- 308.Суханов А.Д. Фундаментальный курс физики. -Т.4. Статическая физика. - М.:Агар,1997.- 284 с.
- 309.Сэв Л. Марксизм и теория личности. - Пер. с франц. - М.: Прогресс, 1972.- 582 с.
- 310.Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности учащихся. - М.: Знание, 1983.- 96 с.
- 311.Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний: (Психол. основы) - М.: МГУ, 1984.- 344 с.
- 312.Таукач Г.Л., Айзен А.М., Яблоновский А.В. Статистическое исследование процесса обучения. - Киев, 1966.- 163 с.
- 313.Ташходжаев Ш.А. Совершенствование обучения молекулярно-кинетической теории компьютерными средствами в общеобразовательных школах: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - Ташкент,1997.
- 314.Телеснин Р.В. Молекулярная физика. -Изд. 2-е доп.: Для студ. физич. спец. ун-тов. -М.: Высшая школа, 1973.- 360 с.
315. Тарасов Л.В. Закономерности окружающего мира. – М.: Физматлит, 2004, 294 с.



316. Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В.В. Краевского, И.Я. Лернера. - М.: Педагогика, 1983.- 352 с.
317. Теория и практика педагогического эксперимента / Под ред. А.И. Пискунова., Г.В. Воробьева. - М.: Педагогика, 1979.- 207 с.
318. Токарев А.В. Система задач по физике как средство формирования знаний и общеучебных умений и навыков: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - М., 1984.
319. Требования к знаниям и умениям школьников: Дидактико-методический анализ /Под ред. А.А. Кузнецова. - М.: Педагогика, 1987.- 172 с.
320. Третьяков П.И. Практика управления современной школой. Опыт педагогического менеджмента. - М.: МГУ, 1996.- 202 с.
321. Тулькибаева Н.Н. Методические основы обучения учащихся решению задач по физике: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - Л., 1990.
322. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. - М.: Мысль. - 1978. - 272 с.
323. Урок физики в современной школе: Творческий поиск учителей. Сост. Э.М. Браверман / Под ред. В.Г. Разумовского. - М.: Просвещение, 1993. - 218 с.
324. Урсул А.Д. Информация. Методол. аспекты. - М.: Наука, 1971.- 295 с.
325. Урсул А.Д. Философия и интегративно-общенаучные процессы. - М.: Наука, 1981. - 367 с.
326. Усанов В.В. К изучению молекулярной физики в IX классе. - Физика в школе. - 1977. - № 4. - С. 39-42.
327. Усанов В.В. Статистические закономерности движения молекул: Учебные задания для учащихся 9 класса. - М., 1983.
328. Усанов В.В., Кабардин О.Ф., Мааткеримов Н.О. Учебные задания для учащихся IX класса (Молекулярная физика). - М., 1976.
329. Усанов В.В., Кравченко В.И. Оценка сложности вычислительных задач по физике (методические рекомендации). - М.: НИИ СиМО АПН СССР, 1985.- 63 с.
330. Усанов В.В., Мааткеримов Н.О. Из опыта преподавания молекулярной физики и элементов термодинамики в IX классе. - Физика в школе. -1979. - № 5. - С. 32-42.
331. Усанов В.В., Мааткеримов Н.О. Проблема нормировки учебного процесса. - Сб.: Тезисы Всесоюзной конференции по проблеме повышения эффективности учебно-воспитательного процесса по физике в средней школе. - М.: НИИ СиМО АПН СССР, 1975. - С. 97-101.
332. Усанов В.В., Кузнецов А.А., Маслова Г.Г., Барина И.И. Проблемы нормализации учебной нагрузки школьников и повышения качества обучения. -Вып. 1. -М.: НИИ СиМО АПН СССР, 1984.- 74 с.
333. Усанов В.В., Мааткеримов Н.О., Камкиев Ж.С. К обоснованию методов нормирования учебного процесса. - В сб.: Проблемы совершенствования преподавания физики, физики твердого тела, космогонии, теплофизики и оптики.-Вып. 4.- Алма-Ата, 1977. -С.60-70.

334. Усова А.В. Формирование обобщенных умений и навыков в условиях осуществления межпредметных связей. - Сб.: Развитие познавательных способностей и самостоятельности учащихся в процессе преподавания физики / Под ред В.А. Усовой. - Челябинск, 1974.- с.18-39.
335. Усова А.В. Что думают учащиеся о помехах в учении и какие предлагают меры, чтобы оно стало более успешным и интересным. - Физика в школе. - 1997. - № 2, - С. 40-43.
336. Усова А.В., Завьялов В.В. Учебные конференции и семинары по физике в средней школе. - М.: Просвещение, 1975.
337. Федоренко И.Т. Дидактические основы оптимизации подготовки учащихся к усвоению новых знаний: Автореф. дис. ...д-ра пед. наук. - Киев, 1976.
338. Физика -10 \ Под ред. А.А. Пинского: для школ и классов физико-математического профиля. -М.: Просвещение,1993.
339. Физика и научно-технический прогресс: Кн. для учит. / В.Г. Разумовский, А.Т. Глазунов, В.А. Фабрикант и др.; Под ред. В.Г. Разумовского и др. - М.: Просвещение, 1988.- 174 с.
340. Физика: Вселенная / Под ред. А.С. Ахматова. - Ч.1; Пер. с англ. - М.: Наука, 1973.
341. Физика: Механика, молекулярная физика и тепловые явления (для студентов младших курсов и слушателей подготовительных отделений) \ Составители Н.О. Мааткеримов, А.М. Майрыков, К.И. Ибаков. - Депонирована в РНТБ МОН КР, -Бишкек,12.05.97 №1031 (на кырг. яз.) – 60 с.
342. Физика-10: Учеб. Для 10 кл. шк. с углубленным изучением физики / А.К. Кикоин и др. - 2-е изд. - М.: Просвещение, 1998.
343. Философский словарь /Под ред. И.Т. Фролова. - М.,1987,588 с.
344. Фомичева И.Г. Теоретико-методологические основания структуризации педагогического знания// Педагогика, № 9, 2001, с. 42-47.
345. Философско-психологические проблемы развития образования / Под ред. В.В. Давыдова. - М.: ИНТОР, 1994.- 128 с.
346. Фридман Л.М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. - М.: Педагогика, 1977. - 207 с.
347. Фридман Л.М. Педагогический опыт глазами психолога. - М.: Просвещение, 1987. - 223 с.
348. Хон Р.Л. Педагогическая психология: Принципы обучения. – М.: Акад. Проекты, Культура, 2005, 736 с.
349. Харкевич А.А. Избранные труды. - Т.3. - Теория информации. - М.: Наука, 1973.- 524 с.
350. Хижнякова Л.С. Методические основы построения процесса обучения физике в средней школе в условиях всеобщего среднего образования: Автореф. дис. ...д-ра. пед. наук. - М., 1986.
351. Храленко Н.И. Философско-методологические проблемы прогнозирования. -Л.: ЛГУ,1980.- 167 с.
352. Чекина Л.М. Фиаско “открытого обучения” в школах США. - Советская педагогика. - 1985.- № 6. – с. 114-126.

353. Человеческие способности машин. - М.: Сов. радио, 1971, 199 с.
354. Чередов И.М. Система форм организации обучения в советской общеобразовательной школе. - М.: Педагогика, 1987. - 150 с.
355. Черепанов В.С. Экспертные оценки в педагогических исследованиях. - М. Педагогика. 1989. - 150 с.
356. Черкасов Б.П. Совершенствование учебных планов и программ на базе сетевого планирования. - М.: Высшая школа, 1975. - 78 с.
357. Черкасов В.А. Оптимизация методов и приемов обучения в общеобразовательной средней школе. - Иркутск: ИГУ, 1985. - 198 с.
358. Шамова Т.И. Активизация учения школьников. - М., 1982, 208 с.
359. Шаталов В. Ф. Эксперимент продолжается. - Донецк: Сталкер, 1998. - 400 с.
360. Шахмаев Н.М., Шахмаев С.Н., Шодиев Д.Ш. Физика: Учебник для 10 класса средней школы. - М.: Просвещение, 1992.
361. Шурыгина Л.С. Развитие статистических представлений школьников при изучении молекулярной, атомной и ядерной физики: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - М, 1980.
362. Щетинин В.П., Хроменков Н.А., Рябушкин Б.С. Экономика образования: Для вузов. - М.: Рос. пед. агентство, 1998. - 235 с.
363. Эйнштейн А. Собр. научн. трудов. - Т.3.-М.: Наука, 1967, 632 с.
364. Эрдниев П.М. Фактор времени в процессе обучения и проблема укрупнения единицы усвоения знаний. - Вопросы философии. - 1974. - № 4.- с. 76-85.
365. Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике: Кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1986. - 254 с.
366. Эсаулов А.Ф. Психология решения задач. - М.: Высшая школа, 1972. - 216 с.
367. Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности. - М.: Наука, 1978. - 391 с.
368. Юсуфбекова Н.Р. Тенденции и законы инновационных процессов в образовании. - Новые исследования в педагогических науках. - Вып. 2 (58) / Сост. И.К. Журавлев, В.С. Шубинский. - М.: Педагогика, 1991. - С. 6-9.
369. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики: Учеб. пособие для подг. отд. вузов. - Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика. - М.: Наука, 1981. - 480 с.
370. Ядов В.А. Социологическое исследование: Методология, программы, методы. - М.: Наука, 1987.
371. Яковлев В.Ф. Курс физики: Теплота и молекулярная физика. - М. Просвещение, 1976. - 319 с.
372. Яковлев Е.В. Квалиметрический подход в педагогическом исследовании: новое видение // Педагогика, 1999, №3, с. 49-54.
373. Barth R.S. Open Education on the American School. - N.-Y., 1974.
374. Bloom B. S. Human Characteristics and School Learning. - N.-Y., 1976.
375. Bloom B. S. The State of Research on Selected Alterable Variables in Education. - Chicago, 1980.

376. Frank H. Die Kibernetische Grundlagen Padagogik. - B.-B., 1963.
377. Garne R.M., Briggs L.J. Principles of Instructional Deicing . Second ed. - N.-Y., 1979.
378. Gronlund N.E. Individualizing Classroom Instruction. - N.-Y., 1981.
379. Klix F. Information und Verhalten, VEB. - Berlin, 1978
380. Nation At Risk: The Imperative for Educational Reform / A Report to the National and Secretary of Educational United State Department of Educational by the National Commission on Excellence in Education, - Washington D. C.- April, 1993.
381. International Higher Education / The Bocton College Center for International Higher Education/ - 2002/ - Number 28.
382. Nursapar Maatkerimov. Fizikte bireysel ogrenci calismasi organizasyonuna dair// UFUK OTESI, Istanbul, Nisan 2005, Yil:4, Sayi: 37, p. 24

