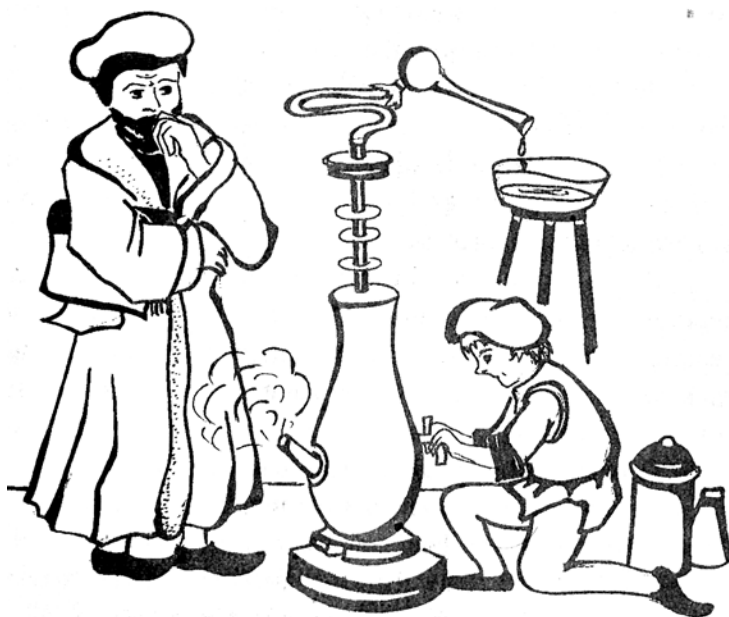


Д.С. Исаев

**ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕНИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ХИМИИ
НА ВНЕКЛАСНЫХ ЗАНЯТИЯХ
В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

Пособие для учителей и студентов



ТВЕРЬ 2007

Д.С. Исаев

**ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕНИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ХИМИИ
НА ВНЕКЛАССНЫХ ЗАНЯТИЯХ
В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

Пособие для учителей и студентов

Славянский мир
ТВЕРЬ 2007

УДК 373.5.016:54
ББК Ч426.25-278
И 85

Рецензенты:

кандидат технических наук,
доцент кафедры общей и аналитической химии ТвГУ

Г.И. Андреева

главный методист по химии УМЦ ТОИУУ,
учитель-методист РФ

С.И. Политова

учитель химии высшей категории МОУ СОШ №12 г. Твери,
Заслуженный учитель РФ

Р.П. Калёнова

Исаев Д.С.
И 85 Из опыта организации ученических исследований по химии на
внеклассных занятиях в общеобразовательной школе: Пособие для
учителей и студентов. – Тверь: Славянский мир, 2007. – 100 с.

В пособии раскрываются понятия: «научно- и учебно-исследовательская деятельность учащихся», «исследовательские умения», «уровни исследовательского обучения» и др.; показана возможность использования исследовательского обучения на уроках (при использовании авторской системы тематических практикумов исследовательского характера) и внеклассных занятиях в средней общеобразовательной школе.

Большое внимание уделено организации ученических исследований по химии в МОУ СОШ №43 г. Твери, даны рекомендации по подготовке, проведению, оформлению, оценке и защите исследовательской работы. Приводятся краткие описания ученических исследований, выполненных на базе школы за последние 8 лет.

Пособие будет полезно учителям химии и студентам педагогических специальностей ВУЗов, обучающихся по дополнительной квалификации «Преподаватель».

По интересующим вопросам просьба обращаться по E-mail: IsaevDS@yandex.ru.

УДК 373.5.016:54
ББК Ч426.25-278
И 85

© Исаев Д.С., 2007
© Издательство «Славянский мир», 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Внеклассная работа по химии.....	4
2. Исследовательское обучение.....	5
3. Исследовательская работа учащихся: внеклассная и урочная.....	11
4. Из опыта организации ученических исследований по химии на внеклассных занятиях.....	13
4.1. Подготовка к проведению ученического исследования.....	14
4.2. Проведение ученического исследования.....	18
4.3. Общие требования к содержанию исследовательской работы.....	19
4.4. Краткое содержание некоторых исследовательских работ	20
4.4.1. <i>«Кинетика каталитического разложения пероксида водорода в присутствии дихромата калия»</i>	21
4.4.2. <i>«Аскорбиновая кислота»</i>	26
4.4.3. <i>«Изучение вредного воздействия сигарет»</i>	29
4.4.4. <i>«Хлеб»</i>	34
4.4.5. <i>«Мыла на жировой основе»</i>	37
4.4.6. <i>«Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева»</i>	39
4.4.7. <i>«Гигиеническая оценка условий обучения школьников в МОУ СОШ №43 г. Твери»</i>	43
4.4.8. <i>«Средства для мытья посуды»</i>	46
4.4.9. <i>«Спиртовое брожение. Исследование физико-химических показателей готового пива»</i>	49
4.4.10. <i>«Д.И. Менделеев и водка»</i>	59
4.4.11. <i>«Исследование свойств молока»</i>	66
4.5. Общие требования к оформлению работы.....	73
4.6. Требования к рецензированию работ.....	76
4.7. Критерии экспертной оценки.....	76
4.8. Защита работы.....	79
5. Заключение.....	80
Литература.....	81
Приложения.....	85
1. Некоторые методики выполнения экспериментальной части исследований.....	85
2. Q – критерий.....	93
3. Примерный перечень тем ученических исследований	95
4. Доклад по исследовательской работе <i>«Жесткость воды»</i>	96
Указатель методик.....	99

1. ВНЕКЛАСНАЯ РАБОТА ПО ХИМИИ

Внеклассная работа по предмету должна занимать особое место в деятельности каждого учителя химии. В своей статье Князева Р.Н. приводит сводную таблицу видов внеклассной работы по химии [40] (более современный вариант классификации видов внеклассной работы по химии дает Т.М. Енякова [16]).

Таблица 1

Виды внеклассной работы по химии

Массовая	Групповая	Индивидуальная
1. Обсуждение прочитанной литературы, химический классный час. 2. Проведение тематических вечеров, КВН, вечеров вопросов и ответов и т.п. 3. Участие в олимпиадах, конкурсах, соревнованиях. 4. Экскурсии на предприятия химического профиля. 5. Конференции, радиопередачи по актуальным проблемам химии. 6. Неделя (декада, месячник) химии.	1. Химические кружки. 2. Выпуск стенгазет и журнала «Юный химик», подготовка устного журнала. 3. Участие в работе химического лектория. 4. Туристические походы по родному краю.	1. Творческие работы учащихся: доклады, рефераты, сочинения, рассказы-задачи, кроссворды. 2. Консультации. 3. Чтение научной и научно-популярной литературы. 4. Составление отзывов о прочитанной литературе (аннотации).
	5. Работа по оборудованию и оформлению кабинета. 6. Практические работы исследовательского характера ¹ . 7. Исследовательские работы учащихся.	

В XXI веке многие из указанных форм работы утратили свою актуальность. Но и в наше время встречаются самоотверженные учителя, которые проводят занятия химического кружка, различные праздники, конкурсы, конференции и пр. Большое внимание учителя города Твери стали уделять организации ученических исследований по химии. Ученическое исследование – это наиболее сложная форма организации внеклассной работы. Распространение такой формы работы, по-видимому, связано с тем, что основной задачей современного обучения остается развитие познавательных интересов учащихся и умений самостоятельного приобретения знаний. Большие возможности для выполнения этих задач открываются при использовании проблемного и исследовательского подхода на внеклассных занятиях, например, на занятиях химического кружка [46].

¹ Проведение практических работ исследовательского характера предусмотрено авторской программой по химии для 8-9 классов базового уровня образования (заключение Экспертного совета Департамента образования Тверской области от 07.05.2007 г. протокол №20). См. подробнее [33].

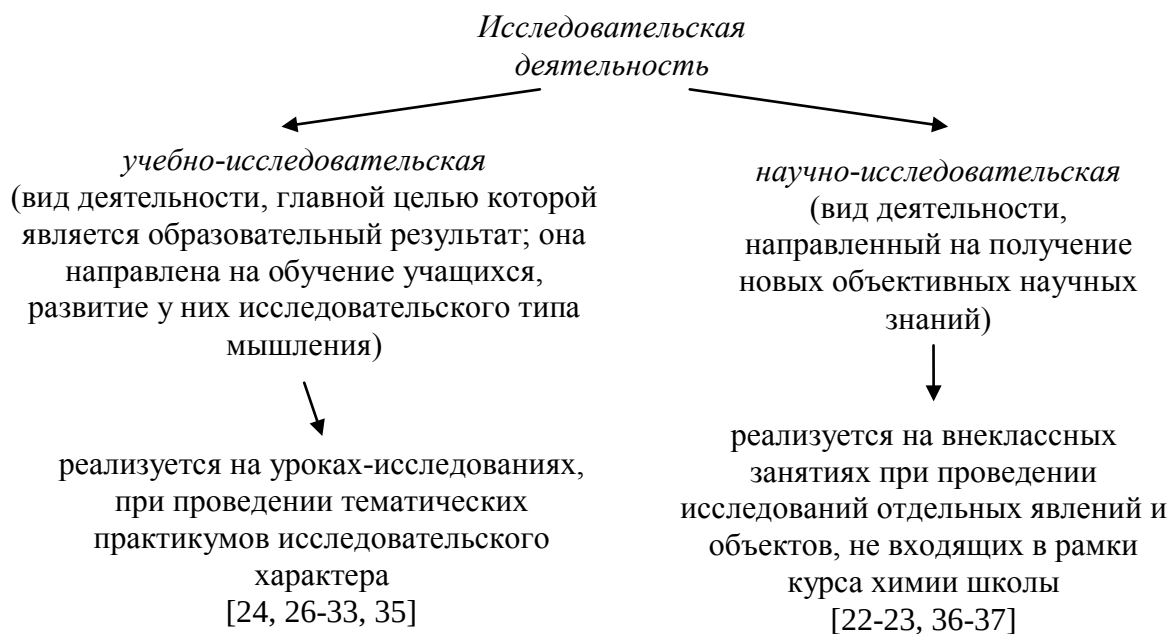
2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ОБУЧЕНИЕ

Самостоятельно и активно разбираться в новом учебном материале учащиеся будут тогда, когда учитель сумеет пробудить в них интерес к исследованию. Для этого нужно не только предоставлять им возможность систематически участвовать в такой работе на уроке, но и обучать всем необходимым приемам проведения самостоятельного исследования. Речь идет об ученическом исследовании, значение которого выражается не в объективной ценности полученных результатов, а в субъективной необходимости их для развития обучающегося.

Под исследовательской деятельностью учащихся понимают:

- ✓ форму организации работы, которая позволяет учащимся решать исследовательские задачи с неизвестным заранее решением [4];
- ✓ совокупность действий поискового характера, ведущих к открытию неизвестных фактов, теоретических знаний и способов деятельности.

Учащиеся таким путем знакомятся с основными методами исследования в химии, овладевают умениями самостоятельно добывать знания [7].



Исследовательская деятельность моделирует процесс научного исследования и включает следующие элементы [9]:

- ❖ постановка проблемы;
- ❖ способы ее исследования;
- ❖ аргументация ее решения;
- ❖ составление выводов;
- ❖ анализ выводов и обобщение;
- ❖ применение полученных знаний, умений и творческих способностей как инструментов получения новых знаний.

Использование в обучении исследовательского метода позволяет включать учащихся в максимально самостоятельную, творчески активную деятельность. Так происходит, когда учащиеся сами составляют задачи и находят разнообразные способы их решения, пишут рефераты, готовят доклады и т.п. В ряде случаев оригинальность их деятельности выражается в своеобразном комбинировании уже известных приемов деятельности или в самостоятельном переносе этих приемов в новые условия для решения новых задач.

Исследовательские работы могут успешно применяться только при условии целенаправленной подготовки учащихся к такого рода деятельности. В этой работе можно использовать различные методические приемы.

При выполнении заданий особое внимание важно обращать на выработку у учащихся умений строить логическую цепь рассуждений, совершать действия по плану, систематизировать изучаемый материал, контролировать свои рассуждения и доказывать правильность предположений.

Для проведения исследования недостаточно обладать теми или иными единичными исследовательскими приемами и умениями. Необходимо, чтобы учащиеся умели использовать их в ходе исследования [7].

Исследовательские умения – это система интеллектуальных и практических умений, необходимых для самостоятельного выполнения исследования.

Выделяют три группы исследовательских умений² [20].

Первая группа характеризуется выполнением единичных операций исследования:

- ✓ наблюдение;
- ✓ сравнение фактов, свойств веществ и явлений;
- ✓ нахождение причинно-следственных связей;
- ✓ формулирование выводов на основе единичных операций исследования.

Вторая группа характеризуется сочетанием различных умений первой группы и включает умения:

- ✓ формулировать цель работы;
- ✓ выражать зависимость между фактами, явлениями в виде графика, схемы, таблицы;
- ✓ высказывать суждения, строить умозаключения на основе ранее приобретенных знаний;

² Структурирование учебной исследовательской деятельности проведено А.Г. Иодко. Батаева Е.В. добавила к указанным исследовательским умениям умения работать с учебной литературой и обобщать [5, 21].

- ✓ проектировать опыт для подтверждения высказанного суждения;
- ✓ проводить опыт и формулировать вывод.

Третья группа характеризуется комплексным использованием различных умений первой и второй групп и включает умения:

- ✓ видеть проблему;
- ✓ строить гипотезу;
- ✓ составлять план исследования;
- ✓ подбирать способ экспериментального подтверждения гипотезы;
- ✓ не только проводить эксперимент, но и обрабатывать его результаты, формулировать выводы.

При выполнении одного и того же задания одни учащиеся преимущественно проявляют умения первой группы, другие – второй, а третьи вполне способны уверенно проводить самостоятельные исследования. Задача учителя и состоит в том, чтобы как можно больше учащихся овладели умениями третьей группы.

Отдельно выделяют умения экспериментального исследования веществ [9]:

на начальном этапе школьного курса химии

- освоение аналитических приемов и методов (приемы работы с веществами в разных агрегатных состояниях, приемы разделения смесей, растворение веществ, фильтрование, выпаривание, способы очистки веществ);
- получение веществ;
- освоение приемов количественного анализа, использование весов и мерной посуды;
- наблюдение за химическими процессами;

на следующем этапе

- исследование амфотерных свойств некоторых гидроксидов;
- определение катионов и анионов в растворах веществ;
- постановка эксперимента;

на заключительном этапе

- установление причинно-следственных связей свойств веществ от их состава и структуры;
- определение зависимости свойств от характера химической связи;
- выявление закономерности хода химических реакций, влияния на них природы реагентов и внешних факторов и т.д.

Кроме названных умений готовность школьников к проведению исследования характеризуется следующими показателями: характером действий и выводов, степенью самостоятельности, привлечением большего или меньшего объема опорных знаний.

В зависимости от того, какие умения проявляют учащиеся, насколько самостоятельно работают, можно судить о достигнутом ими уровне подготовки к проведению самостоятельного исследования.

Е.В. Батаева разработала систему мини-исследовательских работ, которые включают в себя исследовательские умения, соответствующие всем компонентам научно-исследовательской деятельности (см. табл. 2) [6].

Таблица 2

Компоненты научно-исследовательской работы
и соответствующие им учебно-исследовательские умения

Компонент работы	Цель, задачи и результаты работы	Соответствующие умения
Информационный	Получение информации об уже имеющихся знаниях, их обобщение. Составление образа констатирующего характера по теме исследования	Работа с учебной литературой, умение пользоваться справочниками и таблицами
Аналитико-критический	Анализ и критическая оценка имеющихся знаний, постановка проблемы исследования на основе выявления частично или полностью не изученных сторон темы исследования. Составление аналитического обзора по теме, формулирование проблемы исследования и конкретных задач	Анализ, сравнение, обобщение, умение готовить сообщение
Собственно исследовательский	Проведение теоретического и экспериментального исследования. Получение новых знаний и решение поставленной проблемы	Составление плана эксперимента, прогнозирование его результатов, нахождение причинно-следственных связей, умение проводить эксперименты, наблюдения, формулирование выводов
Трансляционно-оформительский	Составление сообщения (научный текст) с описанием проделанной работы и полученных результатов	Обобщение, умение готовить сообщение, построение графика, применение знания для объяснения нового факта

Выделяют четыре уровня сформированности исследовательских умений учащихся [20].

Первый уровень характеризуется тем, что учащиеся с трудом выполняют единичные операции исследования с помощью учителя, используют единичные элементы знаний конкретной темы для построения

суждения (как правило, умения этого уровня проявляются при использовании поисковой деятельности учащихся на уроках изучения нового материала).

Второй уровень характеризуется тем, что учащиеся могут выполнять единичные операции исследования, проводить аналогичные исследования, использовать знания конкретной темы. При этом учащиеся либо получают соответствующую устную инструкцию от учителя, либо пользуются письменной рекомендацией к исследованию (как правило, умения этого уровня формируются при выполнении практических заданий по инструкции).

Третий уровень характеризуется тем, что учащиеся могут логически связывать отдельные элементы исследовательской деятельности, под руководством учителя могут построить гипотезу и исследовать свойства вещества, рассматриваемого впервые. Однако на основе эксперимента учащиеся не всегда могут сделать полный вывод, так как преимущественно используют знания, полученные при изучении конкретной темы, затрудняются при выборе рационального пути решения проблемы (как правило, умения этого уровня формируются при решении экспериментальных задач и выполнении практических заданий, которые предлагаются в качестве домашней работы).

Четвертый уровень характеризуется комплексным использованием исследовательских умений. Учащиеся могут не только правильно выполнять аналогичные исследования под руководством учителя, но и планировать работу для проверки самостоятельно сформулированной гипотезы. Они могут находить рациональный путь исследования проблемы, решение которой требует актуализации знаний из различных разделов курса химии [7].

Альтернативную классификацию исследовательских уровней обучения приводит в своей работе «Инновации в мировой педагогике» Кларин М.В., выделяя три уровня исследовательского обучения. На *первом уровне* учитель ставит проблему и намечает метод её решения. Само решение предстоит самостоятельно осуществить учащимся. На *втором уровне* преподаватель только ставит проблему, а метод её решения ищет ученик сам. На *третьем уровне* постановка проблемы, как и отыскание метода и разработка самого решения, осуществляется учащимися самостоятельно. В виде таблицы это можно представить следующим образом [39]:

Таблица 3

Уровни исследовательского обучения

Уровень	Проблема	Метод решения	Решение
1	+	+	
2	+		
3			

«+» - предъявление исследовательского элемента учителем в готовой форме

Г.В. Макотрова предлагает судить о результатах исследовательского обучения по критериям сформированности учебно-исследовательской культуры учащихся (мотивация исследования, технологическая готовность к исследованию, научный стиль мышления, творческая активность личности учащегося) [43].

При этом:

- ✓ *показателями мотивации исследования* у обучающегося считают интенсивность познавательной потребности, осознание ценности исследования и увлеченность исследованием;
- ✓ *под показателями научного стиля мышления* подразумевают осмысление структурных элементов собственных исследовательских действий, следование нормам и требованиям научного стиля мышления, обобщение предметного и операционного результатов исследования;
- ✓ *под показателями технологической готовности к исследованию* понимают владение обучающимися понятийным аппаратом исследуемого вопроса, умения и навыки использования методов научного познания, соблюдение правил научной организации труда;
- ✓ *показателями активности личности* считают самостоятельность ученика в преобразовании идей и связей между ними, степени знакомства с историей науки и ее современными проблемами, экстраверсии научного общения [43].

Большое значение для выработки исследовательских умений имеют творческие работы, такие как составление кроссвордов, сочинение сказок, вычерчивание графиков выбора оптимальных условий при изучении химических производств, написание докладов, рефератов, проведение ученических исследований и т.п.

В процессе обучения необходимо постепенно усложнять исследовательскую деятельность учащихся и увеличивать долю их самостоятельности в выполнении задания в такой последовательности:

- проведение простейших опытов и соответствующих рассуждений под непосредственным руководством учителя с использованием единичных понятий изучаемой темы;
- выполнение несложных исследований по плану, предложенному учителем, с привлечением совокупности знаний по теме;
- самостоятельное планирование и выполнение исследовательских заданий, в которых используются знания различных тем курса химии.

При целенаправленной систематической работе можно добиться эффективных результатов по формированию экспериментальных (в т.ч. исследовательских) умений. Исследовательская работа занимает на уроке больше времени, чем выполнение заданий по образцу. Однако затрата времени на развитие исследовательских умений впоследствии компенсируется тем, что учащиеся будут быстро и правильно выполнять

работы, так как повысится осознанность и прочность их знаний, появится устойчивый интерес к предмету.

Еще раз напомним, исследовательское обучение не создает новых объективных научных данных, но моделирует научный поиск и приводит учащихся к субъективно новым научным знаниям. В настоящее время выполнение учащимися исследовательских работ рассматривается как перспективный метод обучения химии [6-7, 9].

3. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА УЧАЩИХСЯ: ВНЕКЛАССНАЯ И УРОЧНАЯ

Система научно-поисковой деятельности учащихся в процессе обучения химии включает [9]:

- ✓ работу с библиотечными каталогами, со специальной, научной и научно-популярной литературой, справочниками, словарями, журналами («Наука и жизнь», «Химия и жизнь», «Химия в школе» и др.), умение пользоваться специальной терминологией;
- ✓ написание конспектов, рефератов;
- ✓ написание небольших докладов;
- ✓ освоение конкретных методик химического анализа и синтеза, проведение химического эксперимента, решение качественных задач;
- ✓ сбор материала о конкретных свойствах веществ, входящих в состав природных объектов;
- ✓ создание собственных проектов решения учебных проблем;
- ✓ обработку результатов научно-исследовательской работы.

Оценку эффективности формирования исследовательских умений во всех видах развивающего обучения можно осуществлять с помощью критериев, разработанных И.Я. Лернером³.

Для организации научно-исследовательской работы учащихся, которая проводится, как правило, на внеклассных занятиях, во многих образовательных учреждениях (лицеях, гимназиях, а также средних школах) создаются научные, исследовательские или научно-исследовательские общества. *Научно-исследовательское общество старшеклассников* (НИОС) – это добровольное творческое объединение учащихся старших классов, стремящихся совершенствовать свои знания в

³ Критерии оценки эффективности исследовательских умений (по И.Я. Лернеру): способность переносить прием в сходную ситуацию; способность самостоятельно решать учебную проблему; логичность рассуждений ученика. По мнению Васильевой П.Д. и Кузнецовой Н.Е., следует также добавить: рациональность решения и сформированность обобщенных исследовательских умений. Подробнее см. [9, 44].

определенной области науки, учебного предмета, развивать свой интеллект, приобретать умения научно-исследовательской деятельности.

В МОУ СОШ №43 г. Твери НИОС существует уже 10 лет (рук-ль: заместитель директора по УВР Исаева Светлана Николаевна) [37]. Оно состоит из двух секций: естественно-научной (география, химия, психология, информатика, валеология и др.) и гуманитарной (русский язык, литература, обществознание, краеведение, социология и др.). Работа НИОС осуществляется в нескольких направлениях: 1) *индивидуальная форма* (подготовка разовых докладов, сообщений, составление списка литературы, помощь в разработке тем научных исследований, оказание консультационной помощи и т.п.); 2) *групповая форма* (работа над совместными исследовательскими проектами, требующими, как правило, информации из разных предметных областей); 3) *массовая форма* (встречи с интересными людьми, деятелями науки, совместная подготовка с учителями предметных недель, школьных олимпиад, участие в научно-практических конференциях, олимпиадах и т.п.).

Результаты своих исследовательских работ учащиеся представляют на школьной конференции «Исследования в школе» и городской научно-практической конференции «Шаг в будущее». Положение о проведении городской конференции приведено в статье М.Н. Арцева [3]. В конце учебного года победители внешкольных конференций награждаются ценными подарками. Тезисы докладов лучших научно-исследовательских работ публикуются в ежегодном школьном журнале НИОС «Исследования в школе» [36-37] и городском научно-методическом журнале «Школьный вестник» (г. Тверь).

В течение 8 лет подряд учащиеся МОУ СОШ №43 занимают призовые места на городской научно-практической конференции «Шаг в будущее» в секции «ХИМИЯ». Можно с уверенностью сказать, что такие результаты получены вполне закономерно, т.к. на уроках химии (при выполнении практических работ тематических практикумов исследовательского характера (ТПИХ)) уделяется большое внимание формированию экспериментальных (в т.ч. исследовательских) умений учащихся [33].

Роль ТПИХ в формировании творческого химического мышления⁴ и экспериментальных (в т.ч. исследовательских) умений учащихся представлена на рис.1.

⁴ Исследование является творческой деятельностью, поэтому приемы творчества должны быть включены в исследовательскую деятельность. Необходимость включения опыта творческой деятельности в содержание образования отмечены многими дидактами и методистами (Лернер И.Я. и др.), применительно к химии разрабатывается в работах проф. П.А. Оржековского. См. подробнее [50-52].

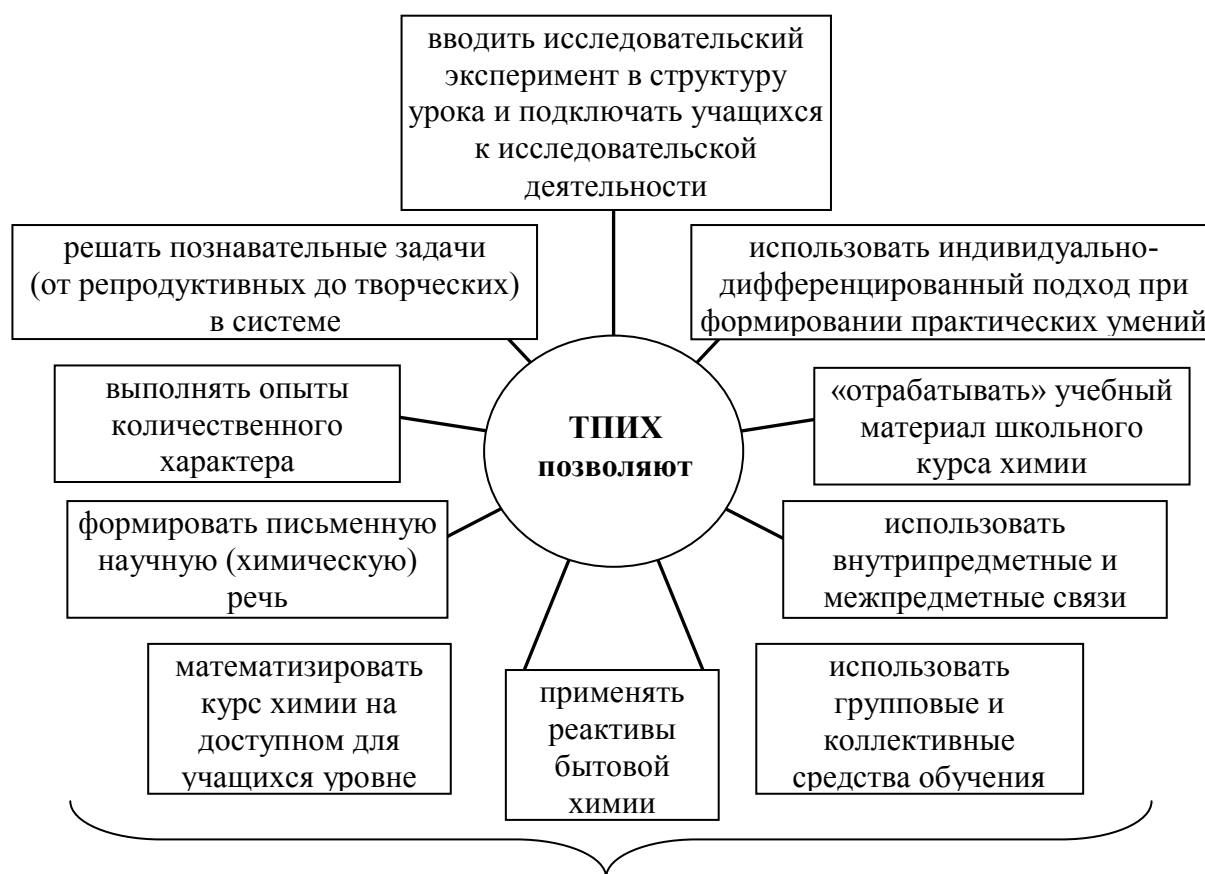


Рис.1. Формирование творческого химического мышления и экспериментальных (в т.ч. исследовательских) умений при использовании ТПИХ

Описания практических работ исследовательского характера, а также методические рекомендации по их использованию освещены в учебных пособиях для учащихся 8-11 классов (издательство ТвГУ) и на страницах научно-методического журнала «Химия в школе» [24, 26-35]. Более половины исследовательских работ, над которыми начинают заниматься учащиеся на внеклассных занятиях, являются продолжением начатого на уроке (во время проведения ТПИХ), поэтому темы практических работ исследовательского характера также могут являться ориентировочными для организации более крупных учебных исследований.

4. ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ХИМИИ НА ВНЕКЛАСНЫХ ЗАНЯТИЯХ

Самостоятельное ученическое исследование по предмету, как уже было сказано, возможно, только при условии готовности школьников к этому сложному виду деятельности: необходимо, чтобы у обучающихся

были сформированы основные экспериментальные (в т.ч. исследовательские) умения. Поэтому наиболее подходящим для проведения исследовательской работы можно считать возраст 15-17 лет (9-11 класс). Причем групповое выполнение работы (2-4 человека) также благоприятно отражается на качестве ученического исследования. Конечно, более продуктивно смогут работать учащиеся, успешно занимающиеся по предмету: им будет проще познакомиться с литературой по теме исследования, подобрать необходимые методики для проведения эксперимента, обработать полученные данные и сделать выводы по проделанной работе. Следует всегда помнить, что интерес учащихся к работе зависит от того, насколько актуальна тема исследования⁵.

Ниже приведены некоторые требования, которые предъявляются к исследовательским работам учащихся школы по химии.

Работа должна:

- иметь практическую направленность, вызывать интерес учащихся;
- имитировать исследовательскую научную деятельность;
- легко воспроизводиться экспериментально с использованием простого оборудования доступного для школы;
- включать количественный эксперимент и математический аппарат для анализа результатов в рамках школьного курса;
- иметь творческий характер, многогранность подходов исследования;
- иметь (желательно) интегрированный характер [23, 25]⁶.

4.1. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ УЧЕНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Подготовка к проведению исследования должна включать следующие этапы:

- определение объектной области, объекта и предмета исследования;
- выбор и формулировка темы, проблемы и обоснование их актуальности;
- изучение научной литературы и уточнение темы;
- формулирование гипотезы;
- формулирование цели и задачи исследования.

Под *объектной областью исследования* понимают сферу науки и практики, в которой находится объект исследования (например, объектной

⁵ Способ организации коллективной исследовательской деятельности старшеклассников сельских школ Беларуси по экологической и сельскохозяйственной направленностям приведен в научно-методическом журнале «Химия: методика преподавания в школе» [1].

⁶ По мнению профессора О.С. Зайцева, формирование многостороннего подхода к проблеме возможно только при рассмотрении явления с точки зрения сразу нескольких учений химии [18].

областью является сама учебная дисциплина «Химия»). *Объект исследования* – это определенный процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию (например, объектом исследования может являться изучение реакции каталитического разложения пероксида водорода).

Предмет исследования – это конкретная часть объекта, внутри которой ведется поиск. Предметом исследования могут быть отдельные стороны явлений, явления в целом, аспекты и отношения между сторонами и целым. Именно предмет исследования определяет тему работы. В нашем случае для реакции разложения пероксида водорода предметом исследования могут стать следующие аспекты:

- ✓ выявление каталитической активности различных катализаторов;
- ✓ изучение влияния концентрации катализатора на скорость реакции;
- ✓ определение зависимости скорости реакции разложения от температуры;
- ✓ определение порядка и механизма изучаемой реакции и др.

Очень важно с самого начала правильно сформулировать тему, ведь она является «визитной карточкой» исследования.

Тема – ракурс, в котором рассматривается проблема; она представляет собой объект изучения в определенном аспекте. Тема исследования должна быть сформулирована по возможности лаконично (причем, используемые при ее формулировке понятия должны быть логически взаимосвязаны). Как правило, тема исследования выбирается с учетом ее актуальности в современной науке.

В случае исследования пероксида водорода тема может быть сформулирована как «Кинетика каталитического разложения пероксида водорода».

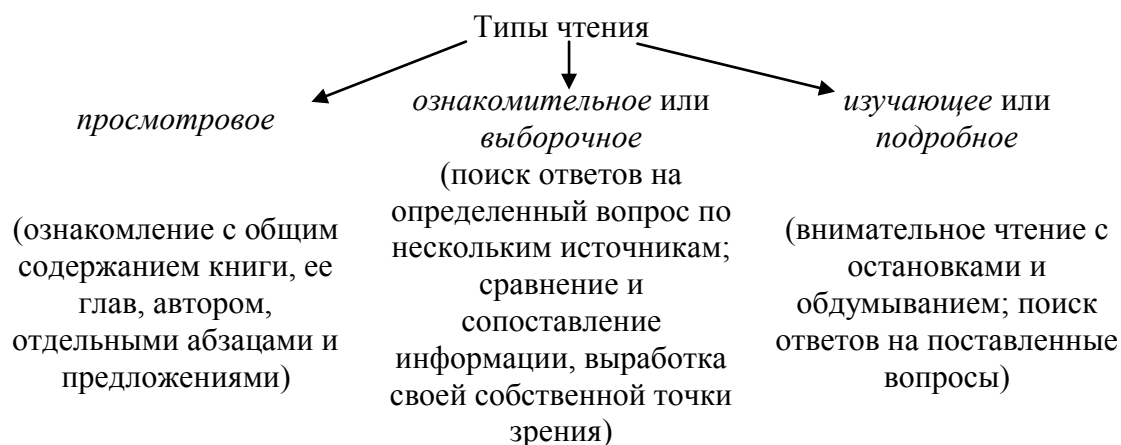
Обосновать *актуальность* – это значит объяснить необходимость изучения данной темы. Освещение актуальности исследования это требование к любой работе, причем оно не должно быть многословным (вполне достаточно одной страницы).

В случае исследования каталитического разложения пероксида водорода в качестве актуальности выбранной темы можно говорить о широком использовании пероксида водорода в быту и медицине, о токсическом влиянии пероксида водорода на липидный слой мембран митохондрий и т.п.

Тема исследования может быть уточнена или изменена после изучения научной литературы.

Изучение научных публикаций целесообразно провести в два этапа: изучение работ общего характера и изучение основных монографий по необходимому вопросу.

Работая с литературой по теме, учащийся может использовать различные типы чтения.



Результаты изучения научных публикаций могут быть зафиксированы в виде интересных мыслей, различных точек зрения, фактов, цифр, конспекта, цитат как на отдельных карточках, так и в обычной тетради (причем, обязательным условием является полное указание библиографических данных издания, включая номера страниц).

После уточнения темы исследования можно приступить к выработке гипотезы. Гипотеза должна удовлетворять следующим требованиям:

- ✓ содержать предположение;
- ✓ быть логически непротиворечивой;
- ✓ быть проверяемой;
- ✓ соответствовать фактам.

В научной практике под *гипотезой* понимают научно обоснованное предположение о наблюдаемом явлении.

При формулировке гипотезы используются словесные конструкции следующего вида: «если..., то ...»; «при условии, что ...» и др. Они направляют на раскрытие сущности явления, установление причинно-следственных связей. Вид гипотезы может постепенно изменяться и уточняться.

Цель и задачи исследования необходимы, чтобы уточнить направления, по которым пойдет доказательство гипотезы.

Цель исследования – конечный результат, которого хотел бы достичь исследователь при завершении своей работы.

Наиболее типичные цели:

- ✓ определение характеристик явлений, не изученных ранее;
- ✓ выявление взаимосвязи явлений;
- ✓ изучение развития явлений;
- ✓ описание нового явления;
- ✓ обобщение, выявление общих закономерностей;
- ✓ создание классификаций и др.

Можно поставить целью:

- выявить...;
- установить...;
- обосновать...;

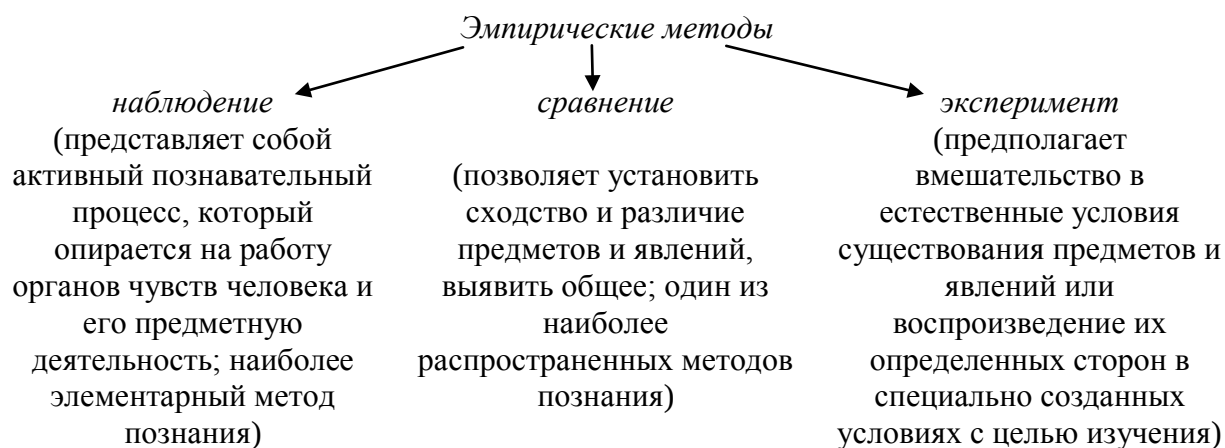
- уточнить....;
- разработать....

Задачи исследования – это пути и средства для достижения цели в соответствии с выдвинутой гипотезой.

Постановка задач основывается на «дроблении» цели исследования на подцели, а их количество определяется глубиной исследования.

После формулирования гипотезы, цели и задач исследования необходимо определить методы исследования⁷.

Метод – это способ достижения цели. Все методы научного познания делят на общие и специальные. Остановимся более подробно на общих методах, которые используются в самых различных предметных областях. К ним относятся: теоретические⁸ методы (моделирование, абстрагирование, анализ и синтез и др.), эмпирические методы и математические методы (статистические методы, метод визуализации данных, теория графов и др.). Химия – экспериментальная наука, поэтому, как правило, в ученических исследованиях по химии определяющими становятся эмпирические методы.



Эксперимент имеет ряд преимуществ (по сравнению с наблюдением):

- возможность изучения явления в «чистом виде» (объективно);
- исследование свойств объектов в экстремальных условиях;
- возможность проверки и перепроверки полученной информации (повторяемость);
- измерение (процедура определения численного значения величины посредством единицы измерения);
- получение точных количественно определенных сведений об окружающем мире.

⁷ Цели и задачи исследования «Кинетика каталитического разложения пероксида водорода» приведены ниже в разделе 4.2. данного пособия.

⁸ Более подробно о теоретических и математических методах можно узнать из статьи Арцева М.Н. [4].

Выбор того или иного метода исследования определяется чаще всего руководителем работы (педагогом) [4].

4.2. ПРОВЕДЕНИЕ УЧЕНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведение исследования включает два этапа: собственно проведение и аналитический (рефлексивный) этап. Для более четкой организации исследования рекомендуется составить рабочий план (программа) исследования [22], в котором необходимо указать цель планируемых экспериментов; необходимое оборудование и материалы; формы записей результатов, их первичная обработка и анализ результатов, включая этап их проверки.

Рабочий план включает три блока:

- ❖ содержание теоретической работы;
- ❖ описание экспериментальной части работы;
- ❖ оформление результатов.

Пример подобной программы для работы «Кинетика каталитического разложения пероксида водорода» приведен ниже.

Цель исследования: изучение кинетики каталитического разложения пероксида водорода в присутствии дихромата калия.

Задачи исследования:

- знакомство с теорией по данной проблеме;
- термодинамический расчет параметров изучаемой реакции: установление принципиальной схемы реакции;
- определение порядка реакции (механизма);
- изучение влияния концентрации катализатора на скорость реакции разложения пероксида водорода;
- изучение зависимости скорости изучаемой реакции от температуры.

Ожидаемый результат:

- ✓ установление схемы разложения пероксида водорода;
- ✓ определение порядка реакции, т.е. ее механизма;
- ✓ выявление зависимости скорости реакции разложения пероксида водорода от концентрации катализатора и температуры;
- ✓ оформление результатов исследования.

Этапы реализации исследования:

- О ознакомление с теорией по данной проблеме (*сентябрь*);
- О составление литературного обзора по основным вопросам (химия пероксида водорода; скорость химических реакций; разложение пероксида водорода в жидкой фазе; кинетика каталитического разложения пероксида водорода; механизм разложения пероксида водорода с использованием различных катализаторов) (*октябрь-ноябрь*);

- О определение термодинамических параметров изучаемой реакции (изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса) – установление схемы разложения пероксида водорода (*ноябрь*);
- О освоение методики исследования скорости каталитического разложения пероксида водорода (*декабрь*);
- О экспериментальное определение порядка изучаемой реакции; описание механизма разложения пероксида водорода (*декабрь*);
- О исследование влияния концентрации катализатора на скорость изучаемой реакции (*январь*);
- О исследование влияния температуры на скорость разложения пероксида водорода; вывод уравнения Аррениуса (*февраль*);
- О анализ полученных данных, обобщение и выводы (*февраль*);
- О оформление результатов исследования (*март*);
- О подготовка доклада и выступление на городской научно-практической конференции (*март-апрель*).

4.3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

1. **Титульный лист** (является первой страницей работы и оформляется по установленному образцу).

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №43» ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ Исследовательская работа по химии Выполнили: учащиеся 9-х классов <i>Логинов П.,</i> <i>Кориунов А.</i> Руководитель: учитель химии <i>Исаев Д.С.</i> Консультант: к.х.н., доцент ТвГУ <i>Рыжков Ю.А.</i> ТВЕРЬ 2000
--

2. **Лист «ОГЛАВЛЕНИЕ»** (оглавление призвано раскрыть структуру работы и логику изложения материала путем обозначения выделенных в ней разделов и подразделов, имеющих название; включает введение, номера и названия всех разделов и подразделов, заключение, список использованной литературы, приложения в той последовательности, в которой они расположены в работе; по каждому структурному элементу оглавления указывается страница).

3. **Введение** (обоснование выбора темы, состояние изученности темы, цели и задачи работы, ее актуальность, новизна и значимость для науки и практики).
4. **Литературный обзор** (теоретические вопросы, суть изучаемого явления и новинки по данному вопросу в литературе).
5. **Практическая часть** (методики, оборудование и материалы, описания проведения эксперимента, таблицы с результатами эксперимента, графики, анализ результатов эксперимента, техника безопасности при проведении эксперимента). Существует негласное правило, согласно которому объем литературного обзора должен быть меньше практической части работы.

Литературный обзор $\leq$ Практическая часть
--

6. **Заключение** (содержит краткие выводы, которые вытекают из материалов работы: обычно 2-5).
7. **Литература** (список литературы с указанием книг, статей из журналов и т.п. в порядке использования в работе или алфавитном порядке; обязательно с указанием страниц; не менее 6 – 10 источников).
8. **Приложение** (включает вспомогательный материал, если есть фотографии, справочные таблицы, рисунки, графики, справки, архивные документы и т.д.).

4.4. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Учебные исследовательские работы можно условно разделить по характеру их выполнения на теоретические и экспериментальные. Остановимся более подробно на содержании исследовательских работ, выполненных учащимися средней школы №43 г. Твери. В ПРИЛОЖЕНИИ 1 приведены некоторые методики выполнения экспериментальной части исследований⁹.

Как правило, методики проведения той или иной части экспериментальной работы использовались широко известные (например, кислотно-основное, комплексонометрическое, окислительно-восстановительное титрование и т.п.). Вместе с тем, следует отметить, что в некоторых работах учащимся приходилось самостоятельно разрабатывать конкретные методики для школьной лаборатории (например, определение пористости хлеба, определение массы

⁹ Здесь приведены методики, которые успешно были использованы учащимися при выполнении своих исследований на базе обычной средней школы. О выполнении работ с использованием современных методов исследования (например, ион-селективных электродов) при проведении экологического практикума в школе можно познакомиться в пособии Л.А. Деминой и Г.А. Гухман [15].

разрушаемой аскорбиновой кислоты в растворе под воздействием различных сигарет; определение эмульгирующей и суспензирующей способности жировых мыл и др.). Такие исследовательские работы, где школьникам приходится самим разрабатывать методики эксперимента, наиболее эффективно формируют творческое химическое мышление учащихся (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 1) [34].

В качестве теоретической исследовательской работы могут быть предложены задачи, решение которых на уроке не представляется возможным из-за сложности и длительности вычислений, работы, выполнение которых связано с изучением и анализом архивных документов, первоисточников (научные труды ученых, переписка и т.п.). Примеры подобных исследовательских работ по химии приведены ниже.

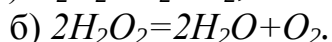
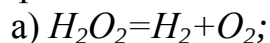
Примерный перечень тем ученических исследований по химии приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 3¹⁰. При выборе темы исследования можно также использовать статьи, посвященные исследованию пищевых продуктов и другим объектам, опубликованные в научно-методическом журнале «Химия в школе» [11, 22, 38, 41, 45-48, 51, 53, 55-59, 61].

4.4.1. «КИНЕТИКА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ПРИСУТСТВИИ ДИХРОМАТА КАЛИЯ»

Выполнили: учащиеся 10 класса Львова Марина, Логинов Павел,
Кориунов Александр, Кудряшов Роман
(1 место в секции «Химия»;
IV городская конференция «Шаг в будущее», 2001)

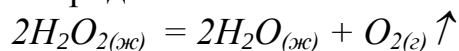
Цели и задачи данной исследовательской работы сформулированы ранее (см. раздел 4.2. данного пособия).

Первая часть работы – установление схемы разложения пероксида водорода исходя из термодинамических расчетов. Возможны два варианта:



По справочным данным рассчитывали такие термодинамические параметры реакций, как энтальпия, энтропия и энергия Гиббса. Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Теоретический расчет стандартных значений изменения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса показал, что интересующим нас условиям соответствует схема, при которой разложение пероксида водорода идет с образованием воды и кислорода:

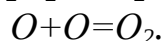
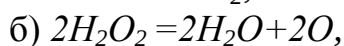
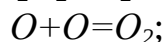
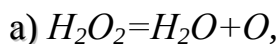


¹⁰ Примеры теоретических задач и исследовательских работ приведены также в пособиях профессора МГУ О.С. Зайцева [17-19].

Результаты определения стандартных значений
изменения термодинамических параметров

Возможные схемы реакций	Термодинамические параметры, кДж/моль			Вывод
	$\Delta H^0_{p-ции}$	$\Delta S^0_{p-ции}$	$\Delta G^0_{p-ции}$	
$H_2O_2 = H_2 + O_2$	187,8	226,5	120,4	Реакция возможна только при высоких температурах
$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$	-196,0	126,2	-233,7	Реакция возможна при любых температурах

Вторая часть исследования заключалась в определении порядка изучаемой реакции. Исходя из того, что пероксид водорода разлагается на воду и кислород, предположили два механизма его разложения. В первом случае участвует одна молекула пероксида водорода (а), во втором – две молекулы (б).



И в том, и в другом случае выделяющийся в ходе реакции атомарный кислород превращается в молекулярный. Тогда уравнения для скорости прямой реакции можно выразить формулами (1) и (2) соответственно:

$$v_1 = k_1 \cdot C(H_2O_2) \quad (1)$$

$$v_2 = k_2 \cdot C^2(H_2O_2) \quad (2)$$

Для определения порядка реакции была собрана следующая установка.

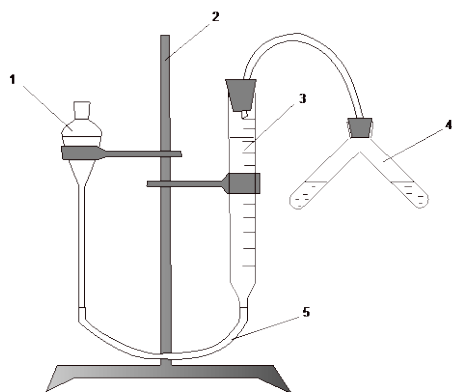


Рис. 2. Схема установки для определения порядка реакции разложения пероксида водорода: 1 – уравнительный сосуд; 2 – штатив; 3 – бюретка; 4 – сосуд Оствальда; 5 – соединительная трубка

Для эксперимента использовали 6% раствор пероксида водорода и насыщенный раствор дихромата калия при комнатной температуре (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 1). По полученным значениям объема выделившегося кислорода рассчитали концентрацию оставшегося пероксида водорода. Далее по полученным значениям рассчитали среднее значение константы по формуле: $k = (2,303/\tau) \cdot \lg[V(O_2)/(V(O_2) - V_\tau(O_2))]$, (3) где $V(O_2)$ – объем кислорода, соответствующий полному разложению пероксида водорода, мл;

$V_\tau(O_2)$ – объем кислорода, выделившийся к моменту времени τ , мл; τ – время, с.

Проверка пригодности данных по Q-критерию показала (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 2) также, что первое значение для дальнейших расчётов не пригодно и его нужно отбросить. Результаты расчетов представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты экспериментального определения среднего значения константы скорости реакции разложения пероксида водорода

$\tau, \text{с}$	$V_{\text{ср.}}(\text{O}_2), \text{мл}$	$C_{\text{ост.}}(\text{H}_2\text{O}_2), \text{моль/л}$	$k \cdot 10^{-2}, \text{с}^{-1}$	$k_{\text{ср.}} \cdot 10^{-2}, \text{с}^{-1}$	$\nu_x \cdot 10^{-3}, \text{моль/л} \cdot \text{с}$
5	2	0,84	88,9	3,04	-
20	19	0,52	2,66		26,0
30	31	0,29	3,75		9,6
50	36	0,19	3,05		3,8
70	39	0,14	2,69		2,0

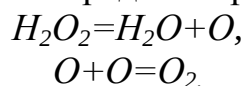
Исходя из уравнений (1) и (2), рассчитали константы скорости k_1 и k_2 , подставив экспериментально полученные значения скорости реакции (ν_x) разложения пероксида водорода в каждый момент времени. Результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6

Расчеты среднего значения k_1 и k_2

$k_1 \cdot 10^{-2}, \text{с}^{-1}$	$k_1^{\text{ср.}} \cdot 10^{-2}, \text{с}^{-1}$	$k_2 \cdot 10^{-2}, \text{с}^{-1}$	$k_2^{\text{ср.}} \cdot 10^{-2}, \text{с}^{-1}$
5,0	2,93	9,6	10,3
3,3		12,0	
2,0		9,5	
1,4		10,0	

Далее сравнили значения рассчитанных констант со значением константы скорости экспериментально определенной. Из табл. 5 и 6 видно, что значение константы k_1 практически совпадает с экспериментально полученным значением, в отличие от константы k_2 . Значит, данная реакция первого порядка и протекает по механизму (1):



В третьей части работы выявляли зависимость скорости разложения пероксида водорода от концентрации катализатора при постоянной температуре (комнатной). Готовим серию растворов дихромата калия точной концентрации (из фиксаля). Далее аналогично предыдущей части работы определяли средние значения констант скорости реакции с использованием различных концентраций катализатора (см. табл. 7).

Зависимость константы скорости реакции от концентрации катализатора линейная (см. рис. 3).

После математической обработки экспериментальных данных вывели уравнение прямой:

$$k_{\text{ср.}} = 0,5 \cdot 10^{-3} + 23 \cdot 10^{-3} C(Kt) \quad (4)$$

Таблица 7

Результаты расчетов средних значений константы
реакции разложения пероксида водорода

№ п/п эксперимента	$C(K_2Cr_2O_7)$, н	$k_{cp} \cdot 10^{-3}$, c^{-1}
1	0,5	12,0
2	0,25	6,0
3	0,125	3,5
4	0,0625	2,1
5	0,03125	1,2

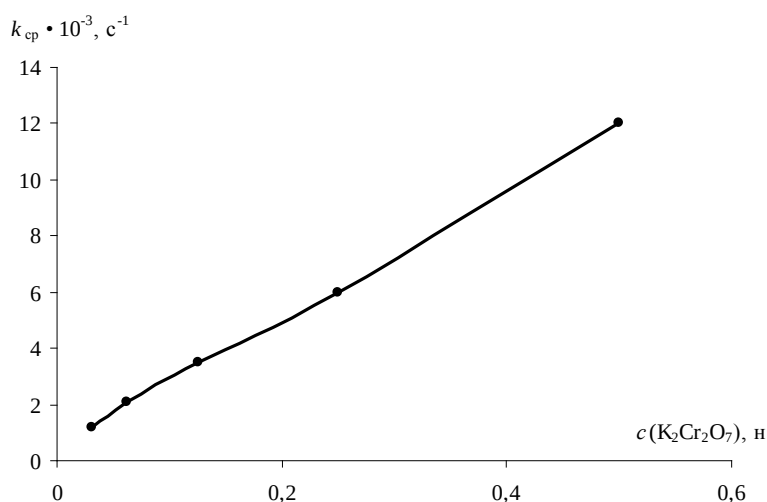


Рис. 3. График зависимости константы скорости реакции разложения пероксида водорода от концентрации дихромата калия (катализатора)

Четвертая часть исследования была посвящена изучению зависимости скорости каталитического разложения пероксида водорода от температуры. Методика проведения этой экспериментальной части работы была аналогична предыдущей. Проводили опыты при 0, 17, 25, 35 и 40⁰С при использовании раствора катализатора постоянной концентрации ($\omega(K_2Cr_2O_7) = 9\%$).

Результаты экспериментального определения средних значений константы скорости изучаемого процесса при различных температурах представлены в табл. 8 и 9.

Таблица 8

Экспериментальные данные о скорости реакции
разложения пероксида водорода при разных температурах

$t, ^\circ C$	$k_{cp} \cdot 10^{-2}, c^{-1}$
0	0,11
17	0,62
26	1,14
35	2,82
40	3,58

Таблица 9

Данные о реакции разложения пероксида водорода,
необходимые для построения графика Аррениуса

T^{-1}, K^{-1}	$T^{-1}10^5, K^{-1}$	$lg k_{cp}, c^{-1}$
0,00366	366	-2,96
0,00345	345	-2,21
0,00336	336	-1,94
0,00325	325	-1,55
0,00319	319	-1,45

По полученным значениям построили график Аррениуса (см. рис. 4) и вывели уравнение температурной зависимости:

$$lg k_{cp} = 7,87 - 2923/T. \quad (5)$$

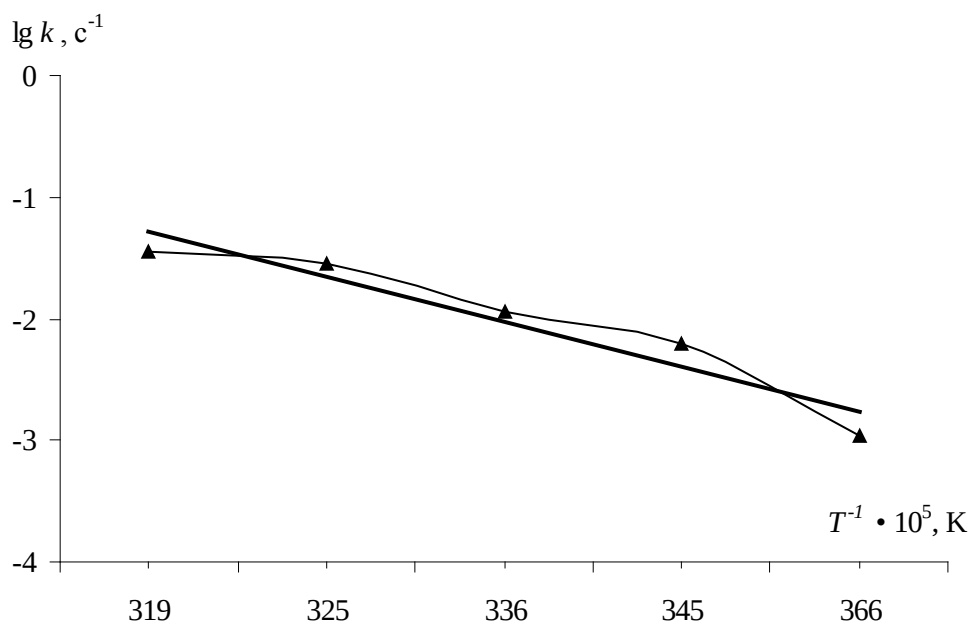


Рис.4. График зависимости логарифма среднего значения константы скорости реакции разложения пероксида водорода от температуры (график Аррениуса)

Неустойчивые комплексные соединения хрома (пероксохроматы), быстро разрушаются при комнатной температуре, являются интермедиатами в процессе каталитического разложения пероксида водорода в кислотной среде под влиянием катализатора дихромата калия. Состав пероксохроматов отличается при различных температурах, что делает зависимость между $lg k_{cp}$ и $1/T$ нелинейной. Поэтому для определения по графику энергии активации реакции добавили линию тренда, которая и будет прямой, отражающей изучаемую зависимость.

По тангенсу угла наклона (α) прямой рассчитали энергию активации реакции (E_a) при использовании дихромата калия. Она составила $E_a=56,6$ кДж/моль. Полученное значение энергии активации сопоставили с энергиями активации наиболее часто используемых при разложении пероксида водорода катализаторами (табл.10).

Если сравнивать энергии активации реакций с использованием дихромата калия и каталазы, то видно, что они отличаются примерно в три раза. Для сравнения скоростей реакций разложения пероксида водорода в присутствии указанных катализаторов необходимо сделать расчеты по уравнению Аррениуса:

$$k = A \cdot e^{-E_a/RT} \quad (6)$$

Таблица 10

Энергия активации каталитического
и некаталитического разложения пероксида водорода

Катализатор	Энергия активации, кДж/моль
Без катализатора	75,5
* ионы $Cr_2O_7^{2-}$ в водном растворе	56,6
Ионы J в водном растворе	56,5
Ионы Fe^{3+} в водном растворе	54,6
Коллоидная платина	49,0
Платиновая чернь	47,0
Каталаза (фермент)	20,0

Примечание: * - обозначено экспериментально полученное значение, остальные данные из литературных источников

Приведенные в табл. 10 данные соответствуют температуре 20°C, тогда

$$\frac{k(\text{каталаза})}{k(K_2Cr_2O_7)} = \frac{e^{\frac{-20000}{RT}}}{e^{\frac{-56600}{RT}}} = e^{\frac{56600-20000}{RT}} = e^{\frac{36600}{8,314 \cdot 293}} = 3350493.$$

Разложение пероксида водорода в присутствии каталазы происходит более чем в 3 млн раз быстрее, чем в присутствии дихромата калия.

4.4.2. «АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА»

Выполнили: учащиеся 9 класса Логинова Евгения, Самсонова Галина
(1 место в секции «Органическая химия»;
V городская конференция «Шаг в будущее», 2002)

Данная работа посвящена изучению аскорбиновой кислоты. Витамин С укрепляет иммунную систему организма, участвует в образовании соединительных тканей, помогает создавать запасы железа в виде вещества ферритина, вырабатывать коллаген, продуцировать важные химические соединения. Аскорбиновая кислота необходима для синтеза гормонов, она предохраняет от распада многие другие соединения, защищает организм от токсинов, предотвращает нарушения целостности тканей, поэтому витамины, в частности витамин С, в жизни человека играют большую роль.

Цель работы: определение содержания витамина С в пищевых продуктах и изучение влияния различных факторов на его содержание.

В ходе выполнения работы решались следующие **задачи**:

- освоение методики определения витамина С в пищевых продуктах и определение содержания аскорбиновой кислоты в цитрусовых;
- исследование влияния температуры на содержание аскорбиновой кислоты в растворе;
- изучение влияния металлов и сплавов на содержание витамина С;
- сравнение влияния различной посуды на разрушение аскорбиновой кислоты.

Первая часть работы заключалась в освоении методики определения витамина С. В литературных источниках указано несколько различных методик (метод определения Тильманса, амперометрическое титрование, метод определения Роу и др.), но для школьных лабораторных условий подошла только одна – йодометрическое титрование. Методика титрования приведена в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

После освоения методики определяли содержание аскорбиновой кислоты в некоторых видах цитрусовых. Для этого были выбраны различные сорта мандаринов, апельсинов, лимонов, гибрид апельсина с мандарином, грейпфрут, то есть все сорта имеющихся в продаже цитрусовых. В ходе работы пытались установить связь вкусовых качеств цитрусовых с содержанием в них витамина С. Результаты исследования представлены в таблице 11.

Таблица 11

Результаты определения аскорбиновой кислоты в цитрусовых

$C(\text{вит.}) \cdot 10^{-3}$, моль/л	Виды цитрусовых	Вкусы цитрусовых
2,0	Мандарин (Испания)	Кисло-сладкий, горьковатый
2,5	Апельсин (Греция)	Сладкий
2,6	Мандарин (Россия)	Кисло-сладкий, сладкий
2,7	Грейпфрут (Турция)	Кисло-сладкий, горький
2,7	Лимон (Турция)	Кисло-сладкий, кислый
2,8	Мандарин (Турция)	Кисло-сладкий
2,9	Апельсин (Турция)	Сладкий, горьковатый
3,0	Апельсин (Марокко)	Кисло-сладкий, сладкий
3,0	Мандарин (Марокко)	Кисло-сладкий
3,2	Лимон (Испания) «АКРА»	Кислый
3,4	Гибрид апельсина с мандарином	Кисло-сладкий, кислый

Самыми полезными, то есть содержащими наибольшее количество витамина С, являются лимоны и гибрид. Таким образом, в ходе эксперимента установлено, что гибрид апельсина с мандарином, а также испанский лимон «Акра» и марокканский мандарин содержат наибольшее количество аскорбиновой кислоты. Меньше всего витамина С содержится в испанских мандаринах. Также определено, что количество содержания витамина С не влияет на вкусовые качества продукта.

Во второй части работы исследовали влияние температуры на содержание витамина С в растворе. Для этого брали пробы раствора аскорбиновой кислоты через температурный интервал в 10⁰С и проводили йодометрическое титрование.

В ходе исследования было определено, что уменьшение концентрации аскорбиновой кислоты прямопропорционально повышению температуры. Выведено уравнение температурной зависимости содержания витамина С:

$$C(\text{аск. к-ты}) = 1,28 - 6,1 \cdot 10^{-3} \cdot t. \quad (7)$$

Третья часть работы была посвящена изучению влияния металлов и сплавов на содержание аскорбиновой кислоты в растворе. Для эксперимента были выбраны металлы (медь, железо, цинк, свинец и алюминий) и сплавы (нержавеющая сталь, латунь, мельхиор и бронза). В точно известный объём раствора аскорбиновой кислоты погружали образец металла или сплава и через определенный промежуток времени брали пробы раствора витамина С. Йодометрическим титрованием определяли концентрацию оставшегося в растворе витамина.

В ходе эксперимента выявлено, что металлы и сплавы разрушают аскорбиновую кислоту. Причем, больше всего витамин С подвержен распаду в присутствии сплавов (бронзы и латуни) и металлов (свинца и алюминия); нержавеющая сталь, железо и цинк разрушают аскорбиновую кислоту меньше других.

В четвертой части работы сравнивали влияние различной посуды на разрушение аскорбиновой кислоты в соке квашеной капусты. Для этого была выбрана посуда (эмалированная, алюминиевая и нержавеющая), которую, как правило, используют для приготовления первых блюд. Сначала была определена концентрация витамина С в соке квашеной капусты. Затем в течение 20 минут варили раствор квашеной капусты (сок с дистиллированной водой в отношении 1:2). После варки были взяты пробы раствора и определена концентрация оставшегося в растворе витамина С. В данной части работы удалось экспериментально определить, что при варке щей из квашеной капусты за данный промежуток времени в эмалированной посуде сохраняется 80% витамина С, в нержавеющей – 70%, а в алюминиевой лишь 65%.

См. также: Самсонова Г., Логинова Е. Аскорбиновая кислота//Школьный вестник. – Тверь, 2002. - №1/8. – С.38-39.

4.4.3. «ИЗУЧЕНИЕ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СИГАРЕТ»

Выполнили: учащиеся 11 класса Логинов Павел,
Коршунов Александр, Кудряшов Роман
(2 место в секции «Общая химия»;
V городская конференция «Шаг в будущее», 2002)

Курение табака является одной из самых вредных привычек, опасной для здоровья не только самих курящих, но и окружающих их некурящих. Курение превратилось в массовую эпидемию, распространившуюся не только среди мужчин, но также среди женщин и подростков, что наносит существенный ущерб здоровью населения. В России курят 30–40% населения. Из них, по данным Минздрава, каждый десятый школьник страдает табачной зависимостью. Регулярно курят 50 процентов мальчиков, 25 процентов девушек и 74 процента молодых мужчин. Многочисленные исследования показали, что курение наносит организму огромный вред. Оно обуславливает возникновение различных заболеваний, приводит к преждевременной смерти, сокращает продолжительность жизни на 8 – 15 лет.

По данным Тверского областного онкологического диспансера, уровень смертности от рака лёгкого с каждым годом растёт: на конец 1998 года составил 82,5%; на конец 1999 года – 90,5%; в 2000 году этот показатель увеличился до 94,8%. Приобретение заболевания у этих людей обусловлено как различными факторами окружающей среды, так и курением. Эта статистика наглядно показывает опасность курения, поэтому во многих странах мира развёрнута активная борьба с употреблением табачной продукции. В Российской Федерации в январе 2002 года был принят закон «Об ограничении курения табака», который регламентирует производство и потребление табачных изделий.

Таким образом, проблема борьбы с курением остаётся актуальной, и требует скорейшего её решения. В связи с этим было интересно на практике подтвердить вредное воздействие сигарет на организм человека, чтобы в дальнейшем ознакомить с результатами работы учащихся школы. Для проведения данного исследования (его химической и биологической части) были подобраны подходящие для школьных лабораторных условий методики.

Цель работы: изучение вредного воздействия табачной продукции на организм человека.

В ходе исследования решались следующие **задачи**:

- ✓ выявление популярности различных марок сигарет среди учащихся на основе школьного социологического опроса;
- ✓ качественное и количественное сравнение различных сортов сигарет и установление связи перманганатной окисляемости и йодного числа с содержанием в них смолы и никотина;

- ✓ изучение влияния числа выкуренных сигарет на содержание оксида углерода(IV) в воздухе (в закрытом помещении);
- ✓ сравнение эффективности различных видов сигаретных фильтров;
- ✓ определение массы аскорбиновой кислоты, разрушаемой различными марками сигарет;
- ✓ исследование влияния табачного дыма на некоторые функции организма человека.

Первая часть работы была посвящена выявлению отношения учащихся школы к курению и популярности различных марок сигарет на основе социологического опроса, который проводился в 5 – 11 классах. Из числа всех опрошенных табачную продукцию употребляют 14% учащихся. С возрастом учащихся процент курящих в параллели растет: в 7-х классах – 10%, в 8-х классах – 18%, в 9-х классах – 22%, в 10-х классах – 20%, в 11-х классах – 30%. Среди причин, побудивших учащихся к курению, можно выделить: влияние друзей – 31%, любопытство – 26%, стресс – 24%. 42% опрошенных являются потенциальными курильщиками (курят родители). От общего числа курящих семиклассники составляют 12%, восьмиклассники – 34%, девятиклассники – 20%, десятиклассники – 16%, одиннадцатиклассники – 13%. Выявлены наиболее популярные марки сигарет: это «L&M» и «Bond», которые употребляют 25% и 13% опрошенных соответственно.

Вторая часть работы заключалась в сравнении табачной продукции различных торговых марок и выявлению связи перманганатной окисляемости и йодного числа (количество перманганата калия и йода соответственно, израсходованное на титрование определенного объема табачной вытяжки) с содержанием в сигаретах никотина и смол. Методику работы см. ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Результаты определения представлены в таблице 12.

Исходя из предположения, что зависимость между йодным числом и перманганатной окисляемостью и содержанием вредных веществ в табачном дыме прямо пропорциональна, был составлен сравнительный ряд по различным маркам сигарет (см. рис. 5).

«Прима» > «Pëmp I» > «Bond» > «Прима Люкс» > «City» > «More» > «Ява» > «Parliament» > «Marlboro» > «LD» > «Беломорканал» > «Bond lights» > «PallMall» > «21 ВЕК» > «Союз Аннолон» > «Союз Аннолон Особый» > «L&M» > «L&M lights» > «Magna» > «Балканская Звезда» > «Ява Золотая» > «LD lights» > «Virginia Slims» > «Reemtsma №1» («R1»)

Рис.5. Сравнительный ряд различных марок сигарет по содержанию в них вредных веществ

Таблица 12

Результаты йодометрического титрования и перманганатометрии

№ п/п	Критерии сравнения	Содержание никотина в 1 шт., мл	Содержание смоли в 1 шт., мл	$v(I_2) \cdot 10^{-4}$, моль	$v(KmnO_4) \cdot 10^{-3}$, моль
	Название				
1	«Прима»	1,1	18	2,77	1,12
2	«Пётр I»	1,0	14	0,79	0,28
3	«Virginia Slims»	0,9	12	0,68	0,28
4	«More»	1,0	12	0,67	0,28
5	«Прима Люкс»	0,9	13	0,67	0,24
6	«City»	0,9	12	0,57	0,32
7	«Ява»	0,9	12	0,59	0,26
8	«Bond»	0,9	12	0,63	0,24
9	«Балканская Звезда»	1,0	15	0,39	0,26
10	«21 век»	0,9	12	0,57	0,22
11	«PallMall»	0,9	12	0,57	0,20
12	«Союз Аполлон»	0,8	12	0,39	0,30
13	«LD»	0,9	12	0,48	0,22
14	«Союз Аполлон Особый»	0,9	14	0,39	0,18
15	«Ява Золотая»	0,9	12	0,45	0,24
16	«L&M»	0,9	12	0,45	0,20
17	«Parliament lights»	0,8	11	0,42	0,20
18	«LD lights»	0,7	9	0,42	0,28
19	«Marlboro lights»	0,6	8	0,45	0,20
20	«Bond lights»	0,6	8	0,48	0,16
21	«L&M lights»	0,6	8	0,42	0,14
22	«Reemtsma №1» («R1»)	0,2	2	0,33	0,10
23	«Crest» (Индия)	*	*	0,89	0,40
24	«Magna»	*	*	0,59	0,26
*	«Беломорканал»	*	*	0,68	0,40

Третья часть работы состояла в изучении влияния табачного дыма на содержание CO_2 в воздухе в закрытом помещении. Эксперимент проводили по методике, приведенной в ПРИЛОЖЕНИИ 1. По экспериментальным значениям построили график зависимости содержания оксида углерода(IV) в воздухе от числа выкуренных сигарет (см. рис.6). Эта зависимость прямолинейна; вывели уравнение данной зависимости:

$$\varphi(CO_2) = 4,4 \cdot 10^{-3}N + 1,9 \cdot 10^{-2}, \quad (8)$$

где N – число выкуренных сигарет.

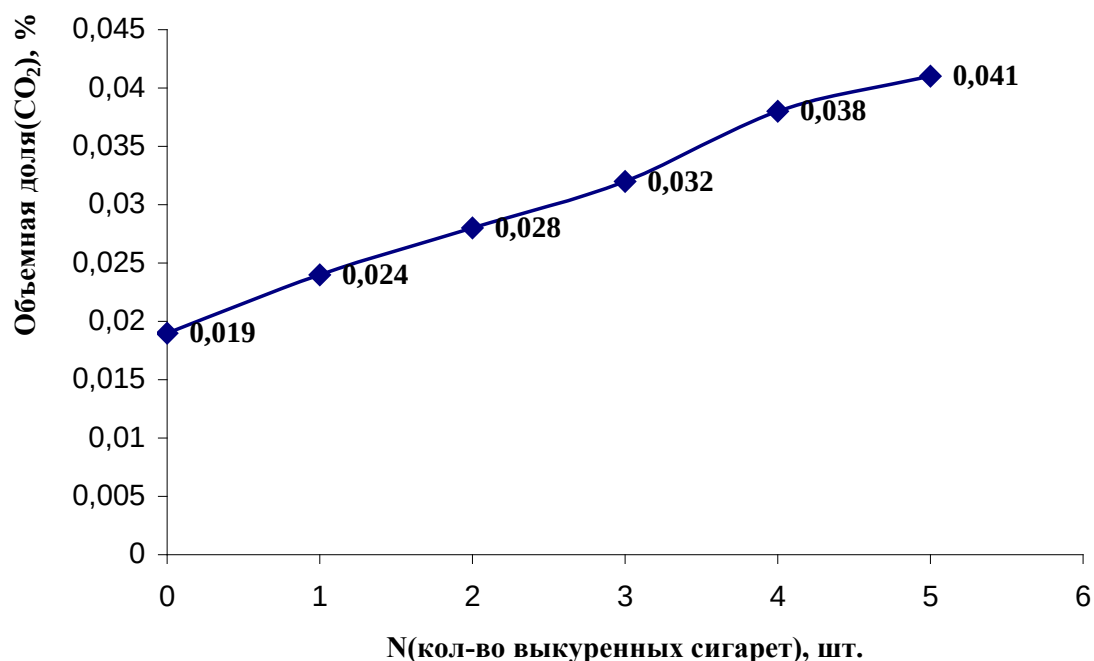


Рис.6. Зависимость содержания оксида углерода(IV) от числа выкуренных сигарет

Четвертая часть работы заключалась в сравнении эффективности различных видов фильтров. Для этого использовались 6 фильтров промышленного изготовления и 5 самодельных. Эталоном служила одна сигарета «Беломорканал». Выбранные фильтры прикрепляли к сигаретам данной марки. По методике выкуривания сигарет готовили табачные вытяжки эталона и сигарет с самодельными и промышленными фильтрами. Затем определяли йодное число и перманганатную окисляемость данных растворов табака. По полученным значениям рассчитывали процент устранения вредных веществ, содержащихся в табачном дыме, по каждому из указанных показателей, а также средний процент устранения. Результаты эксперимента представлены в таблице 13. Построили сравнительные ряды эффективности промышленных фильтров, самодельных фильтров, а также всех исследуемых фильтров вместе.

В ходе проведения эксперимента определены и сопоставлены эффективности различных видов фильтров. Выявлено, что фильтры от сигарет «R1» (ацетатный (А), целлюлозный (Ц)) и самодельный угольно(Г) -целлюлозный фильтр, устраняющие в среднем 77% и 68% вредных веществ соответственно, наиболее эффективные, а фильтр от сигареты «21 век» (ацетатный, угольный, ацетатно-угольный) и самодельный угольно-целлюлозный фильтр в гранулах, устраняющие в среднем 43% и 32% вредных веществ соответственно – самые неэффективные.

Эффективность различных видов фильтров

№ п/п	Фильтры	Средний % устранения
промышлен- ные фильтры	1 А, А – У, В	54,4
	2 А, У, А – У	42,8
	3 А, Ц	76,6
	4 А	52,8
	5 А – У, В	63,3
	6 А, А – У	67,8
самодельные фильтры	7 У	42,2
	8 У – Ц	68,3
	9 Ц	44,4
	10 У – Ц _{гр.}	32,2
	11 Ц _{гр.}	58,9
	12 Эталон	0

*Эффективность
промышленных фильтров*

$$2 < 4 < 1 < 5 < 6 < 3$$

*Эффективность
самодельных фильтров*

$$10 < 7 < 9 < 11 < 8$$

Эффективность различных видов фильтров

$$12 < 10 < 7 < 2 < 9 < 4 < 1 < 11 < 5 < 6 < 8 < 3$$

Пятая часть работы состояла в определении массы аскорбиновой кислоты, разрушаемой одной сигаретой. Для этого, согласно методике определения йодного числа и перманганатной окисляемости готовили табачные вытяжки следующих видов сигарет: «Прима», «LD», «Балканская Звезда», «21 век», «L&M», «R 1». Далее эксперимент проводили по разработанной методике, суть которой заключалась в определении объема табачного раствора, пошедшего на разрушение определенного количества аскорбиновой кислоты. Затем проводили перерасчет на одну сигарету. Результаты эксперимента приведены в таблице 14.

В ходе проведения данной части работы подтверждено влияние табачного дыма на аскорбиновую кислоту. Выявлено, что больше всего аскорбиновой кислоты разрушает одна сигарета «Прима» - $6,84 \cdot 10^{-3}$ г, а меньше всего одна сигарета «R1» - $1,25 \cdot 10^{-3}$ г.

Таблица 14

Результаты определения массы аскорбиновой кислоты, разрушаемой одной сигаретой

Марка	1 сигарета					
	«Прима»	«Балканская звезда»	«LD»	«21 Век»	«L&M»	«R1»
m(аск. к-ты) · 10 ⁻³ , г	6,84	5,15	3,95	3,3	2,2	1,25

Шестая часть работы была посвящена изучению влияния табачного дыма на некоторые функции организма человека. Для проведения исследования из числа учащихся была отобрана экспериментальная группа в составе пяти человек, регулярно употребляющих табачную продукцию. У участников экспериментальной группы измерялось давление, пульс, частота дыхания, им было предложено решить задания на внимание и логическое мышление. Измерения проводили до курения и после каждой из трёх сигарет, выкуренной участниками эксперимента. Расчет средних значений проводили только после проверки пригодности данных по Q-критерию (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 2). По полученным данным построили графики зависимостей изменения некоторых функций организма человека от числа выкуренных сигарет. После первых выкуренных сигарет обнаружено резкое уменьшение мозговой деятельности, увеличение кровяного давления, учащение пульса и замедление дыхания. Далее рассмотренные функции организма человека (кроме частоты дыхания) нормализуются, что объясняется постепенным привыканием.

Полученные в ходе эксперимента данные можно объяснить сужением кровеносных сосудов под влиянием табачного дыма.

См. также: [23] и *Логинов П., Кориунов А., Кудряшов Р.* Изучение вредного воздействия сигарет//Школьный вестник. – Тверь, 2002. - №1/8. – С.40-44.

4.4.4. «ХЛЕБ»

Выполнили: учащиеся 8 класса *Иванова Мария, Львова Наталья, Мялкин Алексей, Удалов Алексей*
(2 место в секции «Химия»;
VI городская конференция «Шаг в будущее», 2003)

Хлеб является основным продуктом питания, потребляемым ежедневно. За всю жизнь человек съедает в общей сложности 15 тонн хлеба, причем основная его часть потребляется не отдельно, а заодно с другими продуктами питания. Он придает всей массе потребляемой пищи благоприятную консистенцию, способствует смачиваемости пищеварительными соками и лучшей работе пищеварительного тракта. Хлеб служит источником не только калорий, некоторых витаминов, минеральных и других веществ, но также играет важнейшую роль во всей физиологии питания.

Контроль качества хлеба необходимо осуществлять постоянно, поэтому на хлебозаводах есть специальные лаборатории. Но определение качества хлебобулочной продукции возможно и в школьных условиях. Поэтому было интересно сравнить качество хлеба тверских хлебозаводов, используя подходящие для школьных лабораторных условий методики.

Целью данной работы является изучение некоторых свойств хлеба, условий его хранения и способов переработки.

В ходе исследования решались следующие задачи:

- ✓ выявление на основе школьного социологического опроса наиболее часто употребляемых сортов хлеба хлебозаводов города Твери среди учащихся;
- ✓ исследование качества хлеба на основе физико-химических показателей, сравнение их с требованиями ГОСТов;
- ✓ изучение адсорбционных свойств хлеба на примере адсорбции уксусной кислоты;
- ✓ определение оптимальных условий хранения хлеба в домашних условиях;
- ✓ выявление влияния сорта хлеба на процесс брожения при получении кваса.

Первая часть работы – социологический опрос школьников. Для его проведения была составлена анкета. На вопрос: «Считаете ли вы, что хлеб является основной пищей человека?» 62% учащихся ответили утвердительно, а 38% - отрицательно. Вопрос №2: «Хлеб какого хлебозавода вы употребляете в пищу?». 60% учащихся выбрали ОАО «Волжский пекарь», 31% - ЗАО «Хлеб», 5% учащихся не интересуются и не знают какой хлеб покупают родители и 4% отдали предпочтение ООО «Хлебозавод на Горбатке». Основной причиной покупки хлеба в том или ином магазине (ларьке) называют близкое расположение торговой точки от дома 55%, «всегда свежий» - ответили 34%, «большой выбор» - 6% и «хорошее обслуживание» - 5%. Четвертый вопрос касался сорта употребляемого хлеба. Установлено, что практически 50% покупают «Дарницкий» хлеб, а 39% - «Нарезной» батон (поэтому при проведении экспериментальной части работы использовались образцы хлеба этих наименований). Последний вопрос анкеты: «Всегда ли качество купленного хлеба вас удовлетворяет? И что вы делаете, если не удовлетворяет?». Практически 58% учащихся не всегда довольны качеством хлеба. По данным анкеты 21% учащихся выкидывают хлеб, если он не удовлетворяет требованиям. Существует большое количество способов переработки хлеба, поэтому в приложении к работе приведены некоторые из них и указана ссылка на литературные источники по этому вопросу.

Вторая часть работы была посвящена определению физико-химических показателей хлеба, таких как влажность, плотность, пористость, кислотность, органолептические показатели. Для анализа использовались «Дарницкий» и «Нарезной» от ЗАО «Хлеб» и ОАО «Волжский пекарь», домашний батон (выпекала учитель технологии Макарова Татьяна Борисовна) и батон из школьной столовой. Адаптированные к школьным лабораторным условиям методики определения физико-химических показателей приведены в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

Для определения органолептических показателей хлеба изучали форму, характер поверхности, состояние мякиша, вкус и запах. Определено, что самыми приятными вкусовыми качествами обладают домашний батон, «Нарезной» батон от ЗАО «Хлеб» и батон из школьной столовой.

Экспериментально установлено, что полностью соответствует ГОСТу «Нарезной» батон ЗАО «Хлеб». Практически совпадает с ГОСТом значение физико-химических показателей для Дарницкого хлеба ЗАО «Хлеб» и «Нарезного» батона ОАО «Волжский пекарь». Остальные виды изучаемой хлебобулочной продукции не соответствуют требованиям.

Третья часть работы заключалась в изучении адсорбционных свойств хлеба. Для эксперимента брали раствор уксусной кислоты, так как изменение концентрации кислоты легко определить кислотно-основным титрованием¹¹ (методику см. ПРИЛОЖЕНИЕ 1). Экспериментально подтвердили, что с увеличением числа пор увеличивается и величина адсорбции.

Четвертая часть работы состояла в определении оптимальных условий хранения хлеба. Для этого различные сорта хлеба были упакованы в полиэтиленовые пакеты, алюминиевую фольгу и пергаментную бумагу. «Дарницкий» хлеб от ЗАО «Хлеб» был помещен в морозильную камеру и эмалированную посуду. Органолептические показатели определяли по 3-х бальной шкале по истечении трех суток.

Лучше всего хлеб сохраняет свои органолептические показатели в морозильной камере в изолированном виде (упакованный в полиэтилен) или в эмалированной посуде. При комнатной температуре оптимальным упаковочным материалом для хранения хлеба является полиэтилен, чуть худшим – алюминиевая фольга. Наименее удачным является пергаментная бумага, так как она является влагопроницаемой.

Последняя часть работы – выявление влияния сорта хлеба на процесс брожения при получении кваса. Для проведения эксперимента готовили квас из ржано-пшеничного и пшеничного хлеба (сухарей), сахара, дрожжей и воды (рецепт приведен в приложении к работе). Качество кваса определяли органолептически (по запаху и вкусу) через двое суток. После фильтрования квасов провели кислотно-основное титрование с целью определения более богатого кислотами кваса. Установлено, что квас из ржано-пшеничного хлеба в 1,2 раза более кислый. По-видимому, поэтому ржано-пшеничный хлеб и используют чаще для изготовления кваса, так

¹¹ Так как хлеб обладает собственной кислотностью, то было решено сначала его нейтрализовать. Для этого готовили смесь хлеба и воды (водную вытяжку), также как при определении кислотности. Далее, не производя фильтрования, нейтрализовали смесь раствором щелочи (судили по изменению окраски универсальной индикаторной бумаги). Промывали полученную смесь дистиллированной водой и фильтровали. Хлеб высушивали. Таким образом получали образец хлеба, не содержащего кислоты.

как брожение происходит быстрее. Но по вкусовым качествам установлено, что использовать для изготовления кваса можно и пшеничный хлеб. Самый кислый квас получается из «Дарницкого» хлеба от ОАО «Волжский пекарь». Квас из «Нарезного» батона ЗАО «Хлеб» по вкусовым качествам напоминает разливной.

4.4.5. «МЫЛА НА ЖИРОВОЙ ОСНОВЕ»

Выполнили: учащиеся 11 класса Самсонова Галина,
Шикунова Ирина, Колышкина Юлия
(3 место в секции «Органическая химия»;
VII городская конференция «Шаг в будущее», 2004)

Жировое мыло является давно известным и наиболее распространенным моющим средством. Мыло вошло в число предметов первой необходимости каждого человека и давно уже стало обыденным в нашей жизни. Интересно было самостоятельно получить образцы жирового мыла и исследовать некоторые свойства мыл.

Цель работы: исследование свойств покупных мыл на жировой основе и получение образцов мыла из различных природных источников.

В ходе работы решались следующие **задачи**:

- ✓ выявление на основе школьного социологического опроса наиболее часто используемых учащимися сортов мыла;
- ✓ проведение сравнительного анализа наиболее популярных мыл;
- ✓ изучение общих свойств мыла;
- ✓ исследование влияния температуры на качество стирки некоторых видов ткани;
- ✓ освоение методики получения мыла на жировой основе и определение наиболее подходящей из них для школьных лабораторных условий;
- ✓ получение мыла из различных растительных и животных жиров, определение выхода продукта реакции омыления, влияние природы жирового источника на выход продукта реакции.

Для проведения первой части работы была составлена анкета. Результаты свидетельствуют о том, что при выборе мыла учащиеся ориентируются на его органолептические свойства (запах) и стоимость. Среди самых популярных образцов мыла были указаны: «Fa», «Lux», «Duru», «Safeguard», «Palmolive», «Dove», «Детское», «Хозяйственное». Определено, что для стирки больше используют хозяйственное мыло. Большая часть учеников школы предпочитает использовать твердые мыла. Поэтому для проведения исследования использовались только твердые (натриевые) мыла.

Во второй части работы, проводили сравнительный анализ мыл на жировой основе, имеющих в продаже.

С помощью универсальной индикаторной бумаги был определен pH на поверхности куска мыла; по этикеткам выяснен качественный состав; титрованием растворов мыл соляной кислотой в присутствии индикаторов метилового оранжевого определены щелочность мыл и содержание жирных кислот; с помощью сушильного шкафа определена влажность мыла; в длинной стеклянной трубке исследована устойчивость пены в дистиллированной и жесткой воде; добавлением в растворы мыла масла и активированного угля изучены суспензирующая и эмульгирующая способности мыла (некоторые методики проведения сравнительного анализа образцов мыла приведены в ПРИЛОЖЕНИИ 1).

Анализ качественного состава показал, что основными компонентами покупного мыла являются: соли высших жирных кислот, ароматические композиции, глицерин, вода, красители и поваренная соль. Выявлено, что для гигиенических целей больше подходят «Dove», «Fa», «Lux»; наибольшей устойчивостью пены в жесткой воде обладают мыла «Dove», «Fa», и «Palmolive»; наибольшей суспензирующей и эмульгирующей способностью обладают мыла «Антипятин» и «Хозяйственное», поэтому их чаще других применяют для стирки.

Третья часть работы, посвященная изучению общих свойств мыла, экспериментально выполняли в рамках проведения V исследовательского практикума по органической химии в 10 классе. Определено, что мыла подвергаются гидролизу; в кислой среде их моющие способности теряются; при добавлении поваренной соли растворимость мыла уменьшается, а в жесткой воде большая часть мыла связывается с ионами кальция и магния в нерастворимые соединения (это является основным недостатком мыла на жировой основе).

В четвертой части работы исследовали влияние температуры на качество стирки на хлопчатобумажной и шелковой ткани в растворах анализируемых образцов мыла. Для проведения опыта готовили 1% растворы мыл, в которые помещали загрязненные маслом и активированным углем кусочки ткани. В течение 15 мин имитировали машинную стирку. Затем кусочки ткани полоскали в холодной дистиллированной воде и высушивали. Установлено, что в холодной и горячей воде лучшими моющими свойствами обладает мыло «Антипятин».

В пятой части работы осваивали методики получения мыла на жировой основе (спиртовой и водный способы получения) и определяли наиболее подходящую из них для школьных лабораторных условий. Сварив мыла спиртовым и водным способами, выяснили, что для получения мыла в школьной лаборатории наиболее подходящим является спиртовой способ, так как при его использовании выход продукта в 2,1 раза больше (при одинаковых временных затратах).

Шестая часть работы заключалась в получении мыла из различных растительных и животных жиров. Для эксперимента были выбраны

подсолнечное, оливковое и льняное масла; говяжий, свиной, козий и рыбий жиры и маргарин. После проведения реакции омыления взвешиванием определяли практическую массу и рассчитывали выход продукта каждого образца мыла. Выявили, что сырьем для получения мыла могут быть как растительные, так и животные жиры (средние значения выхода продукта практически совпадают).

4.4.6. «ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

Выполнили: учащиеся 10-11 класса Васильев Антон,

Пак Алина, Иванова Мария

(3 место в секции «Общая химия»;

VII городская конференция «Шаг в будущее», 2004;

финалисты I Всероссийского конкурса исследовательских работ, посвященного жизнедеятельности Д.И. Менделеева, 2005)

1 марта 2004 года исполнилось ровно 135 лет со дня открытия великим русским ученым Дмитрием Ивановичем Менделеевым Периодического закона, который выдержал много испытаний и проверок. Поэтому сегодня уже никто не сомневается в том, что это фундаментальный закон природы. Неудивительно, что изучение вопросов, связанных с историей открытия Периодического закона (ПЗ) и объяснением структуры Периодической системы химических элементов (ПСХЭ) долгое время интересовало исследователей.

Цель работы: определить, как повлияет на структуру периодической системы изменение одного из квантовых чисел; спрогнозировать строение некоторых молекул веществ; попытаться составить элементарные уравнения химических реакций между этими веществами.

В ходе исследования решались следующие **задачи**:

- ✓ более детальное изучение темы «Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева»;
- ✓ решение творческого задания на изменение набора квантовых чисел.

Работа является актуальной, так как возможно, что во Вселенной существуют другие миры, в которых жизнь определяется отличным от земного набором квантовых чисел. И вероятно, в будущем человечество установит контакт с внеземными цивилизациями, где набор квантовых чисел незначительно отличается от земного.

Первая часть работы – литературный обзор, посвященный вопросам истории открытия периодического закона, обоснования периодической системы Д.И. Менделеева. В приложении к работе приведены различные варианты ПСХЭ (короткопериодный и длиннопериодные варианты, ПС в виде спирали и др.).

Как известно структура ПСХЭ Д.И. Менделеева определяется четырьмя квантовыми числами: главным (n), орбитальным (l), магнитным (m) и спиновым (s). Первые три характеризуют положение электрона в пространстве, а четвертое – вокруг собственной оси.

- Главное квантовое число (n) определяет энергетический уровень электрона, удаленность уровня от ядра, размер электронного облака. Принимает целые значения ($n = 1, 2, 3 \dots$) и соответствует номеру периода. Из периодической системы для любого элемента по номеру периода можно определить число энергетических уровней атома и какой энергетический уровень является внешним.

- Орбитальное квантовое число (l) характеризует геометрическую форму орбитали. Принимает значение целых чисел от 0 до ($n - 1$). Независимо от номера энергетического уровня, каждому значению орбитального квантового числа соответствует орбиталь особой формы. Набор орбиталей с одинаковыми значениями n называется энергетическим уровнем, с одинаковыми n и l – подуровнем.

Для $l = 0$ s-подуровень, s-орбиталь – орбиталь сфера; $l = 1$ p-подуровень, p-орбиталь – орбиталь гантель; $l = 2$ d-подуровень, d-орбиталь – орбиталь сложной формы, состоит из двух гантелей; $l = 3$ f-подуровень, f-орбиталь – орбиталь еще более сложной формы, состоит из трех гантелей.

- Магнитное квантовое число (m) характеризует положение электронной орбитали в пространстве и принимает целочисленные значения от $-l$ до $+l$, включая 0.

- Спиновое квантовое число (s) характеризует магнитный момент, возникающий при вращении электрона вокруг собственной оси. Принимает только два значения $+\frac{1}{2}$ и $-\frac{1}{2}$ соответствующие противоположным направлениям вращения.

Последовательность распределения электронов по орбиталям происходит согласно принципу Паули, правилам Гунда (Хунда) и Клечковского (электронная формула Нильса Бора).

Вторая часть работы заключалась в решении творческой задачи на изменение квантовых чисел:

Возможно, во Вселенной существуют другие миры, в которых жизнь определяется отличным от земного набором квантовых чисел. Представьте, что вы попали на планету хемозоидов, где все квантовые числа такие же, как и на Земле, кроме одного.

✓ *Как изменится структура ПСХЭ (названия «новых» химических элементов оставить такими же, как в ПСХЭ Д.И. Менделеева в соответствии с порядковыми номерами)?*

✓ *Составить схемы заполнения электронами первых четырех периодов.*

✓ *Предсказать общее число химических элементов, содержащихся в первых девяти периодах их периодической системы.*

- ✓ Для того чтобы определить, чем умываются и пьются хемозиды, составить химические формулы их «воды» и «спирта».
- ✓ Для того чтобы определить, чем дышат хемозиды, составить химические формулы основных компонентов их «воздуха», таких как «азот», «кислород» и «углекислый газ».
- ✓ Написать уравнение химической реакции их «серной кислоты» с «гидроксидом кальция».
- ✓ Написать уравнение химической реакции их «соляной кислоты» с «гидроксидом натрия».

Вариант «А» предполагает изменение в данном случае $m = 0, +1$, тогда изменяется число орбиталей на энергетических подуровнях:

На s – подуровне остается 1 орбиталь, p -подуровень состоит из 2-х орбиталей, d -подуровень из 3-х орбиталей, f -подуровень из 4-х орбиталей, g -подуровень из 5-и орбиталей.

Экспериментально была выведена формула Н. Бора в соответствии с правилами Клечковского и принципом Паули:

$$1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^4 4s^2 3d^6 4p^4 5s^2 4d^6 5p^4 6s^2 4f^8 5d^6 6p^4 7s^2 5f^8 6d^6 7p^4 8s^2 5g^{10} 6f^8 7d^6 8p^4 9s^2 6g^{10} 7f^8 8d^6 9p^4 10s^2 \dots$$

Далее рассчитали число элементов в первых 11 периодах. По полученным результатам была составлена «новая» ПСХЭ (см. рис. 7).

	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B
1	H 1					He 2
2	Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8
3	F 9	Ne 10	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14
4	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18	K 19	Ca 20
	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26

Рис. 7. Структура первых четырех периодов ПСХЭ для варианта «А»

Её особенность – вертикальных групп элементов всего 6. Общее число элементов в первых четырех периодах – 26.

Вариант «В» предполагает изменение $l = 0, 1, 2 \dots n$, тогда число орбиталей на энергетических подуровнях остается неизменным.

Экспериментально была выведена формула Н. Бора в соответствии с правилами Клечковского и принципом Паули:

$$1s^2 1p^6 2s^2 2p^6 3s^2 2d^{10} 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 3f^{14} 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 4g^{18} 5f^{14} 6d^{10} 7p^6 8s^2 5g^{18} 6f^{14} 5d^{10} 8p^6 9s^2 5j^{22} 6g^{18} 7f^{14} 8d^{10} 9p^6 10s^2 \dots$$

Далее рассчитали число элементов в первых 11 периодах. По полученным результатам была составлена «новая» ПСХЭ (см. рис. 8).

	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B		
1	H 1	He 2	Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8		
2	F 9	Ne 10	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16		
3	Cl 17	Ar 18	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26
	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34		
4	Br 35	Kr 36	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44
	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52		

Рис. 8. Структура первых четырех периодов ПСХЭ для варианта «В»

Её особенность – в первом периоде 8 элементов. Общее число элементов в первых четырех периодах – 52.

Вариант «С» предполагает изменение $m = -l, +l$, тогда число орбиталей на энергетических подуровнях: p – подуровень состоит из 2-х орбиталей; d – подуровень из 4-х орбиталей; f – подуровень из 6-х орбиталей; g – подуровень из 8-и орбиталей.

Экспериментально была выведена формула Н. Бора в соответствии с правилами Клечковского и принципом Паули:

$$2p^4 3p^4 3d^8 4p^4 4d^8 5p^4 4f^{12} 5d^8 6p^4 5f^{12} 6d^8 7p^4 5g^{16} 6f^{12} 7d^8 8p^4 6g^{16} 7f^{12} 8d^6 9p^4 \dots$$

Далее рассчитали число элементов в первых 10 периодах. По полученным результатам была составлена «новая» ПСХЭ (см. рис. 9).

	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B	A IX B	A X B	A XI B	A XII B
1												
2	H 1	He 2	Li 3	Be 4								
3	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16
4	Cl 17	Ar 18	K 19	Ca 20	Se 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28

Рис. 9. Структура первых четырех периодов ПСХЭ для варианта «С»

Её особенность – вертикальных групп элементов 12; причем, элементы побочных подгрупп появляются лишь с пятого периода – при заполнении f-подуровня; в первом периоде совсем отсутствуют химические элементы (так как нет s – орбиталей). Общее число элементов в первых четырех периодах – 28.

Вариант «D» предполагает изменение в данном случае $s = +\frac{1}{2}$, тогда число орбиталей на энергетических подуровнях не изменится.

Рассчитали число элементов в первых 9 периодах. По полученным результатам была составлена «новая» ПСХЭ (см. рис. 10).

	A I B	A II B	A III B	A IV B	
1	H 1				
2	He 2	Li 3	Be 4	B 5	
3	C 6	N 7	O 8	F 9	
4	Ne 10	Na 11	Mg 12	Al 13	14 Si
	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	

Рис. 10. Структура первых четырех периодов ПСХЭ для варианта «D»

Её особенность – вертикальных групп элементов всего 4. Общее число элементов в первых четырех периодах – 18.

Для вариантов «А» и «В» определены некоторые химические формулы, аналоги земных воды, спирта, азота, углекислого газа и др. (хемозоидные формулы приведены в работе).

4.4.7. «ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В МОУ СОШ №43 Г. ТВЕРИ»

Выполнили: учащиеся 10 класса Иванова Мария, Львова Наталья,
Ракитин Михаил, Пак Алина, Мялкин Алексей
(3 место в секции «Валеология»;
VIII городская конференция «Шаг в будущее», 2005)

Состояние здоровья детей в России вызывает обоснованную тревогу. Сохраняется тенденция ухудшения здоровья школьников от первого класса к одиннадцатому: к окончанию школы около 85% детей страдают различными хроническими заболеваниями.

30-35% детей, поступающих в школу, уже имеют хронические заболевания; за годы обучения в школе в 5 раз возрастает число больных с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата; в 4 раза

увеличивается количество детей с нарушениями психического здоровья; в 3 раза – с заболеваниями желудочно-кишечного тракта.

Физическое развитие детей и подростков – это совокупность морфологических и функциональных свойств организма, характеризующих процессы его роста и созревания. Физическое развитие во многом определяет работоспособность учащихся разных возрастных групп.

Целью данной работы является оценка гигиенических условий обучения школьников в МОУ СОШ № 43 г. Твери. В ходе исследования решались следующие **задачи**:

- изучение режима дня учащихся 8-9 классов;
- изучение школьного меню на соответствие гигиеническим требованиям по пищевой ценности (калорийности) блюд;
- сравнение школьного расписания уроков с гигиеническими нормами;
- выявление самого «зеленого» кабинета;
- изучение динамики содержания оксида углерода(IV) в классной комнате в случае проветриваемого и непроветриваемого помещения;
- определение временной жесткости холодной и горячей водопроводной воды.

Учитывая задачи, поставленные перед работой, в литературный обзор вошли разделы, посвященные режиму дня, меню, расписанию уроков, фотосинтезу, дыханию и жесткости воды.

Первая часть исследования была посвящена изучению режима дня учащихся 8-9-х классов. Для выявления режима дня школьников была составлена анкета и проведен опрос, в ходе которого выявлено, что учащиеся соблюдают режим дня на 97 %. Причем наибольшие отклонения от нормы наблюдаются во второй половине дня (время, отведенное на приготовление ко сну и сон).

Вторая часть практической работы заключалась в изучении школьного меню на соответствие гигиеническим требованиям. Анализ меню на 14 дней, позволил составить «среднее»:

- Картофельное пюре (100 г) с салатом из свежей капусты и моркови с майонезом (50 г);
- Котлета куриная (40 г);
- Чай с сахаром (200/15);
- Хлеб (25 г);
- Сдоба с повидлом (60 г).

Калорийность блюд, входящих в состав данного меню – 487 ккал (расчет приводится в работе). Питание учащихся 1-6-х классов в школе (комплексный завтрак) должно составлять 25 % (575 ккал) от суточной нормы (2300 ккал) при четырехкратном приеме пищи. Средняя

калорийность продуктов комплексного завтрака (525 ккал) – составляет 23 % от суточной нормы. Таким образом, в среднем школьники «недоедают» на 8,7 %.

Третья часть работы включала в себя сравнение школьного расписания с гигиеническими нормами. Каждый день школьного расписания был изучен по следующим критериям:

1. Трудность каждого предмета в баллах была определена по таблице Сивкова И.Г.
2. Далее был рассчитан средний балл каждого дня по формуле:

$$\text{Средний балл} = \frac{\sum \text{всех баллов}}{\text{кол-во уроков}} \quad (9)$$

3. Средний балл на конкретный день по параллели был рассчитан по формуле:

$$\text{Средний балл} = \frac{\sum \text{баллов всех классов на определенный день}}{\text{кол-во классов}} \quad (10)$$

Гигиенические нормы предполагают наличие разгрузочных дней в течение недели (понедельник, пятница и суббота; для младшего и среднего возраста рекомендуется, чтобы одним из разгрузочных дней была среда).

Графики с распределением учебной нагрузки по параллелям приведены в работе. В среднем учебная нагрузка распределена в соответствии с гигиеническими нормами в 6-9-х классах. Есть некоторые отклонения от требований в расписании уроков 10-11 классов.

Четвертая часть работы представляла собой выявление самого «зеленого» кабинета школы (методику см. ПРИЛОЖЕНИЕ 1).

Установлено, что наибольшее количество растений, приходящихся на 1 м³ классной комнаты в кабинете №17 – 0,54 шт./м³, а наименьшее – 0,02 шт./м³ – в кабинете №34. Данные помещения использовали далее в работе для изучения содержания в них оксида углерода(IV).

В пятой части работы изучали содержание оксида углерода(IV) в классной комнате. Методика по определению содержания оксида углерода(IV) в воздухе приведена в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

В случае непрветриваемого помещения содержание CO₂ неуклонно растет: за 4 часа учебных занятий (с 10.00 до 16.00) в каб. №34 возросло 2,3 раза; в каб. №17 в 1,8 раза. Причем утром, перед началом занятий, в каб. №17 в 2,4 раза содержание углекислого газа было меньше, чем в каб. №34, а значит, от количества цветов в классной комнате напрямую зависит содержание оксида углерода(IV).

В случае проветриваемого помещения содержание CO₂ изменяется скачкообразно; особенно резко снижается содержание углекислого газа во время больших перемен (10.00 и 15.50) и в перерыв между I и II сменами (14.00). Причем в случае «зеленого» кабинета (каб. №17) среднее содержание углекислого газа по объему составляет 0,24 x 10⁻²⁰%, а в каб. №34 – 2,95x10⁻²⁰% (что в 12,3 раза больше (!)). Это еще раз подтверждает, что

наличие большого количества цветов в классной комнате благоприятно сказывается на составе воздуха, а значит и на здоровье детей.

В ходе последней части работы экспериментально определили временную жесткость водопроводной воды. Проверку пригодности экспериментальных данных проводили по Q-критерию (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 2).

В ходе исследования установлено, что образец холодной водопроводной воды является жестким, а горячей – средней жесткости. Временная жесткость холодной воды составляет 7,6 мэкв/л, что превышает допустимую норму (7 мэкв/л) на 8,6%.

Гигиеническая оценка условий обучения школьников не ограничивается изученными вопросами. Возможно дальнейшее исследование по следующим направлениям: гигиеническая оценка классной комнаты, гигиеническая оценка урока и т.п.

4.4.8. «СРЕДСТВА ДЛЯ МЫТЬЯ ПОСУДЫ»

Выполнили: учащиеся 10 класса Ракитин Михаил, Пак Алина,
Филиппова Екатерина
(1 место в секции «Химия»;
VIII городская конференция «Шаг в будущее», 2005;
дипломанты I Всероссийского фестиваля творческих и исследовательских работ «ПОРТФОЛИО», 2006)

Вклад химии в удовлетворение основных потребностей людей и повышение жизненного уровня весьма велик. Все сферы жизни и деятельности людей, их здоровье, питание, одежда, жилище и быт в широком смысле этого слова самым тесным образом связаны с химической продукцией. Среди химических соединений огромное количество товаров бытовой химии. С их помощью мы стираем, чистим, отбеливаем, клеим, красим, ухаживаем за растениями.

Данная работа посвящена изучению средств для мытья посуды, основным компонентом которых являются поверхностно-активные вещества.

Цель работы: провести сравнительный анализ жидких средств для мытья посуды.

В ходе работы решались следующие **задачи**:

- выявление на основе школьного социологического опроса наиболее часто используемых учащимися в домашних условиях видов моющих средств для посуды;
- проведение сравнительного анализа наиболее популярных моющих средств по следующим показателям:
 - ✓ устойчивость пены;
 - ✓ эмульгирующая способность;
 - ✓ суспензирующая способность;

- ✓ смываемость средства водой и др.

Первая часть работы была посвящена проведению школьного социологического опроса. Анкетированным учащимся было предложено ответить на следующие вопросы:

1. *Жидкое или твердое средство для мытья посуды вы используете?*
2. *Какое моющее средство вы используете?*
3. *Что вам нравится в вашем моющем средстве?*
4. *Приносит ли ваше моющее средство ожидаемый результат?*

Установлено, что наиболее популярными являются жидкие средства для мытья посуды (69,7% респондентов выбирают «Fairy», 14,5% «Пемолукс», 11,8% опрошенных используют средство «Sorti»).

Большей части учащихся (35,5%) нравится, что средство хорошо моет, 32,9% респондентов оценивают средства по запаху, а более 15,8% - по упаковке и оформлению средства. 75% учащихся устраивает качество используемого средства для мытья посуды.

Для проведения анализа были выбраны образцы покупных средств, указанных в анкете учащихся: «Fairy», «Sorti», «Пемолукс», а также средства, которые чаще других покупают на рынке (по данным опроса продавцов рынка в микрорайоне «Чайка»): «AOS», «Идеал», «Pril», «Bingo».

Вторая часть работы была посвящена качественному анализу моющих средств, который проводился по товарным этикеткам.

Определено, что в состав большинства жидких моющих средств входят ПАВ (анионные, амфотерные, неионогенные), ароматизаторы, вода и красители.

Далее определялась плотность моющих средств и pH их 4% растворов. Экспериментально установлено, что pH растворов жидких средств для мытья посуды приблизительно равен 7 (слабо кислотная – нейтральная среда).

Далее исследовалась устойчивость пены в дистиллированной и в жёсткой воде¹². Выявлено, что устойчивость пены в дистиллированной воде в среднем составила 80%, а в жесткой воде – 77%.

Следующим этапом работы было определение суспендирующей и эмульгирующей способности средств (методики приведены в ПРИЛОЖЕНИИ 1).

Определено, что наибольшей суспендирующей способностью обладает 2% раствор средства «AOS», «Идеал» и «Пемолукс» (более 40%); наименьшей – средство Bingo (0%); наибольшей эмульгирующей

¹² В качестве жесткой воды использовали холодную водопроводную воду, для которой экспериментально определяли значение временной жесткости титрованием соляной кислотой в присутствии индикатора метилового оранжевого ($J_{вр}=5,5$ мг(э)/л).

способностью обладают 1% растворы средств: «Идеал», Пемолукс», «Sorti» и «Bingo»; наименьшей – «Fairy» и «Pril».

Следующие опыты заключались в изучении моющего действия анализируемых средств в холодной и горячей воде. В среднем 1 мл средства способен эмульгировать ≈ 12 мл масла, причем при повышении температуры моющая способность большинства средств возрастает в среднем в 1,13 раза.

Установлено, что в холодной воде экономнее всего использовать «Fairy» и «AOS», а в горячей воде «Pril» и «AOS». Причем средство «AOS» сохраняет свои свойства одинаково как в холодной, так и в горячей воде.

Далее было определено время вытекания средства из делительной воронки под атмосферным давлением и под силой тяжести 15Н. Для проведения этой части работы использовали шприц объемом 20 мл, в который набирали анализируемое средство. Далее определяли время вытекания средства из шприца, на который давили с силой 15 Н. Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что наибольшее время вытекания – 10 с и 9 с соответственно показали опыты с использованием средств «Fairy» и «AOS»; наименьшее (4-5 с) – «Bingo», «Идеал» и «Пемолукс» (с экономической точки зрения целесообразнее использовать средства, скорость вытекания которых наименьшая).

Самой актуальной частью работы было определение смываемости анализируемых средств в холодной и горячей водопроводной воде. Для проведения исследования первоначально добились постоянной скорости течения воды (в случае с холодной и горячей водопроводной водой она составила 0,03 л/с). Далее загрязняли тарелки подсолнечным маслом (по 0,5 мл на каждую) и, определяя время, промывали каждую из тарелок до специфического «хруста» (условно считали, что тарелка становится чистой с его появлением). По среднему значению времени* смывания средства с тарелки ($\tau_{\text{ср.}}$) рассчитали объем израсходованной для этого воды:

$$V(\text{воды}) = \tau_{\text{ср.}} \cdot 0,0286 \text{ л/с} \quad (11)$$

Определено, что лучше других смываются в холодной и горячей водопроводной воде средства «Идеал», «AOS» и «Pril»; хуже всех в проточной воде смывается средство «Fairy».

Заключительным этапом работы стало определение моющей способности анализируемых средств в проточной (холодной) воде. Рассчитали долю средства, которое фактически при мытье посуды не участвует в эмульгировании жиров и полностью смывается в канализацию (т.е. затрачивается в «пустую»).

* Расчет среднего значения времени проводили только после проверки полученных экспериментально значений по Q-критерию (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 2).

Установили, что в проточной холодной водопроводной воде наибольшей эффективностью обладают средства «Fairy» и «AOS», а наименьшей – «Идеал».

Работа по исследованию качества анализируемых средств для мытья посуды может быть продолжена (определение способности средства отмывать конкретные остатки продуктов питания, таких как молоко, сырое яйцо, фруктовые соки и т.п. как сразу после загрязнения посуды, так и спустя определенный промежуток времени; определение способности средства отмывать различные виды посуды от одного загрязнителя; определение моющей способности средства после замораживания и др.).

4.4.9. «СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОТОВОГО ПИВА»

Выполнили: учащиеся 11 класса Иванова Мария, Ракитин Михаил,

Пак Алина, Филиппова Екатерина

(1 место в секции «Химия»;

IX городская конференция «Шаг в будущее», 2006)

Этиловый спирт считают наименее токсичным из неразветвленных спиртов. Тем не менее, этанол уносит ежегодно больше человеческих жизней, чем любое другое химическое вещество. В связи с этим было интересно на практике изучить кинетику спиртового брожения, сравнить различные марки пива (в т.ч. и Тверского пивоваренного завода «Афанасий-Пиво», генеральным директором которого является выпускник школы Ларин Максим Владиславович) и подтвердить вредное воздействие алкогольных напитков (на примере пива) на организм человека, чтобы в дальнейшем ознакомить с результатами работы учащихся школы.

В ходе исследования решались следующие **задачи**:

- ✓ *проведение литературного обзора по теоретическим вопросам темы исследования;*
- ✓ *определение порядка реакции спиртового брожения сахарозы;*
- ✓ *ознакомление с основными принципами производства пива и определением его качества в заводской лаборатории пивоваренного завода «Афанасий-Пиво»;*
- ✓ *выявление популярности различных марок пива среди учащихся на основе школьного социологического опроса;*
- ✓ *исследование физико-химических показателей различных образцов готового пива;*
- ✓ *исследование влияния пива на некоторые функции организма человека.*

Первая часть экспериментальной работы была посвящена определению порядка реакции спиртового брожения сахарозы. Для этого собрали необходимую установку и проводили спиртовое брожение сахарозы начальной концентрации 0,15 моль/л. По объёму CO_2 , выделившегося к определенному моменту времени (с учетом температуры

и давления, при которой собирался газ) рассчитали концентрации спирта и оставшейся сахарозы в растворе в каждый момент времени. Для определения порядка реакции спиртового брожения сахарозы под действием дрожжей построили следующие графики: $C(C_{12}H_{22}O_{11}) - \tau$; $\lg C(C_{12}H_{22}O_{11}) - \tau$; $1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - \tau$ (см. рис. 11-13).

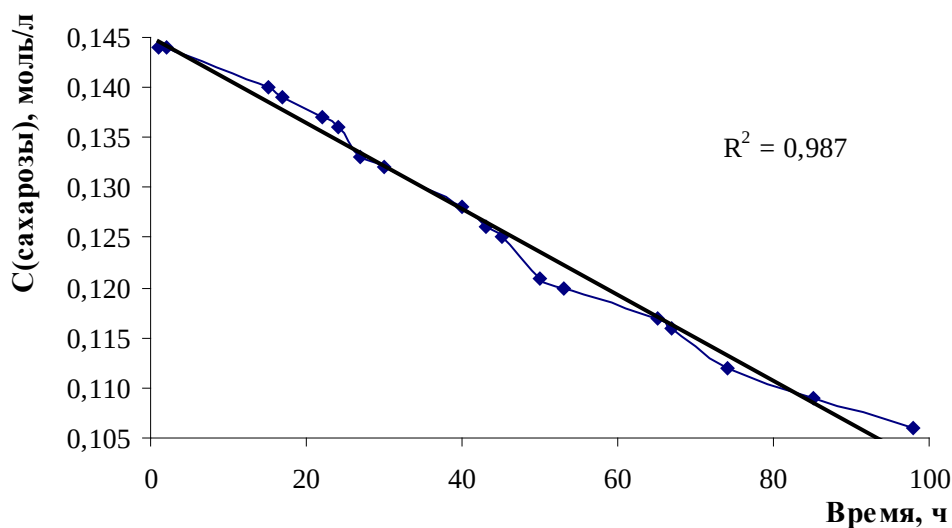


Рис.11. Изменение $C(C_{12}H_{22}O_{11})$ от τ

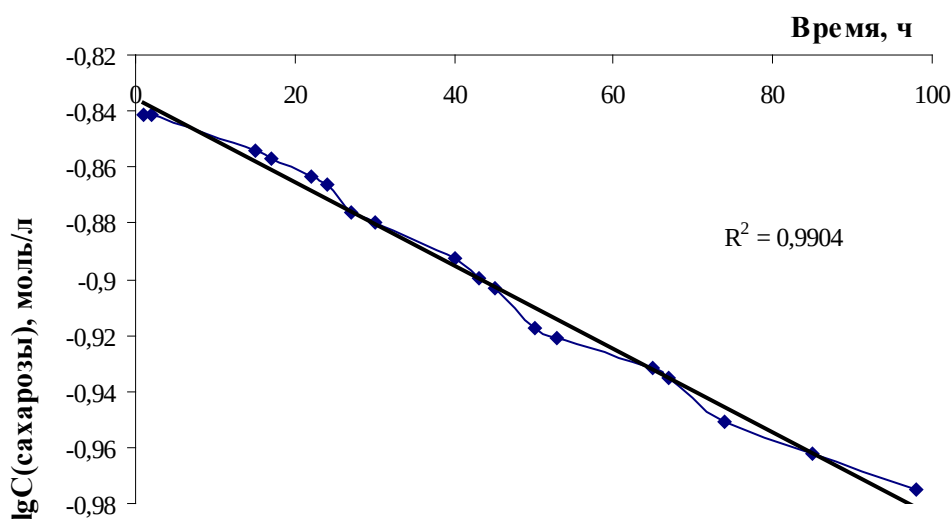


Рис.12. Изменение $\lg C(C_{12}H_{22}O_{11})$ от τ

Сравнивая значения величины достоверности аппроксимации (R^2), которая показывает надежность полученной прямой, можно утверждать, что реакция спиртового брожения сахарозы является реакцией первого или второго порядка. Для определения истинного порядка реакции проводили расчеты констант скорости k_1 и k_2 по экспериментальным данным. Исходя из кинетических уравнений, рассчитали константы скорости k_1 и k_2 , подставив в них экспериментально полученные значения скорости реакции v_x спиртового брожения в каждый момент времени. Сравнили значения

рассчитанных констант со значением экспериментально определенной константы скорости. Из данных таблиц 15 и 16 видно, что значение k_1 практически совпадает с экспериментально полученным значением, в отличие от константы k_2 . Это доказывает, что реакция спиртового брожения первого порядка.

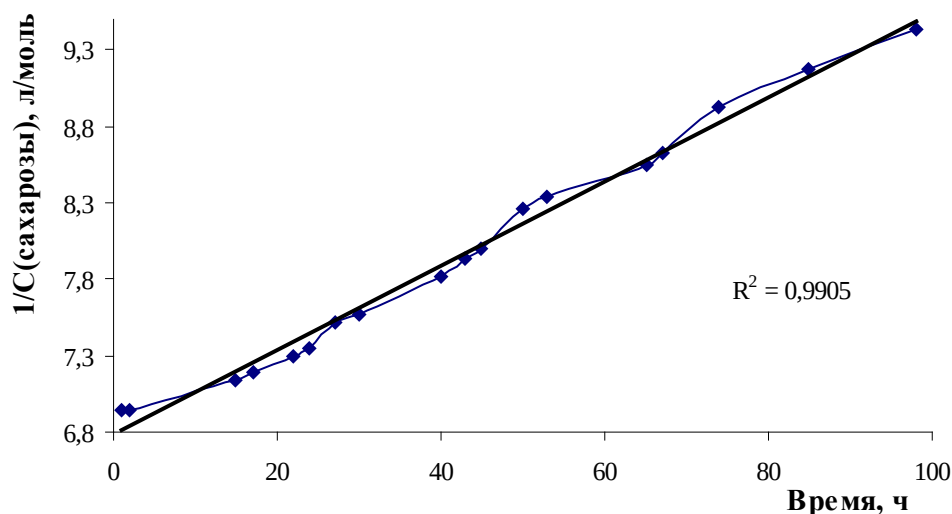


Рис.13. Изменение $1/C(C_{12}H_{22}O_{11})$ от τ

Таблица 15

Результаты определения экспериментального значения константы спиртового брожения

$\tau, \text{ч}$	$V(\text{CO}_2), \text{мл}$	$C(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot 10^{-2}, \text{моль/л}$	$C_{\text{ост.}}(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot 10^{-2}, \text{моль/л}$	$v_x \cdot 10^{-2}, \text{моль/л} \cdot \text{ч}$	$k, \text{ч}^{-1}$	$k_{\text{ср.}}, \text{ч}^{-1}$
1	38	0,77	14,4	14,4	4,29	0,418
2	38	0,77	14,4	7,2	2,14	
15	109	2,23	14,0	0,93	0,21	
17	129	2,65	13,9	0,82	0,18	
22	181	3,70	13,7	0,62	0,13	
24	199	4,07	13,6	0,57	0,11	
27	257	5,26	13,3	0,49	0,09	
30	269	5,48	13,2	0,44	0,078	
40	358	7,28	12,8	0,32	0,52	
43	391	7,95	12,6	0,29	0,046	
45	416	8,47	12,5	0,28	0,043	
50	485	9,85	12,1	0,24	0,035	
53	497	10,09	12,0	0,23	0,032	
65	565	11,47	11,7	0,18	0,025	
67	581	11,79	11,6	0,17	0,024	
74	676	13,72	11,2	0,15	0,019	
85	726	14,73	10,9	0,13	0,016	
98	781	15,85	10,6	0,11	0,013	

Таблица 16

Расчеты средних значений k_1 и k_2

$k_1, \text{ч}^{-1}$	$k_{\text{ср.}}, \text{ч}^{-1}$	$k_2, \text{л} \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$	$k_{\text{ср.}}, \text{л} \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
1	0,42	14,4	5,03
2		28,8	
15,1		210,7	
16,9		235,6	
22,1		302,7	
23,8		324,5	
27,1		361,0	
30,0		396,0	
40,0		512,0	
43,4		547,4	
44,6		558,0	
50,4		610,0	
52,2		626,0	
65,0		760,5	
68,2		791,5	
74,6		836,3	
83,8		913,9	
96,4		1021,5	

Для проведения школьного социологического опроса была составлена анкета. Кроме того, был проведен анализ числа и общего времени показа рекламных роликов пива на основных телеканалах. Согласно результатам анкетирования большая часть учащихся (55%) не употребляет пиво; 75% респондентов считают пиво алкогольным напитком; 45% учащихся употребляют пиво редко, а 13% достаточно часто; 24% учащихся употребляют разные марки пива, но большинство предпочитает пиво «Клинское» или «Miller». Результаты анкетирования показали, что 36% учащихся употребляют пиво без цели; 19% - чтобы «расслабиться»; 17% - «за компанию»; 10% опрошенных хотят «получить удовольствие»; 8% с целью «отметить праздник»; 7% - «напиться» и 4% «утолить жажду». 51% опрошенных нравится вкус пива; 27% - не нравится; 7% устраивает все, в том числе и качество пива; 3% нравится название. По 2% учащихся отметили, что их привлекает содержание алкоголя в пиве и доступная цена. 34% учащихся относятся к рекламе пива негативно; 32% - равнодушны к рекламным роликам и 10% респондентов считают, что «рекламы очень много». Согласно полученным данным наиболее рекламируемым является пиво «Старый мельник», наименее – «Золотая бочка» и «Афанасий».

Качественный состав анализируемого пива проводился по товарным этикеткам. В состав всех сортов пива входят вода, солод, хмель, реже мальтозная патока, ячмень и сахар. Некоторые сорта («Афанасий Gold», «Клинское») содержат рис. Также в состав пива входят белки и углеводы. Содержание спирта колеблется от 3,7% до 8%.

Для органолептических испытаний применяли цилиндрические бокалы из бесцветного стекла вместимостью 200 мл, диаметром 60 мм. Температура пива 12°C. Вкус и аромат определяли, пробуя пиво небольшими глотками, ополаскивая рот дистиллированной водой после каждого определения. Установили, что каждый сорт пива обладает специфическими, отличными от других, органолептическими свойствами.

Для определения устойчивости пены образцов пива использовали самостоятельно разработанную методику. Сравнительные результаты по определению устойчивости пены представлены на диаграмме (см. рис. 14). Максимальная высота столба пены колеблется от 12 до 19 см. «Афанасий живое (нефильтрованное)» обладает наибольшей устойчивостью пены (46%), наименьшей – «Арсенальное традиционное» 13%.

Цветность пива выражали в миллилитрах 0,1 н раствора йода на 100 мл пива и определяли методом колориметрического титрования. Наименее насыщенный цвет имеет пиво «Miller» и «Афанасий живое»; наиболее насыщенный цвет имеют пиво «Tuborg» и «Балтика №9».

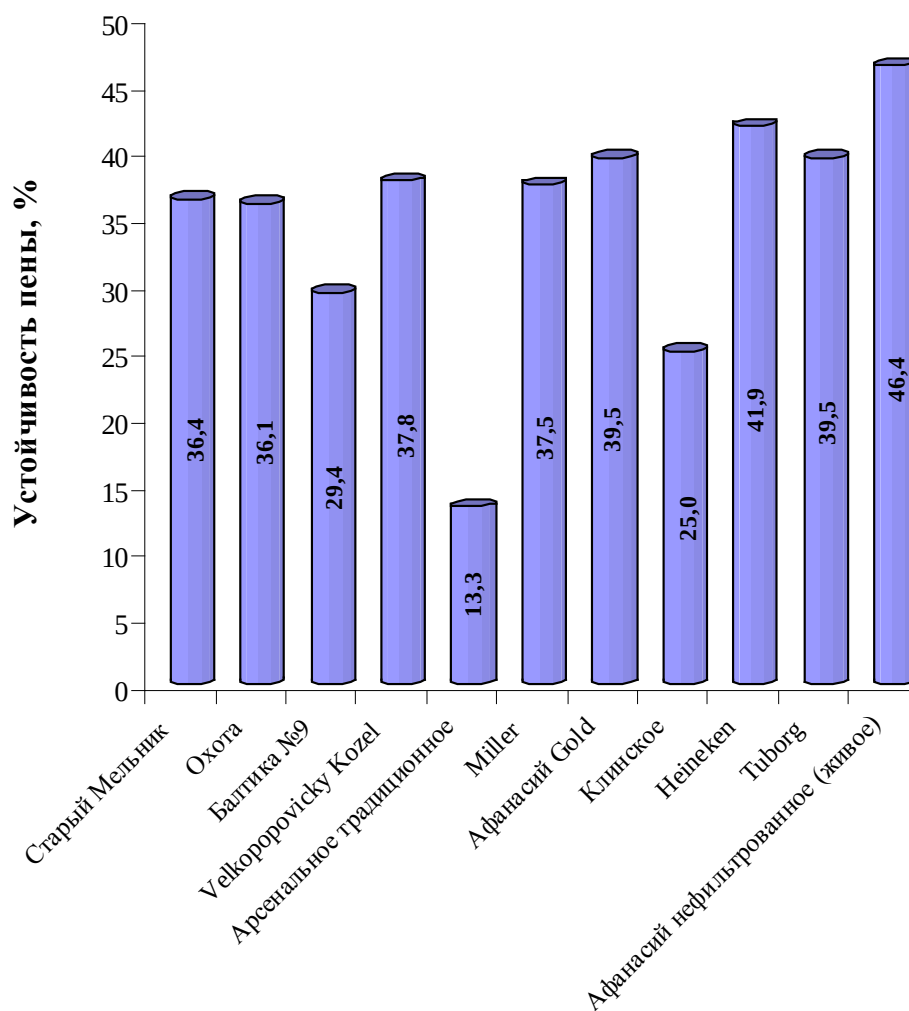


Рис. 14. Устойчивость пены различных марок пива

Определение массовой доли этилового спирта находили дистиляционным методом, который основан на отгонке спирта из навески пива и определении относительной плотности дистиллята и остатка пива после отгонки, доведенных дистиллированной водой до начальной массы.

По значению плотности находили соответствующее содержание алкоголя в пиве и значение экстрактивных веществ.

По известным данным о массовой доле действительного экстракта и спирта определяли массовую долю сухих веществ начального сусла (в %).

Экспериментально определенные значения видимой и действительной степени сбраживания значительно превышают допустимые пределы. Наибольшее отклонение наблюдается у марок пива «Охота», «Балтика №9», «Tuborg»; наименьшее – у пива «Арсенальное», «Miller», «Афанасий живое». Наибольшее количество спирта содержится в пиве «Балтика №9» (9,88%), наименьшее – в пиве «Miller», «Афанасий живое».

Для установления массовой доли оксида углерода(IV) в образце пива также использовали собственную методику определения.

В нашем случае наибольшее значение $\omega(\text{CO}_2)$ у пива «Афанасий Gold» (0,47%), а наименьшее у пива «Tuborg» и «Охота» (0,14%).

Кислотность пива устанавливали кислотно-основным титрованием образца пива (предварительно отфильтрованного и освобожденного от углекислоты) раствором гидроксида калия до появления характерного малинового окрашивания фенолфталеина. Наибольшей кислотностью обладает пиво «Tuborg», что отражается на его органолептических свойствах (кислый привкус).

Кислородную стойкость пива (выраженную в сутках) устанавливали по визуальному наблюдению за появлением помутнения или осадка в пробирке с образцом пива. В данной части работы определяли также белковую стойкость пива по «пределу осаждения». Она характеризуется количеством насыщенного раствора сульфата аммония в миллилитрах, которое требуется добавить к 100 мл образца исследуемого пива, чтобы вызвать его помутнение за счет отщепления гидратационной влаги от белковых молекул. Предел осаждения определяли по стандартной методике. Наименьшее значение белковой и кислородной стойкости имеет «Афанасий живое». Следовательно, оно является наиболее натуральным. Кислородная стойкость большинства марок пива превышает 10 суток (это обеспечивает длительное хранение пива).

Ниже приведена сводная таблица сравнительного анализа марок пива (см. табл. 17). Установлено, что наиболее качественным является пиво «Афанасий (нефильтрованное) живое», «Miller», и «Афанасий Gold»; хуже других – «Балтика №9», «Tuborg», «Старый мельник» и «Охота».

Последняя часть работы была посвящена изучению влияния пива на некоторые функции организма человека. Для проведения эксперимента

было использовано пиво «Клинское». Общее количество участников эксперимента – 7 человек. Средний возраст испытуемых – 20 лет. Участникам эксперимента необходимо было выполнить тестирование на внимание и логическое мышление. Кроме того, у испытуемых определяли кровяное давление, пульс и частоту дыхания. Результаты исследования представлены графически (см. рис. 15-20).

Экспериментально определено, что употребление пива снижает интеллектуальную деятельность в 5 раз, умственную работоспособность в 2 раза и точность выполнения заданий на 10%, а также приводит к незначительному увеличению артериального давления, вызывает изменение частоты пульса и дыхания.

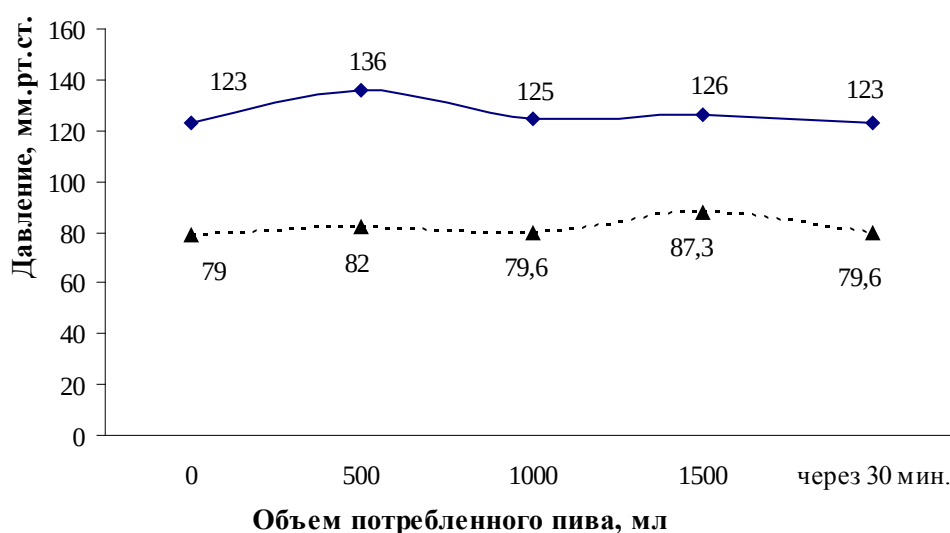


Рис. 15. Зависимость кровяного давления от объема потребленного пива

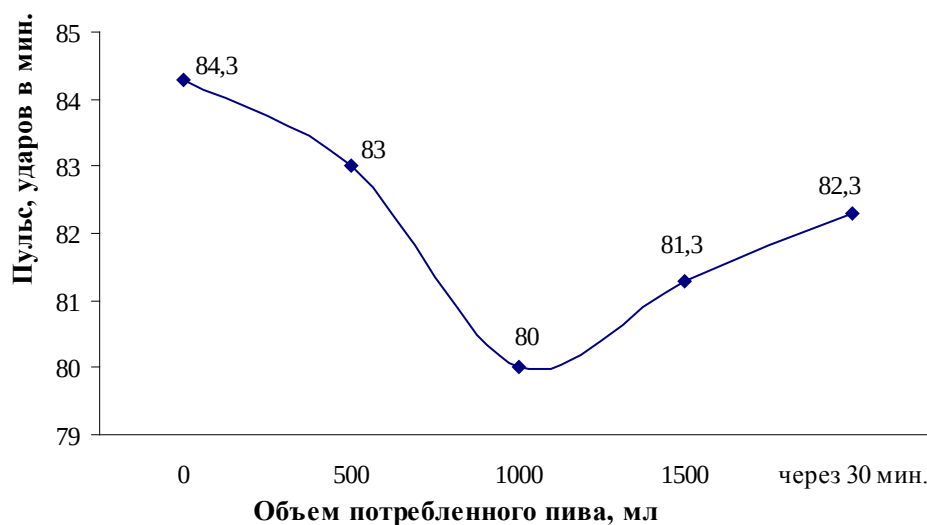


Рис. 16. Зависимость частоты пульса от объема потребленного пива



Рис. 17. Зависимость частоты дыхания от объема потребленного пива

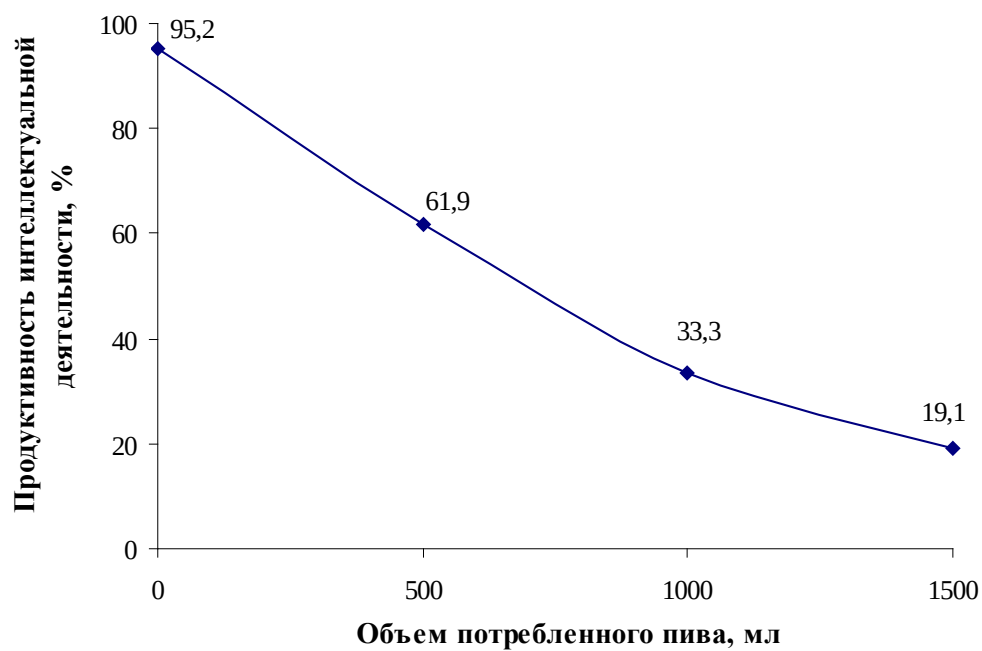


Рис. 18. Зависимость продуктивности интеллектуальной деятельности от объема потребленного пива

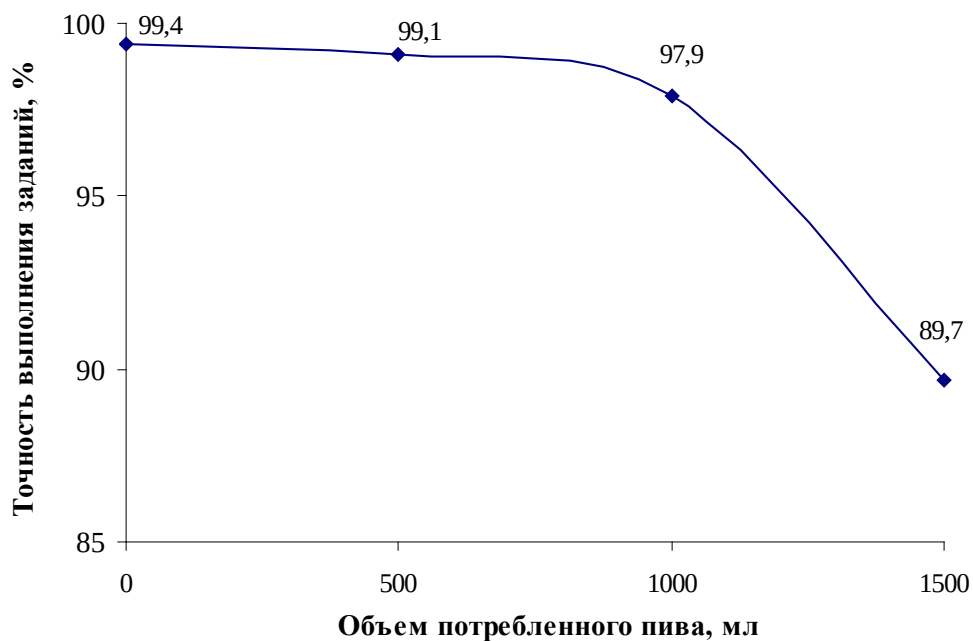


Рис. 19. Зависимость точности выполнения заданий от объема потребленного пива

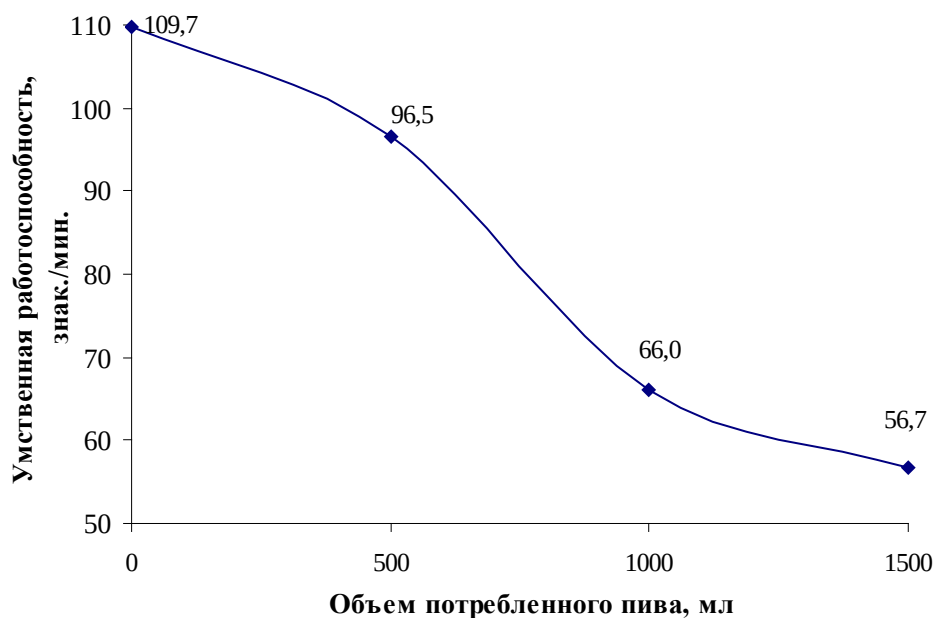


Рис. 20. Зависимость умственной работоспособности от объема потребленного пива

Для проведения обобщения полученных результатов использовали систему присвоения баллов по следующей схеме: 1 результат – «+5» баллов; 2 результат – «+4» балла; 3 результат – «+3» балла; 4 результат – «+2» балла; 5 результат – «+1» балл; 6 результат – «0» баллов; 7 результат – «-1» балл; 8 результат – «-2» балла; 9 результат – «-3» балла; 10 результат – «-4» балла; 11 результат – «-5» баллов.

Таблица 17

Результаты исследования качества пива (сводная таблица)

Название пива	Максимальная высота пены, см	балл	Устойчивость пены, %	балл	$\omega(\text{спирта}) \pm 0,32, \%$	балл	Действительная степень сбраживания, %	балл	Видимая степень сбраживания, %	балл	$\omega(\text{CO}_2) \cdot 10^{-2}, \%$	балл	Кислотность, мл 1 н раствора КОН	балл	Предел осаждения	балл	Кислородная стойкость, сут.	балл	Вкус, балл	Запах, балл	Сумма баллов
«Старый Мельник»	16,5	+2	36,4	0	7,05	+2	82,9	-2	90,4	-2	22	+3	4,06	-4	29	+1	6	+3	+2	0	+5
«Охота»	18	+4	36,1	-1	6,46	+4	89,1	-5	96,3	-4	14	-1	2,48	+4	28	+2	>10	+2	-4	0	+1
«Балтика №9»	17	+3	29,4	-2	9,88	+1	86,7	-4	98,8	-5	16	0	3,80	-3	39	-2	>10	+2	-5	-4	-19
«Velkopopovicky Kozel»	18	+4	37,8	+2	6,46	+4	79,2	+2	87,6	+1	17	+1	3,60	-2	29	+1	>10	+2	+1	+1	+17
«Арсенальное традиционное»	12	-2	13,3	-4	6,46	+4	77,6	+4	85,4	+5	22	+3	2,98	+2	33	-1	>10	+2	+2	-5	+10
«Miller»	16	+1	37,5	+1	5,76	+5	77,7	+3	85,6	+4	26	+4	2,41	+5	44	-3	>10	+2	+2	+5	+29
«Афанасий Gold»	19	+5	39,5	+3	6,46	+4	79,4	+1	85,9	+3	47	+5	3,53	-1	20	+4	6	+3	-2	+3	+28
«Клинское»	12	-2	25,0	-3	6,46	+4	82,7	-1	88,8	0	20	+2	2,63	+3	30	0	>10	+2	0	+4	+9
«Heineken»	15,5	0	41,9	+4	6,71	+3	81,1	0	91,8	-3	22	+3	3,36	+1	20	+4	>10	+2	+4	+1	+19
«Tuborg»	19	+5	39,5	+3	7,05	+2	85,9	-3	90,1	-1	14	-1	4,55	-5	22	+3	5	+4	-3	+2	+6
«Афанасий нефilterованное (живое)»	14	-1	46,4	+5	5,76	+5	77,0	+5	86,6	+2	22	+3	3,50	0	11	+5	2	+5	+5	+1	+35

Балтика №9	Охота	Старый мельник	Tuborg	Клинское	Арсенальное	Kozel	Heineken	Афанасий Gold	Miller	Афанасий живое
-19	1	5	6	9	10	17	19	28	29	35

4.4.10. «Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ И ВОДКА»

Выполнили: учащиеся 10 класса Кузнецова Анастасия, Шелест Наталья
(участники III Региональных менделеевских чтений, 2006;
финалисты III Всероссийского конкурса исследовательских работ,
посвященного 175-летию со дня рождения Д.И. Менделеева, 2007)

В научном творчестве Д.И. Менделеева при всей разносторонности и многообразии его исследований и интересов можно выделить несколько «стержневых» проблем, которым ученый посвятил всю свою жизнь, – одна из них – проблема химического соединения.

Исследования растворов, которыми Дмитрий Иванович занимался более 20 лет, имеют непосредственное отношение к этому вопросу химии. Во времена Д.И. Менделеева господствовало мнение, согласно которому считалось, что процесс образования раствора – чисто физический процесс. При образовании раствора молекулы растворенного вещества распределяются среди молекул растворителя путем механического перемешивания за счет сил диффузии. Наблюдаемый на практике химизм в растворах относили к аномальным явлениям. Представители школы физиков ставили своей целью количественно описать свойства разбавленных растворов, химики же пытались изучить природу этих явлений.

В некоторых источниках конца XX – начала XXI века стали появляться мнения о том, что Д.И. Менделеев является «реформатором» русской водки. Поэтому было интересно выяснить, действительно ли Дмитрий Иванович, изучая химию растворов, научно обосновал 40⁰ состав водно-спиртового раствора.

Цель данной работы: изучить историю появления водки в России и выяснить, является ли Д.И. Менделеев автором русской водки.

В ходе выполнения работы решались следующие **задачи** [3]:

- ✓ проведение анкетирования учащихся и учителей школы по теме исследования;
- ✓ ознакомление с историей появления водки в России;
- ✓ выяснение роли Д.И. Менделеева в создании русского традиционного напитка на основе первоисточников.

Первая часть работы – анкетирование учащихся старших классов и педагогов школы. Результаты опроса таковы: 8% респондентов (из числа учащихся 10-11 классов) помимо открытия периодического закона приписывают Д.И. Менделееву авторство русской водки, ссылаясь на материалы Интернета. Анализ анкет учителей школы, напротив, показал, что педагогам не знаком этот факт в биографии великого химика.

В первой главе работы на основе исследований историка В.В. Похлебкина установлено, что слово «водка» в значении «спиртного напитка» появилось в русском языке в период не раньше XIV века и не позднее середины XIX века и «является коренным русским словом» (его

появление в иных славянских языках может быть объяснено позднейшим заимствованием из русского языка не ранее XVI века).

Вторая глава была посвящена изучению истории русской водки. В России всегда четко разделяли два понятия: «вино и пьянство». До христианства на Руси употребляли хмельные напитки по трем поводам: при рождении ребенка, победе над врагами и на похоронах. В Древней Руси водка использовалась не как напиток для опьянения, а как чудодейственная настойка лекарственных трав для наружного и внутреннего применения.

Самый значительный скачок в употреблении алкоголя в России произошел в годы правления Петра I. К началу XX века Россия стала главным европейским производителем и поставщиком спирта.

В 1978 году государственная водочная промышленность Польши заявила свои претензии на приоритет изобретения хлебной водки. Решением международного арбитража 1982 года за СССР были закреплены приоритет создания водки как русского оригинального напитка и исключительное право на ее рекламу под этим наименованием на мировом рынке, а также признан основной советский экспортно-рекламный лозунг «*Only vodka from Russia is genuine Russian vodka!*» («Только водка из России – настоящая русская водка!»).

Таким образом, был сделан вывод о том, что водка является русским оригинальным напитком, а Россия имеет исключительное право на ее рекламу под этим наименованием на мировом рынке.

В третьей главе изучены некоторые работы Д.И. Менделеева в области растворов. Основной вопрос докторской диссертации Менделеева – получение безводного спирта. В качестве водоотнимающих средств во времена Дмитрия Ивановича использовали поташ, негашеную известь и хлорид кальция. Д.И. Менделеев разработал собственную методику получения безводного спирта, получил образец этанола плотностью $0,78945 \text{ г/см}^3$ ($\delta = 0,018\text{-}0,02\%$), что гораздо лучше результатов его предшественников.

В четвертой главе работы приведена таблица, составленная на основе литературных источников, приведены аргументы «за» и «против» версии авторства Дмитрия Ивановича. Данные таблицы позволяют уверенно говорить о том, что Д.И. Менделеев не является автором русской водки (см. табл. 18)

Таблица 18

Аргументы «за» и «против» версии о том, что Д.И. Менделеев является автором водки

Аргументы «ЗА»	Аргументы «ПРОТИВ»
Менделеев «ищет формулу, коэффициент зависимости плотности (удельного веса) спиртоводных растворов (т.е. водки) от изменения градусности, и приходит к выводу, что такой формулы вывести невозможно. Изменение выражаются параболами, что и является открытием» [2, С. 177]*	И.С. Дмитриев утверждает, что Д.И. Менделеев «решил стандартную аппроксимационную задачу определения эмпирической формулы». Он использовал «уже широко применявшийся в астрономии, механике, гидравлике и других областях естествознания прием» - метод наименьших квадратов (Чебышев П.Л. и Понселе Ж.-В.). «Он разложил функцию, явный вид которой был не известен, - в данном случае функцию, связывающую плотность спиртоводного раствора с его концентрацией при фиксированной температуре, в областях ее непрерывности в степенной ряд и определил затем коэффициенты ряда по методу наименьших квадратов» [2, С. 180]
Д.И. Менделеев обратил внимание, что «физические, биохимические и физиологические качества этих смесей [спиртоводных] весьма... различны, что побудило Д.И. Менделеева искать идеальное соотношение объема и веса частей спирта и воды в водке» [7, С. 216]	«В 1887 г Дмитрий Иванович опубликовал в «Journal of the Chemical Society» статью «Соединения этилового спирта с водой», где привел графики и таблицы, наглядно демонстрирующие, что в интервале концентраций от 17,6 до 46% (по весу) никаких особенностей («пиков») в изменений свойств не наблюдается, т.е. свойства плавно меняются с изменением концентрации спирта в воде» [2, С. 180-181]. «Нет данных о том, что Менделеев изучал биохимические свойства спиртоводных растворов различных концентраций, а также их физиологическое действие» [2, С. 181]. «Работ, содержащих результаты исследований биохимических и физиологических качеств указанных растворов либо отражающих интерес Менделеева к подобным трудам, а также посвященных поиску «идеальной водочной смеси», в его наследии не обнаружено» [1, С. 197]

* И.С. Дмитриев ссылается на статью В.В. Похлебкина в журнале «Огонек» 1977 года (№50) «Менделеев и водка» (С. 4-5). Прим.: в указанном журнале статьи В.В. Похлебкина не обнаружено!

Менделеев сделал важное технологическое открытие: «в то время как прежде смешивали различные объёмы воды и спирта, Д.И. Менделеев провёл смешивание различных проб веса воды и спирта, что гораздо труднее и что дало более точные результаты» [7, С. 216]. Дмитрий Иванович «научно доказал, что составление водки, то есть соединение хлебного спирта с водой, должно происходить не путём простого слияния объёмов, а точным отвешиванием определённой части спирта, процент содержания алкоголя в водке или её крепость, стал выражаться в весовых частях» [7, С. 216]	Д.И. Менделеев «предпочитал весовые проценты, в частности, потому, что «вес есть величина неизменная», и «если по весовой системе говорят, что спирт 55-процентный, то это сразу показывает, что его можно составить из 55 фунтов безводного спирта и 45 фунтов воды или что он содержит на 55 фунтов безводного спирта 45 фунтов воды – тут не нужно никаких дополнительных сведений: все ясно из двух слов». Д.И. Менделеев «был далеко не первым, кто использовал весовые проценты в спиртометрии, до него это делал еще в 1795 г. замечательный немецкий химик И.-Б. Рихтер, да и Гильпин изучал весовые отношения спиртоводных растворов. Разумеется, Менделеев хорошо знал их работы» [2, С. 181] «по крайней мере уже в 1862 г.» [1, С. 198]. «В первой главе своей диссертации он [Менделеев] анализирует аналогичные исследования, проводившиеся с конца XVIII в. (упоминается 16 имен); все ученые смешивали спирт и воду в весовых частях, кроме одного (Гувенена), чьи исследования, по словам Менделеева, «были произведены по способам, не допускающим точности (а именно, смешения производились по объему, а не по весу)» [1, С. 198]
В своем «Кулинарном словаре» В.В. Похлебкин утверждает, что Менделеев «ввел смешивание воды и спирта не по объемам, а по весу, доказав, что только при таком смешении сивушные масла, остающиеся после ректификации, оказываются во взвешенном состоянии и могут быть убраны фильтром...» [2, С. 178]	И.С. Дмитриев с иронией отмечает, что «сивушным маслам абсолютно все равно, как приготовлен данный спиртоводный раствор – смешением этанола и воды по весу или же по объему, они не так привередливы, как полагает В.В. Похлебкин» [2, С. 181]. Автор статьи использует в качестве аргумента слова самого В.В. Похлебкина: «Русскими винокурами эмпирически было доказано одно из коренных правил, обеспечивающих особые качества русской водки, а именно, что нельзя непосредственно вести фильтрацию через уголь спирта-сырца или иного вида чистого спирта, необходимо обязательно развести его водой по крайней мере до 45-55⁰, а еще лучше до 40⁰, ибо уголь не может отнять примеси сивушных масел у высокоградусного спирта» [4, С. 481; 7, С. 228]

В.В. Похлёбкин писал: «...если мы возьмём литр воды и смешаем его с литром 96⁰-98⁰ спирта, то получится не два литра жидкости, а гораздо меньше, причём это уменьшение объёма будет тем сильнее, чем крепче спирт. Что же касается уменьшения веса смеси, то оно будет выражено ещё резче, чем уменьшение объёма» [7, С. 215-216]	Уменьшение объема смеси безводного спирта и воды объясняется заполнением пустот между молекулами этанола молекулами воды. Однако, уменьшение веса смеси (массы) невозможно, т.к. при смешении указанных веществ не происходит химического взаимодействия сопровождающегося образованием газа или осадка, а значит, масса спиртоводного раствора равна сумме масс безводного спирта и воды
«Д.И. Менделеев, принявший деятельное участие в создании современной научной технологии производства водки, решительно отвергал все эти искусственные наименования и настаивал на введении единого официального названия – водка как наиболее точное отражающее характер напитка и одновременно являющееся наиболее национальным русским названием» [7, С. 215]	«Фактически «изобретателем» русской (московской) водки был, во-первых, русский народ, а во-вторых, если говорить о 40-градусном стандарте (причем выгодных для госказны градусах), - российское правительство...» [2, С. 182]
Похлебкин В.В. не без пафоса пишет о том, что Д.И. Менделеева пригласили написать статьи о винокуренном производстве и водке (Энциклопедия Брокгауза и Ефрона, 1892) [2, С. 182]	Написание статей «Винокурение» и «Водка» Менделеевым вовсе не означает, что Дмитрий Иванович является автором водки. Он «выполняет эту просьбу, но скрывает свое авторство даже не под псевдонимом, а просто под значком дельта – эдаким скромным треугольничком, напоминавшим первую букву его имени» [2, С. 182] (все публикации под редакцией Д.И. Менделеева отмечены в энциклопедии значком дельта - Δ, а статья «Винокурение» подписана «Д.Менделеев» [4, С. 488; 5, С. 755]

«... Технология нового производства водки, был[а] разработан[а] комиссией во главе с великим русским химиком Д.И. Менделеевым» [7, С. 255]	«... Были рассмотрены проекты введения монополии, представленные в министерство разными лицами – чиновниками, врачами, винозаводчиками и т.п. (проекта за подписью Менделеева в этом весьма объемном архивном деле не обнаружено)...». «В 1893 г. Государственный совет принимает решение о введении, в виде опыта ... казенной продажи питей с 1895 г.». Для проведения эксперимента был создан Особый отдел по казенной продаже питей при Департаменте неокладных сборов («Менделеев в списках Особого отдела не числи[лся]»). Д.И. Менделеев был председателем подкомиссии, «рассматривавшей технические условия бандерольного обложения слабых спиртных напитков». «Предметом ее трудов... были виноградные (чистые, крепленые, игристые и т.д.), плодовые вина (типа сидра) и мед» [1, С. 199]
---	--

Анализ статей, докторской диссертации Д.И. Менделеева «О соединении спирта с водой» и других работ по химии растворов и статей Бондаренко Л.Б. и Дмитриева И.С. позволяет сформулировать доказательства того, что *Д.И. Менделеев не является автором русской водки*:

1. «Водка – русское национальное название хлебного вина (спирта), полученного на основе зернового сырья (ржи, пшеницы), передвоенного, а затем разведенного мягкой родниковой водой до 40⁰» (В.В. Похлебкин. Кулинарный словарь, 1996). Таким образом, не всякий крепкий раствор спирта в воде есть водка. Водочные «градусы» – это объемные проценты (при 20⁰С водочным 40⁰ отвечают 33,3% по весу).

2. В своей диссертации Д.И. Менделеев исследовал: а) удельный вес растворов спирт/вода от 50 до 100% (по весу); б) контракцию (эффект сжатия раствора) от 40 до 55%, обнаружив максимум контракции при 46% (по весу). Д.И. Менделеев не уделил особого внимания раствору спирт/вода с концентрацией 33% (по весу). Для этой концентрации он приводит данные других исследователей. В 1887 г. Д.И. Менделеев опубликовал статью «Соединения этилового спирта с водой», где привел графики и таблицы, показывающие, что в интервале концентраций от 17,6 до 46% по весу никаких особенностей («пиков») в изменении свойств не

наблюдается*.

3. Никогда, ни при каких обстоятельствах Менделеев не предлагал «узаконить» сорокаградусную водку. Кроме того, сам Менделеев водки не употреблял (иногда пил сухое вино).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Л.Б. Из истории русской спиртометрии//Вопросы истории естествознания и техники. – 1999. - №2. – С. 184–204.
2. Дмитриев И.С. Национальная легенда: был ли Д.И. Менделеев создателем русской «монопольной» водки?//Вопросы истории естествознания и техники. – 1999. - №2. - С. 177–183.
3. Кузнецова А., Шелест Н. Д.И. Менделеев и водка//Тез. докл. III Региональных Менделеевских чтений (Удомля, 19-21 апреля 2007 г.) – Тверь: ТвГУ, 2007. С.54.
4. Менделеев Д.И. Винокурение//Энциклопедический словарь: В 41 т. (82 кн.)/ Изд. Брокгауз Ф.А. и Ефрон И.А. – СПб., - 1890-1904. – Т. 6. – СПб., - 1892. – С. 466-488.
5. Менделеев Д.И., Канонников И.И. Водка//Энциклопедический словарь: В 41 т. (82 кн.)/ Изд. Брокгауз Ф.А. и Ефрон И.А. – СПб., - 1890-1904. – Т. 6^А. – СПб., - 1892. – С. 752-755.
6. Менделеев Д.И. Растворы. – Л.: Изд-во Академии наук СССР, - 1959. – 1164 с.
7. Похлебкин В.В. История водки. – М., - 1991. – С.13, 41-42, 215-217, 228, 255.

* Д.И. Менделеев [6, С.1092]: «... существуют три определенных химических соединения:

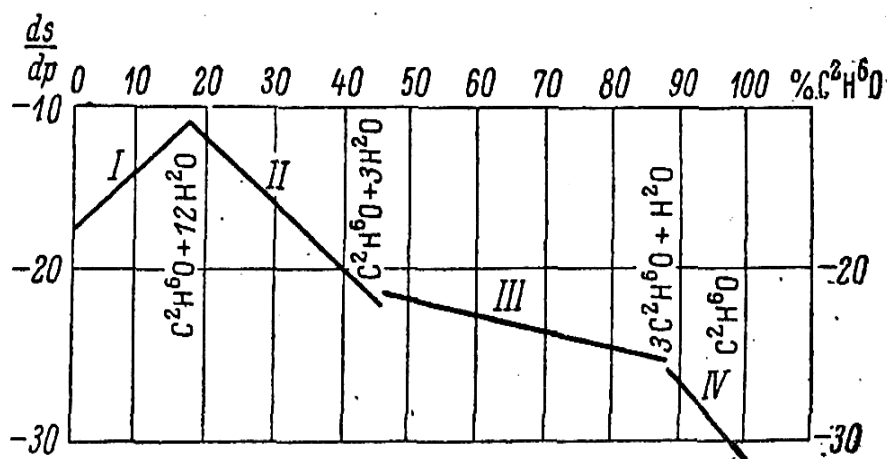
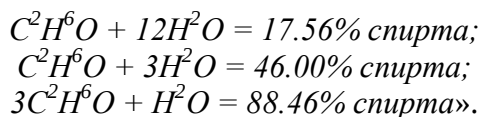


Рис. 21. Зависимость ds/dp от состава в водных растворах этанола [6, С.1093]

4.4.11. «ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОЛОКА»

Выполнили: учащиеся 11 класса Булкина Ольга, Горячев Роман,
Селивёрстова Екатерина, Фёдорова Любовь

(1 место в секции «Органическая химия и экология»;
X городская конференция «Шаг в будущее», 2007)

Молоко, сочетая в себе ценные качества разных продуктов, обладает свойством и утолять жажду, и насыщать. Потому-то древние величали его «соком жизни», источником здоровья. Любой вид пищи можно заменить молоком, но ни один из них полностью не заменит молока.

Молоко – единственный пищевой продукт, который обеспечивает организм млекопитающих всеми необходимыми питательными веществами. И.П. Павлов указывал на три основных свойства молока как пищевого продукта: лёгкая усвояемость, способность к возбуждению органов пищеварения и лучшее усвоение азота молока по сравнению с азотом других продуктов. Перевариваемость молока и молочных продуктов колеблется от 95 до 98%. Учёный писал: «Молоко – это удивительная пища, созданная самой природой».

Из составных частей молока (жир, белок, молочный сахар, соли) наиболее важное значение в питании имеют белки. Они полноценны, так как содержат все незаменимые аминокислоты. Калорийность жира молока примерно такая же, как и других жиров, но усвояемость намного выше и достигает 98%. Питательная ценность молочного жира повышается благодаря тому, что в его состав входят полиненасыщенные жирные кислоты, крайне необходимые человеческому организму.

В ходе исследования решались следующие **задачи**:

- ✓ *составление литературного обзора по теоретическим вопросам темы исследования;*
- ✓ *выявление популярности молока различных производителей среди учащихся на основе школьного социологического опроса;*
- ✓ *ознакомление с методами определения качества молока в заводской лаборатории предприятия «Тверьмолоко»;*
- ✓ *определение некоторых физико-химических свойств молока как белкового продукта и дисперсной системы;*
- ✓ *исследование влияния некоторых факторов на процесс молочнокислого брожения;*
- ✓ *изучение влияния ферментативных препаратов на усвоение белков молока;*
- ✓ *сравнение молока различных производителей.*

Для проведения школьного социологического опроса была составлена анкета. Согласно результатам анкетирования большая часть учащихся (68%) употребляет молоко постоянно, а 6% - иногда; 26% респондентов совсем не употребляют молоко; 28% учащихся употребляют

молоко 1,5% жирности, а 53% респондентов – молоко с содержанием жира 3,5%; лишь 3% опрошенных используют в пищу молоко 6% жирности.

Для экспериментальной части работы были взяты следующие образцы молока: «Вкуснотеево» (3,2%), «Настенька» (3,2%), «Лианозовское» (3,2%), «Весёлый молочник» (3,2%), «Дмитрогорское» (3,2%), «Лихославльское» (3,2%), «Домик в деревне» (3,5%), «Настенька» для детского питания (3,2%) и натуральное деревенское молоко (д. Бобачево).

В первой части работы на основе серии экспериментов было доказано, что молоко является белковым продуктом (проведены качественные реакции на белки – ксантопротеиновая, биуретовая, взаимодействие с ацетатом свинца). Установлено, что белки молока под действием кипячения, солей тяжелых металлов, минеральных и органических кислот, этанола и формальдегида подвергаются необратимой денатурации. Кроме того, в образце молока (в присутствии формальдегида) была определена концентрация свободных аминокислот.

Вторая часть работы была посвящена изучению влияния температуры и озонирования на полноту прохождения процесса молочнокислого брожения. Для этого образцы молока с добавлением кефира помещали в различные условия (температура 16, 21 и 24⁰С; на воздухе и в присутствии озона). Полноту прохождения молочнокислого брожения определяли по кислотности образцов с интервалом 12 часов. Кислотность молока определяли по стандартной методике.

Результаты данной части работы представлены графически (см. рис. 22-25).

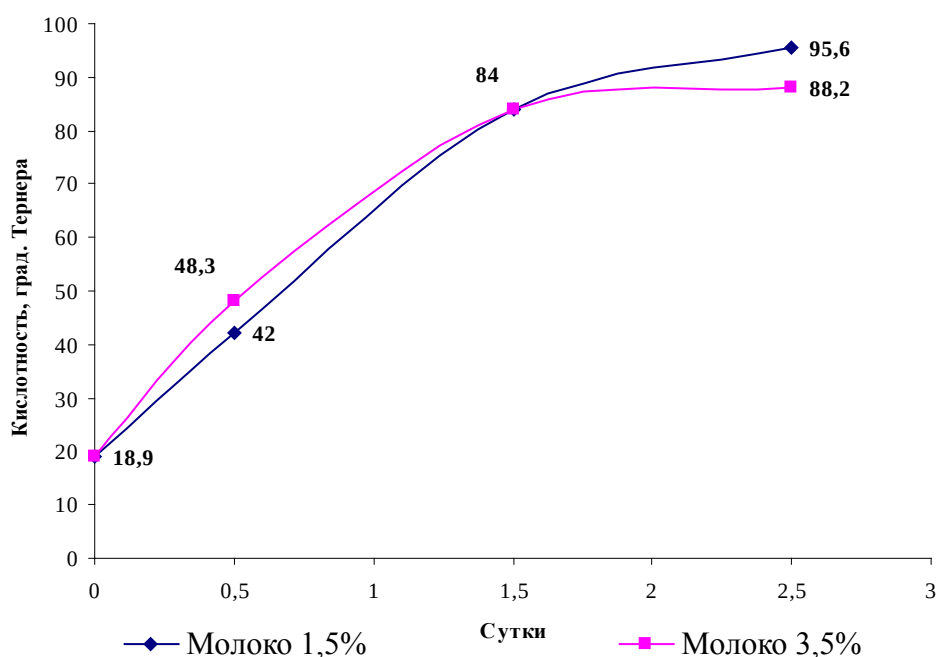


Рис. 22. Динамика кислотности 1,5 и 3,5% молока «Домик в деревне» (t=16⁰С; в присутствии озона)

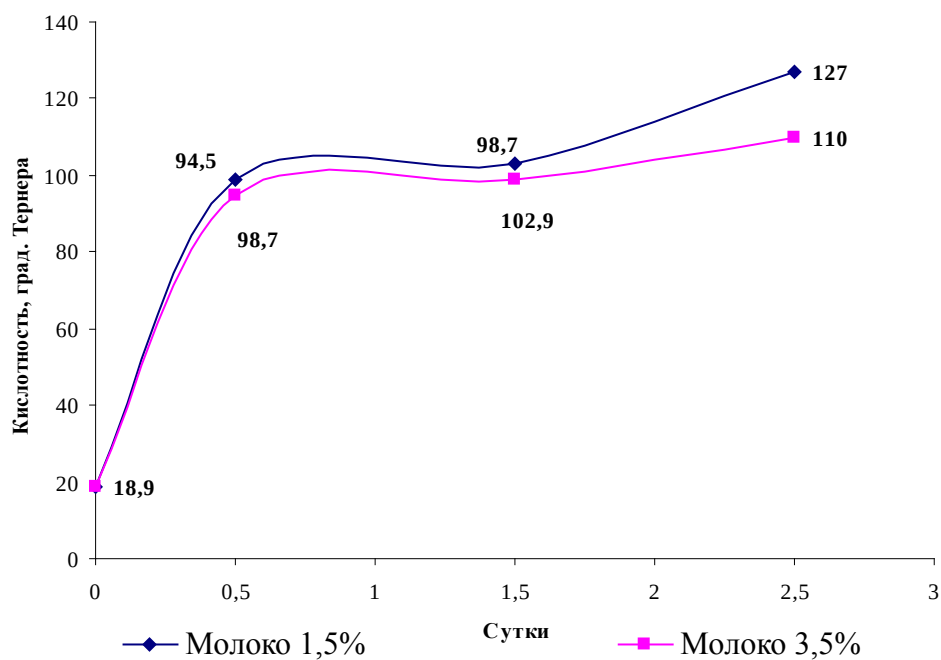


Рис. 23. Динамика кислотности 1,5 и 3,5% молока «Домик в деревне» ($t=24^{\circ}\text{C}$; в присутствии озона)

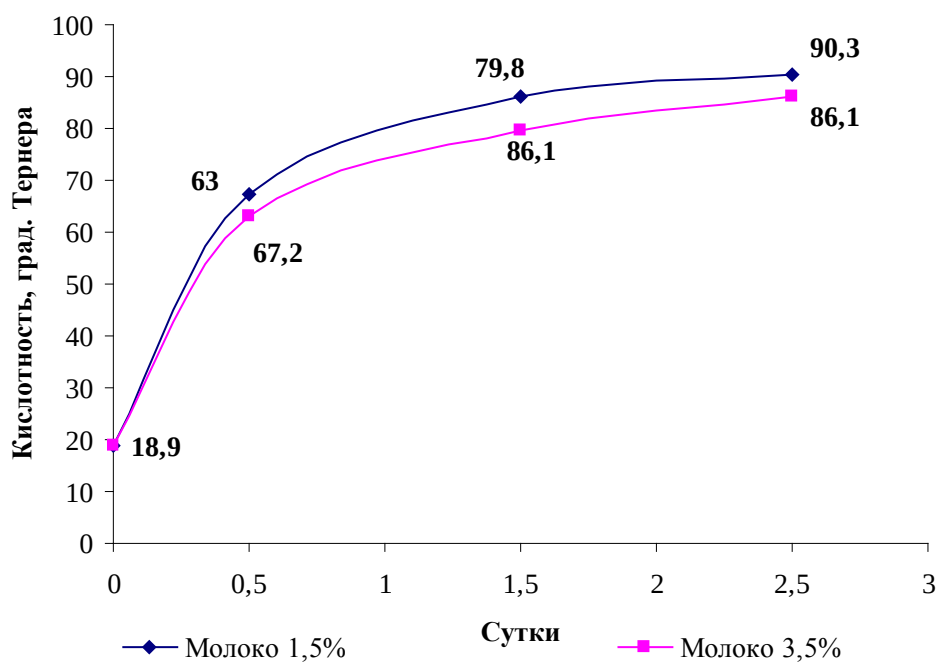


Рис. 24. Динамика кислотности 1,5 и 3,5% молока «Домик в деревне» ($t=21^{\circ}\text{C}$; на воздухе)

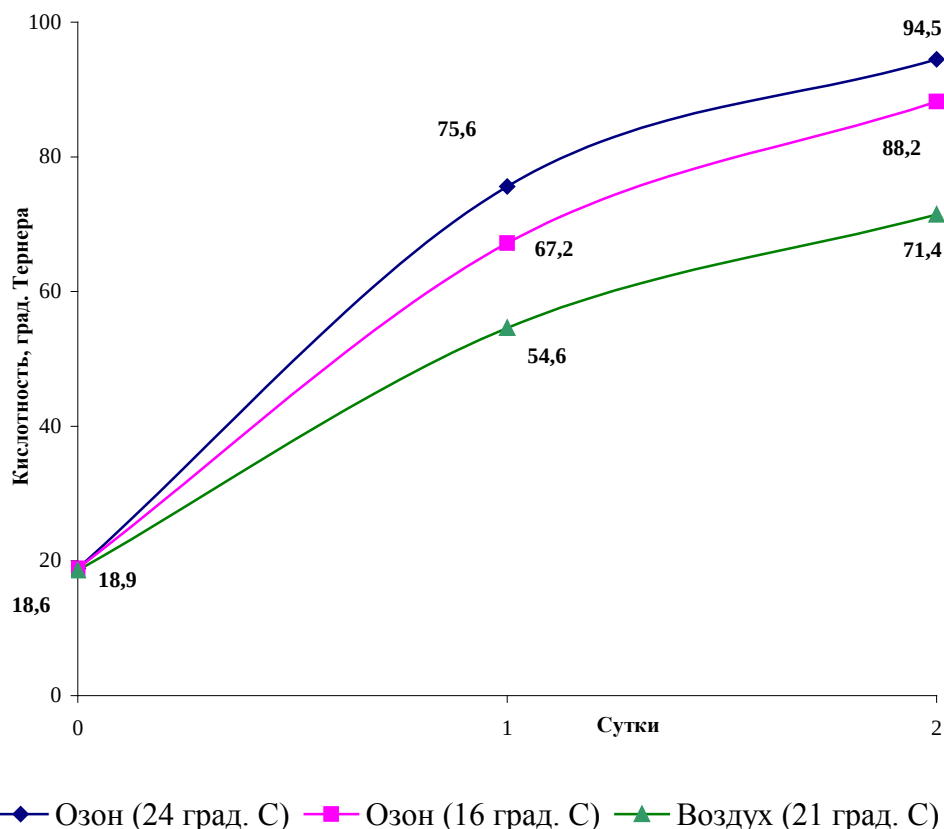


Рис. 25. Динамика кислотности 3,2% молока «Настенька» в различных условиях

Экспериментально определено, что на процесс молочнокислого брожения влияет жирность молока (3,5% молоко примерно в 1,15 раза более устойчиво к окислению, чем 1,5% молоко), температура окружающей среды (при повышении температуры скорость молочнокислого брожения возрастает), озонирование (в присутствии озона даже при меньшей температуре молоко скисает примерно в два раза быстрее, чем на воздухе).

Следующая часть работы заключалась в определении эффективности действия различных ферментативных препаратов на переваривание белков молока. Данный эксперимент является моделью переваривания белков пищи. В колбы к порции молока добавляли растворы ферментов (использовали лекарственные препараты «Фестал», «Панкреатин» и «Мезим»). Колбы помещали в водяную баню с температурой воды 35-37⁰С. Через каждые полчаса определяли кислотность образцов (в градусах по Тернеру) по титрованию с 0,1 н раствором гидроксида натрия. В результате эксперимента выявлено, что ферментативный препарат «Фестал» в 1,13 раза более эффективен (при переваривании белков пищи), чем аналогичные по действию препараты «Мезим» и «Панкреатин».

Четвертой частью исследования являлось определение порога коагуляции молока и выяснение влияния жирности молока на его агрегативную устойчивость.

Для проведения работы использовали молоко различной жирности, а в качестве электролита – 0,1 молярный раствор уксусной кислоты.

Результаты исследования представлены в табл. 19.

Таблица 19

Результаты определения порога коагуляции молока (1,5; 3,5 и 6% жира)

Реагенты/Результаты наблюдения	№ пробы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Молоко (1,5; 3,5 и 6%), мл	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Дистиллированная вода, мл	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5
Раствор уксусной кислоты, мл	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Коагуляция через 30 мин («+» - наличие коагуляции; «-» - отсутствие коагуляции)	-	-	-	+	+	+	+	+	+

В результате данной части работы был сделан вывод о том, что агрегативная устойчивость молока не зависит от содержания жира в нем.

Далее было изучено влияние бактерицидных свойств кожи лягушки на процесс молочнокислого брожения. Одну из лягушек поместили в образец молока «Домик в деревне» (6% жирности; срок годности – 180 суток). Контрольный образец оставили при такой же температуре (21⁰С).

Кислотность молока определяли по титрованию со щелочью в присутствии фенолфталеина. Результаты представлены в табл. 20.

Таблица 20

Результаты изучения бактерицидных свойств кожи лягушки (первый эксперимент)
начальная кислотность молока – 18,9⁰Т

«Домик в деревне», 6% жирности	Сутки			
	1		2	
	с лягушкой	контрольный образец	с лягушкой	контрольный образец
Кислотность, ⁰ Т	23,1	21	44,0	25,2

Первый эксперимент закончился на вторые сутки, т.к. лягушка погибла.

Для проведения второго эксперимента было выбрано твердое молоко «Настенька» (3,2% жирности, срок годности – 5 суток).

Результаты второго эксперимента приведены в табл. 21.

Таблица 21

Результаты изучения бактерицидных свойств кожи лягушки (второй эксперимент)
начальная кислотность молока – 18,9⁰Т

«Настенька», 3,2% жирности	Сутки			
	1		2	
	с лягушкой	контрольный образец	с лягушкой	контрольный образец
Кислотность, ⁰ Т	19,2	28,4	19,5	35,7

Был сделан следующий вывод: молоко под действием ферментов кожи лягушки скисает гораздо медленнее, чем в контрольном образце (примерно в 1,8 раза); гибель лягушки в первом эксперименте можно объяснить тем, что молоко «Домик в деревне», срок годности которого составляет 180 суток, содержит вещества, вредные для организма земноводного животного.

В заключительной части работы было необходимо провести сравнительный анализ физико-химических показателей питьевого молока различных производителей. Для эксперимента использовались следующие образцы молока: «Вкуснотеево» (3,2%), «Настенька» (3,2%), «Лианозовское» (3,2%), «Весёлый молочник» (3,2%), «Дмитрогорское» (3,2%), «Лихославльское» (3,2%), «Домик в деревне» (3,5%), «Настенька» для детского питания (3,2%) и натуральное деревенское молоко (д. Бобачево).

Для всех исследованных образцов определялись органолептические показатели (вкус и запах), кислотность, плотность, содержание жира, массовая доля сухого остатка молока и содержание углеводов (см. табл. 22). Срок годности молока определили по информации на упаковке. Кроме того, был проведен анализ грудного женского молока, которое по всем показателям превосходит коровье.

Для проведения обобщения полученных результатов использовали систему присвоения баллов по следующей схеме: 1 результат – «+5» баллов; 2 результат – «+4» балла; 3 результат – «+3» балла; 4 результат – «+2» балла; 5 результат – «+1» балл; 6 результат – «0» баллов; 7 результат – «-1» балл; 8 результат – «-2» балла; 9 результат – «-3» балла.

Таблица 22

Результаты исследования молока различных производителей (сводная таблица)

Молоко	Вкус, балл	балл	Запах, балл	балл	Кислотность, °Т	балл	ρ, г/мл	балл	Ж, %	балл	С, %	балл	У, %	балл	Срок годности, сут.	балл	Сумма баллов
«Вкуснотеево»	3,3	+2	2,5	+1	18,9	+2	1,029	+5	2,8	+2	11,1	+3	4,9	+4	9	+3	+22
«Настенька»	3,5	+3	2,8	+2	17,9	+3	1,027	+3	2,6	+1	10,4	0	4,9	+4	5	+4	+20
«Лианозовское»	4,0	+4	3,8	+5	17,9	+3	1,028	+4	2,8	+2	10,9	+1	5,1	+5	180	+1	+25
«Весёлый молочник»	2,8	+1	3,5	+4	20,0	+1	1,028	+4	2,9	+3	11,0	+2	4,6	+3	180	+1	+19
«Дмитрогорское»	2,0	0	2,0	0	21,0	0	1,029	+5	3,0	+4	11,4	+4	4,9	+4	5	+4	+21
«Лихославльское»	4,3	+5	3,5	+4	16,8	+4	1,024	+2	2,1	-1	9,0	-2	3,1	+1	5	+4	+19
«Домик в деревне»	3,5	+3	3,0	+3	18,9	+2	1,027	+3	2,2	-2	9,9	-1	4,9	+4	180	+1	+13
«Настенька для детского питания»	3,3	+2	3,8	+5	21,0	0	1,029	+5	2,2	0	10,4	0	3,6	+2	10	+2	+16
Натуральное деревенское	4,0	+4	2,8	+2	15,8	+5	1,029	+5	4,5	+5	13,2	+5	5,1	+5	3	+5	+36

Домик в деревне	Детское	Лихославльское Веселый молочник	Настенька	Дмитрогорское	Вкуснотеево	Лианозовское	Деревенское
13	16	19	20	21	22	25	36

4.5. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ

Наиболее ответственной частью ученического исследования является его оформление и подготовка защитного слова (доклада), поэтому ниже приведены некоторые рекомендации по оформлению работ (более подробно см. [4, 42]), структуре публичного выступления, содержанию исследовательской работы, требованиям к рецензированию работ. В конце раздела приведены также критерии экспертной оценки ученических исследований.

Оформление текста. Текст работы (шрифт Times New Roman, 14 размер) следует оформлять на одной стороне стандартного листа формата А4, выравнивание «по ширине», соблюдая установленные размеры полей: все по 2,5 см (ориентация страницы – книжная; абзацный отступ 1,25 см; межстрочное расстояние – одинарное).

Нумерация страниц. Все страницы работы, включая титульный лист, таблицы и приложения должны быть пронумерованы сквозной нумерацией по всей работе. Номер страницы проставляют арабскими цифрами внизу страницы от центра без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц работы, но номер страницы на нем не ставят.

Нумерация разделов и подразделов. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части работы и обозначаться арабскими цифрами с точкой, например, 1., 2., 3. и т.д. Подразделы следует нумеровать в пределах каждого раздела. При этом номер состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой (1.1., 1.2., 1.3. и т.п.). Один подраздел не нумеруется.

Требования к стилю и языку изложения. Излагать материал следует чётко, ясно, последовательно, применяя научную терминологию, избегая общеизвестных положений, имеющих в учебниках и учебных пособиях.

В тексте не принято делать ссылки на себя, но если это необходимо, то следует употреблять выражения в третьем лице: «автор полагает», «по мнению автора», или во множественном числе: «мы считаем», «по нашему мнению», «на наш взгляд» и т.д.

Использование в работе дословных цитат, цифровых данных, схем, формул, заимствованных из различных источников, обязательно должно сопровождаться ссылкой на источник (автора). *Списывание без ссылки не допускается и является грубым нарушением научной этики!*

Оформление таблиц. Таблицу необходимо располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые или на следующей странице. Размещение таблицы должно быть удобным для чтения без поворота работы. Если это невозможно, то таблицу располагают так, чтобы для ее чтения нужно было повернуть работу по часовой стрелке.

На все таблицы, приведенные в работе, должны быть ссылки в тексте. Если таблица заимствована или рассчитана по данным статистических сборников или другого источника, то необходимо сделать ссылку на первоисточник.

Все таблицы снабжаются заголовками и номерами, которые помещаются над таблицей. Нумеруют таблицы арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы. Номер помещается справа над таблицей и сопровождается полным словом «Таблица» с прописной буквы. Знак «№» не ставится. Заголовок таблицы помещают на следующей строке и начинают с прописной буквы. Подчеркивать или раскрашивать заголовок не следует. Например:

Таблица 5

Результаты определения жесткости воды из различных источников

Рекомендуется составлять таблицы, помещающиеся на одной странице. Если таблица не помещается на одной странице, то оставшуюся часть таблицы переносят на другую страницу, и перед ней помещают слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера. Например:

Продолжение табл. 5

Примечания и сноски к таблицам должны находиться на той странице, где помещена таблица. Сноски к цифрам в таблице обозначаются звездочкой.

Примечанием может быть [4]:

- ✓ определение терминов или устаревших слов;
- ✓ справочная информация о лицах, событиях, произведениях;
- ✓ перевод иностранных слов и предложений;
- ✓ пояснения основного текста.

Оформление иллюстраций. Все иллюстрации (графики, схемы и пр.) именуются рисунками. Они помещаются сразу после ссылки на них в тексте или на следующей странице. Рисунки следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота работы. Если такое размещение невозможно, то рисунки располагают так, чтобы для их рассмотрения надо было повернуть работу по часовой стрелке.

Рисунки нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах всей работы. Каждый рисунок сопровождается названием, которое помещается под рисунком в одну строку с его номером. Слово «рисунок» пишется сокращённо. Например:

Рис.4. Устройство ион-селективного электрода

Оформление приложений. Приложения помещаются в конце работы (нумерация страниц – сквозная). Каждое приложение следует начинать с новой страницы и сопровождать содержательным заголовком. Над заголовком в правом верхнем углу должно быть слово

«ПРИЛОЖЕНИЕ», состоящее из прописных букв. Заголовок приложения располагается на следующей строке по центру. Одно приложение не нумеруется. Несколько приложений следует нумеровать порядковой нумерацией арабскими цифрами. Например: ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Эталонный график для определения жесткости воды спиртово-мыльным методом

Оформление ссылок на источники. Использование в работе цитат, цифровых данных, а также мыслей и мнений, близких к оригиналу работ других авторов, должно сопровождаться обязательными библиографическими ссылками на источник информации. Цитаты следует заключать в кавычки.

Ссылка предусматривает расположение библиографической информации об источнике в списке литературы. При этом указывается порядковый номер источника в пределах списка литературы. Например, [7, С.46]. Страницу, на которой расположен данный текст, можно указывать здесь же или в списке литературы.

Оформление списка литературы. Список литературы должен включать библиографическое описание документов, использованных автором при работе над темой. Размещается после основного текста работы перед приложениями. Заголовок записывается прописными буквами по центру,

ЛИТЕРАТУРА

Все использованные документы должны быть пронумерованы и описаны в порядке использования в работе или в алфавитном порядке. Образцы описания произведений печати в списке литературы приведены в таблице 23.

Таблица 23

Образцы описания произведений печати в списке литературы

Вид издания	Образцы описания
1. Книга одного автора	<i>Зайцев О.С.</i> Исследовательский практикум по общей химии: Учеб. пособие. – М., 1994. – С. 411-417.
2. Книга двух авторов	<i>Карякин Ю.В., Ангелов И.И.</i> Чистые химические вещества. Изд. 4-е, пер. и доп. – М., 1974. – С. 219.
3. Книга трёх авторов	<i>Давтян М.Л. и др.</i> Определение химических показателей природных вод в школьном кабинете химии. – Псков, 1997. – С. 30-33.
4. Книга под редакцией	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учеб. для вузов/Под ред. <i>Ю.А. Еришова</i> . – М.: Высш. шк., 2000. – С. 240-250.
5. Отдельный том многотомного издания	<i>Некрасов Б.В.</i> Основы общей химии. – Т.2. – М., «Химия», 1973. – С. 159-181.
6. Официальные документы	О государственной поддержке малого предпринимательства в РФ/Федеральный закон от 14.06.95 №88 //Тверские ведомости, - 1995. 12 сентября.

7. Статья из энциклопедии	Бирюков Б.В., Гастев Ю.А., Геллер Е.С. Моделирование// БСЭ. – М., 1974. – Т.16. – С. 393-395.
8. Статья из словаря	Инновация // Словарь-справочник по научно-техническому творчеству. – Минск, 1995. – С. 50-51.
9. Статья из журнала	Исаев Д.С. Система дидактических игр при обучении химии//Химия в школе. – 2003. - №6. – С.46-49.
10. Статья из газеты	Баскакова М. Губернатор попал в школу//Вече Твери. – 2001. 19 октября.
11. Сборник с коллективным автором	Теоретические основы и технологии инновационного менеджмента в образовании: Сб. науч. статей/ Сост. О.С. Орлов. – Великий Новгород: РИС, 2000. – 180 с.

Общий объем работы (без приложений) должен быть в пределах примерно 25-35 страниц рукописного текста или 15-25 страниц машинописного текста¹³.

4.6. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЦЕНЗИРОВАНИЮ РАБОТ

Подготовка к защите исследовательской работы производится учащимися в соответствии с постраничными замечаниями руководителя (если они имеются в тексте работы) и рецензией. Главное назначение рецензии – оказать помощь ученику в самостоятельной работе, дать конкретные методические советы по устранению недочётов, по дальнейшему углублению знаний. Рецензия должна содержать:

- общую характеристику работы и её положительных сторон;
- указание на степень самостоятельности работы;
- анализ недостатков с точки зрения структуры, содержания, освещения тех или иных положений, использования статистических и фактических данных, оформления;
- конкретные рекомендации по устранению замечаний и подготовке к защите исследовательской работы;
- предварительную оценку («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») и вывод: «Работа допускается к защите» или «Работа не допускается к защите».

4.7. КРИТЕРИИ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ

Ниже приведены критерии оценки исследовательских работ и докладов, предложенные методистами городского научно-методического центра Управления образования администрации г. Твери (Арцев М.Н.) и авторами статьи «Исследовательская деятельность в школе: критерии оценки» (Борздун В.Н. и Борздун Л.А.) [8]; см. табл. 24.

¹³ При выполнении работы большого объема допускается увеличение общего количества страниц.

Критерии оценки исследовательской работы

1. Умение обосновать актуальность исследования (10 баллов).
2. Умение определить цели и задачи исследования (10 баллов).
3. Умение провести теоретическое исследование (анализ литературы) (10 баллов).
4. Умение провести эксперимент (10 баллов).
5. Умение сделать обоснованные выводы (10 баллов).
6. Умение оформить результаты исследования (10 баллов).
7. Использование описанных в литературе методов (10 баллов).
8. Использование методов, описанных в литературе, но к изучению данных явлений не применявшихся (10 баллов).
9. Использование самостоятельно разработанных методов (10 баллов).

ИТОГО: 90 баллов

Критерии оценки выступления (устная защита работы)

1. Логичность и ясность вступительного слова (5 баллов).
2. Четкость и научность изложения представляемого материала (5 баллов).
3. Обоснование актуальности темы исследования (5 баллов).
4. Обоснование правильности выбранной методики исследования (5 баллов).
5. Грамотное формулирование результатов исследования и выводов (10 баллов).
6. Наличие оригинальности в исследовательских подходах (5 баллов).
7. Наглядность и использование технических средств (5 баллов).
8. Умение отвечать на вопросы аргументировано, отстаивать свою точку зрения (10 баллов).
9. Правильность и убедительность речи выступающих (5 баллов).
10. Наличие контакта с аудиторией (5 баллов).

ИТОГО: 60 баллов

Таблица 24

Критерии оценки исследовательских работ и доклада (по Борздун В.Н. и Борздун Л.А.)

№	Критерий	Оценка
<i>Критерии оценки исследовательских работ</i>		
1.	Тип работы	1 – реферативная работа, 2 – работа носит исследовательский характер
2.	Использование известных результатов и научных фактов	1 – автор использовал широко известные данные, 2 – использованы уникальные научные данные
3.	Полнота цитируемой литературы, ссылки на ученых	1 – использован учебный материал школьного курса, 2 – кроме (1) использованы специализированные издания, 3 – использованы уникальные литературные источники

4.	Использование знаний вне школьной программы	1 – в работе использованы знания школьной программы, 2 – при выполнении работы, интересы школьника вышли за рамки школьной программы
5.	Степень новизны полученных результатов	1 – в работе доказан уже установленный факт, 2 – в работе получены новые данные
6.	Качество исследования	1 – результаты работы могут быть доложены на студенческой конференции, 2 – результаты работы могут быть доложены на взрослой конференции в связи с доказательством нового положения, 3 – результаты уникальны и могут быть опубликованы в научной печати
7.	Практическая значимость	1 – работа может быть использована в учебных целях, 2 – работа уже используется в своем учебном учреждении, 3 – работа используется в нескольких учебных учреждениях, 4 – работа внедряется в неучебной организации
8.	Структура работы: введение, постановка задачи, решение, выводы	1 – в работе плохо просматривается структура, 2 – в работе отсутствуют один или несколько основных разделов, 3 – работа структурирована, прекрасно оформлена
9.	Оригинальность подхода	1 – традиционная тематика, 2 – работа строится вокруг новых идей, 3 – в работе показываются новые идеи
10.	Владение автором научным и специальным аппаратом	1 – автор владеет базовым аппаратом, 2 – использованы общенаучные и специальные термины, 3 – показано владение специальным аппаратом
11.	Качество оформления работы	1 – работа оформлена аккуратно, но без «изысков», описание непонятно, неграмотно, 2 – работа оформлена аккуратно, описание четкое, последовательное, понятное, грамотное, 3 – работа оформлена изобретательно, применены нетрадиционные средства, повышающие качество описания работы
<i>ИТОГО</i>		<i>30 баллов</i>
<i>Критерии оценки доклада</i>		
12.	Качество доклада	1 – доклад зачитывает, 2 – доклад рассказывает, но не объяснена суть работы, 3 – четко выстроен доклад, 4 – кроме хорошего доклада, владеет иллюстративным материалом, 5 – доклад производит выдающееся впечатление
13.	Качество ответов на вопросы	1 – не может четко ответить на вопросы, 2 – не может ответить на большинство вопросов, 3 – отвечает на большинство вопросов

14.	Использование демонстрационного материала	1 – представленный демонстрационный материал не использовался докладчиком, 2 – демонстрационный материал использовался в докладе, 3 – автор предоставил демонстрационный материал и прекрасно в нем ориентировался
15.	Оформление демонстрационного материала	1 – представлен плохо оформленный демонстрационный материал, 2 – демонстрационный материал хорошо оформлен, но есть неточности, 3 – к демонстрационному материалу нет претензий
16.	Владение автором научным и специальным аппаратом	1 – автор владеет базовым аппаратом, 2 – использованы общенаучные и специальные термины, 3 – показано владение специальным аппаратом
17.	Четкость выводов, обобщающих доклад	1 – выводы имеются, но они не доказаны, 2 – выводы нечеткие, 3 – выводы полностью характеризуют работу
	<i>ИТОГО</i>	<i>20 баллов</i>
	<i>ВСЕГО</i>	<i>50 баллов</i>

4.8. ЗАЩИТА РАБОТЫ

После окончания исследования, оформления полученных результатов, прочтения и одобрения ее руководителем наступает последний момент – защита работы. Подготовку доклада необходимо начать с продумывания его структуры. Ниже приведена общая структура публичного выступления (доклада) (общее время 7-8 мин).

1. Тема исследовательской работы, авторский коллектив, база, где проводились исследования, и осуществлялся сбор материала (1 мин).
2. Актуальность темы исследования (почему тема показалась значимой).
3. Краткий обзор литературных источников по данной проблеме (1 мин).
4. Методика исследования (1 мин).
5. Результаты исследования (3 мин).
6. Выводы (1 мин).
7. Практическое значение исследовательской работы, рекомендации (1 мин).
8. Ответы на вопросы аудитории, экспертов (5 мин).

Особое внимание необходимо обратить на речь докладчика. Она должна быть ясной, уверенной, выразительной, грамматически точной¹⁴.

После озвучивания доклада члены комиссии и слушатели задают вопросы.

¹⁴ Вариант одного из докладов по исследовательской работе «Жесткость воды» приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 4.

Помните! Если вам задают вопросы, это значит, что тема заинтересовала, привлекла внимание слушателей

При ответах не забудьте о нескольких правилах:

- ✓ если вопрос выходит за рамки исследования, то допустимо сказать, что это не было предметом вашего исследования или что это планируется исследовать на следующем этапе;
- ✓ если вопрос оппонента не понятен, то целесообразно уточнить вопрос и, согласовав понимание вопроса, отвечать на него;
- ✓ по сложившейся этике проведения научной дискуссии перед тем, как отвечать по существу на вопрос, принято благодарить его автора.

Критериями оценки доклада являются следующие характеристики:

- логичность;
- точность;
- ясность;
- доступность;
- убедительность;
- интересность;
- выразительность;
- уверенность;
- контакт со слушателями;
- уместность жестов;
- выражение лица и т.п.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Деятельность учителя характеризуется постоянным совершенствованием педагогического мастерства, повышением методического уровня обучения. Совершенствование средств и методов обучения химии должно быть ориентировано на развитие творческого химического мышления, познавательной активности учащихся, выработку умений применять знания на практике. Одной из современных педагогических технологий развивающего обучения, позволяющей решать эти задачи, является исследовательское обучение. Применение данного метода обучения в виде исследовательской работы учащихся (индивидуальной, парной, групповой) на уроках-исследованиях [2, 64], ТПИХ [24, 26-35] и различных исследованиях отдельных объектов и явлений на внеклассных занятиях [5, 11, 15-17, 22, 36-38, 41, 45-51, 53, 55-61, 63] действительно позволяет повысить эффективность обучения химии.



Освоение учащимися экспериментальных (в т.ч. исследовательских) умений, будь то при выполнении практических работ исследовательского характера или же во время проведения ученического исследования, можно рассматривать также как одну из форм организации довузовской подготовки школьников. Ребята, которые в старших классах занимались самостоятельными исследованиями, смогут успешно освоить технику выполнения практических работ вузовской программы, активно участвовать в научно-исследовательской работе ВУЗа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аранская О.С., Бурая И.В. Дифференцированный подход к организации исследовательской деятельности сельских школьников//Химия: методика преподавания в школе. – 2002. – №4. – С.52-58.
2. Арканова В.Н. Организация учебно-исследовательской работы школьников как нетрадиционного метода преподавания//Химия: методика преподавания в школе. – 2003. – №3. – С.77-80.
3. Арцев М.Н. Положение о городской научно-практической конференции «Шаг в будущее» научного общества учащихся//Завуч. – 2004. – №5. – С. 69-72.
4. Арцев М.Н. Учебно-исследовательская работа учащихся (методические рекомендации для учащихся и педагогов)//Завуч. – 2005. – №6. – С. 4-29.
5. Батаева Е.В. Практикум по химии как база для развития исследовательских умений учащихся старших классов школ с углубленным изучением химии: Дис. канд. пед. наук. – М., 1999. – 205 с.
6. Батаева Е.В. Формирование исследовательских умений//Химия: методика преподавания в школе. – 2003. – №8. – С.13-20; 2004. – №1. – С.22-27.
7. Береснева Е.В. Современные технологии обучения химии: Учебное пособие. – М., 2004. – С.35-45.
8. Борздун В.Н., Борздун Л.А. Исследовательская деятельность в школе: критерии оценки//Методист. – 2003. – №6. – С. 48-51.

9. *Васильева П.Д., Кузнецова Н.Е.* Обучение химии. – СПб., 2003. – С.51-57.
10. *Вивюрский В.Я.* О дифференцированном подходе к формированию экспериментальных умений//Химия в школе. – 1984. - №2. – С.52.
11. *Волков В.Н. и др.* Определение качества молока и молочных продуктов//Химия в школе. – 2002. – №1. – С.57-63.
12. *Гаркунов В.П. и др.* Пути совершенствования экспериментальных самостоятельных работ учащихся по химии в условиях развивающего обучения//Совершенствование содержания и методов обучения химии в средней школе. – Л., 1988. – С.56-57.
13. *Глазкова О.В., Клеянкина М.К., Зайцев О.С.* О психолого-педагогических основах химического практикума//Химия в школе. – 1998. – №3. – С.64-65.
14. *Давтян М.Л. и др.* Ознакомление учащихся с физико-химическими методами исследования//Химия в школе. – 2002. – №6. – С.67-70.
15. *Демина Л.А., Гухман Г.А.* Земля. Руководство-справочник для учителя: Приложение к основной книге интегрированного экспериментального учебного пособия «Земля». – М., 1994. – 96 с.
16. *Енякова Т.М.* Внеклассная работа по химии. – М.: Дрофа, 2004. – 176 с.
17. *Зайцев О.С.* Исследовательский практикум по общей химии: Учеб. пособие. – М., 1994. – С.140-150.
18. *Зайцев О.С.* Методика обучения химии: Теоретический и прикладной аспекты. – М., 1999. – С.144.
19. *Зайцев О.С.* Познавательные задачи по общей химии. – М., 1982. – 183 с.
20. *Иванова Р.Г., Иодко А.Г.* Система самостоятельных работ учащихся при изучении неорганической химии. – М., 1988.
21. *Иодко А.Г.* Формирование у учащихся умений исследовательской деятельности в процессе обучения химии: Дис. канд. пед. наук. – М., 1983. – 183 с.
22. *Исаев Д.С.* Анализ загрязненности воды//Химия в школе. – 2001. – №2. – С.77-78.
23. *Исаев Д.С.* Интеграция в исследовательской работе учащихся//Химия в школе. - 2006. - №2. - С.57-61.
24. *Исаев Д.С.* Об организации практикумов исследовательского характера//Химия в школе. – 2001. – №9. – С.53-58.
25. *Исаев Д.С.* Победа на конференции – результат систематического исследования на уроках//Школьный вестник. – Тверь, 2003. – №1/10. – С.109-114.
26. *Исаев Д.С.* Практикум исследовательского характера в X классе//Химия в школе. – 2002. – №1. – С.64-68.
27. *Исаев Д.С.* Практикумы исследовательского характера в IX классе//Химия в школе. – 2001. – №10. – С.58-64.
28. *Исаев Д.С.* Практикумы исследовательского характера в XI классе//Химия в школе. – 2002. – №3. – С.67-73.
29. *Исаев Д.С.* Практические работы исследовательского характера по неорганической химии: Учебное пособие для учащихся 8-х классов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2001. – 56 с.
30. *Исаев Д.С.* Практические работы исследовательского характера по неорганической химии: Учебное пособие для учащихся 9-х классов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2001. – 72 с.

31. *Исаев Д.С.* Практические работы исследовательского характера по общей химии: Учебное пособие для учащихся 11-х классов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2004. – 68 с.
32. *Исаев Д.С.* Практические работы исследовательского характера по органической химии: Методические рекомендации для учащихся 10-х классов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2003. – 52 с.
33. *Исаев Д.С.* Программа по химии для VIII-IX классов базового уровня образования с использованием видеодемонстраций, домашнего эксперимента и практикумов исследовательского характера. – Тверь: Славянский мир, 2007. – 104 с.
34. *Исаев Д.С.* Система мониторинга сформированности творческого химического мышления и экспериментальных умений учащихся при обучении химии в средней школе//Мониторинг качества образования. – Тверь: Тверской государственный технический университет, - 2006. – С.62-76.
35. *Исаев Д.С.* Тематические практикумы в курсе естествознания//Химия в школе. – 2000. – №7. – С.66-69.
36. *Исаев Д.С.* Об организации научно-исследовательской работы учащихся//Химия в школе. – 2002. – №10. – С.68-71.
37. *Исаев Д.С., Исаева С.Н.* Из опыта организации научно-исследовательской деятельности учащихся в средней школе//Научно-исследовательская деятельность в образовании. – Тверь: Тверской государственный технический университет, - 2006. – С.48-58.
38. *Казеннова Н.Б.* Получение и исследование свойств анилина//Химия в школе. – 1997. – №5. – С.68-71.
39. *Кларин М.В.* Инновации в мировой педагогике: Обучение на основе исследования, игры и дискуссии./Анализ зарубежного опыта. – Рига, 1995.
40. *Князева Р.Н.* Как воспитывать интерес к химии у учащихся сельских школ//Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1973. – №4.
41. Количественные опыты по химии. Пособие для учителей. – М., 1972. – С.146-149, 154-158.
42. *Кузин Ф.А.* Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты. Практическое пособие для аспирантов и соискателей ученой степени. – М., 2001. – С.85-113.
43. Курсы по выбору: выбор за вами/ Ред.-сост. *И.А. Костенчук.* – М.: Центрхимпресс, 2007. – С. 39-49.
44. *Лернер И.Я.* Дидактические основы методов обучения. – М., 1981.
45. *Макеев Ю.А.* Щелочной гидролиз этилацетата: определение порядка S_N -реакции//Химия в школе. – 2000. – №6. – С.69-73.
46. *Малолеткова Е.И.* Применение исследовательского метода на внеклассных занятиях//Химия в школе. – 1978. – №4.
47. *Михалева М.В. и др.* Экспресс-анализ овощей на содержание нитратов//Химия в школе. – 2003. – №1. – С.54-56.
48. *Можжаев Г.М., Симиных Н.В.* Учебный исследовательский эксперимент//Химия в школе. – 2003. – №1. – С.52-54.
49. *Ольгин О.* Опыты без взрывов. – М., 1995. – С.72-75.
50. *Оржековский П.А. и др.* Творчество учащихся на практических занятиях по химии: Книга для учителя. – М., 1999. – 152 с.

51. Оржековский П.А. и др. Экспериментальные творческие задачи по неорганической химии: Книга для учащихся. – М., 1998. – 48 с.
52. Оржековский П.А. Формирование опыта творческой деятельности при обучении химии. – М., 1997. – 121 с.
53. Ризванов А.К. Прибор для исследования электропроводности растворов и расплавов электролитов//Химия в школе. – 2003. – №6. – С.62-64.
54. Румянцев Б.В. Обобщенная экспериментальная деятельность учащихся как метод решения исследовательских задач//Химия в школе. – 2004. – №7. – С. 62-66.
55. Северюхина Т.В., Сентемов В.В. Исследование пищевых продуктов//Химия в школе. – 2000. – №5. – С.72-79.
56. Солодова В.И. и др. Определение витамина С в овощах и фруктах//Химия в школе. – 2002. – №6. – С.63-66.
57. Солодова Н.И. и др. Как определить качество меда//Химия в школе. – 2001. – №2. – С.64-68.
58. Солодова Н.И. и др. Определение сахаров в овощах и фруктах//Химия в школе. – 2000. – №2. – С.73-76.
59. Турлакова Е.В. Определение показателей качества воды//Химия в школе. – 2001. – №7. – С.64-70.
60. Турлакова Е.В. Почему Минздрав предупреждает// Химия в школе. – 2000. – №3. – С.64-65.
61. Усова Н.Т. Определение содержания тяжелых металлов в снеге и почве//Химия в школе. – 2002. – №3. – С.73-75.
62. Цветков Л.А. Эксперимент по органической химии: Методика и техника/Пособие для учителей. – М., 2000. – С.126.
63. Шнякина Т.К., Половняк В.К. Об организации научно-исследовательской работы//Химия в школе. – 1997. – №5. – С.68-71.
64. Яковлева И.Н. Моделирование научного исследования на уроке//Химия: методика преподавания в школе. – 2002. – №1. – С.47-57.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

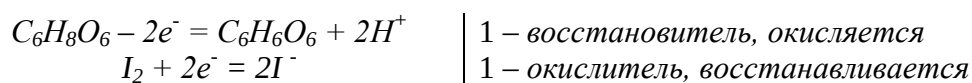
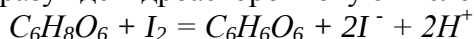
НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА [17]

1. Собрать прибор (см. рис. 2).
2. Определить условия проведения эксперимента (температуру и давление).
3. Ввести в одно колено сосуда Оствальда раствор катализатора, а в другое раствор пероксида водорода определенного объема известной концентрации.
4. Плотнo закрыть пробкой пробирку и перелить раствор из одного колена в другое, одновременно включить секундомер.
5. Определять объем выделившегося кислорода через каждые 30 секунд. Результаты свести в таблицу.
6. Прodelать опыт с разными концентрациями катализатора (или при различных температурах и т.п.).
7. На основании полученных данных построить кинетические кривые изменения объема кислорода (или концентрации пероксида водорода) в процессе реакции (на миллиметровой бумаге или на компьютере).
8. На данных кривых выбрать по 5-6 точек.
9. Для каждой кривой определить молярный объем при условиях опыта (температура и давление могут меняться даже в течение дня!).
10. Рассчитать количество пероксида водорода израсходованное в определенные моменты времени по объему выделившегося кислорода; первоначальное количество пероксида водорода, содержащееся в анализируемой пробе.
11. Рассчитать среднюю скорость реакции и скорость в каждый момент времени.

МЕТОДИКА ЙОДОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЦИТРУСОВЫХ [26, 49]

1. Собрать установку для проведения йодометрического титрования, состоящую из штатива с лапкой, бюретки на 25 мл с ценой деления не более 0,1 мл и химического стакана.
2. Взять различные сорта мандаринов, апельсинов, лимонов, гибрид апельсина с мандарином, грейпфрут и т.п. Отжать в химический стакан сок и, добавив к 1 мл сока 10 мл раствора соляной кислоты и 1 мл раствора крахмала, титровать раствором йода до проявления синей окраски. При титровании йодом аскорбиновая кислота окисляется, образуя дегидроаскорбиновую кислоту:



3. Расчет содержания витамина С в продукте провести по формуле

$$m(\text{к-ты}) = \frac{C(I_2) \cdot M_3(\text{к-ты})}{1000} \cdot V(p\text{-ра } I_2), \quad (12)$$

где $C(I_2)$ – молярная концентрация эквивалента йода; $M_9(к-ты)$ – молярная масса эквивалента аскорбиновой кислоты в г, равная в данном случае 88 г; $V(p-pa I_2)$ – объем раствора йода, пошедшего на титрование, в мл.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ «ВЫКУРИВАНИЯ» СИГАРЕТ

1. Собрать установку (рис. 26.).
2. В хлоркальциевую трубку поместить ватный тампон определенной массы.
3. Закрепить сигарету в сигаретный держатель.
4. Привести в действие водоструйный насос.
5. Зажечь сигарету.
6. После «выкуривания» всей сигареты извлечь ватный тампон из хлоркальциевой трубки и заменить его на новый¹⁵.
7. Вставить новую сигарету в сигаретный держатель и повторить пункты 4 и 5.

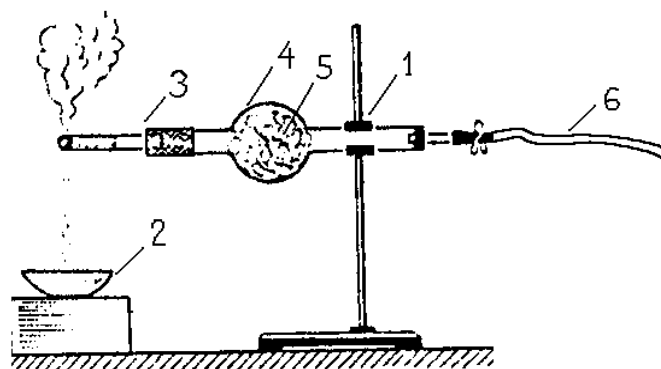


Рис. 26. Схема установки прибора для получения табачной вытяжки

- 1 – штатив с лапкой; 2 – пепельница; 3 – пробка с держателем;
4 – хлоркальциевая трубка; 5 – ватный тампон;
6 – соединительная трубка (на водоструйный насос)

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТАБАЧНОГО ДЫМА

1. Провести эксперимент, описанный в разделе «Методика проведения «выкуривания» сигарет».
2. Из установки извлечь ватный тампон, в котором содержится смесь веществ, полученных в ходе сгорания сигареты.
3. Опустить тампон в пробирку с дистиллированной водой (25 мл) и тщательно растворить содержащиеся в тампоне вещества в воде.
4. Повторить эксперимент с тем же видом сигарет, выполнить пункты 1, 2 и 3.
5. Содержимое одной из пробирок титровать раствором перманганата калия ($KMnO_4$) определённой концентрации до появления ярко выраженной розовой окраски раствора.

¹⁵ «Выкуривание» каждой сигареты проводить при постоянной работе водоструйного насоса, который откачивает воздух из хлоркальциевой трубки, создавая «эффект затяжки». Вещества, содержащиеся в табачном дыме, оседают на ватном тампоне. Примерная схема установки заимствована из статьи Турлаковой Е.В. [60].

6. Содержимое другой пробирки титровать раствором йода (I_2) определённой концентрации до появления синего окрашивания раствора (см. «Методика йодометрического титрования»).
7. Вычислить израсходованные на титрование объёмы растворов $KmnO_4$ и I_2 .
8. Составить таблицу значений, включив экспериментальные значения всех исследуемых видов табачной продукции (в таблицу включить также значения содержания никотина и смол, указанные производителем).
9. Сравнить полученные значения и составить таблицу исследуемых видов в порядке убывания экспериментальных значений.
10. Проанализировать результаты и установить наиболее «грязный» и наиболее «чистый» вид табачной продукции.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА УГЛЕРОДА(IV) В ВОЗДУХЕ В ЗАКРЫТОМ ПОМЕЩЕНИИ

1. 2 мл насыщенного раствора $Ca(OH)_2$ разбавить небольшим количеством дистиллированной воды и добавить 3 – 5 капель индикатора фенолфталеина.
2. Конец трубки, из которой выходит прокачиваемый компрессором с определённой производительностью воздух, опустить в приготовленный раствор.
3. Включить компрессор и засечь время обесцвечивания раствора.
4. По времени обесцвечивания раствора рассчитать содержание оксида углерода(IV) в воздухе.
5. Провести «выкуривание» сигареты.
6. Повторять пункты 1 – 5 после каждой выкуренной сигареты.

Пример вычислений содержания углекислого газа в воздухе

Эксперимент проводился в закрытом помещении объёмом: $V = 90 \text{ м}^3$. Условия проведения эксперимента: $t_{\text{возд.}} = 13^\circ\text{C}$; $p = 755 \text{ мм рт. ст.}$. Рассчитаем V_M при данных условиях:

$$p \cdot V = nRT \quad V_M = \frac{RT}{p}, \quad (13)$$

$$p = \frac{755 \text{ мм рт. ст.} \cdot 101,3 \text{ кПа}}{760 \text{ мм рт. ст.}} = 101,35 \text{ кПа} = 101350 \text{ Па}$$

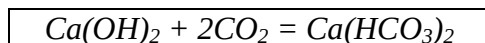
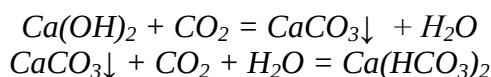
$$V_M^* = \frac{8,314 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)} \cdot 286 \text{ K}}{101350 \text{ Па}} = 0,023 \text{ м}^3/\text{моль} = 23 \text{ л/моль};$$

Производительность компрессора: $\Pi = 0,917 \text{ л/мин.}$; $t(\text{р-ра } Ca(OH)_2) = 4,5^\circ\text{C}$; $S(Ca(OH)_2) = 0,172 \text{ г/100г } H_2O$; $V(\text{р-ра } Ca(OH)_2) = 2 \text{ мл}$; $\rho(\text{р-ра } Ca(OH)_2) = 1 \text{ г/см}^3$;

$$\rho(\text{р-ра } Ca(OH)_2) = \frac{m(\text{р-ра } Ca(OH)_2)}{V(\text{р-ра } Ca(OH)_2)}, \quad (14)$$

$$m(\text{р-ра } Ca(OH)_2) = \rho(\text{р-ра } Ca(OH)_2) \cdot V(\text{р-ра } Ca(OH)_2) = 2 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/см}^3 = 2 \text{ г};$$

$$m(Ca(OH)_2) = \frac{2 \text{ г} \cdot 0,172 \text{ г}}{100,172 \text{ г}} = 3,43 \cdot 10^{-3} \text{ г};$$



$$\frac{n(\text{Ca(OH)}_2)}{n(\text{CO}_2)} = \frac{1}{2} ; \quad n(\text{CO}_2) = 2 n(\text{Ca(OH)}_2);$$

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{m(\text{Ca(OH)}_2)}{M(\text{Ca(OH)}_2)} ,$$

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{3,43 \cdot 10^{-3} \text{ г}}{74 \text{ г/моль}} = 4,64 \cdot 10^{-5} \text{ моль};$$

$$\begin{aligned} n(\text{CO}_2) &= 2 n(\text{Ca(OH)}_2) = 4,64 \cdot 10^{-5} \text{ моль} \cdot 2 = 9,28 \cdot 10^{-5} \text{ моль}; \\ V(\text{CO}_2) &= n(\text{CO}_2) \cdot V_M = 9,28 \cdot 10^{-5} \text{ моль} \cdot 23 \text{ л/моль} = 213,44 \cdot 10^{-5} \text{ л}; \end{aligned}$$

$$\varphi(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V(\text{прокач. воздуха})} \cdot 100\% , \quad (15)$$

$V(\text{прокаченного воздуха}) = \Pi \cdot \tau$, где τ – время обесцвечивания раствора Ca(OH)_2

$$\varphi(\text{CO}_2) = \frac{213,44 \cdot 10^{-5} \text{ л}}{0,917 \text{ л/мин} \cdot \tau} \cdot 100\%$$

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ХЛЕБА [41]

1. Просушить в электрическом шкафу стеклянные бюксы (в которых будет проводиться анализ) до постоянной массы. Охлаждение проводить в эксикаторе.
2. Определить массу бюксов с максимальной точностью.
3. Приготовить образцы для анализа: разрезать хлеб, отделить мякиш от корок.
4. Быстро и тщательно измельчить ножом подготовленную пробу, перемешать.
5. Определить массу образца с максимальной точностью.
6. Пробы поместить в бюксы и провести высушивание (при $t \approx 130^\circ\text{C}$) до постоянной массы. Охлаждение проводить в эксикаторе.
7. Влажность ($\omega(\text{H}_2\text{O})$) в процентах вычислить по формуле:

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \cdot 100\%, \quad (16)$$

где m_1 – масса бюкса с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюкса с навеской после высушивания, г; m – масса навески хлеба, г.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ХЛЕБА [41]

1. Вырезать из куска мякиша (без корки) образец.
2. Тщательно размять пальцами до образования однородной массы и скатать из нее шарики величиной от горошины до лесного ореха.
3. Взвесить хлебные шарики с максимальной точностью.
4. В мерный цилиндр налить около 30 мл керосина, точно определить его уровень.
5. Осторожно опустить в керосин шарики хлеба. Через 5 минут определить уровень керосина.

6. По разности между двумя уровнями керосина в цилиндре рассчитать объем хлеба.
7. Рассчитать плотность (ρ) хлеба по формуле:

$$\rho (\text{хлеба}) = \frac{m (\text{хлеба})}{V (\text{хлеба})}, \quad (17)$$

где $\rho (\text{хлеба})$ – плотность хлеба, г/см³; $m (\text{хлеба})$ – масса хлеба, г; $V (\text{хлеба})$ – объем хлеба, см³.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОСТИ ХЛЕБА

1. Вырезать из куска мякиша хлеба острым ножом параллелепипед.
2. Измерить линейкой длину, ширину и высоту параллелепипеда.
3. Рассчитать объем хлеба, см³:

$$V = a \cdot b \cdot c,$$

где a – длина куска, см; b – ширина куска, см; c – высота куска, см; V – объем куска мякиша, см³.

4. Тщательно размять пальцами мякиш до образования однородной массы и скатать из нее шарики.
5. Налить в мерный цилиндр около 30 мл керосина, точно определить его уровень.
6. Опустить в керосин шарики хлеба. Через 5 минут определить уровень керосина в мерном цилиндре.
7. По разности между двумя уровнями керосина в цилиндре рассчитать объем хлеба без пор.
8. По разности объема хлеба с порами и без пор рассчитать объем пор.
9. Пористость (Π) в процентах вычислить по формуле:

$$\Pi = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100\%, \quad (18)$$

где V_1 – объем пор хлеба, см³; V_2 – объем образца хлеба с порами.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ ХЛЕБА [41]

1. Взвесить 12,5 г мякиша хлеба, перенести его в колбу и прилить туда 125 мл дистиллированной воды. Стеклопалочкой размять хлеб до однородной массы.
2. Дать отстояться раствору.
3. Отфильтровать маточный раствор.
4. Отобрать пипеткой 25 мл отфильтрованного раствора в коническую колбу и титровать его раствором щелочи в присутствии фенолфталеина (эксперимент провести 3 раза).
5. По средним значениям объема израсходованной щелочи вычислить кислотность хлеба (X) по формуле:

$$X = \frac{V \cdot V_1 \cdot a}{10 \cdot m \cdot V_2} \cdot K, \quad (19)$$

где X – кислотность, град.; V – объем раствора щелочи, мл; V_1 – объем дистиллированной воды, взятой для извлечения кислот из исследуемой продукции, мл (равен 125 мл); a – коэффициент пересчета на 100 г навески (равен 100); m – масса навески, г; V_2 – объем исследуемого раствора, взятого для титрования, мл (равен 25 мл); K – поправочный коэффициент к раствору точной молярной концентрации 0,1 моль/л (равен 1,0787); 1/10 – коэффициент приведения раствора щелочи молярной концентрации 0,1 моль/л к 1,0 моль/л.

В нашем случае формула примет упрощенный вид:

$$X = 4,315 \cdot V,$$

где X – кислотность, град.; V – объем раствора щелочи, использованного на титрование, мл.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АДСОРБЦИИ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ [30]

1. Приготовить смесь хлеба (по 12,5 г) различных сортов и воды (125 г). Дать отстояться 1-1,5 ч.
2. Слить большую часть маточного раствора (без потерь хлеба).
3. Оставшийся раствор с хлебом нейтрализовать раствором щелочи в присутствии раствора фенолфталеина.
4. Отфильтровать хлеб от остатка маточного раствора.
5. Высушить хлеб на фильтровальной бумаге.
6. Количественно перенести хлеб в колбу для дальнейшего анализа.
7. Точно установить концентрацию уксусной кислоты (C_1).
8. Добавить высушенный хлеб к порции раствора кислоты (50 мл).
9. Встряхивать колбу 15 мин.
10. Отфильтровать раствор.
11. Установить концентрацию кислоты (C_2) титрованием раствором щелочи с использованием фенолфталеина (для титрования брать по 10 мл раствора, титровать 3 раза).
12. По средним значениям C_1 и C_2 рассчитать массу адсорбированной на хлебе кислоты по формуле:

$$A = \frac{(C_1 - C_2)}{m} \cdot V \cdot 10^{-3}, \quad (20)$$

где C_1 – исходная концентрация кислоты, моль/л; C_2 – равновесная концентрация кислоты, моль/л; V – объем раствора, взятый для адсорбции, мл; m – масса хлеба, г.

13. Установить характер зависимости величины адсорбции от пористости хлеба.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СВОБОДНОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ, СВЯЗАННОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ, ОБЩЕЙ ЩЕЛОЧНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ [41]

Определение щелочности и содержания жирных кислот в мылах

Для проведения опыта 25 мл 1% мыльного раствора перенести в сосуд для титрования, добавить 5 капель раствора фенолфталеина и титровать до обесцвечивания розовой окраски раствором соляной кислоты.

К мыльному раствору, оттитрованному в присутствии фенолфталеина, добавить 5 капель метилового оранжевого и снова титровать тем же раствором кислоты, до появления первых признаков не исчезающего окрашивания. Все операции по титрованию повторять три раза.

Методика расчета щелочности и содержания жирных кислот для хозяйственного мыла (72%) приведена ниже.

В процессе работы получены следующие данные:

- 1) масса мыла, взятого для испытания, $m(\text{мыла}) = 3,5$ г;
- 2) объем всего мыльного раствора $V(\text{р-ра мыла}) = 300$ мл;
- 3) объем отдельной пробы мыльного раствора, взятой на титрование, $V(\text{пробы}) = 25$ мл;
- 4) средний объем раствора HCl , израсходованный на титрование пробы мыльного раствора с фенолфталеином $V^1(\text{р-ра } HCl) = 3,23$ мл;

- 5) средний объем раствора HCl , пошедший на титрование пробы мыльного раствора с метиловым оранжевым $V^2(p\text{-ра } HCl) = 7,9$ мл;
 6) нормальность раствора кислоты: $C(HCl) = 0,095$ моль(э)/л.

Расчет свободной щелочности (по фенолфталеину)

1. Определить объем кислоты, израсходованной на титрование с фенолфталеином всего объема раствора мыла

$$V_{ф/ф}(p\text{-ра } HCl) = V^1(p\text{-ра } HCl) \cdot [V(p\text{-ра мыла})/V(пробы)] = 38,76 \text{ мл.}$$

2. Вычислить эквивалент (n_3) щелочи, содержащейся в растворе мыла (считать, что $n_3(H^+) = n_3(OH^-)$):

$$n_{3\text{ своб}}(OH^-) = C(HCl) \cdot V_{ф/ф}(p\text{-ра } HCl) = 0,095 \text{ моль(э)/л} \cdot 38,76 \cdot 10^{-3} \text{ л} = 3,68 \cdot 10^{-3} \text{ моль(э).}$$

3. Вычислить свободную щелочность (в расчете на гидроксид натрия), то есть массу щелочи, содержащейся в 3,5 г мыла:

$$m^1(NaOH) = n_3(NaOH) \cdot M_3(NaOH) = 3,68 \cdot 10^{-3} \text{ моль(э)} \cdot 40 \text{ г/моль(э)} = 0,147 \text{ г.}$$

4. Произвести расчет свободной щелочности:

$$\omega_{своб}(NaOH) = [m^1(NaOH)/m(\text{мыла})] \cdot 100\% = 4,21\%$$

Расчет связанной щелочности (по метиловому оранжевому)

Вычисление связанной щелочности, проводится таким же образом, как и свободной щелочности.

1. Вычислить объем кислоты, пошедшей на титрование (с метиловым оранжевым) всего объема раствора мыла:

$$V_{м/о}(p\text{-ра } HCl) = V^2(p\text{-ра } HCl) \cdot [V(p\text{-ра мыла})/V(пробы)] = 94,8 \text{ мл.}$$

2. Вычислить эквивалент (n_3) щелочи, содержащейся в растворе мыла (считать, что $n_3(H^+) = n_3(OH^-)$):

$$n_3(OH^-) = C(HCl) \cdot V_{м/о}(p\text{-ра } HCl) = 0,095 \text{ моль(э)/л} \cdot 94,8 \cdot 10^{-3} \text{ л} = 9,01 \cdot 10^{-3} \text{ моль(э).}$$

3. Вычислить связанную щелочность (в расчете на гидроксид натрия), то есть массу щелочи, содержащуюся в 3,5 г мыла:

$$m^2(NaOH) = n_3(NaOH) \cdot M_3(NaOH) = 9,01 \cdot 10^{-3} \text{ моль(э)} \cdot 40 \text{ г/моль(э)} = 0,36 \text{ г.}$$

4. Произвести расчет связанной щелочности:

$$\omega_{связ}(NaOH) = [m^2(NaOH)/m(\text{мыла})] \cdot 100\% = 10,29\%.$$

Расчет общей щелочности

Общая щелочность мыла равна сумме свободной и связанной щелочности:

$$\omega_{общей}(NaOH) = \omega_{своб}(NaOH) + \omega_{связ}(NaOH) = 4,21\% + 10,29\% = 14,5\%.$$

Вычисление содержания жирных кислот в мыле (по связанной щелочности)

Твердые мыла состоят преимущественно из солей стеариновой, олеиновой, пальмитиновой кислот с эквивалентными молярными массами (M_3) 284,47, 282,45 и 256,42 г/моль(э). Поэтому можно считать, что эквивалентная масса жирных кислот в составе твердого мыла равна среднему численному значению от суммы эквивалентных молярных масс:

$$M_{3\text{ ср.}}(\text{жирных к-т}) = (284,47 \text{ г/моль(э)} + 282,45 \text{ г/моль(э)} + 256,42 \text{ г/моль(э)})/3 = 274,45 \text{ г/моль(э).}$$

1. Вычислить массу жирных кислот в 3,5 г мыла:

$$n_3(\text{жирных к-т}) = n_3 \text{ связ}(\text{OH}^-) = 9,01 \cdot 10^{-3} \text{ моль(э)};$$

$$m(\text{жирных к-т}) = n_3(\text{жирных к-т}) \cdot M_{\text{ср.}}(\text{жирных к-т}) = 9,01 \cdot 10^{-3} \text{ моль(э)} \cdot 274,45 \text{ г/моль(э)} = 2,47 \text{ г}.$$

2. Вычислить процентное содержание жирных кислот:

$$\omega(\text{жирных к-т}) = [m(\text{жирных к-т})/m(\text{мыла})] \cdot 100\% = 70,7\%$$

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУСПЕНЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖИРОВЫХ МЫЛ

1. Для определения суспендирующей способности мыла приготовить его 1% раствор.
2. В химические пробирки поместить по 10 мл раствора мыла и 0,25 г сажи (активированный уголь, измельченный в фарфоровой ступке).
3. Взбалтывать в течение 1 минуты.
4. Провести фильтрацию.
5. После высыхания фильтр с избыточным углем взвесить и определить массу не подвергшегося суспензированию угля (m^1). Для более точных расчетов провести холостой опыт (m^2). Масса угля, не перешедшего в «раствор», вычисляется по формуле:
$$m(\text{угля}) = m^1 - m^2. \quad (21)$$
6. Рассчитать массовую долю суспензированного угля (в %).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМУЛЬГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖИРОВЫХ МЫЛ

1. Для определения эмульгирующей способности анализируемых мыл в пробирки поместить по 10 мл свежеприготовленного 1% раствора мыла и 1,25 мл масла (инсулиновым шприцем).
2. Перемешать масло и раствор мыла в течение 1 минуты.
3. Провести отстаивание смеси (1 сутки).
4. С помощью штангенциркуля измерить высоту столба масла и его диаметр (масло, которое не подверглось эмульгированию).
5. Вычислить объем масла по формуле:
$$V(\text{масла}) = \pi \cdot r^2 \cdot h, \quad (22)$$
где $V(\text{масла})$ – объем масла, не подвергшегося эмульгированию, мл; r – радиус масляного слоя ($1/2$ диаметра), см; h – высота столба масла, см.
6. Рассчитать объемную долю масла, перешедшего в раствор мыла (в %).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ САМОГО «ЗЕЛЕНОГО» КАБИНЕТА В ШКОЛЕ

1. Измерить длину, ширину и высоту кабинета.
2. Вычислить объем кабинета ($V = a \cdot b \cdot c$).
3. Определить количество цветов в классной комнате.
4. Вычислить коэффициент озеленения для кабинета по формуле:

$$Z = \frac{\text{количество цветов}}{V(\text{кабинета})}, \quad (23)$$

где Z – коэффициент озеленения, шт./м³.

5. Провести подобные измерения для всех учебных кабинетов.
6. Представить результаты в виде таблицы.
7. Определить самый высокий и самый низкий коэффициенты озеленения.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

1. Выбрать объект для анализа.
2. К 100 мл пробы добавить 2-3 капли раствора метилоранжа и титровать соляной кислотой на белом фоне до перехода окраски индикатора из желтой в бледно-розовую.
3. Отметить объем израсходованной кислоты.
4. Повторить опыт еще 2 раза.
5. Рассчитать средний объем кислоты и определить временную жесткость воды по формуле

$$Ж_{вр.} = \frac{V(HCl) \cdot C(HCl) \cdot 1000}{V(H_2O)} \text{ [мэкв/л]}, \quad (24)$$

где $V(HCl)$ – объем израсходованной соляной кислоты, мл; $C(HCl)$ – молярная концентрация соляной кислоты, моль/л; $V(H_2O)$ – объем пробы взятой для анализа, мл.

6. Определить тип жесткости исследуемого образца воды.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Q – КРИТЕРИЙ

Проверка пригодности экспериментальных данных для расчета среднего арифметического значения с целью выявления и исключения грубых погрешностей производится с помощью Q- критерия.

Для этого результаты n параллельных измерений располагают в порядке возрастания их численных значений. Сомнительны первый и последний (n – ный) результаты. Для них вычисляют значения Q- критерия по формуле:

$$Q_{эксп.} = \frac{(X_{i+1} - X_i)}{(X_n - X_1)} \quad (25)$$

Данные исключают, если $Q_{эксп.} > Q_{крит.}$

Критические значения Q- критерия приведены в табл. 25.

Таблица 25

Критические значения Q – критерия

n	Q _{крит.}	n	Q _{крит.}
3	0,94	7	0,51
4	0,76	8	0,47
5	0,64	9	0,44
6	0,56	10	0,41

Первым проверяют наибольшее экспериментальное значение. Если оно является промахом, то его исключают, затем находят диапазон ($X_n - X_1$) для новой выборки и для нее проверяют уже наименьшее значение и т.д.

После определения среднего арифметического значения экспериментальной величины ($X_{ср}$) можно рассчитать точность измерения (δ), выраженную в % от среднего значения (относительную погрешность измерения) по формуле:

$$\delta_{X_i} = \frac{|X_i - X_{ср}|}{X_{ср}} \cdot 100\% \quad (26)$$

Если относительная погрешность измерения (δ) меньше 5%, то работа выполнена **отлично**; если $5\% < \delta < 10\%$ - выполнена **хорошо**; если $10\% < \delta < 20\%$ - выполнена **удовлетворительно**; и если $\delta > 20\%$ - **неудовлетворительно** (грубый промах).

Пример

В результате определения количественного содержания кислорода в воздухе группами учащихся были получены следующие результаты (см. табл.26). Определить по экспериментальным данным объемную долю кислорода в воздухе. Рассчитать относительную погрешность определения для каждой группы.

$$V_{\text{воздуха}} = 25,2 \text{ мл.}$$

Таблица 26

Результаты определения объема кислорода в воздухе
различными группами учащихся

№ группы	$V_{\text{эсп.}}(\text{O}_2)$, мл
1	0,5
2	5,7
3	5,1
4	6,5
5	4,4
6	4,8

Решение

- Располагаем результаты в порядке их возрастания: 0,5; 4,4; 4,8; 5,1; 5,7; 6,5.
- Находим диапазон выборки: $X_n - X_1 = 6,5 - 0,5 = 6,0$
- Проверяем максимальное значение по формуле (25):
 $Q_{\text{эсп.}} = (6,5 - 0,5) / 6,0 = 0,9$
- В табл.25 находим значения $Q_{\text{крит.}}$ для $n = 6$:
 $Q_{\text{крит.}} = 0,56$
- $Q_{\text{эсп.}} > Q_{\text{крит.}}$, поэтому значение 0,5 мл необходимо учитывать в дальнейших расчетах.
- Проверяем минимальное значение по формуле (25):
 $Q_{\text{эсп.}} = (4,4 - 0,5) / 6,0 = 0,65$
- $Q_{\text{эсп.}} > Q_{\text{крит.}}$, поэтому значение 0,5 мл следует отбросить.
- Ряд результатов получает следующий вид : 4,4; 4,8; 5,1; 5,7; 6,5.
- Для нового ряда находим диапазон выборки:
 $X_n - X_1 = 6,5 - 4,4 = 2,1$
- Проверяем максимальное значение по формуле (25):
 $Q_{\text{эсп.}} = (6,5 - 4,4) / 2,1 = 1,0$
- Находим из табл.25 значение $Q_{\text{крит.}}$ для $n = 5$: $Q_{\text{крит.}} = 0,64$
- $Q_{\text{эсп.}} > Q_{\text{крит.}}$, поэтому значение 6,5 мл оставляем.
- Проверяем минимальное значение по формуле (25):
 $Q_{\text{эсп.}} = (4,8 - 4,4) / 2,1 = 0,19$
- $Q_{\text{эсп.}} < Q_{\text{крит.}}$, поэтому значение 4,4 мл оставляем.
- Из вышеприведенных расчетов следует, что отбросить необходимо только значение 0,5 мл, которое является грубым промахом.
- Рассчитаем среднее значение объема кислорода:
 $V(\text{O}_2)_{\text{ср}} = (4,4 + 4,8 + 5,1 + 5,7 + 6,5) / 5 = 5,3 \text{ (мл)}$
- Рассчитаем объемную долю (φ) кислорода в воздухе:

$$\varphi(\text{O}_2) = (V(\text{O}_2)_{\text{ср}} / V_{\text{возд.}}) \cdot 100\% = (5,3 \text{ мл} / 25,2 \text{ мл}) \cdot 100\% = 21,0\%$$

18. Рассчитаем относительную погрешность определения для каждой из групп учащихся по формуле (26):

1 группа $\delta_{V(\text{кисл.})} = (|0,5 - 5,3| / 5,3) \cdot 100\% = 90,5\%$ - грубый промах. Работа выполнена **неудовлетворительно**;

2 группа $\delta_{V(\text{кисл.})} = (|5,7 - 5,3| / 5,3) \cdot 100\% = 7,5\%$ - работа выполнена **хорошо**;

3 группа $\delta_{V(\text{кисл.})} = (|5,1 - 5,3| / 5,3) \cdot 100\% = 3,7\%$ - работа выполнена **отлично**;

4 группа $\delta_{V(\text{кисл.})} = (|6,5 - 5,3| / 5,3) \cdot 100\% = 22,6\%$ - работа выполнена **неудовлетворительно**;

5 группа $\delta_{V(\text{кисл.})} = (|4,4 - 5,3| / 5,3) \cdot 100\% = 16,9\%$ - работа выполнена **удовлетворительно**;

6 группа $\delta_{V(\text{кисл.})} = (|4,8 - 5,3| / 5,3) \cdot 100\% = 9,4\%$ - работа выполнена **хорошо**.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ УЧЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Исследование некоторых параметров воздуха жилого помещения.
2. Изучение влияния природы металла на взаимодействие со спиртами.
3. Определение атомных и молярных масс неорганических и органических соединений.
4. Анализ состава некоторых сплавов.
5. Исследование растворимости твердых веществ при изменении температуры. Определение произведения растворимости малорастворимых веществ.
6. Приготовление пересыщенных растворов и исследование их свойств.
7. Изучение влияния среды на направление окислительно-восстановительных процессов.
8. Приготовление буфера и исследование его свойств.
9. Определение концентрации окрашенных ионов методом колориметрии.
10. Разделение некоторых ионов методом бумажной хроматографии.
11. Изучение влияния различных факторов на скорость некоторых реакций.
12. Кинетика каталитических процессов.
13. Изучение адсорбции из растворов.
14. Изучение тепловых эффектов химических реакций.
15. Конструирование приборов и определение эффективности их работы.
16. Изучение электрической проводимости растворов.
17. Определение зависимости степени электролитической диссоциации от различных факторов.
18. Кинетика окислительно-восстановительных реакций.
19. Изучение окислительно-восстановительных свойств различных соединений.
20. Изготовление гальванического элемента.
21. Изучение коррозии металлов.
22. Получение «серебряной» воды и исследование ее бактерицидных свойств.
23. Синтез веществ с последующим изучением свойств.
24. Реакция «серебряного зеркала» с неорганическими и органическими восстановителями.
25. Изучение свойств атомарного (атомного) водорода.
26. Исследование загрязненности водных источников.
27. Получение индикаторов из растительных источников и исследование их кислотно-основных свойств.

28. Определение аскорбиновой кислоты в пищевых продуктах. Исследование влияния различных факторов на содержание витамина.
29. Исследование состава пищевых продуктов.
30. Получение эмульсий и изучение их физико-химических свойств.
31. Исследование скорости электролиза растворов различных веществ.
32. Исследование продуктов гидролиза некоторых солей.
33. Исследование амфотерных свойств некоторых соединений.
34. Синтез и исследование свойств комплексных соединений.
35. Синтез душистых веществ.
36. Получение поверхностно-активных веществ и исследование их свойств.
37. Сравнительный анализ пищевых (молоко, хлеб, чай и др.) и непищевых (мыла, моющие средства, косметические средства и др.) продуктов.
38. Взаимодействие лекарств с пищей.
39. Сравнительная характеристика зубных паст.
40. Вторичное использование ресурсов и т.п.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ДОКЛАД ПО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ «ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ»

(1 место в секции «Химия»;

III городская конференция «Шаг в будущее», 2000)

Исследовательская работа «Жесткость воды» выполнена учащимися 9 классов Логиновым П. и Коршуновым А. под руководством учителя химии МОУ СОШ №43 г. Твери Исаева Д.С. на базе кабинета химии школы.

Вопрос о жесткости воды важен, поэтому необходимо вести постоянный контроль за содержанием в воде (особенно питьевой) солей кальция и магния.

Целью данной работы являлось освоение экспериментальных умений по определению жесткости воды различными методами; определение жесткости воды из доступных в холодное время года источников; исследование эффективности устранения жесткости некоторыми химическими способами.

В литературе указаны четыре метода определения жесткости воды: комплексонометрический (трилонометрический); спиртово-мыльный; метод, основанный на титровании соляной кислоты, и метод, основанный на использовании ион-селективных электродов (ИСЭ)¹⁶.

Первая часть работы заключалась в освоении перечисленных методик и выявлении наиболее подходящей из них для школьных условий. Для этого готовили эталонный раствор, жесткость которого составила 35,0 мг-экв/л. Далее определяли общую жесткость различными методами (кроме ИСЭ), результаты представлены на плакате №1¹⁷.

¹⁶ С конкретными методиками определения общей жесткости можно познакомиться в следующих литературных источниках:

1. [15, С. 58-63; 17, С. 411-417; 41, С. 124-133].

2. *Давтян М.Л. и др.* Определение химических показателей природных вод в школьном кабинете химии. - Псков, 1997. - С. 30-33.

3. *Чен Т.Х., Раткевич Е.Ю., Алферова Е.А.* Методика определения общей жесткости воды // Химия в школе. - 2000. - №5. - С. 80-81.

¹⁷ При защите работы можно использовать как изготовленные самостоятельно плакаты, так и электронные презентации.

Наиболее подходящим выявлен комплексонометрический метод, так как он достаточно точен ($\delta_{\text{ж}} = 3,1\%$) и требует небольших затрат времени (15 минут).

Вторая часть работы была посвящена определению жесткости воды из различных источников. Результаты исследования представлены на плакате №2. Жесткость определялась комплексонометрическим методом.

В заключительной части работы исследовалась эффективность некоторых химических методов устранения жесткости воды. Для этого определялось значение жесткости воды до и после обработки. Эффективность рассчитывалась по степени удаления жесткости (в %). Результаты анализа представлены на плакате №3.

Плакат № 1

Результаты выявления наиболее подходящей для школьных условий методики определения общей жесткости воды

	Методы определения общей жесткости		
	Комплексонометрический	спиртово-мыльный	титрованием HCl
Ж _{общ.} (эталонного раствора), мг-экв/л	35,0		
Ж _{общ.} (эксп. определенная), мг-экв/л	36,1	35,5	27,0
погрешность определения ($\delta_{\text{ж}}$), %	3,1	1,4	22,8
время выполнения анализа, ч	0,25	2	1
недостатки метода	резкий запах аммиака при добавлении аммиачного буфера	взбалтывание колбы после каждой порции спиртово-мыльного раствора (для выяснения конца титрования); длительность приготовления рабочего спиртово-мыльного раствора	требует кипячения раствора; недостаточно точен

Плакат № 2

Результаты определения жесткости воды из разных источников

	В о д н ы е и с т о ч н и к и				
	холодная водопроводная вода	горячая водопроводная вода	талая вода	грунтовая вода	вода Хлебного ручья
Ж _{вр} , МГ-ЭКВ/Л	5,5	1,4	0,2	6,0	5,8
Ж _{пост} , МГ-ЭКВ/Л	0,2	0,1	0,0	1,8	1,6
Ж _{общ} , МГ-ЭКВ/Л	5,7	1,5	0,2	7,8	7,4

Плакат № 3

Результаты эффективности некоторых методов устранения жесткости

		кипячение	содовый	ионообменный	Ф и л ь т р ы					
					«Меттэм»	«Родничок»	«Кристаллик»	«Барьер»	«Нептун»	«Аквафор»
Ж _{общ} , МГ-ЭКВ/Л	до	5,4	5,6	5,7	5,7	4,9	7,2	7,2	5,8	6,6
	после	3,6	0,0	0,0	3,7	4,9	6,9	7,0	5,4	6,6
% удаления		33	100	100	35	0	4	3	7	0

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы:

1. В литературных источниках описывается 4 метода определения жесткости (комплексометрический, спиртово-мыльный, титрованием соляной кислотой и метод, основанный на использовании ИСЭ). Согласно литературе, наиболее точным является последний из перечисленных, но экспериментально определено, что для школьных условий наиболее подходящим является комплексометрический.
2. Результаты исследований показано, что снеговая и горячая водопроводная вода – мягкие; холодная водопроводная – средняя; грунтовая и вода Хлебного ручья – жесткие.
3. Установлено, что наиболее эффективными методами устранения жесткости являются ионообменный и содовый (удаление – 100%); в результате кипячения воды устраняется 33% жесткости. Использование же фильтров практически не приводит к смягчению воды (иск. «Меттэм» - 35%). Проведенные исследования показали, что самыми распространенными и наиболее простыми способами устранения жесткости воды являются кипячение и применение фильтров, действие которых основано на ионообменных смолах.

Данные эксперимента помогут учащимся школы и их родителям более профессионально относиться к выбору методов устранения жесткости воды и использованию того или иного фильтра.

УКАЗАТЕЛЬ МЕТОДИК

<i>Название методики</i>	<i>№ стр. пособия</i>
<i>Методика исследования скорости каталитического разложения пероксида водорода.....</i>	<i>85</i>
<i>Методика йодометрического титрования</i>	<i>85</i>
<i>Методика проведения «выкуривания» сигарет.....</i>	<i>86</i>
<i>Методика проведения химического анализа табачного дыма.....</i>	<i>86</i>
<i>Методика определения содержания оксида углерода(IV) в воздухе в закрытом помещении.....</i>	<i>87</i>
<i>Методика определения влажности хлеба.....</i>	<i>88</i>
<i>Методика определения плотности хлеба.....</i>	<i>88</i>
<i>Методика определения пористости хлеба.....</i>	<i>89</i>
<i>Методика определения кислотности хлеба.....</i>	<i>89</i>
<i>Методика определения адсорбции уксусной кислоты.....</i>	<i>90</i>
<i>Методика расчета щелочности и содержания жирных кислот.....</i>	<i>90</i>
<i>Методика определения суспендирующей способности мыла.....</i>	<i>92</i>
<i>Методика определения эмульгирующей способности мыла.....</i>	<i>92</i>
<i>Методика определения самого «зеленого» кабинета.....</i>	<i>92</i>
<i>Методика определения временной жесткости воды.....</i>	<i>93</i>

Учебное издание

Исаев Денис Сергеевич

**ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ
УЧЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ХИМИИ
НА ВНЕКЛАССНЫХ ЗАНЯТИЯХ
В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

Пособие для учителей и студентов

Печатается в авторской редакции

Издательство «Славянский мир»
107100, г. Тверь, ул. Крылова, 20
Подписано в печать 14.09.2007 г. Формат 60х84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.
Усл. печ. л. 6,25. Уч.-изд. л. 3,80.
Тираж 100 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета
в полиграфической фирме ООО «Быстрая копия»
170037, г. Тверь, пр-т Победы, 27
Тел. (4822) 432-777