МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
к пособию серии «Наглядная школа»
НАГЛЯДНАЯ ХИМИЯ.
ХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО. МЕТАЛЛУРГИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

1. О серии «Наглядная школа» 2
2. Установка программы 3
   2.1. Платформа Windows® 3
   2.2. Платформа Linux© 4
   2.3. Платформа Mac OSX© 9
   2.4. Активация и запуск 9
   2.5. Деактивация 10
3. Структура и функциональные возможности пособия 11
   3.1. Оглавление пособия 11
   3.2. Тематический экран 12
   3.3. Панель инструментов 12
   3.4. Стандартные кнопки экранов 13
   3.5. Специальные обозначающие символы на экране 14
4. Пособия серии «Наглядная школа» в учебном процессе 14
5. Тематические модули серии «Наглядная школа» в структуре уроков 16
6. Формы изложения учебного материала 16
   6.1. Визуализация 16
   6.2. Работа с 3D-моделями 18
   6.3. Слайд-шоу 18
   6.4. Работа с графиками и геометрическими фигурами 19
   6.5. Работа с аудиовизуальными экранами 21
   6.6. Работа с виртуальными измерительными приборами 22
7. Лабораторные работы 24
8. Закрепление, контроль и коррекция знаний 27
   8.1. Задачник 27
   8.2. Функция «Скрыть» 29
   8.3. Интерактивные задания 30
9. Конструктор 31
   9.1. Редактирование экрана 32
   9.2. Формирование нового тематического экрана 33
10. Эпизоды уроков 35
   10.1. Урок математики. График квадратичной функции 35
   10.2. Урок химии. Свойства белков и их применение (денатурация) 40
   10.3. Урок физики. Экспериментальная задача 42
   10.4. Урок физики. Лабораторная работа «Измерение удельной теплоты плавления льда». Рабочий лист 44
   10.5. Урок биологии. Опорно-двигательная система человека. Строение костей 47
   10.6. Урок биологии. Скелет человека 52
11. Приложение 56
   11.1. Перечень интерактивных пособий по химии серии «Наглядная школа» 56
   11.2. Содержание диска «Химическое производство. Металлургия» 56
   11.3. Интерактивность в пособии 61
   11.4. Ответы к заданиям 63

1. О серии «Наглядная школа»

В утвержденных Министерством образования и науки РФ федеральных государственных образовательных стандартах формулируются требования, обязательные для реализации основной образовательной программы общего образования образовательными учреждениями и направленные на обеспечение доступности получения качественного общего образования, преемственности основных образовательных программ начального общего, основного общего, среднего (полного) общего и профессионального образования. В рамках этих требований прописана необходимость оснащения образовательного учреждения электронными ресурсами, в том числе электронными медиаресурсами.

Компания «Экзамен-Медиа», основываясь на современных требованиях к результатам и условиям образования, прописанных в федеральных государственных образовательных стандартах, разработала серию мультимедийных электронных учебных пособий «Наглядная школа».

Серия «НАГЛЯДНАЯ ШКОЛА» — это комплект учебных интерактивных наглядных пособий по предметным дисциплинам:

	Математика		Русский язык		Химия
	Информатика		Литература		География
	Физика		История		Биология
	Астрономия		Обществознание		Технология
	ОБЖ		Иностранный язык		

В рамках требований ФГОС основного общего и среднего (полного) общего образования были созданы интерактивные учебные материалы, содержание которых может быть использовано с любым учебником, имеющим гриф Министерства образования и науки РФ и включенным в Федеральный перечень учебников.

Каждый учебный материал одного пособия из серии «Наглядная школа» охватывает крупный раздел школьного курса, сопоставимый по объему с изучением предмета на протяжении одного учебного года. Раздел сгруппирован в крупные блоки — темы, которые соответствуют темам, предусмотренным образовательными стандартами.

В рамках предъявляемых требований образовательного стандарта были созданы визуально яркие интерактивные учебные материалы, которые содержат разнообразные образовательные медиаобъекты:

- полноэкранные иллюстрации с текстовыми подписями, комментариями, формулами;
- интерактивные 3D-модели, которые можно вращать, выбирая требуемое положение;
- анимации, иллюстрирующие различные явления и изучаемые процессы;

- интерактивные таблицы величин и параметров;
- интерактивные модели явлений, процессов, исследований и экспериментов;
- интерактивный задачник.

Предлагаемые интерактивные учебные материалы реализуют новую дидактическую модель образования, предполагающую активную роль всех участников образовательного процесса и формирующую мотивированную компетентную личность, способную быстро ориентироваться в динамично развивающемся и обновляющемся информационном пространстве.

Преимуществом наглядных пособий является возможность максимально эффективно работать с самым современными программно-аппаратными решениями по использованию мультимедиаресурсов. Интерфейс пособий максимально адаптирован для работы с интерактивной доской. Благодаря особому визуальному оформлению тематических экранов достигается высочайший уровень наглядности при изучении учебного материала. Пособия мультиплатформенные и работают под управлением операционных систем WINDOWS®, LINUX® и MAC®.

Каждое пособие серии «Наглядная школа» снабжено брошюрой «Методические рекомендации», куда включены: руководство пользователя, подробные описания всех активных элементов экранов и примерные учебные эпизоды к урокам. Руководство пользователя рекомендуется изучать одновременно с работой с пособием серии «Наглядная школа».

2. Установка программы

Пособие устанавливается и работает под любой из трех программных платформ: Windows©, Linux© и Mac OSX©. Для работы пособия на компьютер пользователя предварительно устанавливается AdobeAIR© плеер. AdobeAIR© плеер устанавливается один раз при установке первого пособия серии «Наглядная школа».

2.1. Платформа Windows®

Компакт-диск с пособием имеет функцию автозапуска. Вставьте диск в устройство для чтения компакт-дисков. Через несколько секунд начнется установка программы. Если установка не запускается автоматически, откройте содержимое диска и запустите файл win_installer.exe. Далее следуйте указаниям, появляющимся на экране.

В процессе инсталляции на ваш компьютер будет автоматически установлен специальный плеер AdobeAIR©. Если на вашем компьютере уже был установлен AdobeAIR© плеер актуальной версии, инсталляционная программа выдаст соответствующее сообщение.

После установки AdobeAIR© плеера инсталлируется непосредственно учебное пособие.

2.2. Платформа Linux©

При установке пособий под платформой Linux© могут возникнуть трудности с установкой AdobeAIR© плеера. В различных сборках Linux© потребуется выполнить различные процедуры, чтобы установить AdobeAIR© плеер. Но сразу после успешной установки AdobeAIR© плеера любое пособие серии «Наглядная школа» может быть установлено «одним нажатием». Далее представлены описания действия для установки пособия под несколькими версиями сборок Linux©.

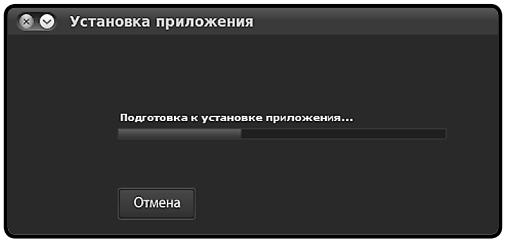
Сборка «UBUNTU 10.04»

1. Вставьте диск с программой в устройство для чтения компакт-дисков. Нажмите «Переход» либо откройте файловый менеджер из меню программ.

2. Выберите пиктограмму компакт-диска.

3. В появившемся окне запустите двойным кликом мыши файл Linux© Installer и следуйте указаниям, появляющимся на экране.

ВНИМАНИЕ!!! Во время установки в памяти компьютера разворачивается архивный файл. При этом никакие сообщения и индикаторы состояния процесса на экране не отображаются. Дождитесь появления экрана «Установка приложения».



Проблемы в последних версиях UBUNTU

В связи с тем что Adobe прекратил поддержку AIR для Linux©, в продуктах серии «Наглядная школа» используется последняя официальная версия AdobeAIR© плеера для ОС LINUX©.

В следующих за UBUNTU 10.04 сборках установка AdobeAIR© плеера требует «ручного» вмешательства по приведенной ниже инструкции.

1) Скачиваем последнюю доступную версию AdobeAIR© плеера для Linux© по ссылке http://airdownload.adobe.com/air/lin/download/2.6/AdobeAIR©Installer.bin или копируем файл плеера с CD-диска «Наглядная школа».

2) В терминале вводим последовательно:

locate libgnome-keyring.so

Далее для 64-битной версии:

/usr/lib/x86_64-Linux©-gnu/libgnome-keyring.so.0

/usr/lib/x86_64-Linux©-gnu/libgnome-keyring.so.0.2.0

sudo ln-s /usr/lib/x86_64-Linux©-gnu/libgnome-keyring.so.0/usr/lib/libgnome-keyring.so.0

sudo ln-s/usr/lib/x86_64-Linux©-gnu/libgnome-keyring.so.0.2.0/usr/lib/libgnome-keyring.so.0.2.0

Для 32-битной версии:

sudo ln-s/usr/lib/i386-Linux©-gnu/libgnome-keyring.so.0/usr/lib/libgnome-keyring.so.0

sudo ln-s usr/lib/i386-Linux©-gnu/libgnome-keyring.so.0.2.0/usr/lib/libgnome-keyring.so.0.2.0

3) Запускаем установку Adobe Air:

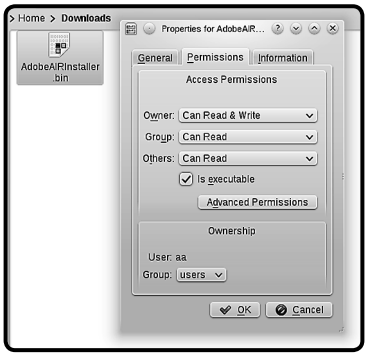
sudo/AdobeAIR©Installer.bin

После успешной установки AdobeAIR© плеера запускайте файл setup.air — установка пособия «Наглядная школа».

Сборка «SUSE»

1) Скачиваем последнюю доступную версию AdobeAIR© плеера для Linux© по ссылке http://airdownload.adobe.com/air/lin/download/2.6/AdobeAIR©Installer.bin или копируем файл плеера с CD-диска «Наглядная школа».

2) Придаем свойство исполняемого файла установщику Adobe AIR плеера (нажать правой мышкой по установщику, свойства -> права доступа).



3) Запускаем терминал, далее:

1 — входим под root -> команда su., вводим пароль администратора при запросе;

2 — последовательно доустанавливаем 4 пакета следующими командами (необходимо подключение к Интернету и наличие инсталляционного DVD SUSE под рукой):

zypper install libasound2-32bit libgcc45-32bit libncurses5-32bit (после этой или следующей команды может возникнуть запрос DVD, просто вставьте DVD с дистрибутивом Suse и нажмите y (y) и Enter.)
zypper install libxml2-32bit mozilla-nss-32bit mozilla-nspr-32bit gtk2-devel
zypper install libxml2-devel-32bit libxml2-devel libxslt-32bit rpm-32bit rpm-devel
zypper install libstdc++33-32bit libstdc++33-devel-32bit libgnome-keyring0-32bit

4) После завершения установок пакетов в командной строке прописываем путь к установщику AdobeAIR либо просто перетаскиваем его мышкой в консоль, стираем кавычки и нажимаем Enter.

После успешной установки AdobeAIR© плеера запускаем файл setup.air — установка пособия «Наглядная школа».

Сборка «DEBIAN»

1) Скачиваем последнюю доступную версию AdobeAIR© плеера для Linux© по ссылке http://airdownload.adobe.com/air/lin/download/2.6/AdobeAIR©Installer.bin или копируем файл плеера с CD-диска «Наглядная школа».

2) Устанавливаем AdobeAIR плеер, используя командную строку:

sudo /home/AdobeAIR©Installer.bin

Здесь home — путь, по которому расположен загруженный файл AdobeAIR©Installer.bin.

После успешной установки AdobeAIR© плеера запускаем файл setup.air — установка пособия «Наглядная школа».

Сборка «EduMandriva» (использование эмулятора Wine)

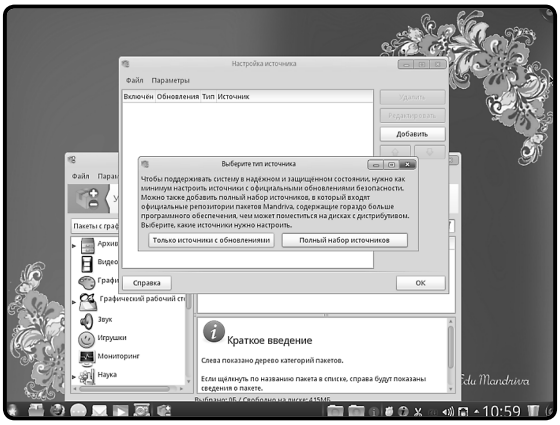
В тех системах, где по различным причинам невозможна установка бинарного файла AdobeAIR Installer, существует возможность установить AdobeAIR© плеер от версии для Windows, не нарушая лицензий и не устанавливая саму программу. Для этого удобнее всего воспользоваться пакетным менеджером для установки в автоматическом режиме эмулятора Wine:

— нажать кнопку «Пуск»-«Установка и удаление программ»;

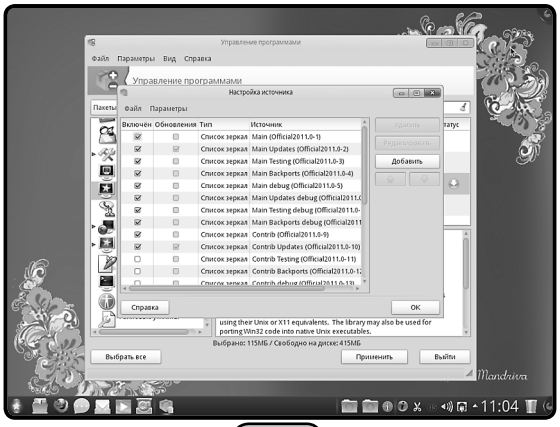
Здесь нужно убедиться, что подключены необходимые репозитарии и есть доступ к Интернету. Также необходимо наличие свободных 300 Мб на жестком диске.

— найти пункт «Менеджер источников»;

— указать «Полный набор источников»;

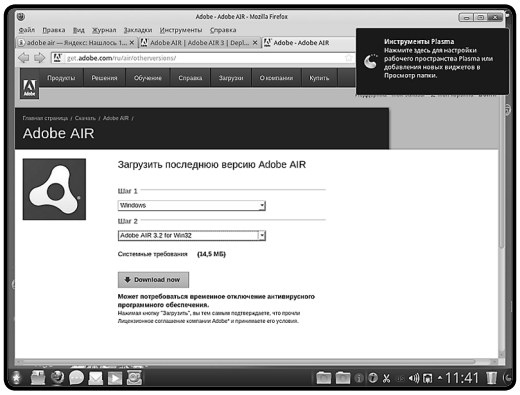


— проставить галочки на источниках Main, как на скриншоте;

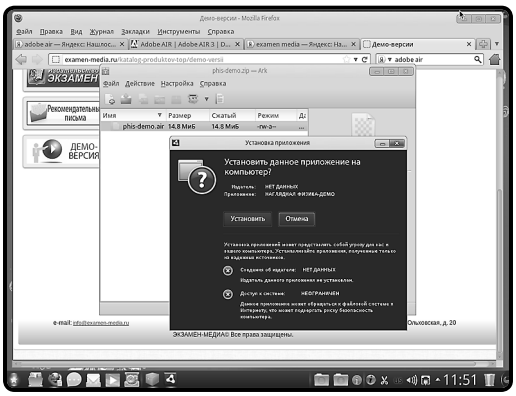


— далее в окне поиска пакетов написать Wine и установить последнюю версию из доступных;

— после этого установить AdobeAIR для Windows.



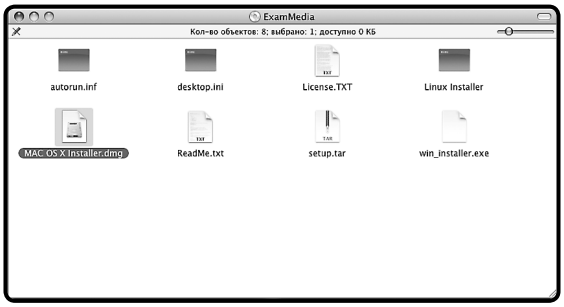
После успешной установки AdobeAIR© плеера запустите файл setup.air — установка пособия «Наглядная школа».

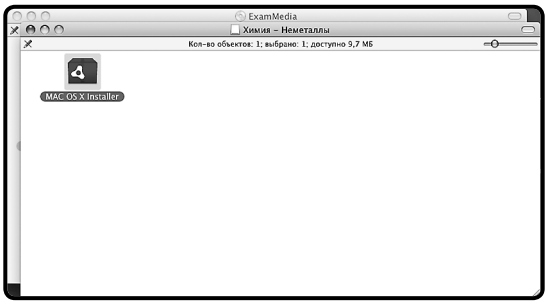


2.3. Платформа Mac OSX©

1. Вставьте компакт-диск с программой в устройство для чтения компакт-дисков. Нажмите появившуюся на рабочем столе иконку, обозначающую CD-диск.

2. В появившемся окне двойным щелчком запустите распаковщик архива Mac OSX Installer, а затем — полученный после распаковки файл.





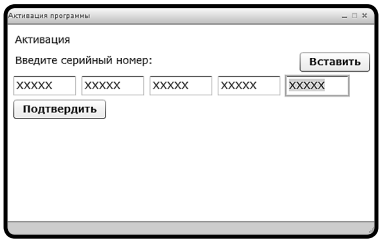
3. Следуйте указаниям, появляющимся на экране.

2.4. Активация и запуск

ВНИМАНИЕ!!! Часто возникает проблема активации в ОС семейства Windows© и Linux© — отображение пустого окна активации сразу после завершения установки

пособия или при первом его запуске. Пустое окно активации говорит о том, что на компьютере для данного пользователя работают ограничения записи в служебные папки. Эти ограничения необходимо снять.

При первом запуске Пособие требует активации для доступа к материалам. В открывшемся окне активации необходимо ввести серийный номер продукта.



Серийный номер указан на упаковке.

При правильном вводе серийного номера происходит активация и пособие автоматически запускается.

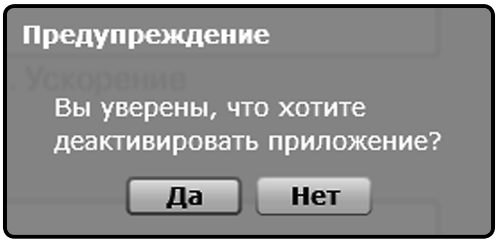
После правильной установки и активации пособие может быть запущено ярлыком на рабочем столе или ярлыком с соответствующим названием в группе установленных приложений «ЭКЗАМЕН-МЕДИА».

2.5. Деактивация

Кнопка деактивации находится в правом верхнем углу экрана (под кнопкой «закрыть»).

Функция деактивации доступна в любой момент работы с приложением.

После нажатия кнопки «деактивировать» открывается окно подтверждения.



Деактивация позволяет аннулировать активацию пособия. После деактивации пользователь может установить и активировать пособие на другом компьютере.

Для переноса пособия на другой компьютер с сохранением количества использованных активаций необходимо:

1 — деактивировать пособие на данном компьютере,

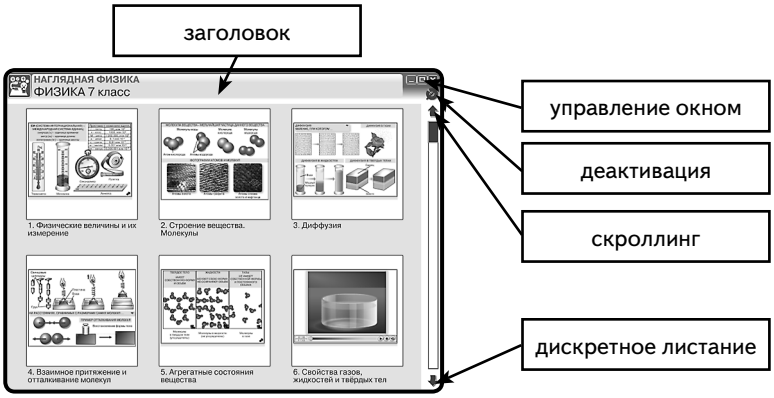
2 — установить пособие на другом компьютере и активировать его.

3. Структура и функциональные возможности пособия

3.1. Оглавление пособия

После успешной активации открывается Оглавление пособия. В нем отображаются миниатюры тематических модулей. Они расположены в соответствии с темами, изучаемыми в течение учебного года. Список миниатюр можно перемещать вверх/вниз с помощью скроллинг-панели справа.

Структура Оглавления



Заголовок может содержать название диска, принадлежность к серии (в виде ярлыка дисциплины), предметную область, тему экрана или формулировку задания.

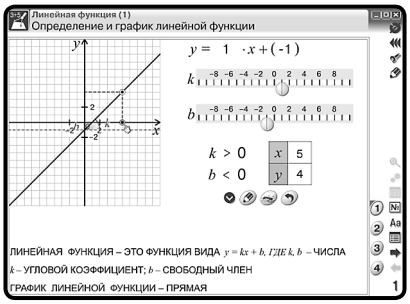
В правой части «*Заголовка*» располагаются кнопки **Управление окном**.

Навигация (передвижение) по оглавлению осуществляется: *скроллингом* — перемещением ползунка в вертикальной полоске справа или *дискретным листанием* — нажатием стрелок «вверх/вниз», которые «перелистывают» миниатюры тематических модулей на один ряд вверх или вниз.

— свернуть окно

— уменьшить окно

— закрыть окно

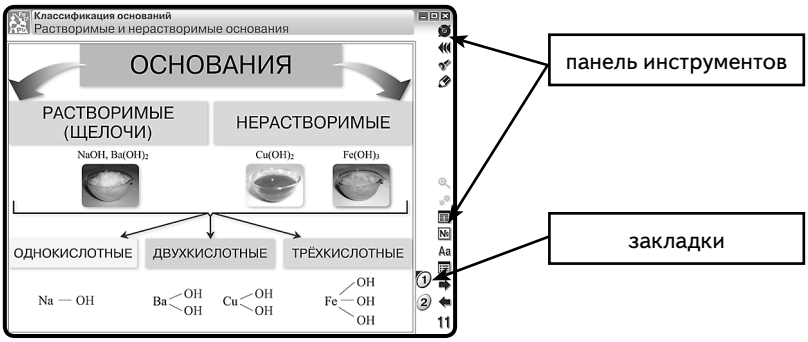


При нажатии на миниатюру выбранного тематического модуля можно перейти на его полноэкранный вид.

3.2. Тематический экран

Тематический экран является частью тематического модуля и содержит информацию по учебной теме.

Каждый тематический модуль может состоять из одного или нескольких тематических экранов, перейти на которые можно нажав на номер выбранной Закладки.



При работе с тематическими экранами можно использовать кнопки на панели инструментов.

3.3. Панель инструментов

В панель инструментов входит целый ряд кнопок, которые предоставляют пользователю разнообразные функциональные возможности.

- Кнопка ***Переместить панель*** — позволяет переносить панель инструментов из правой в левую сторону тематического экрана и обратно. Эта функция позволяет сделать более комфортным положение панели инструментов для конкретного расположения интерактивной доски или для тех, у кого левая рука является ведущей (для левшей).
- Кнопка ***Конструктор*** — открывает окно конструктора. При этом окно тематического модуля закрывается. Конструктор является мощным инструментом в руках педагога-новатора, с его помощью предоставляются практически неограниченные возможности для реализации профессиональных способностей учителя и его творческой одарённости. Особенности и основные приемы работы с этим уровнем наглядного пособия будут подробно рассмотрены в разделе «КОНСТРУКТОР».
- Кнопка ***Рисование*** — открывает панель с различными инструментами для рисования. При нажатии кнопок 1, 2, 3 и 4 поверх тематического экрана появляется прозрачный или белый экран, на котором пользователь может делать пометки, рисовать. При этом все активные элементы (кнопки или области) на тематическом экране перестают работать. Чтобы вернуть им активность, необходимо закрыть панель рисования. При этом все нарисованное сохраняется.
- 1 — красный карандаш, рисование красных линий.
- 2 — синий карандаш, рисование синих линий.

3 — ластик, стирает нарисованное.

4 — белый фон, делает белым или прозрачным фон для рисования.

5 — очистить, полное удаление нарисованного.

Кнопка ***Увеличить / Уменьшить*** — открывает экран с увеличенным фрагментом тематического экрана или дополнительный материал к экрану.

Кнопка ***Интерактивные модели*** — открывает комплект экранов, содержащих интерактивные модели к данной теме.

Кнопка ***Таблицы*** — открывает комплект справочных таблиц к данной теме. Таблицы включены в пособия по физике, химии и математике. В пособиях по биологии на месте кнопки «таблицы» расположена кнопка 3D-модели.

Кнопка ***3D-модели*** — открывает комплект интерактивных 3D-моделей к теме.

Кнопка ***Задачник*** — открывает комплект задач или заданий по изучаемой теме. В пособие включены задания по каждой теме, они могут применяться учителем (для работы с классом) и учеником (для самоконтроля).

Скрытый режим — переключает экран на вариант со скрытыми текстовыми и графическими элементами.

Кнопка ***Оглавление*** — осуществляет переход к Оглавлению пособия.

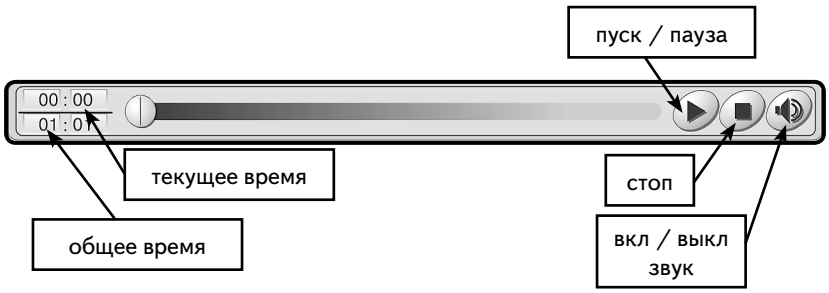
Кнопки ***Следующая тема / Предыдущая тема*** — перелистывают страницы в наглядном пособии, используются для перехода на другие темы.

Кнопка ***Номер*** — указывает на номер открытого тематического модуля.

3.4. Стандартные кнопки экранов

На самом тематическом экране (рабочая область тематического экрана) отображаются стандартные кнопки.

Панель плеера — предназначена для проигрывания анимации или звука.



Кнопки управления интерактивами

Кнопка ***Помощь*** — открывает окно с краткой инструкцией по работе с моделью или заданием.

Кнопка ***Сброс*** — переводит модель или задание в первоначальное состояние. Все параметры модели принимают начальные значения, ответы к заданиям или выполненные рисунки удаляются.

Кнопка ***Пуск*** — запускает модель с установленными параметрами.

Кнопка ***Сбросить*** — переводит экран в первоначальное состояние, все установленные параметры принимают начальные значения.

Кнопка ***Проверка*** — проверяет правильность ответов в задании. Правильные ответы отмечаются зеленой рамкой, неправильные — красной. Повторное нажатие кнопки убирает цветные рамки.

Кнопка ***Показать ответ*** — показывает правильные ответы на задание, устанавливает правильные значения и правильные рисунки. Чтобы убрать с экрана ответы, необходимо нажать кнопку ***Скрыть ответ***.

3.5. Специальные обозначающие символы на экране

Все активные области экрана отмечены знаком «кисть руки». Наличие такого символа означает, что на данную область можно нажать или переместить отмеченный объект.

Наличие такого символа на экране говорит о том, что изображение можно перемещать вверх/вниз или влево/вправо.

Данный символ обозначает интерактивную 3D-модель. Стрелка подсказывает направление движения курсора для её движения. Отсутствие стрелок говорит о том, что модель можно двигать, перемещая курсор в любом направлении.

Анимация. Нажатием на обозначенную этим символом область можно запускать или останавливать анимированную иллюстрацию.

Ряд символов сообщает о наличии дополнительного материала к данному экрану.

Символ	Какие объекты
	Одна или несколько интерактивных моделей
	Экран с увеличенным фрагментом или дополнительный материал к экрану.
	Одна или несколько 3D-моделей

4. Пособия серии «Наглядная школа» в учебном процессе

Материалы пособий серии «НАГЛЯДНАЯ ШКОЛА» позволяют в полной мере реализовать дидактические и методические требования.

Дидактические требования

- *научность обучения* — достаточная глубина и корректность изложения учебного материала;

- *доступность обучения* — определенная степень теоретической сложности и глубины изучения согласно возрастным особенностям обучающихся;
- *систематичность и последовательность обучения* — формирование знаний, умений и навыков в определенной логической связанной последовательности с обеспечением преемственности;
- *наглядность обучения* — чувственного восприятия объектов, процессов, явлений;
- *прочность усвоения знаний* — закрепления знаний;
- ***структуризация учебного материала и структурно-функциональная связанность*** — представление учебного материала с разбивкой на структурные единицы с обозначением структурно-функциональных связей между ними, отражающих внутреннюю логику изучаемого материала;
- ***интерактивность*** — взаимодействие с мультимедийным средством обучения (наглядным пособием);
- ***адаптивность*** — приспособление процесса обучения к уровню знаний, умений, психологических особенностей учащихся.

Методические требования

- *полнота содержания* — позволяет в полной мере реализовать методические цели обучения;
- *педагогические методы*, определяющие достижение целей обучения при формировании тематических модулей пособий, использовались с учетом каждой конкретной науки и ей соответствующей дисциплине.
- *написание педагогического сценария* — учитывалась возможность изменять логику изложения материала, наполнять необходимой информацией содержание тем с целью использования собственных педагогических методов и технологий для лучшего достижения целей обучения.

Согласно вышеперечисленным педагогическим требованиям в пособиях серии «Наглядная школа» каждый тематический модуль структурирован следующим образом:

1. Представленный учебный материал минимален по объёму, что позволяет сделать акценты на основном и важном в изучаемой теме. Тематические модули сложных тем или тем, изучение которых предполагается не на одном уроке, включают в себя несколько тематических экранов.
2. Информация, содержащаяся на тематическом экране, сопровождается иллюстрированным материалом: статическим, динамическим, мультимедийным, который при необходимости можно увеличить.
3. Работа с текстовым материалом тематического экрана позволяет реализовать интерактивный диалог с учебным электронным пособием.
4. Тематические модули содержат задания, направленные на самостоятельность и развитие мышления учащихся:
   — задания с элементами моделирования;
   — задания с неполными данными;
   — задания с элементами исследования.

5. Пособие содержит экран с контрольными вопросами, упражнениями и задачами, которые относятся к изучаемой теме. Задания можно распечатать частично или полностью при необходимости, а тестовые задания содержат дополнительную функцию проверки.
6. Пособия содержат дополнительный справочный материал.

Такое построение пособия позволит любому педагогу согласно выбранной технологии и методики преподавания разработать свою индивидуальную траекторию преподавания.

5. Тематические модули серии «Наглядная школа» в структуре уроков

Любой успешный урок — это продуманный план-конспект с логически выстроенными связями дидактических и методических единиц, а также имеющимся инструментарием: техническим и учебным.

Какую бы технологию ни использовал педагог в своей педагогической практике, за основу он берёт основные типы уроков:

1. Усвоение новых знаний
2. Закрепление (комплексное применение знаний, умений)
3. Повторение (актуализация знаний и умений)
4. Систематизация и обобщение знаний и умений
5. Контроль знаний и умений
6. Коррекция знаний, умений и навыков
7. Комбинированный урок

Совокупность методов и приемов использования мультимедийного учебного пособия в структуре урока определяется объёмом изучаемого материала на уроке и отрезком времени, отводимого на работу с мультимедиа, оно не должно превышать половины от общего времени урока.

Информационное наполнение позволяет с помощью средств мультимедиа:

- изложить теоретические основы дисциплин;
- продемонстрировать учебные модели, эксперименты и опыты;
- обеспечить контроль по изучаемой теме;
- создать собственное экранное наполнение.

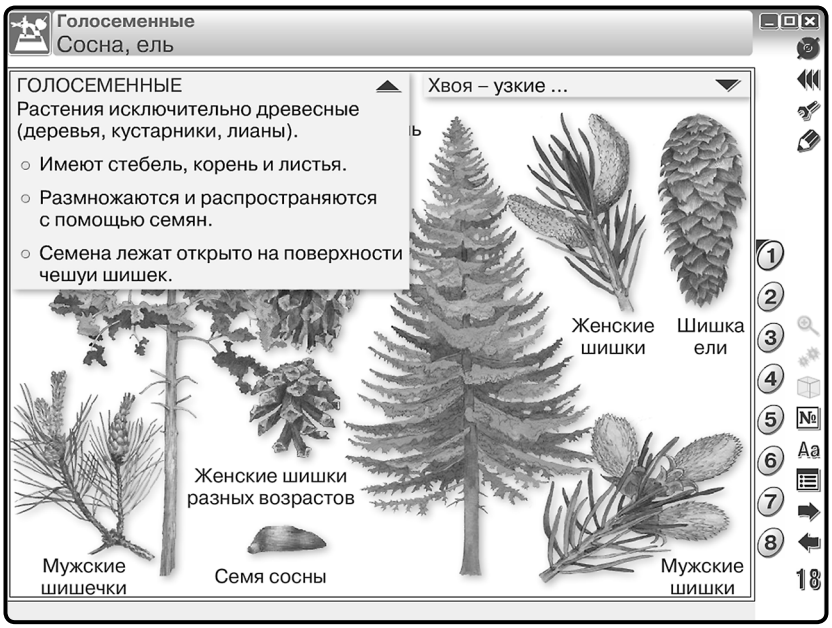
6. Формы изложения учебного материала

В пособии для изложения теоретических основ дисциплин предусмотрены возможности.

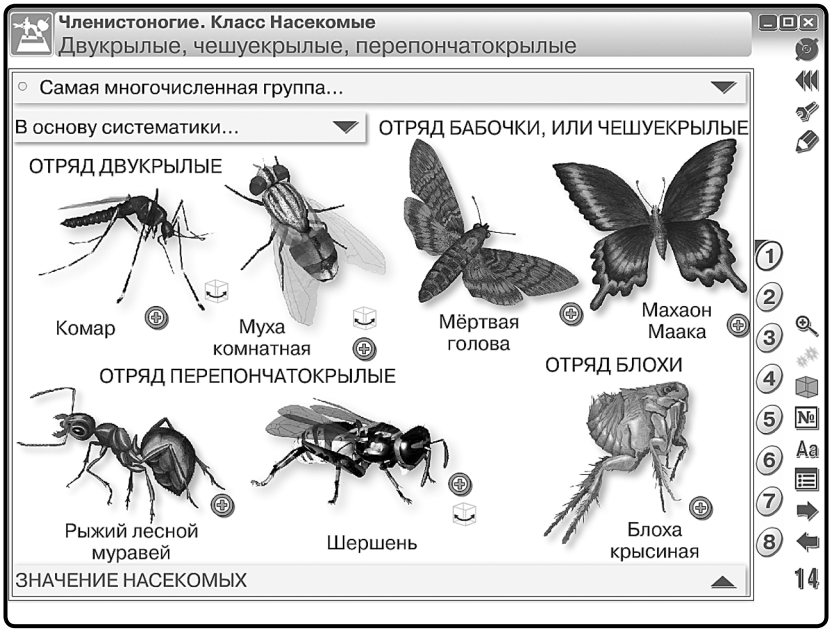
6.1. Визуализация

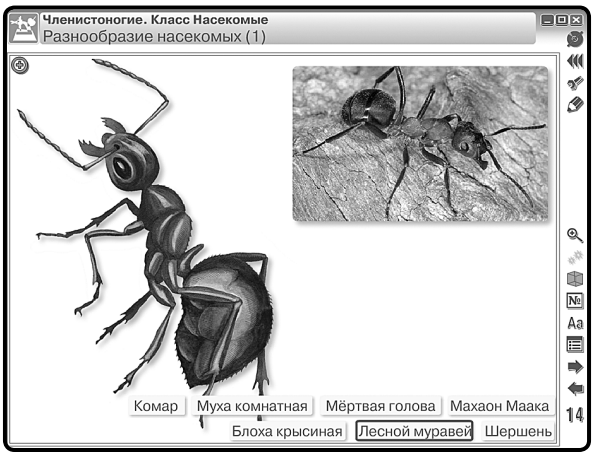
Визуализация объекта, процесса или явления с текстовыми комментариями.

Текстовые комментарии содержат определения, пояснения, классификацию, основные положения теории, справочные сведения. Текст скрыт в панели типа ГОЛОСЕМЕННЫЕ. Для того чтобы открыть текст, нужно нажать на треугольник справа.



На тематическом экране рядом с объектом можно встретить значок . Он показывает, что данный объект можно увеличить. Для увеличения нажмите на кнопку (кнопка находится на основной панели инструментов) и выберите объект.





6.2. Работа с 3D-моделями

Работа с 3D-моделями геометрических фигур, молекул различных веществ, физических приборов, модели живых организмов, различных клеток, тканей, органов животных, растений и человека.

На тематическом экране рядом с объектом располагается кнопка или , или , или . Для поворота модели необходимо провести курсором по изображению. Однократное нажатие на модель вернёт её в исходное положение.

В пособиях «НАГЛЯДНАЯ БИОЛОГИЯ» на основной панели инструментов имеется кнопка , которая показывает наличие 3D-моделей на тематическом экране, нужно нажать на кнопку и выбрать модель.

6.3. Слайд-шоу

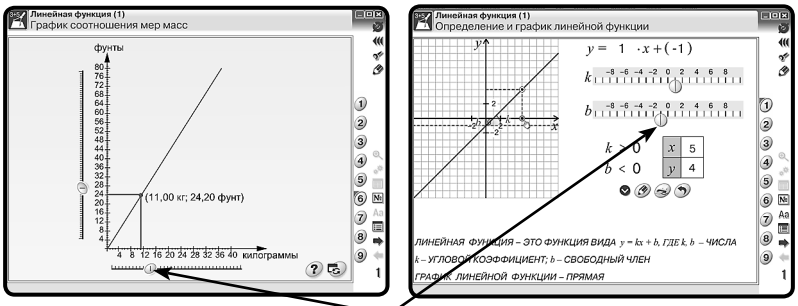
Слайд-шоу — поэтапная иллюстрация явлений или процессов.

Определить, что данный экран содержит «слайд-шоу», можно по значку в верхнем левом углу экрана.

6.4. Работа с графиками и геометрическими фигурами

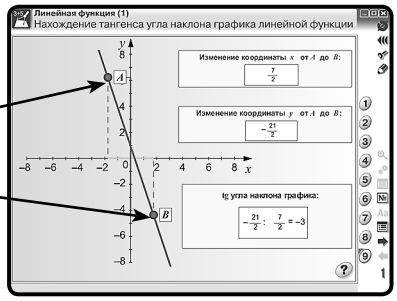
Все графики в пособиях интерактивны, предусмотрена возможность многократного изменения данных и параметров. Графиками и графическими изображениями можно управлять с помощью кнопок, которые расположены на самом тематическом экране.

Изменяем начальные условия

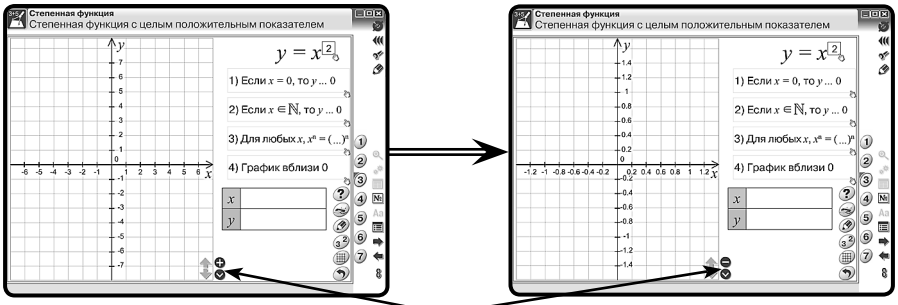


Перемещение курсора по панели заданных числовых значений

Перемещение выделенной точки на графике



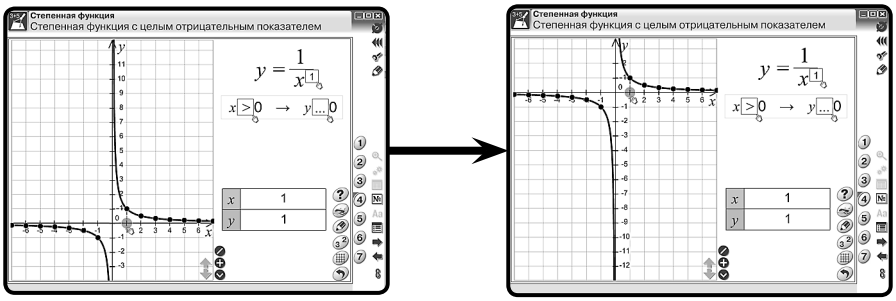
Изменяем масштаб



Масштаб на осях координат изменяем нажатием на значок ⊕ и ⊖

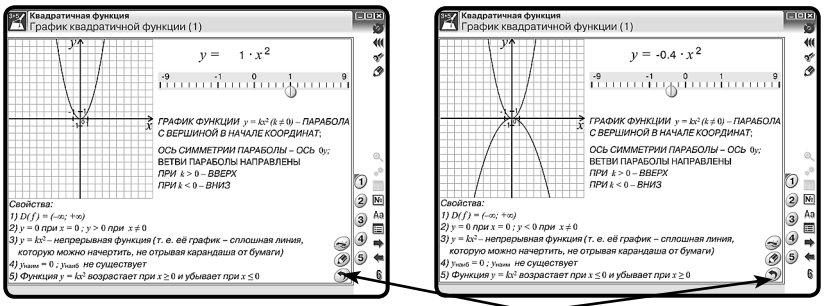
Меняем местоположение оси координат

В правом нижнем углу координатной оси расположен значок . Он показывает направление перемещения оси координат. Для перемещения оси достаточно сделать движение в указанном направлении (область захвата — всё поле координатной оси).



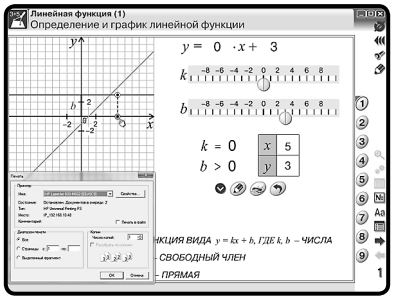
Фиксируем график

Для сравнения или анализа графиков предусмотрена кнопка фиксации графиков , которая расположена на самом тематическом экране. Вначале задайте функцию для сравнения, затем измените значения для функции.



Вернуться к первоначальным условиям — кнопка сброс

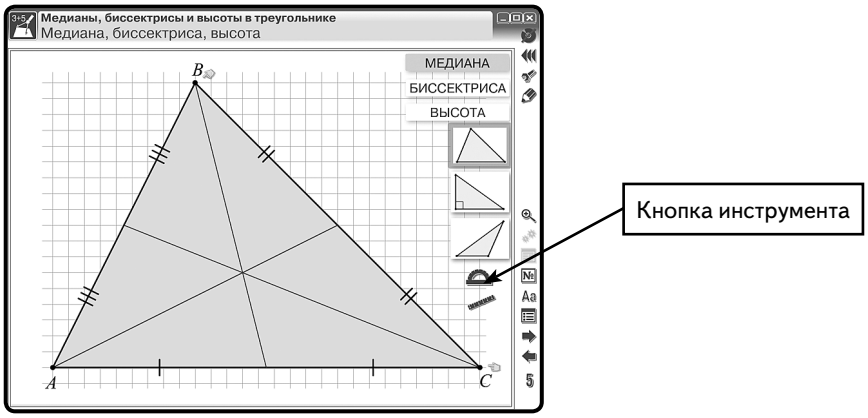
Создаём раздаточный материал

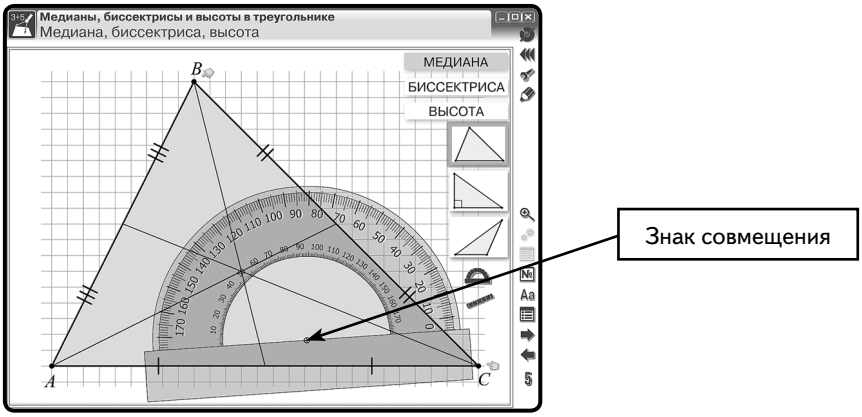


Кнопка «принтер» показывает возможность вывода на печать. Задавая различные значения (параметры) функций (уравнений), можно сформировать раздаточный материал. Нажмите на кнопку и выберите условия для печати.

Эпизод урока по работе с графиком показан в разделе «Эпизоды уроков» (Математика. График квадратичной функции).

В пособиях для работы с геометрическими фигурами предусмотрены виртуальные инструменты — линейка и транспортир.





Нажмите на кнопку выбранного инструмента. Найдите знак совмещения и подведите к выбранной точке начала измерения.

Поворот инструмента — область захвата для транспортира полукруг (угломерная шкала), для линейки — это концы линейки.

Убрать виртуальные инструменты с экрана можно однократным нажатием на кнопку инструмента.

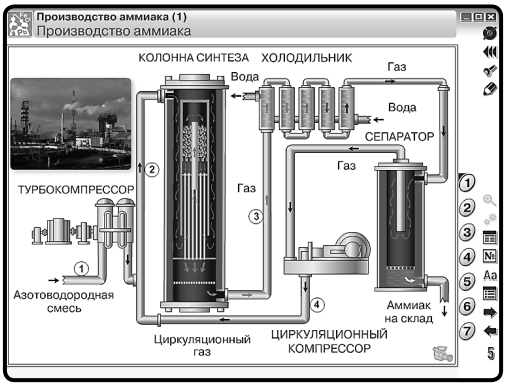
6.5. Работа с аудиовизуальными экранами

Анимации и видеоролики являются мощным средством мотивации причинно-следственного и структурно-функционального анализа, они развивают умения сравнивать, сопоставлять, оценивать и обобщать.

Смонтированные или программные анимации иллюстрируют различные процессы и явления, позволяют продемонстрировать учащимся изучаемый материал в динамике.

Все анимации и видеоролики в пособиях на любом этапе просмотра можно остановить и подробно проанализировать ситуацию или сделать дополнения.

Анимационные ролики и видеоролики имеют дикторское сопровождение. Звук можно отключать (нажмите кнопку). На любом этапе просмотра можно остановить фрагмент для его детального анализа и изучения (кнопка). Для прекращения просмотра нажмите кнопку .



Значок на тематическом экране показывает, что данная область экрана содержит анимацию. Для её воспроизведения нажмите на значок.

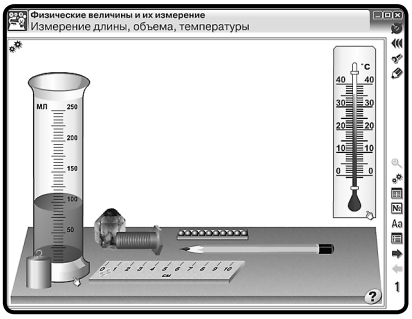
6.6. Работа с виртуальными измерительными приборами

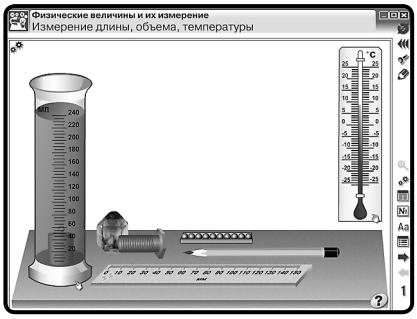
Учебные эксперименты и опыты. В пособии предусмотрена возможность демонстрировать и представлять учебные модели, эксперименты и опыты. Они максимально приближают изучаемый материал к реально существующему прототипу. Такая форма подачи учебного содержания позволяет сформировать у учащихся

целостное представление о сущности, характерных чертах и особенностях представляемых моделей и объектов, процессов и явлений.

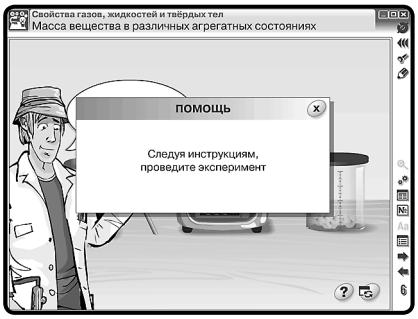
На тематическом экране, содержащем эксперимент или опыт, активные элементы указаны значком «кисть» . При нажатии на область, на которую указывает «кисть»,

- объект меняет размеры, жидкости меняют объём;
- на измерительных приборах сменяется диапазон шкалы измерения;
- объекты и приборы могут перемещаться.

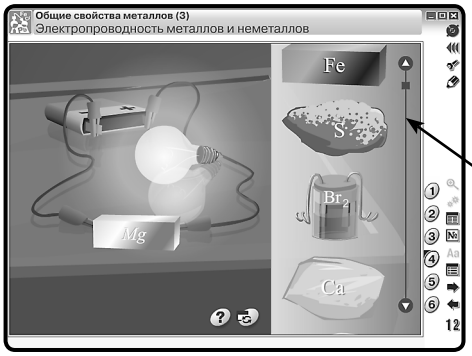




Каждый тематический экран содержит инструкцию, которую можно увидеть, нажав кнопку ***Помощь*** .



Ряд тематических экранов содержит набор приборов в правой части экранов, которые следует выбрать согласно заданию или инструкции для исследования.



Используя скроллинг, выберите объект

Учебный эксперимент обеспечивает единство познавательной и практической деятельности учащихся. Одни учебные эксперименты способствуют углублению и развитию знаний, другие позволяют прочнее закрепить изученный материал, третьи являются источником новых знаний.

Учебный эксперимент содержит цель, которая уже достигнута наукой, но учащимся это достижение ещё неизвестно. Намечаемые цели, приёмы, средства их достижения являются гипотезой учебного эксперимента. Учащиеся самостоятельно или под руководством педагога планируют ход эксперимента, приёмы выполнения и способы анализа результатов, а затем наблюдают и по необходимости одновременно проводят эксперимент.

Выполняя эксперимент, учащиеся формируют в сознании понятия, которые связаны с познаваемым объектом, процессом или явлением, и выражают умозаключения и суждения.

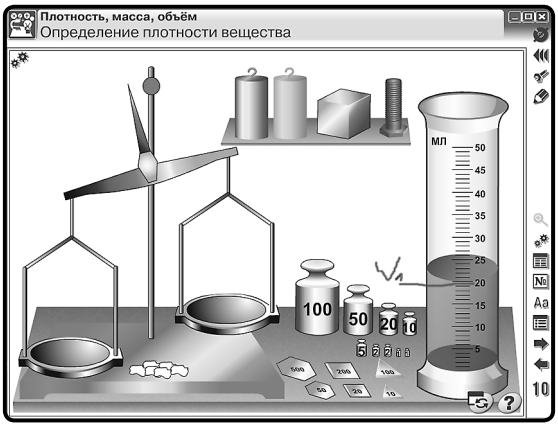
Использование учебного эксперимента в учебном процессе обеспечивает не только углубленное усвоение содержания дисциплин, но и позволяет ученикам овладеть ведущим методом науки — научным экспериментом.

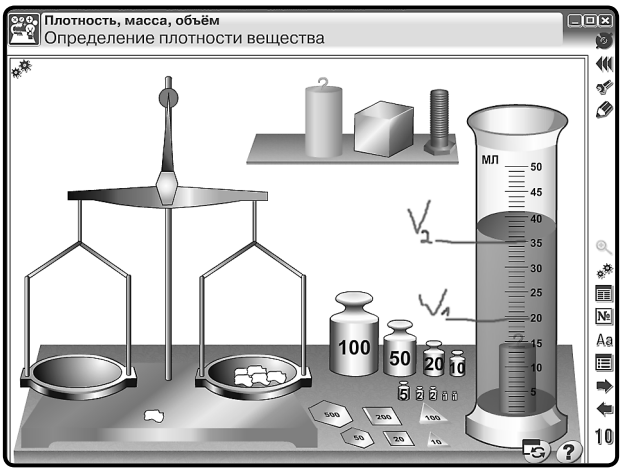
Эпизод урока-исследования показан в разделе «Эпизоды уроков» (Химия. Свойства белков и их применение).

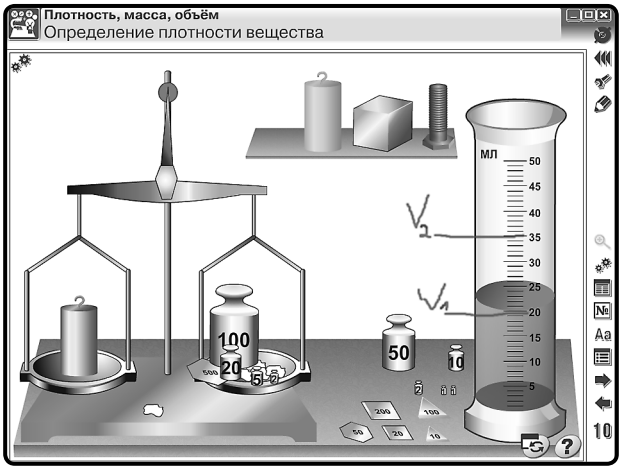
7. Лабораторные работы

Интерактивные лабораторные работы — это хорошее дополнение к реальной деятельности на уроке. Подобные работы помогают учащимся сориентироваться в проведении самостоятельных наблюдений, обратить внимание на те стороны явлений, на которые они вряд ли обратили бы внимание при выполнении опыта.

При работе с моделями учащийся: изменяет параметры и наблюдает за происходящими процессами; помещает модели тел и предметов в определенные условия и исследует их поведение и параметры. Интерактивные модели, анимации, задания к иллюстрациям позволят учащимся самостоятельно ставить учебные цели, находить и использовать средства и способы достижения этих целей, ориентируясь на материалы пособия.





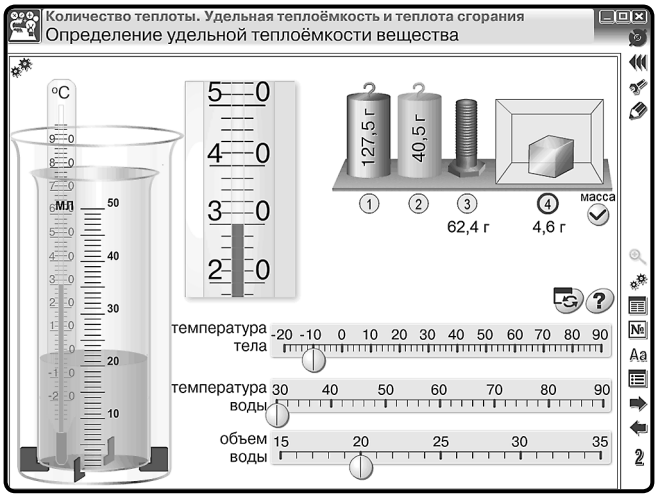


Возможно применение интерактивных лабораторных работ для проверки степени усвоения теоретического материала учебной программы.

В пособиях возможно использование одного и того же тематического экрана для разных учебных целей. Так, например, тематический экран «Определение удельной теплоёмкости вещества» (пособие «НАГЛЯДНАЯ ФИЗИКА») можно использовать для лабораторных работ:

1. «Измерение удельной теплоёмкости вещества»;
2. «Измерение удельной теплоты плавления льда»;
3. «Сравнение количества теплоты, отданное телом и полученное водой».

Преподаватель может сформировать путём вопросов и отдельных заданий рабочий лист лабораторной работы, образец которого представлен в разделе «Эпизоды уроков» (Физика. Измерение удельной теплоты плавления льда).



В пособии содержание некоторых тематических экранов позволяет преподавателю формировать ***экспериментальные задачи***.

При решении экспериментальных задач выполняются одновременно умственные, практические и организационные действия учащихся. Формирование, подбор таких задач, их правильное включение в структуру урока помогут развить предметное мышление (химическое, биологическое, физическое, математическое), совершенствовать экспериментальные умения.

При подборе задач к уроку берём за основу следующие методические требования к экспериментальным задачам. Они должны:

- быть направлены на достижение основных целей урока;
- быть связаны с другими видами деятельности учащихся и учителя (беседой, демонстрационным опытом и лабораторными работами, решением текстовых задач и т.д.);
- соответствовать уровню подготовки класса или отдельных учеников при индивидуальной работе.

Выделяем четыре этапа деятельности при работе с экспериментальной задачей.

1. Анализ текста и явления задачи.

Сначала поясняются незнакомые термины, определяют вопросы и их характер (явные или неявные, требующие качественной или количественной оценки). Затем выделяют объекты, дают их описание — выделяют число, величины, которыми они характеризуются, устанавливают, изменяется ли их состояние и существует ли связь между объектами, выясняют, все ли объекты указаны. Далее проводим анализ перемещения объектов (кинематика) и рассматриваем их взаимодействие (динамика). Потом проводим теоретическое описание явления (модели объекта, элемента теории, закона). Если задача начинается с эксперимента, то сначала описывают установку опыта, а затем исследуют изменения состояния объектов.

Так как на данном этапе вырабатываются этапы действия, то план изучения явления может выступать в виде системы вопросов для беседы (сопровождаться могут демонстрацией учебного опыта или эксперимента на экране).

2. План решения.

Обобщение проделанной работы на первом этапе. Решение проговаривают и оформляют письменно (в виде схематических рисунков, графов).

3. Решение.

Подбор приборов и сборка установки. Производятся измерения и расчёты.

Учащиеся объясняют результаты наблюдений или расчётов. Контроль за деятельностью учащихся можно проводить с помощью вопросов.

4. Анализ решения.

Оценка полученных результатов с учётом погрешностей, поиск иных способов и выбор оптимальных вариантов решений. В заключение повторяются основные моменты решения.

В разделе «Эпизоды уроков» (Физика. Определение удельной теплоемкости вещества) показана задача с поэтапным анализом для начального уровня обучения экспериментальным задачам.

8. Закрепление, контроль и коррекция знаний

Закрепление, контроль и коррекция знаний являются важной частью процесса обучения. Они определяют качество усвоения учащимися программного материала, диагностирование и корректирование их знаний и умений.

В пособиях предусмотрены функции, позволяющие:

- выяснить готовность класса к изучению нового материала;
- определить сформированность понятий;
- проверить домашние задания;
- сделать поэтапную проверку учебного материала, разобранного на уроке.

8.1. Задачник

Задачник (№) позволяет осуществить:

- *предварительный контроль знаний* — выявление имеющихся знаний, умений и навыков учащихся;
- *текущий контроль* — определение степени сформированности знаний, умений и навыков, а также их глубину и прочность по ходу обучения;
- *тематический контроль* — систематизация знаний учащихся после изучения темы, раздела;
- *отсроченный контроль* — контроль остаточных знаний и умений спустя некоторое время после изучения темы или раздела.

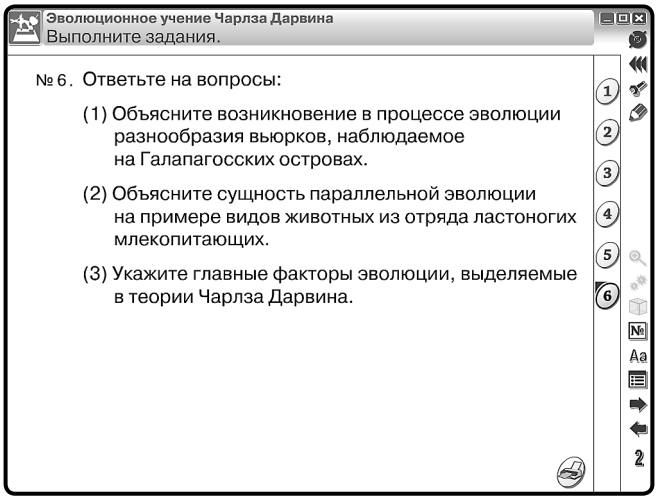
Метод контроля педагог может выбрать согласно дидактическим целям урока: устный, письменный, самоконтроль, взаимоконтроль, комбинированный.

Задачник делится на две группы заданий: *тестовые* и *качественные,* или *расчётные*.

Имеется возможность распечатать задания частично или полностью и использовать как раздаточный материал.

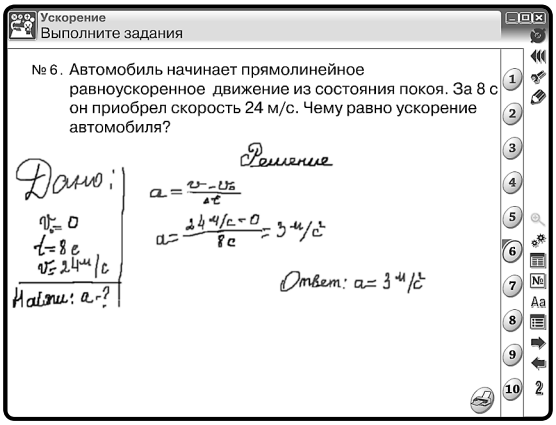
Тестовые задания являются закрытой формой тестовых заданий с одним вариантом правильного ответа. Тестовые задания пронумерованы красным цветом.

Качественные задания — это задание-вопрос или задание, требующее рассуждения. Задания такого типа можно предложить не только как опрос на уроке, но и в качестве домашнего задания. В пособиях такие задания пронумерованы синим цветом.



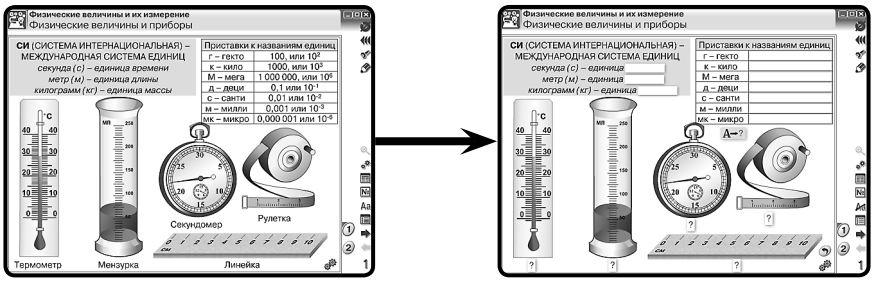
Расчётные задачи — для их решения требуется, как правило, использование математического аппарата, с последующим письменным анализом хода решения за-

дачи. В пособии предусмотрена возможность письменного анализа решения задач у доски, используя функцию «Рисование».



8.2. Функция «Скрыть»

Для проверки знаний можно использовать функцию «Скрыть» Аа, которая расположена на основной панели инструментов. При нажатии на кнопку её вид меняется — Аа, а на тематическом экране скрывается часть текста.



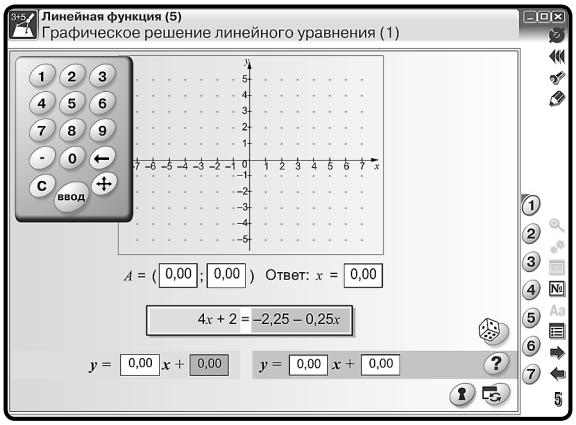
На тематическом экране появляются значки A→? и ?.

Нажмите на знак вопроса значка A→? — появится панель с вариантами подстановки. Выберите нужную запись и перетяните её на знак ?

При работе с функцией «скрыть» значок A→? может не появиться, а вместо него появится пустая строка.

Нажмите на белую строку. Появятся варианты ответа. В случае множественного выбора просто нажмите на выбранный вариант. Если выбран неверный вариант, повторно нажмите на строчку и вновь дайте ответ.

8.3. Интерактивные задания



В каждом пособии имеются тематические экраны с заданием по теме. Основные кнопки на экране:

«Помощь» — показывает задание или условие задачи;

«Ответ» — показывает правильный вариант выполнения задания или задачи;

«Сброс» — возвращает к первоначальным условиям;

«Случайный выбор» — случайным образом создаёт на экране задания.

На тематических экранах с заданиями, требующими ввод числа, предусмотрен виртуальный калькулятор. Для того чтобы калькулятор появился, нажмите на строку, куда хотите ввести число. Переместить калькулятор в любую область экрана можно с помощью значка , расположенного на калькуляторе.

Интерактивные возможности экранов позволят наглядно и доступно изложить учебный материал согласно выбранной программе обучения.

9. Конструктор

Конструктор в наглядном пособии позволяет значительно расширить применение в педагогической практике обучающих средств мультимедиа в соответствии с потребностями каждого конкретного преподавателя, создавать собственные мультимедиаобъекты и размещать их в содержании пособия для решения современных общепедагогических задач.

Конструктор размещён в отдельном рабочем окне, открыть которое можно с помощью кнопки *Конструктор*.

Работа с Конструктором позволяет:

- изменять структуру тематических экранов;
- переименовывать тематические экраны;
- изменять иерархию объектов;
- создавать новые экраны с различными изображениями, клипами и текстовыми полями.

Рабочее окно «Конструктор» состоит из дерева оглавления, миниатюр тематических экранов и инструментов управления.

Дерево Оглавления — это заголовки тематических модулей и соответствующих им экранов.

Редактирование заголовка активного тематического экрана осуществляется стандартно.

Миниатюра тематического экрана появляется при выборе темы в дереве оглавления.

Примечание. Нумерация тематических модулей и закладок в «*Оглавлении*» пособия поддерживается автоматически.

Инструменты управления. В *Конструкторе* две панели инструментов.

Панель инструментов № 1 — расположена в верхней области рабочего окна над деревом Оглавления.

сохранить — сохраняет изменения, внесённые в пособие, в отдельном файле;

загрузить — загружает изменения из ранее сохранённого файла;

сброс — возвращает пособие в первоначальное (оригинальное) состояние.

Панель инструментов № 2 — расположена в нижней части рабочего окна под миниатюрами тематических экранов.

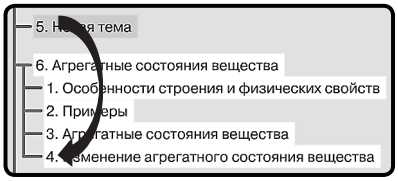
Эта Панель инструментов является основным средством редактирования материалов Наглядного пособия.

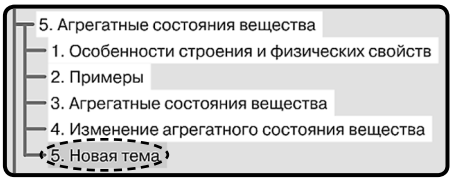
Кнопки ***На уровень выше*** и ***На уровень ниже*** — используются для изменения уровня любого тематического экрана в дереве *Оглавления* пособия.

К примеру, любой тематический экран может быть вынесен как отдельный тематический модуль. В этом случае следует нажать кнопку ***На уровень выше***, тематический экран переместится над текущим модулем. Если нажать кнопку ***На уровень ниже***, любой тематический экран перейдёт в предыдущий модуль и займёт последнее место в списке экранов.

Кнопки ***Вверх*** и ***Вниз*** — изменяют положение любого тематического модуля или экрана в дереве Оглавления пособия. Следует отметить, что тематические экраны модуля перемещаются только «внутри» текущего модуля.

Кнопка ***Добавить объект*** — приводит к созданию нового тематического экрана, в этом случае новый экран будет именоваться «Новая тема». Далее он может быть переименован и поставлен в нужное место дерева *Оглавления*.





Кнопка ***Удалить объект*** — приводит к удалению выделенного тематического экрана из дерева Оглавления пособия.

Кнопка ***Редактировать —*** открывает окно для работы с выделенным тематическим экраном.

9.1. Редактирование экрана

Режим ***Редактировать*** имеет свою панель инструментов:

Кнопка ***Режим Скрыть*** — позволяет редактировать текущий тематический экран для режима Скрыть.

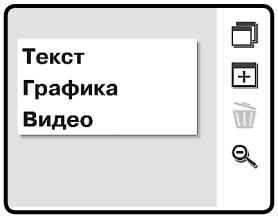
Важно! С помощью этой кнопки можно создать два экрана, сменяющих друг друга. Очерёдность появления экранов формируется следующим образом:

1. Нажать ***Режим Скрыть*** — появится окно, в заголовке которого написано ***Скрытый режим***. При этом полностью дублируется основной тематический экран.

2. Редактируйте те объекты, которые в скрытом режиме будут появляться на экране или удаляться с экрана.

Кнопка ***Добавить объект*** — позволяет создавать новый тематический экран.

Примечание. В тематический экран можно добавить объект трех типов: ТЕКСТ, ГРАФИКА и ВИДЕО.



В типологию ГРАФИКА включены статичные и динамичные изображения в формате JPG, GIF, PNG, а также в векторном формате SWF. В случае добавления SWF-объекта его анимационное, звуковое или интерактивное наполнения сохраняются. В качестве ВИДЕО можно добавлять файлы в формате FLV.

Кнопка ***Удалить объект*** — позволяет убрать объект с тематического экрана.

Кнопка ***Закрыть редактирование*** — возвращает пользователя на экран ***Конструктора***.

9.2. Формирование нового тематического экрана

Используя *Панель инструментов № 2*, создайте новую тему и нажмите кнопку ***Редактировать***. На чистый лист тематического экрана можно добавить различные объекты. Для этого нажмите ***Добавить объект*** и в списке выберите тип объекта.

Текст — в поле окна появляется текстовый контейнер (объект с рамкой и красной точкой). Его можно переместить в любое место тематического экрана. Перемещение осуществляется с помощью красной точки в верхнем левом углу. Изменение ширины текстового контейнера производится с помощью стрелок в правом нижнем углу. Размер текстового контейнера изменяется в соответствии с размером текстового фрагмента. Высота текстового элемента устанавливается автоматически по установленной ширине контейнера (слова автоматически переносятся на другие строки).

Текст может вводиться:

- одним из трёх предложенных цветов (чёрный, синий, красный);
- одним из двух предложенных размеров (22, 30);
- одним из трёх стилей (обычный, курсив, жирный).

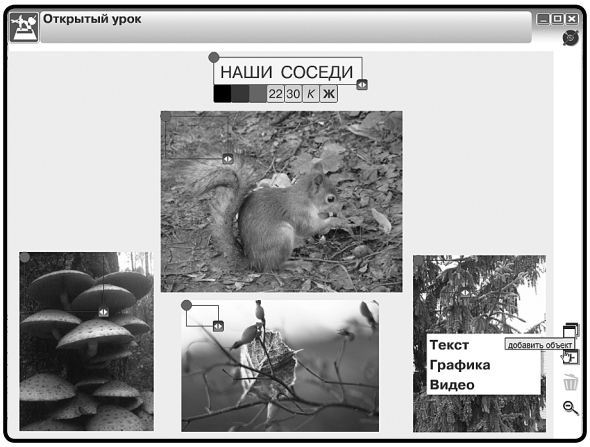
Графика, видео — в поле окна появляется диалоговое окно Выберите *графический файл для вставки*. Это окно является проводником, с помощью которого можно выбрать нужный файл: рисунок, анимацию, видео.

На плакате можно разместить рисунки из файлов в формате PNG, GIF, JPG или клип SWF. SWF-клип может содержать анимацию, аудиоматериал, интерактивность. Всё активное медиасодержимое такого клипа сохраняется. Для SWF-клипа, содер-

жащего на основной линейке времени несколько кадров (анимация или звук), а также для видео (файл в формате FLV) автоматически создаётся панель управления проигрыванием, содержащая кнопки ПУСК/ПАУЗА/СТОП.

Важно! В именах файлов, размещаемых на экране, нужно использовать латинские буквы и цифры.

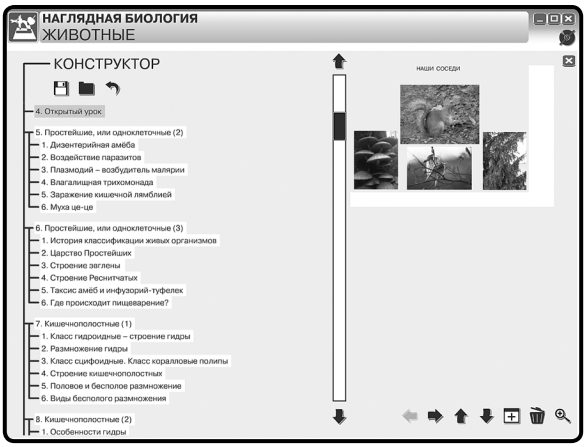
После выбора файла он автоматически появляется на экране в красной рамке, при необходимости объект можно переместить или изменить его размер. Перемещение и изменение размеров контейнеров происходит аналогично текстовым контейнерам.



Примечание. При создании режима *Скрыть* на основной *Панели инструментов* становится активной кнопка *Режим Скрыть*.

После завершения работ по созданию и редактированию содержательного наполнения тематического экрана следует нажать кнопку ***Закрыть редактирование***.

В окне Конструктора появятся миниатюры сформированных тематических экранов.



Используя *Панель инструментов № 1*, следует сохранить все изменения в пособии:

1. Воспользуйтесь кнопкой ***Сохранить***, появится окно, где в строке имя файла будет запись «lesson.lsn», которое можно изменить по своему усмотрению, не меняя расширения (например, «Окисление и восстановление.lsn»), и нажать сохранить.

Примечание: В имени сохраняемого файла можно использовать кириллицу (русские буквы).

2. Закрываем окно *Конструктора*, появляется *Оглавление* пособия. Если тематический экран был сформирован как отдельный модуль, то он будет находиться в той последовательности, в которой был установлен при формировании *дерева Оглавления*. Если тематический экран является закладкой в модуле, то выберите номер модуля и закладки, где он был сформирован.

При повторном запуске пособия необходимо:

1. Войти в рабочее окно *Конструктора* и нажать *Загрузить*.
2. Выбрать серию «Наглядного пособия», в котором были сделаны изменения, и выбрать из появившегося списка нужный файл.
3. Нажать *Открыть*.

Если пользователю нужно использовать сформированный файл не на своём рабочем компьютере, то необходимо его скопировать на съёмный носитель и выполнить следующие действия:

1. Скопировать со съёмного носителя файл с созданным тематическим экраном на компьютер.
2. Открыть *Конструктор* пособия.
3. Загрузить скопированный файл.

Внимание! Загрузить можно только те файлы, которые были созданы в аналогичном по названию пособии. Например, если экраны создавались в пособии «Физика 7», то их можно открыть только в пособиях с таким названием.

10. Эпизоды уроков

10.1. Урок математики. График квадратичной функции

Актуализация знаний

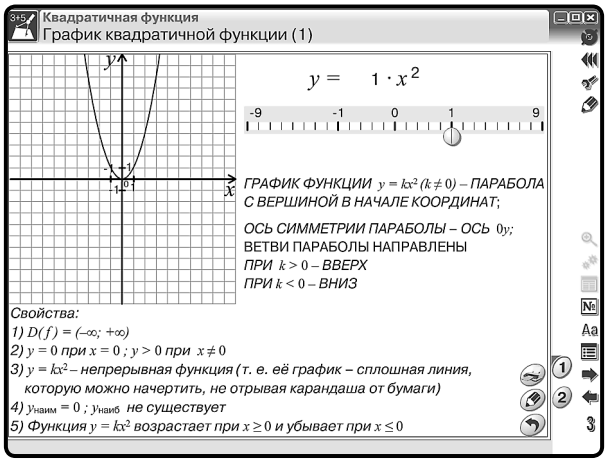
1. Какое уравнение называется квадратным?
2. Как определить корни квадратного уравнения?
3. Всегда ли квадратное уравнение имеет корни?
4. Какая функция является квадратичной?

График квадратичной функции при $k \neq 0$ называется параболой.

Рассмотрим функцию $y = kx^2$.

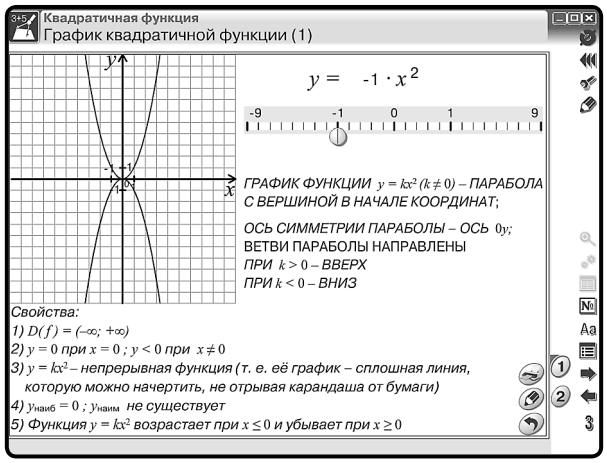
Областью определения этой функции являются значения x, единственный нуль этой функции $x = 0$.

Функция является чётной.



Выставляем на экране функцию $y = 1x^2$ с помощью значка .

При $k > 0$ функция убывает на $x < 0$ и возрастает на $x > 0$.
$x = 0$ является минимумом функции.
Область значений функции в этом случае является промежуток $[0, +\infty)$.
При $k < 0$ функция возрастает на $x < 0$ и убывает на $x > 0$.
$x = 0$ является максимумом функции.
Область значений функции в этом случае является промежуток $(-\infty, 0]$.



Вначале нажмите для фиксации функции $y = 1x^2$ кнопку .

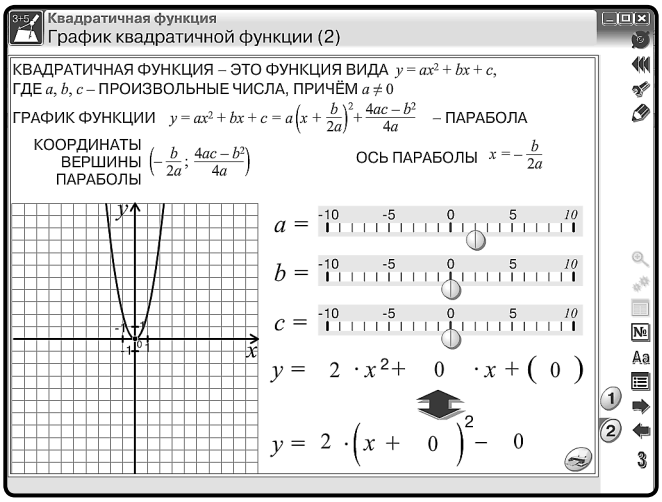
Выставляем на экране функцию $y = -1x^2$.

График функции $f(x) = ax^2 + bx + c$ легко построить из графика функции $f(x) = kx^2$ геометрическими преобразованиями, используя формулу $y = a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{D}{4a}$.

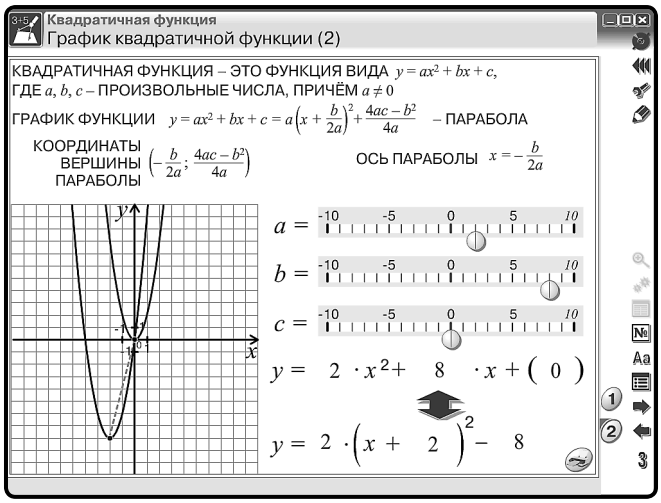
1. Для этого нужно растянуть график в a раз от оси Ox, при необходимости отразив его относительно оси абцисс.
2. Сместить получившийся график на $\frac{b}{2a}$ влево и на $\frac{D}{4a}$ вниз (если какое-либо из этих чисел меньше нуля, то соответствующее смещение нужно производить в противоположную сторону).

   Например, $f(x) = 2x^2 + 8x + 4$.

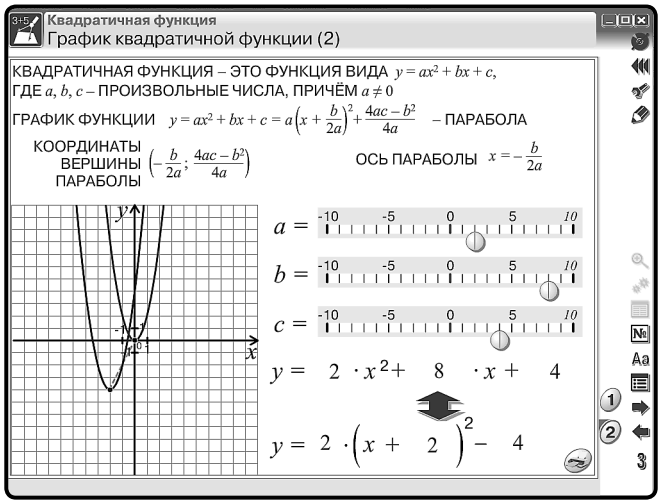
Открываем второй тематический экран модуля и устанавливаем необходимые параметры для последовательного изложения материала:



первая позиция $a = 2$, $b = 0$, $c = 0$



вторая позиция $a = 2$, $b = 8$, $c = 0$

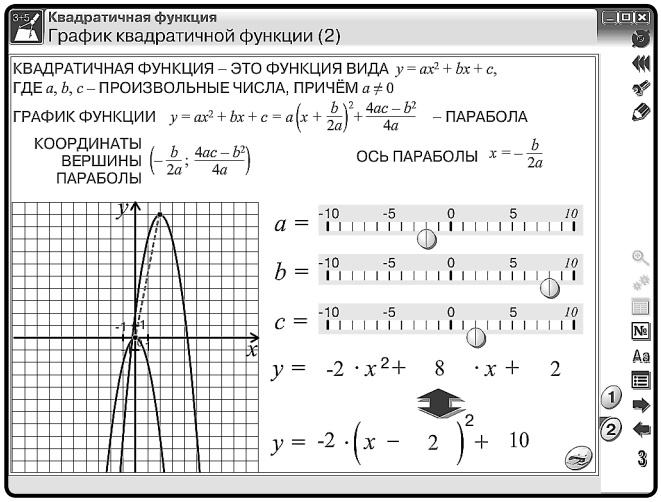


третья позиция $a = 2$, $b = 8$, $c = 4$

После объяснения учащимся предлагается задание: построить графики квадратичной функции.

Например, $f(x) = -2x^2 + 8x + 2$, $f(x) = 1x^2 + 4x + 3$.

После выполненной работы проверку можно произвести с использованием тематического экрана № 2.

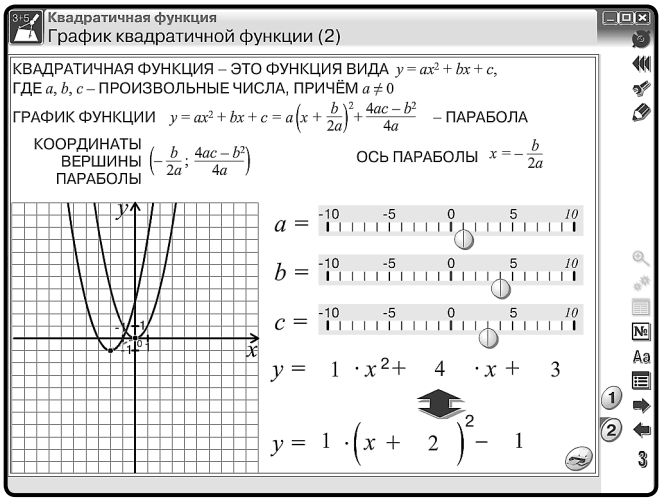


$f(x) = -2x^2 + 8x + 2$

$a = -2$

$b = 8$

$c = 2$



$f(x) = 1x^2 + 4x + 3$

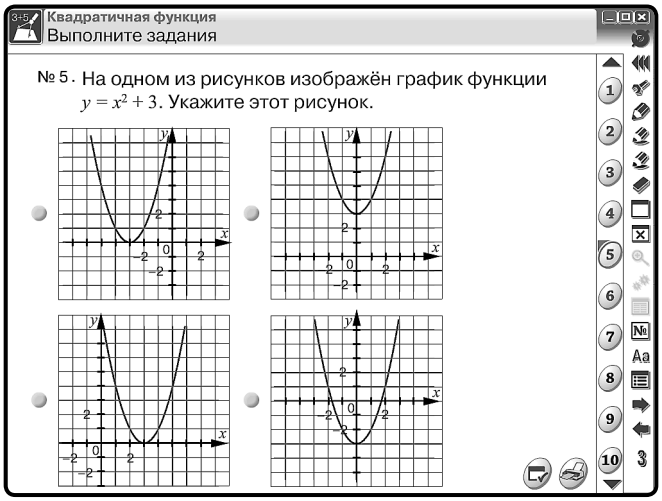
$a = 1$

$b = 4$

$c = 3$

Работа с тестами № (*с 1 по 6*).

Можно распечатать () как раздаточный материал, а затем проверить у доски (): само- или взаимопроверка.



Постановка Домашнего задания.

10.2. Урок химии. Свойства белков и их применение (денатурация)

Перед началом работы вспоминаем и обсуждаем понятия, термины, закономерности, связанные со свойствами и строением белка.

Перед учениками ставятся вопросы:

Можно ли нарушить состояние белка?

Какое явление называется денатурацией?

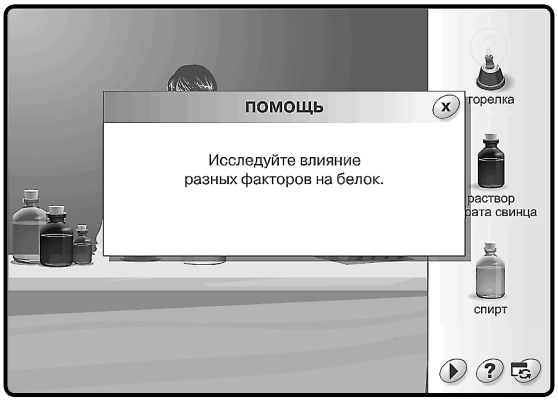
Денатурация — процесс разрушения структуры белка. Причинами являются соли тяжелых металлов, нагревание, излучение, механическое воздействие.

Какие для этого необходимы оборудование и реактивы?

Формулируется цель работы, составляется план действий (запись в тетрадях).

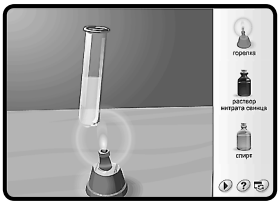
Приступают к наблюдениям и исследованию взаимодействия белка с раствором нитрата свинца, спирта и при тепловом воздействии.

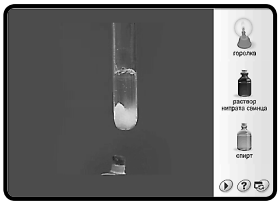
Свои наблюдения ученики записывают в тетрадь.



На экране эксперимент по исследованию влияния различных факторов на белок.

Первый этап. Тепловое воздействие на белок.



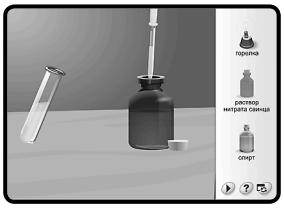


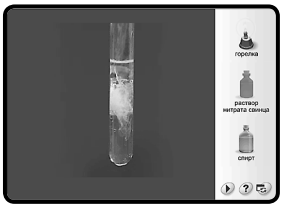
При нагревании пробирки с раствором яичного белка в ней появляются белые хлопья. Кинетическая энергия, сообщаемая белку, вызывает вибрацию его атомов, вследствие чего слабые водородные и ионные связи разрываются, и белок свертывается (коагулирует). На скорость и интенсивность процесса тепловой денатурации оказывают большое влияние pH раствора и присутствие электролитов.

Учащиеся изучают краткую учебную информацию о происходящих изменениях в структуре белка на молекулярном уровне.

Второй этап. Влияние раствора тяжелого металла на белок.

На примере раствора нитрата свинца



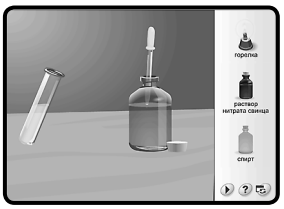


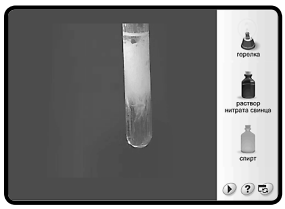
В этом случае денатурация белка вызывается адсорбцией ионов тяжелых металлов на поверхности белковых молекул с образованием нерастворимых комплексов.

Положительно заряженные ионы тяжелых металлов (катионы) образуют прочные связи с отрицательно заряженными ионами и часто вызывают разрывы ионных связей. Они также снижают электрическую поляризацию белка, уменьшая его растворимость. Учащиеся изучают краткую учебную информацию об происходящих изменениях в структуре белка на молекулярном уровне.

Третий этап. Влияние органического растворителя на белок.

На примере спирта





Органические растворители разрушают гидратную оболочку белка, что приводит к понижению его устойчивости и выпадению белка в осадок.

Длительный контакт белка со спиртом приводит к необратимой денатурации.

Учащиеся изучают краткую учебную информацию об происходящих изменениях в структуре белка на молекулярном уровне.

Перед подведением итогов исследования можно рассмотреть положительные и отрицательные стороны явления денатурации в виде докладов. Доклады учениками готовятся заранее (2—3 ученика из класса).

Возможные темы:

1. Использование денатурации в медицине (свойство белков связывать ионы тяжелых металлов используется в медицине при оказании первой помощи пострадавшим от отравления солями меди, свинца, ртути).
2. Причины старения и гибели живых организмов.

Общие выводы по исследованию (ответы на вопросы):

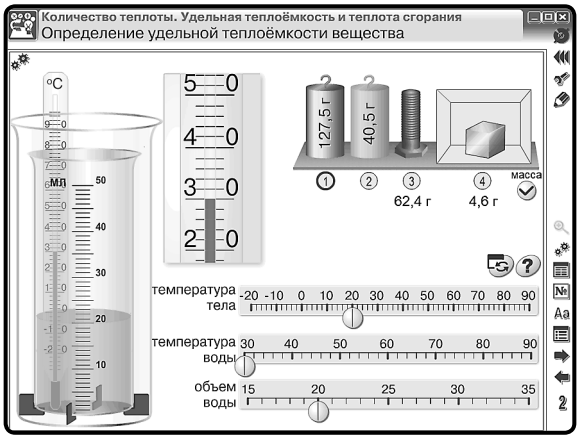
1. Что явилось причиной денатурации?
2. Что произошло в результате денатурации?
3. Обратима ли данная денатурация?

10.3. Урок физики. Экспериментальная задача

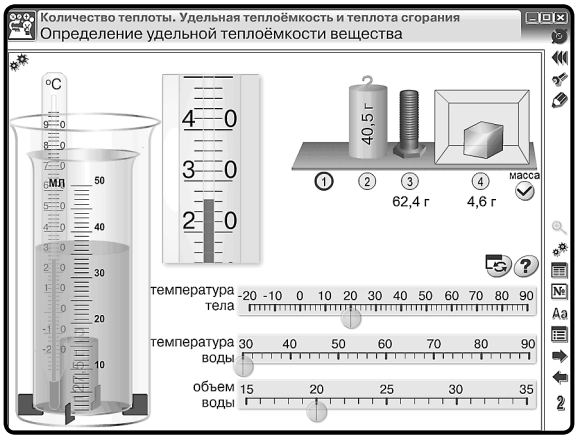
Цель урока: определить удельную теплоёмкость вещества, из которого сделан цилиндр.

Прежде чем приступить к выполнению работы, следует обсудить с учащимися основное понятие — «удельная теплоёмкость». Согласно определению разобраться в необходимом оборудовании и оценить возможные погрешности в полученных результатах. Затем приступать к решению и анализу наблюдаемых явлений.

Открываем тематический экран «ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЁМКОСТИ ВЕЩЕСТВА».



1. На тематическом экране выбираем цилиндр.
2. Устанавливаем начальную температуру для цилиндра и воды.
3. Устанавливаем объём воды в мензурке.
4. Установив курсор на выбранный цилиндр, перемещаем его в мензурку и наблюдаем за процессом.



5. Полученные данные записываем в тетрадь.

ЗАДАЧА

В калориметр налили воды температурой 30 °С в объёме 20 мл. В воду опустили цилиндр массой 127,5 г, температура которого 20 °С, при этом температура воды стала 26,5 °С (удельной теплоёмкостью внутреннего стакана калориметра пренебречь).

Дано:	Анализ задачи:
Цилиндр $m_1 = 127{,}5$ г $= 127{,}5 \cdot 10^{-3}$ кг $t_{01} = 20$ °С $t_{к1} = 26{,}5$ °С Вода $V_2 = 20$ мл $= 20 \cdot 10^{-6}$ м^3 $t_{02} = 30$ °С $t_{к2} = 26{,}5$ °С $c_2 = 4200$ Дж/(кг · °С)	Цилиндр отдаёт некоторое количество теплоты воде: $Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (t_{01} - t_{к1})$. Вода получает от цилиндра некоторое количество теплоты: $Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_{к2} - t_{02})$.
Найти: c_1 — ?	

Процесс передачи некоторого количества теплоты одного тела другому называется теплообменом. В результате такого процесса получаем

$$Q_1 = Q_2;$$

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (t_{01} - t_{к1}) = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_{к2} - t_{02}).$$

Так как дан объём воды, а нам необходима масса, то необходимо воспользоваться формулой

$$m_2 = V_2 \cdot \rho_2,$$

где плотность воды $\rho = 1000$ кг/м^3,
тогда

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (t_{01} - t_{к1}) = c_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2 \cdot (t_{к2} - t_{02}).$$

Решение:

$$c_1 = \frac{4200 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot (30 - 26{,}5)}{127{,}5 \cdot 10^{-3} (26{,}5 - 20)} = 354{,}7.$$

Проверка единиц измерения:

$$c_1 = \left[\frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}\right] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}.$$

Ответ: $c_1 = 354{,}7$ Дж/(кг · °С) — латунь.

10.4. Урок физики. Лабораторная работа «Измерение удельной теплоты плавления льда». Рабочий лист

дата

Цель: определить удельную теплоту плавления льда.

Оборудование: _____

(*учащиеся описывают по экрану*)

Правила техники безопасности. Внимательно прочитайте правила.

Отметьте те правила, которые необходимо соблюдать при выполнении данной работы.

- ○ Будьте осторожны при работе с кипятком и нагретым телом.
- ○ Не разливайте воду — возможны ожоги.
- ○ Будьте осторожны при работе со стеклянной посудой (термометр, стакан, мензурка).
- ○ Ртуть, содержащаяся в термометре, ядовита!
- ○ Снимайте данные, не вынимая термометр из жидкости!
- ○ На столе не должно быть никаких посторонних предметов.

Ход работы:

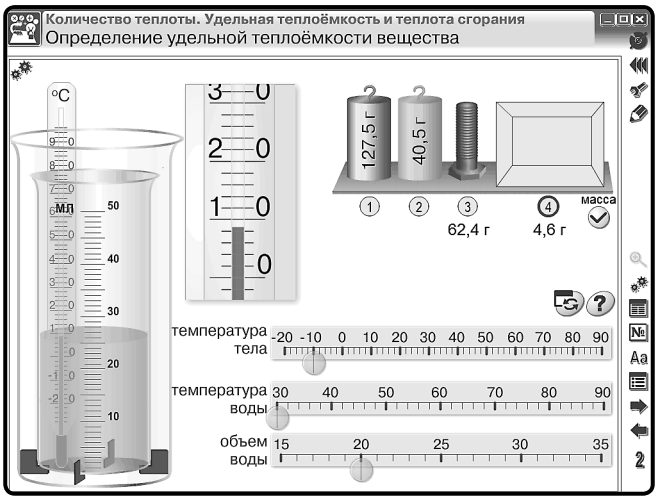
1. Определите цену деления термометра.

   ЦД = _____

2. Определите цену деления мензурки.

   ЦД = _____

3. Наблюдайте процесс на экране (на интерактивной доске).



4. Заполните таблицы.

Таблица 1

Стакан внутренний	m, кг	C, Дж/(кг · °C)	t_{01}, °C	$t_{к1}$, °C
	известна	известна		

Таблица 2

Вода	$m_в$, кг	$C_в$, Дж/(кг · °C)	t_{02}, °C	$t_{к2}$, °C

Таблица 3

Лёд	$m_л$, кг	t_{02}, °C	λ, Дж/кг

5. Опишите процессы, происходящие с водой, стаканом и льдом. Запишите расчётные формулы для этих процессов.

   1) _____

   2) _____

   3) _____

   4) _____

6. Какое явление вы наблюдаете?

   _____

7. По данным первой таблицы рассчитайте Q_1.

8. По данным второй таблицы рассчитайте Q_2.

9. Изо льда в процессе плавления образовалась вода. Пользуясь данными таблиц 2 и 3, рассчитайте количество теплоты Q_4, полученное этой водой.

10. Для наблюдаемого процесса можно записать: $Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$, где $Q_3 = m_л \cdot \lambda$.
Получаем формулу для расчёта удельной теплоты плавления льда (ученики записывают самостоятельно).

11. Рассчитайте удельную теплоту плавления льда (ученики выполняют самостоятельно).

12. Полученный результат запишите в таблицу 3. Сравните полученное значение с таблицей удельной теплоты плавления веществ.

13. Сделайте вывод и укажите возможную причину несовпадения расчётных и табличных значений удельной теплоты плавления льда.

10.5. Урок биологии. Опорно-двигательная система человека. Строение костей

Цели урока: познакомить учащихся с составом и функциями опорно-двигательной системы, строением и свойствами костей.

ХОД УРОКА

Объяснение нового материала.

Вопросы к учащимся:

— Что нам помогает двигаться?

— Из чего же состоит опорно-двигательный аппарат?

Рассмотрим функции, которые выполняет скелет.

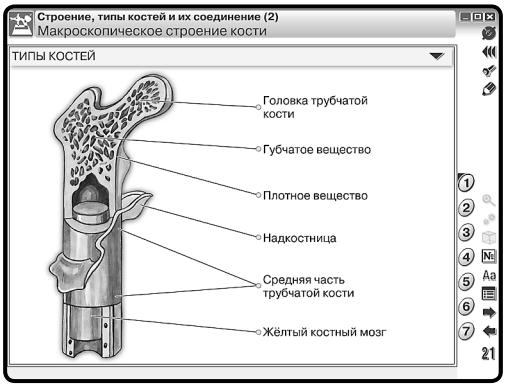
1. Опора тела и скелета — проявляется в том, что кости скелета и мышцы образуют прочный каркас, поддерживающий внутренние органы и не дающий им смещаться.

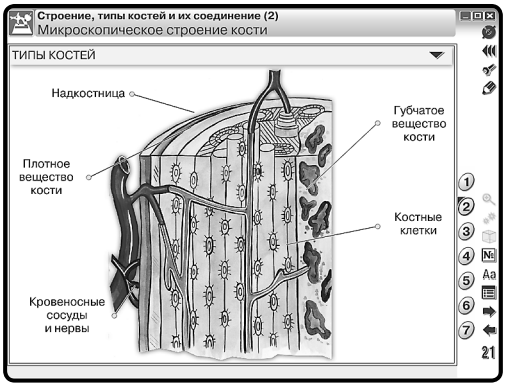
2. Двигательная — осуществляет перемещение тела в пространстве.

3. Защитная — защищает органы от травм.

4. Обмен веществ — в костях находится красный костный мозг, участвующий в процессах кроветворения.

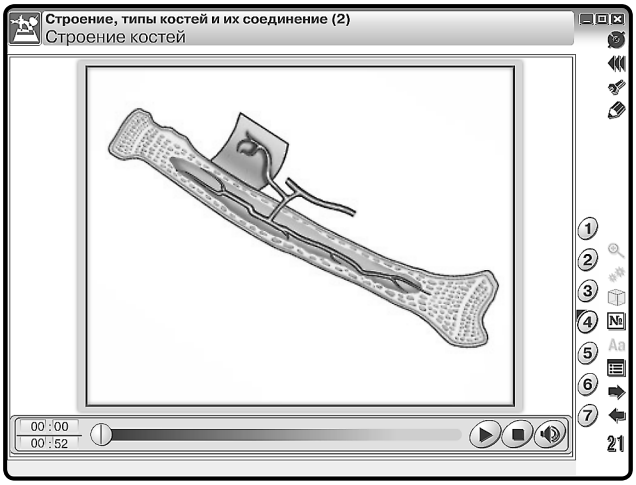
Рассмотрим строение кости.





Учащиеся зарисовывают кость и подписывают её основные части.

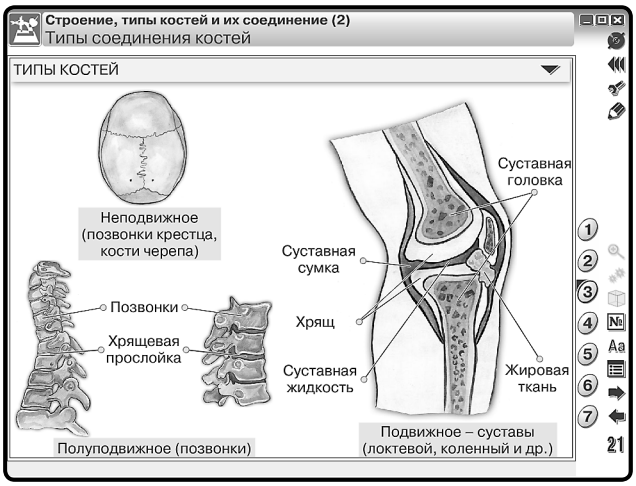
За счёт каких веществ достигается прочность кости? За счёт неорганических веществ — солей кальция и фосфора. Рассмотрим внутреннее строение кости. Посмотрим фрагмент фильма.

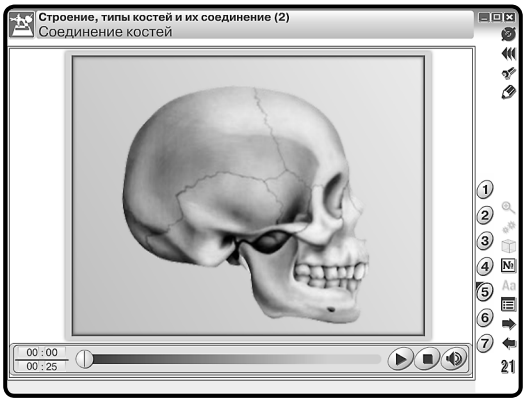


Какое внутреннее строение имеют кости? Кости покрыты плотной соединительной тканью — надкостницей. У каждой кости выделяют компактное (плотное) и губчатое вещество.

Могут ли кости расти? В каком направлении? Кости могут расти в длину и толщину. В длину они растут за счёт деления клеток хряща, расположенных на её концах. За счёт деления клеток внутреннего слоя надкостницы кости растут в толщину и зарастают при переломах.

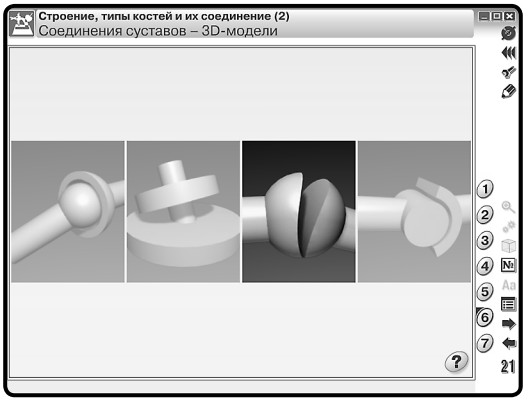
Как соединяются между собой кости в скелете? Посмотрим фрагмент фильма.

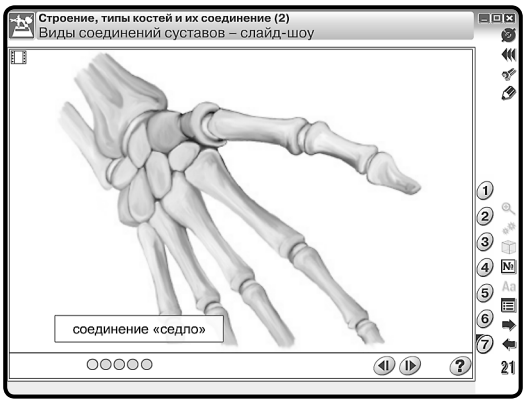




Можно выделить три типа соединения костей: неподвижное, полуподвижное, подвижное. Последний тип соединения наблюдается в суставах. Это обеспечивает подвижность конечностей.

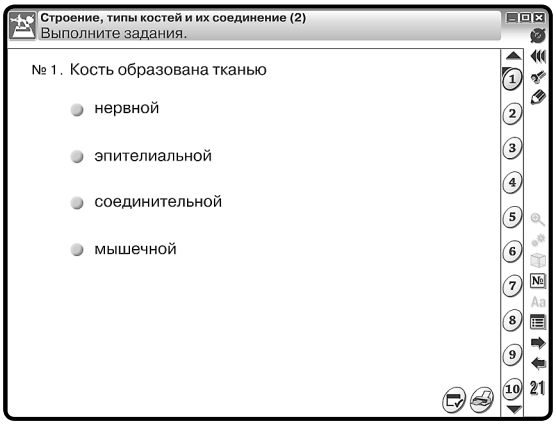
Рассмотрим строение суставов и движение в суставах.

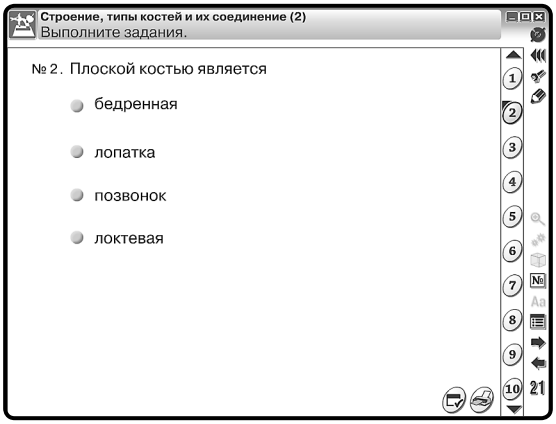


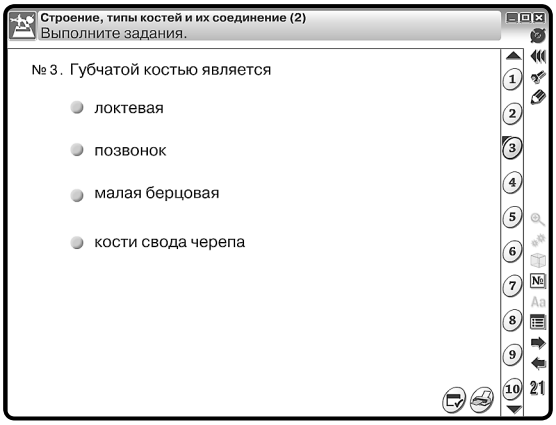


Сустав образуется концами костей, заключенными в суставную сумку. Движение в суставах осуществляется мышцами.

Задания на закрепление материала можно предложить в тестовой форме.







Строение, типы костей и их соединение (2)
Выполните задания.

№ 4. Неподвижное соединение костей достигается образованием

- швов
- хрящевых прокладок
- соединения костей с помощью хрящей
- суставов

Строение, типы костей и их соединение (2)
Выполните задания.

№ 5. Подвижное соединение костей достигается образованием

- суставов
- хрящевых прокладок
- соединения костей с помощью хрящей
- швов

Строение, типы костей и их соединение (2)
Выполните задания.

№ 6. Скелет обеспечивает телу

- все названные функции
- опору
- сохранение формы
- защиту внутренних органов

10.6. Урок биологии. Скелет человека

Цели урока: изучить строение скелета человека.

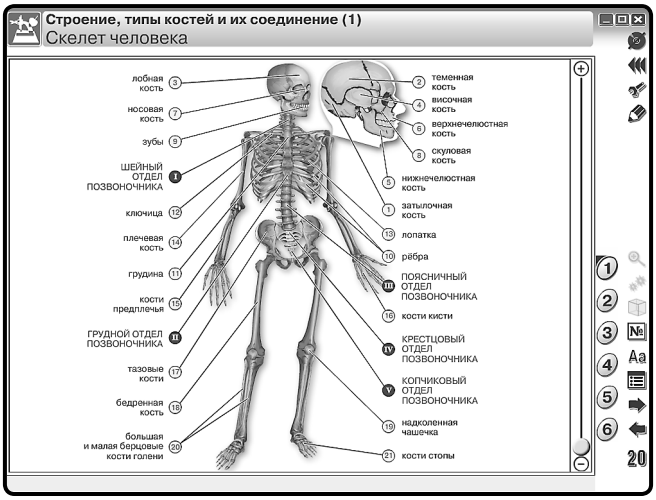
ХОД УРОКА

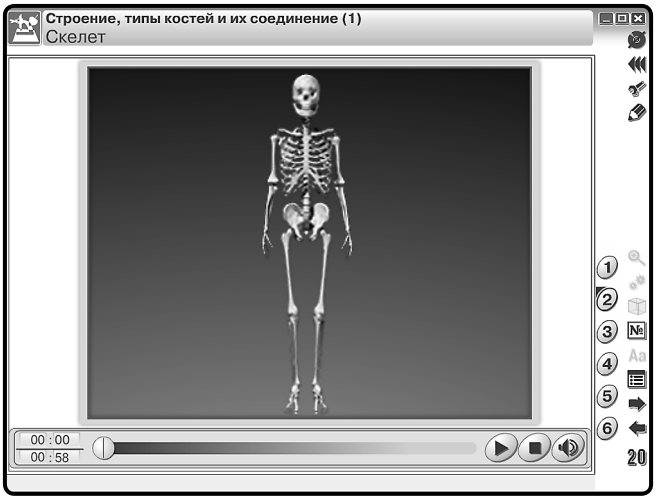
Объяснение нового материала.

Вопросы к учащимся:

— Вспомните из курса зоологии основные отделы скелета млекопитающих. Попробуйте назвать основные аналогичные отделы скелета человека.

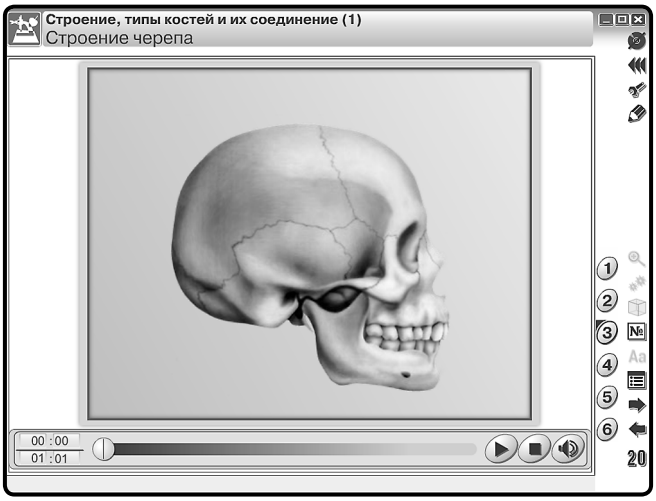
Скелет человека делится на три основные части: скелет головы, скелет туловища, скелет конечностей. Посмотрите на экран.





Скелет головы — череп.

Рассмотрим основные отделы черепа: мозговой и лицевой. Запишем в тетрадь, какими костями образован мозговой и лицевой отделы черепа.

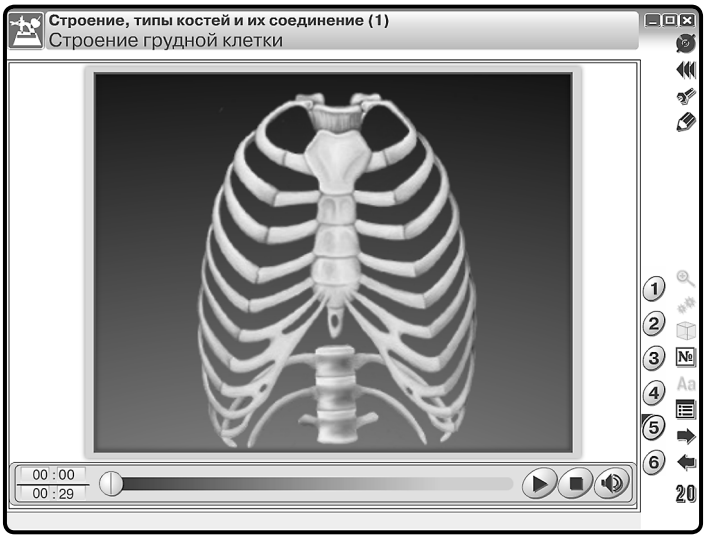


Череп выполняет: защитную функцию — защищает от внешних повреждений головной мозг и органы чувств, опорную — к нему крепятся мышцы лица.

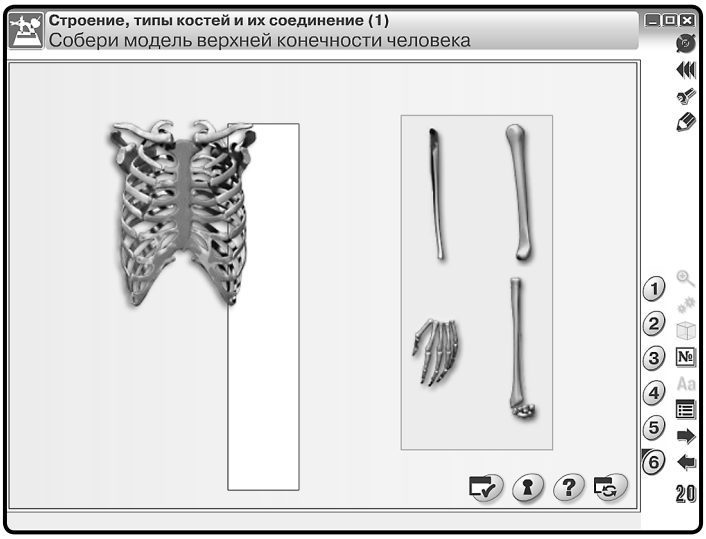
Основные отделы скелета туловища — это грудная клетка и позвоночник. Посмотрите видеоролик и ответьте на вопрос: какая особенность в строении позвоночника смягчает толчки при ходьбе, беге, прыжках? Рассмотрим, из каких отделов состоит позвоночник.

Рассмотрим, какими отделами представлена грудная клетка. Это грудина, ребра (12 пар), реберные хрящи. Грудная клетка выполняет функции: защитную — защи-

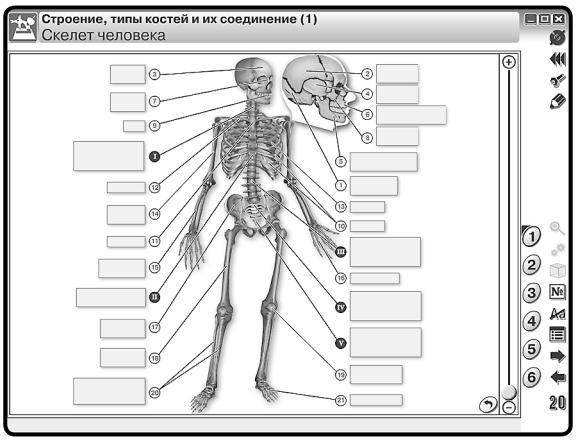
щает сердце, легкие, крупные сосуды и другие органы от повреждений, опорную - служит местом прикрепления дыхательных мышц.



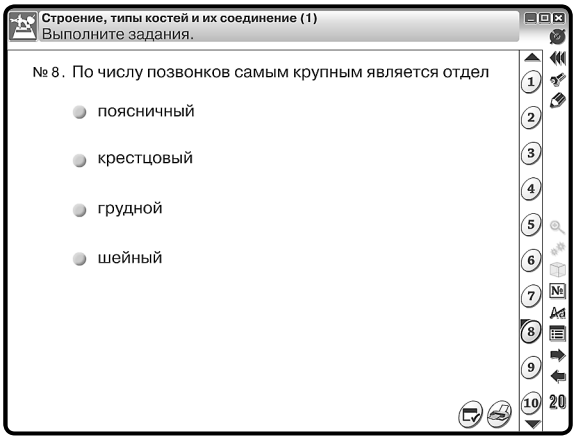
Закрепление знаний проводится в процессе выполнения интерактивного задания «Собери скелет верхней конечности».

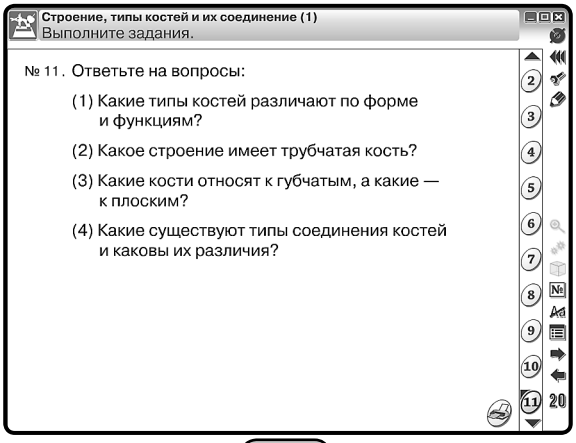


Проверка усвоения учащимися основных знаний производится при помощи интерактивной таблицы.



Так же можно предложить учащимся выполнить тестовые задания и ответить на вопросы.





11. Приложение

11.1. Перечень интерактивных пособий по химии серии «Наглядная школа»

1. Химия. 8—9 классы
2. Химия. 10—11 классы
3. Органическая химия. Белки и нуклеиновые кислоты
4. Металлы
5. Неметаллы
6. Растворы. Электролитическая диссоциация
7. Химическое производство. Металлургия
8. Строение вещества. Химические реакции
9. Инструктивные таблицы
10. Начала химии. Основы химических знаний

11.2. Содержание диска «Химическое производство. Металлургия»

Условные обозначения

Дополнительные материалы к экрану

— интерактивная модель

— таблицы

— увеличение фрагмента, дополнительная информация

Интерактивные объекты на экране

— интерактивность

— анимация

— 3D-модель

Таблицы ко всем тематическим экранам

Периодическая система химических элементов Менделеева

Таблица растворимости веществ в воде

1	Способы сжигания топлива (1)
1.1	Способы сжигания топлива
1.2	Энергия ископаемого топлива
1.3	Уголь
1.4	Образование угля
1.5	Месторождения каменного угля
1.6	Ископаемые виды топлива
1.7	Энергия, запасенная в ископаемом топливе
1.8	Происхождение ископаемого топлива
2	Способы сжигания топлива (2)

2.1	Сжигание жидкого и газообразного топлива. Газогенератор
2.2	Нефть
2.3	Образование нефти и природного газа
2.4	Месторождения нефти в мире
2.5	Месторождения природного газа
2.6	Образование нефти и природного газа
2.7	Природный газ
2.8	Сжигание углеводородов
2.9	Горение углеводородов
3	**Производство серной кислоты (обжиг колчедана)**
3.1	Производство серной кислоты (1)
3.2	Добыча серы
3.3	Сера в организме человека
3.4	Производство серной кислоты из серы
3.5	Физические и химические свойства серы
3.6	Применение серы
3.7	Влияние диоксида серы на растения
3.8	Влияние диоксида серы на процесс коррозии
4	**Производство серной кислоты (получение олеума)**
4.1	Производство серной кислоты (2)
4.2	Кислотные свойства серной кислоты
4.3	Получение серной кислоты из диоксида серы
4.4	Концентрированная серная кислота
4.5	Гипс
4.6	Едкие свойства концентрированной серной кислоты
4.7	Применение серной кислоты
5	**Производство аммиака (1)**
5.1	Производство аммиака
5.2	Азот — инертный газ
5.3	Факторы, влияющие на ход реакции синтеза аммиака
5.4	Влияние изменения давления на синтез аммиака
5.5	Влияние изменения температуры на синтез аммиака
5.6	Синтез аммиака в промышленных масштабах

5.7	Растворимость аммиака в воде
6	**Производство аммиака (2)**
6.1	Нахождение азота в природе
6.2	Декомпрессионная болезнь
6.3	Заполнение азотом ламп накаливания
6.4	Жидкий азот
6.5	Среда водного раствора аммиака
6.6	Аммиак
6.7	Использование аммиака
7	**Производство азотной кислоты**
7.1	Контактный аппарат
7.2	Свойства азотной кислоты
7.3	Поглотительные башни
7.4	Производство азотной кислоты
7.5	Царская водка
7.6	Понятие выхода продукта реакции
7.7	Нитросоединения
8	**Производство аммиачной селитры**
8.1	Производство аммиачной селитры
8.2	Нитрат серебра
8.3	Нитраты в природе
8.4	Порох
9	**Силикатная промышленность**
9.1	Производство цемента
9.2	Производство цемента
9.3	Производство стекла
9.4	Производство стекла
9.5	Применение стекла
10	**Электролиз хлорида натрия**
10.1	Схема установки для получения металлического натрия
10.2	Энергетические соображения
10.3	Химическое восстановление
10.4	Электрохимическое восстановление

10.5	Электролиз расплава солей
10.6	Схема установки для электролиза раствора хлорида натрия
10.7	Электролиз водных растворов солей
10.8	Электролитическое рафинирование меди
11	**Получение алюминия**
11.1	Получение алюминия
11.2	Металлы в земной коре
11.3	Электролиз оксида алюминия
11.4	Свойства титана
11.5	Свойства алюминия
11.6	Очистка оксида алюминия от примесей
11.7	Получение титана
11.8	Некоторые виды использования алюминия
11.9	Переработка алюминия
12	**Химия доменного процесса**
12.1	Химия доменного процесса
12.2	Железо и его история
12.3	Основной процесс в доменной печи
13	**Производство чугуна**
13.1	Производство чугуна
13.2	Роль известняка в доменном процессе
13.3	Работа домны — непрерывный процесс
14	**Конвертер с кислородным дутьём**
14.1	Конвертер с кислородным дутьём
14.2	Основной окислительный процесс
14.3	Сплавы железа
15	**Выплавка стали в электропечи**
15.1	Выплавка стали в электропечи
15.2	Переработка стали
16	**Выплавка стали в электронно-лучевой печи**
16.1	Выплавка стали в электронно-лучевой печи
16.2	Факторы, влияющие на цены на металл
17	**Обогащение руд флотацией**
17.1	Флотационная машина с воздушным перемешиванием
17.2	Получение меди

17.3	Свойства меди
17.4	Механизм пенной флотации
17.5	Использование меди
18	**Обжиг известняка (1)**
18.1	Обжиг известняка
	Обжиговые печи
18.2	Из чего состоит известняк, мел и мрамор?
18.3	Растворение известняка
18.4	Пещеры, сталактиты и сталагмиты
18.5	Разложение карбоната кальция
18.6	Получение гашеной извести
19	**Обжиг известняка (2)**
19.1	Обнаружение углекислого газа
19.2	Применение известняка в строительстве
19.3	Мрамор
19.4	Разрушение объектов из известняка
19.5	Получение известкового раствора
20	**Производство ацетилена**
21	**Переработка нефти (1)**
21.1	Первичная переработка
	Разрез ректификационной колонны
21.2	Фракционная перегонка нефти
21.3	Образование залежей нефти и природного газа
21.4	Месторождения нефти в мире
21.5	Нефть
21.6	Образование месторождений нефти
21.7	Процесс перегонки
21.8	Продукты переработки нефти
21.9	Состав нефти
22	**Переработка нефти (2)**
22.1	Вторичная переработка. Крекинг нефтепродуктов
22.2	Свойства крекинг-бензина
22.3	Крекинг парафина в лаборатории
22.4	Методы крекинга

22.5	Крекинг
22.6	Термический крекинг
22.7	Каталитический крекинг
22.8	Фракционная перегонка нефти
23	**Переработка нефти (3)**
23.1	Вторичная переработка. Октановое число топлива
23.2	Октановая шкала
23.3	Октановое число бензина
23.4	Производство и использование бензина
23.5	Горение бензина в двигателе
24	**Переработка нефти (4)**
24.1	Вторичная переработка. Риформинг низкосортной нефти
24.2	Изомеризация нефтепродуктов
24.3	Риформинг нефтепродуктов
24.4	Смеси нефти с бытовыми веществами

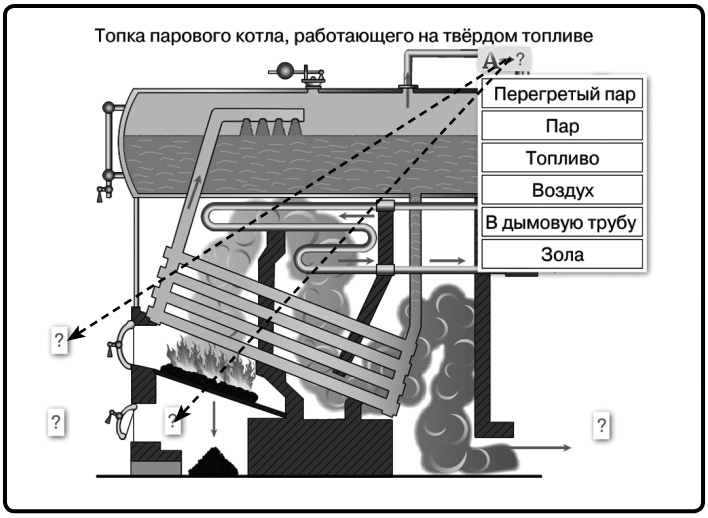
11.3. Интерактивность в пособии

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

В качестве дополнительного компонента к каждому плакату добавлена таблица «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева».

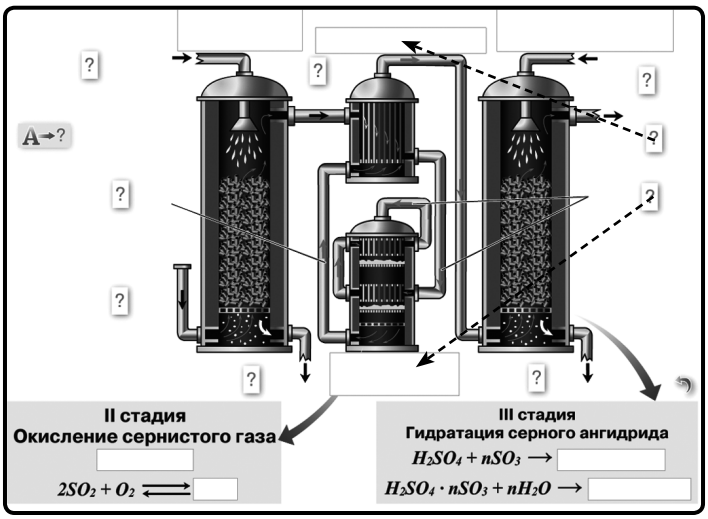
1 — нажатием на любую ячейку таблицы открывается окно (2) с краткой информацией для выбранного элемента (символ элемента, агрегатное состояние, температура плавления и кипения, информация об открытии элемента).

Контейнеры подстановок



На многих рисунках в режиме «скрыть» подписи заменяются знаками ?. Все подписи собраны в единый контейнер, закрытый в панель A→?. Нажатием на A→? открывается или закрывается список подписей или перемещается весь контейнер по экрану (закрытый или открытый). Для установки подписи на свое место ее необходимо перенести в область над знаком ?. Установленную подпись можно убрать обратно в контейнер простым нажатием.

Простая текстовая планка



В режиме «скрыть» текстовые фрагменты могут закрываться простыми непрозрачными планками. Убрать или обратно вернуть такую планку можно простым нажатием на нее (или на ту область, в которой она была). Чтобы вернуть обратно все простые планки, можно нажать ↶.

11.4. Ответы к заданиям

ЭКРАН: Способы сжигания топлива

6. Газогенератор — аппарат для термической переработки твёрдых видов топлива в горючие газы, осуществляемой в присутствии воздуха, свободного или связанного кислорода (водяных паров). Получаемые в газогенераторе газы называются генераторными. Горение твёрдого топлива в газогенераторе в отличие от любой топки осуществляется в большом слое и характеризуется поступлением количества воздуха, недостаточного для полного сжигания топлива (например, при работе на паровоздушном дутье в газогенератор подаётся 33—35% воздуха от теоретически необходимого). Образующиеся в газогенераторе газы содержат продукты полного горения топлива (углекислый газ, вода) и продукты их неполного горения и пирогенетического разложения топлива (угарный газ, водород, метан, углеводороды). В генераторные газы переходит также азот воздуха. Процесс, происходящий в газогенераторе, называется газификацией топлива.
7. Газогенератор обычно представляет собой шахту, внутренние стенки которой выложены огнеупорным материалом. Сверху этой шахты загружается топливо, а снизу подаётся дутьё. Подаваемое в газогенератор дутьё вначале проходит через зону золы и шлака, где оно немного подогревается, а далее поступает в раскалённый слой топлива, где кислород дутья вступает в реакцию с горючими элементами топлива. Образовавшиеся продукты горения, поднимаясь вверх по газогенератору и встречаясь с раскалённым топливом (зона газификации), восстанавливаются до окиси углерода и водорода. При дальнейшем движении вверх сильно нагретых продуктов восстановления происходит термическое разложение топлива и продукты восстановления обогащаются продуктами разложения. В результате разложения топлива образуются вначале полукокс, а затем и кокс, на поверхности которых при их опускании вниз происходит восстановление продуктов горения. При опускании ещё ниже происходит горение кокса. В верхней части газогенератора происходит сушка топлива теплом поднимающихся газов.
8. Основными процессами являются:
   $C + O_2 \rightarrow CO_2$
   $C + CO_2 \rightarrow 2CO$
   $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$
   $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$
   $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$
9. Топливо — горючие вещества, которые используются с целью получения при их сжигании тепловой энергии или в качестве сырья в химической промышленности. Топлива подразделяют по агрегатному состоянию на твёрдые, жидкие и газообразные. Процессы сгорания различных видов топлива имеют свои особенности, отражённые на экране.

10. В промышленности твёрдое топливо сжигают в специальных печах непрерывного действия, принципиальная схема одной из которых представлена на плакате.
Изнутри печь футерована огнеупорным кирпичом. Топливо непрерывно подаётся через топочное отверстие и попадает на колосниковую решётку, на которой и происходит горение. Воздух, необходимый для горения, поступает снизу. Зола, образующаяся по мере сгорания топлива, через колосниковую решётку падает вниз в зольную камеру, откуда периодически выгружается. Образующиеся дымовые газы перед тем, как покинуть топку, проходят сложный путь по каналам внутри печи, постепенно отдавая своё тепло. В противном случае продукты сгорания выбрасывались бы в атмосферу еще горячими и уносили бы с собой значительное количество теплоты.
В центре печи изображены трубы котла-теплообменника. Трубы теплообменника заполняют почти всё пространство топки и дымохода для более эффективного теплообмена. За счёт наклонного расположения труб достигается естественная циркуляция воды в системе (теплая вода поднимается кверху). Вода в трубах, нагреваясь за счёт теплоты горения топлива, превращается в паро-водяную смесь, которая поднимается в верхний резервуар. Поскольку в водяной системе создано повышенное давление, то для нормальной работы системы необходим клапан высокого давления (на схеме изображен в самом верху резервуара с горячей водой). Образующийся при нагревании воды пар поступает во второй контур парового котла, в котором дополнительно нагревается до необходимой температуры. Так в промышленности получают перегретый водяной пар. В установках последнего поколения температура водяного пара может достигать 300—500 °С.

ЭКРАН: Производство серной кислоты

6. Серная кислота относится к наиболее важным химическим продуктам, производство которых ежегодно исчисляется миллионами тонн. Серную кислоту применяют в производстве минеральных удобрений, химических волокон, взрывчатых веществ, красителей, лекарственных средств, металлообрабатывающей промышленности, в нефтехимии и других отраслях промышленности. Мировое производство серной кислоты в 1987 г. достигло 152 млн тонн.
Исходным сырьём для производства серной кислоты могут быть сера, сероводород, сульфиды и сульфаты металлов, отходящие газы теплоэлектростанций и др.
7. Производство серной кислоты включает в себя 3 основные стадии: обжиг пирита с образованием SO_2, окисление SO_2 до SO_3, поглощение SO_3.
8. Основными научными принципами являются: принцип комплексного использования природного сырья, принцип утилизации теплоты, принцип безотходности производства, принцип противотока.
9. Обжиг пирита осуществляется в печи особой конструкции. Измельчённый пирит засыпают в печь сверху. Снизу пропускают воздух, обогащённый кислородом, для более полного обжига пирита. Поскольку реакция окисления пирита сильно экзотермичная, температура в печи для обжига достигает 800 °С. Пирит раскаляется докрасна и находится в «подвешенном состоянии» из-за продуваемого снизу воздуха. Это всё похоже на кипящую жидкость раскалённо-красного цвета.

Именно поэтому печь получила название «печь для обжига в кипящем слое». В последующем температура в печи поддерживается за счёт выделяющейся в результате реакции теплоты. Так как выше 900 °С пирит начинает сплавляться, нельзя допускать чрезмерного повышения температуры в печи. Поэтому избыточное количество теплоты отводят: по периметру печи проходят трубы с водой, которая нагревается (на схеме водяной теплообменник изображен в центральной части печи). Горячую воду используют дальше для центрального отопления соседних помещений или для других производственных нужд.

Огарок (в основном Fe_2O_3) непрерывно удаляется снизу печи. Полученный оксид железа в дальнейшем может быть использован для получения железа или сплавов на его основе. Обжиговый газ, содержащий до 12—15% SO_2, автоматически удаляется через выходной патрубок в верхней части печи.

10. Образовавшийся обжиговый газ требует тщательной очистки. Очистку от твёрдых частичек огарка и от пыли осуществляют в циклоне и электрофильтре.

    Циклон представляет собой два цилиндра, вставленных один в другой. Обжиговый газ поступает в наружный цилиндр и движется по спирали сверху вниз. За счёт центробежной силы твёрдые частички огарка отбрасываются к стенкам циклона и ссыпаются вниз, откуда затем попадают в бункер. Однако самые мелкие пылинки остаются в печном газе. Для их удаления смесь направляют в электрофильтр. В электрофильтре используется электростатическое притяжение, частицы огарка прилипают к наэлектризованным пластинам электрофильтра, при достаточном накоплении под собственной тяжестью они ссыпаются вниз, в специальный бункер.

11. В контактном аппарате происходит окисление SO_2 до SO_3:

    $2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3$.

    В контактном аппарате находятся горизонтальные полки, на которых слоями помещён катализатор — оксид ванадия V_2O_5, промотированный солями щелочных металлов. Между слоями катализатора располагаются трубки теплообменника. Уже подогретый печной газ, входя в контактный аппарат, попадает в первый трубчатый теплообменник, в котором его температура поднимается ещё выше. Пройдя первый теплообменник, печной газ направляется во второй теплообменник и затем в зону катализа. Попав в контактный аппарат, смесь SO_2 и кислорода вступает в реакцию, последовательно проходя оба слоя катализатора. При этом выделяющаяся в ходе реакции теплота передаётся в теплообменниках поступающему в контактный аппарат газу.

    Выходящий из контактного аппарата газ поступает во внешний теплообменник, в котором отдаёт оставшееся тепло выходящему из осушительной башни очищенному обжиговому газу.

12. Сложность реакции $2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3 + 94$ кДж заключается в том, что она является обратимой. Поэтому необходимо выбрать оптимальные условия протекания данной реакции с целью максимально полного окисления SO_2.

    Так как прямая реакция является экзотермической, то, согласно принципу Ле Шателье, для смещения равновесия в сторону необходимого нам продукта реакции температуру в системе необходимо понижать. Но, с другой стороны, при низких температурах скорость реакции существенно падает. Экспериментальным

путём химики-технологи установили, что оптимальной температурой для протекания прямой реакции с максимальным образованием SO_3 является температура 400—500 °С (при более низкой температуре скорость реакции ничтожно мала, а при более высокой температуре трёхокись серы очень неустойчива и равновесие практически полностью смещено влево). Для химических производств температура порядка 400—500 °С достаточно низкая. Для того чтобы увеличить скорость реакции при этой относительно низкой температуре, в реакцию вводят катализатор. Раньше в качестве катализатора использовали платину, однако теперь наилучшим катализатором для этого процесса является оксид ванадия(V) V_2O_5. Полагают, что процесс окисления можно представить схемой:

$2V^{5+} + O^{2-} + SO_2 \rightarrow 2V^{4+} + SO_3$

$2V^{4+} + 1 : 2O_2 \rightarrow 2V^{5+} + O^{2-}$

Так как прямая реакция протекает с уменьшением объёмов газов, то, согласно правилам смещения химического равновесия, для увеличения выхода конечного продукта давление в системе следует повышать. Поэтому этот процесс проводят при повышенном давлении.

Прежде чем смесь SO_2 и O_2 попадёт в контактный аппарат, её необходимо нагреть до необходимой температуры 400—500 °С. Нагрев смеси начинается во внешнем теплообменнике, который установлен перед контактным аппаратом. Попадая в контактный аппарат, смесь SO_2 и O_2 продолжает нагреваться до нужной температуры, проходя между трубками во внутренних теплообменниках. Температура 400—500 °С в контактном аппарате поддерживается за счёт выделения теплоты в реакции превращения SO_2 в SO_3.

13. Абсорбция (поглощение) оксида серы (VI) происходит в поглотительной башне. Поглотительная башня представляет собой цилиндрическую стальную конструкцию высотой до 20 м, футерованную изнутри кислотоупорным материалом и заполненную керамическими кольцами (для увеличения площади соприкосновения). Газовая смесь подаётся в башню снизу вверх, а сверху вниз башня орошается 98%-ной серной кислотой. При этом оксид серы (VI) поглощается серной кислотой, химически с ней взаимодействуя с образованием олеума: $H_2SO_4 + nSO_3 \rightarrow H_2SO_4 \cdot nSO_3$.
14. Олеум имеет сложный состав. Это не просто раствор SO_3 в серной кислоте. Олеум содержит и продукты химического взаимодействия серной кислоты с серным ангидридом: дисерную и другие полисерные кислоты: $H_2S_2O_7$, $H_2S_3O_{10}$ и др.
15. Взаимодействие серной кислоты с водой — процесс сильно экзотермический. В ходе этого образуется пар серной кислоты, похожий на туман. Этот сернокислотный пар невозможно задержать ни одним фильтром. Поэтому приходится поглощать оксид серы(VI) не водой, а концентрированной серной кислотой.

    Полученный олеум идёт на склад готовой продукции. Часть его разбавляется водой до образования 98%-ной серной кислоты и используется для орошения в поглотительной и осушительной башнях. Для получения собственно серной кислоты олеум разбавляют рассчитанным количеством воды, при этом происходит реакция: $H_2SO_4 \cdot nSO_3 + nH_2O \rightarrow (n + 1)\ H_2SO_4$.

ЭКРАН: Производство аммиака

6. Синтез аммиака осуществляется в соответствии с уравнением:
   $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3 + 92$ кДж
   Поскольку реакция экзотермическая, то смещению равновесия в сторону образования аммиака должно способствовать понижение температуры. Однако при малых температурах мала скорость реакции. Кроме этого даже лучшие из катализаторов хорошо работают лишь при температурах выше 400 °С. Поэтому в производстве достигают компромисса — синтез проводят при умеренном нагревании. Но при температурах 450—500 °С значительно снижается выход аммиака. Дополнительному смещению равновесия в сторону образования конечного продукта в немалой степени способствует увеличение давления до нескольких десятков или даже сотен атмосфер.
   Теоретическое обоснование данной реакции (нагревание и увеличение давления) определяет выбор рациональной технологической схемы производства, которая должна включать следующие стадии:

сжатие азото-водородной смеси	→	нагревание смеси	→	синтез аммиака	→	охлаждение смеси	→	выделение аммиака из смеси

7. Колонна синтеза изготовляется из специальных сортов стали, что позволяет ей работать в агрессивных средах при высоких температурах и давлениях. Высота колонны достигает 20 м. Между стенками колонны синтеза и цилиндрической катализаторной коробкой, находящейся внутри, оставлена специальная щель. Холодная азото-водородная смесь поступает в колонну синтеза сверху и, двигаясь по щели сверху вниз, начинает нагреваться за счёт тепла реакции до 50 °С (при этом внешние стены колонны синтеза практически не нагреваются).
   Синтез аммиака, протекающий по уравнению $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3 + 92$ кДж, — экзотермическая реакция, сопровождающаяся существенным выделением теплоты и повышением температуры в зоне реакции до 450—500 °С. Эта теплота используется в трубчатом теплообменнике для дальнейшего нагревания азото-водородной смеси. В теплообменнике по трубкам сверху вниз движется прореагировавшая горячая газовая смесь, а по принципу противотока снизу вверх направляется азото-водородная смесь. Утилизация теплоты реакции — один из важнейших принципов современного химического производства.
   Из теплообменника нагретая до 280—350 °С азото-водородная смесь по центральной осевой трубе поступает в катализаторную коробку в верхней части колонны синтеза. В катализаторной коробке осуществляется синтез аммиака. Образовавшаяся в ходе синтеза реакционная смесь при 500 °С содержит 10—15% NH_3. Покидая зону катализа, газовая смесь проходит через трубки теплообменника колонны, в котором отдаёт своё тепло газу, поступающему на катализатор, и удаляется из колонны при температуре 180—200 °С.
8. После колонны синтеза газовая смесь по трубопроводу направляется в водяной конденсатор, в котором охлаждается до 35 °С, и поступает в сепаратор. Здесь из

газа выделяется большая часть образовавшегося в ходе синтеза аммиака. Жидкий аммиак отделяется от газовой смеси и поступает на склад готовой продукции. Непрореагировавшие водород и азот поступают в циркуляционный компрессор, где давление смеси повышается до её рабочего давления, и по трубопроводу снова направляются в колонну синтеза, предварительно смешанные с новой порцией свежей азото-водородной смеси. Тем самым соблюдается ещё один технологический принцип повышения выхода конечного продукта — принцип циркуляции.

9. Основными узлами (аппаратами) промышленной установки по синтезу аммиака являются:

Аппарат	Назначение аппарата
Трубопроводы	Подаётся предварительно подготовленная азото-водородная смесь.
Турбокомпрессор	Азото-водородная смесь сжимается до определённого давления, необходимого для данного процесса.
Колонна синтеза	Колонна синтеза предназначена для проведения процесса синтеза аммиака. В контактном аппарате расположены полки с катализатором. Процесс синтеза является сильно экзотермическим, протекает с большим выделением тепла, часть которого расходуется на нагревание поступающей азото-водородной смеси. Смесь, выходящая из колонны синтеза, состоит из аммиака (10—20%) и непрореагировавших азота и водорода.
Холодильник	Предназначен для охлаждения образовавшейся газовой смеси. Аммиак при высоком давлении легко превращается в жидкость. При выходе из холодильника образуется смесь, состоящая из жидкого аммиака и непрореагировавших азота и водорода.
Сепаратор	Предназначен для отделения жидкого аммиака от газообразной фазы. Аммиак собирается в сборник, расположенный в нижней части сепаратора.
Циркуляционный насос	Предназначен для возвращения непрореагировавшей смеси в контактный аппарат. Благодаря циркуляции удаётся довести использование азото-водородной смеси до 95%.

10. Основными особенностями технологического процесса синтеза аммиака являются:

— Утилизация выделяющейся теплоты.
— Принцип противотока в процессах теплообмена.
— Направление движения азото-водородной смеси в колонне синтеза выбрано таким образом, чтобы максимально использовать теплоту реакции и предохранить наружные стены аппарата от чрезмерного нагревания.
— Образовавшийся аммиак (10—20%) отделяют в сепараторе, возвращая непрореагировавшие азот и водород в колонну синтеза (непрерывный циркуляционный процесс).

ЭКРАН: Производство азотной кислоты

6. До 1900-х годов промышленное производство азотной кислоты было полностью основано на взаимодействии концентрированной серной кислоты с нитратами калия или натрия при нагревании:

   $KNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{t^\circ} KHSO_4 + HNO_3$

7. Современный процесс производства азотной кислоты основан на каталитическом окислении аммиака над нагретой платиной. Современные промышленные методы получения разбавленной азотной кислоты включают в себя следующие основные стадии:

   1) Окисление аммиака до оксида азота(II):

   $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} 4NO + 6H_2O + 932$ кДж

   2) Окисление оксида азота(II) до оксида азота(IV):

   $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2 + 113$ кДж

   3) Поглощение оксида азота(IV) водой с образованием азотной кислоты:

   $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

   4) Очистка отходящих газов от оксидов азота.

8. В современном технологическом аппарате смесь аммиака с воздухом очень быстро пропускается над рядами каталитических сеток, состоящих из сплава платины с 5—10% родия при 850 °С и давлении 5 атм, время контактирования с катализатором не превышает 1 миллисекунды во избежание нежелательных побочных реакций. Степень превращения достигает 96% — это одна из наиболее эффективных промышленных каталитических реакций. Контактный аппарат представляет собой две конические поверхности, соединённые по основанию. Каталитические сетки расположены в средней, расширенной части аппарата. Аммиачно-воздушная смесь проходит сверху вниз. Образующиеся продукты окисления (так называемые «нитрозные газы», содержащие до 12% NO) выходят из нижней части контактного аппарата. При окислении аммиака выделяется большое количество теплоты, поэтому выделяющиеся из контактного аппарата газы направляют на охлаждение. Охлаждение осуществляется в котле-утилизаторе, служащем для производства водяного пара, при этом осуществляется один из основных технологических принципов — принцип утилизации теплоты реакции. В современном производстве несколько контактных аппаратов соединяют в один узел.

9. Взаимодействие NO_2 с водой проводят в поглотительных башнях, последовательно соединенных друг с другом. Вода в башню поступает сверху, а газовая смесь, содержащая оксид азота(IV), снизу (принцип противотока). При этом происходит реакция:

   $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

   При избытке кислорода, подаваемого под давлением, выделения NO не происходит: $4NO_2 + 2H_2O + O_2 \rightleftharpoons 4HNO_3$

   В первом случае получается разбавленная азотная кислота, массовая доля HNO_3 в конечном продукте не превышает 60%. В ряде производств (например, при получении минеральных удобрений) этой концентрации вполне достаточно.

Во втором случае получается концентрированная азотная кислота. Так, при использовании воздуха как окислителя и под давлением около 10 атм получают продукт с массовой долей HNO_3 80—85%. Замена воздуха на чистый кислород и повышение давления до 50 атм позволяет получать 98%-ную азотную кислоту.

10. Основными особенностями технологического процесса производства азотной кислоты являются:

— непрерывность производства,
— использование катализаторов окисления аммиака,
— полная утилизация выделяющейся при реакции теплоты,
— принцип противотока при поглощении нитрозных газов.

ЭКРАН: Производство аммиачных селитры

6. Аммиачная селитра используется в промышленных целях для изготовления взрывчатых веществ, смесей. В сельском хозяйстве используется как высокоэффективное, концентрированное азотное удобрение для подкормки озимых хлебов, многолетних трав, сенокосов и пастбищ.
7. Рекомендуемые нормы внесения аммиачной селитры:

— Селитру аммиачную вносят в почву, равномерно распределяя гранулы удобрения по удобряемому участку, весной при перекопке почвы в дозе 30—40 г на 1 м^2 окультуренных и 40—50 г на 1 м^2 неокультуренных почв.
— При подготовке грунта парников и теплиц вносят по 1,5 кг удобрения на 1 м^2 грунта.
— Для подкормки сельскохозяйственных культур в период вегетации селитру аммиачную вносят в следующих дозах:

Культура	Доза	Сроки
плодовые деревья	40—50 г на 1 м^2 приствольного круга	ранней весной
ягодные кустарники	20—30 г на 1 м^2 междурядий	ранней весной и после цветения
земляника	10—15 г на 1 погонный метр	ранней весной и после цветения
картофель	25—30 г на 1 м^2	при посадке, в фазу бутонизации
овощи	25—30 г на 1 м^2	при высадке рассады и посеве семян

— При перекопке грунта в парниках и теплицах вносят по 50—60 г удобрения на 1 м^2.
— Комнатные и балконные цветы и растения поливают раствором 2—3 г удобрения в 1 л воды через каждые 10—15 дней.

8. Технология производства аммиачной селитры включает в себя нейтрализацию азотной кислоты газообразным аммиаком с использованием теплоты реакции (145 кДж/моль) для упаривания раствора селитры. После образования раствора, обычно с концентрацией 83%, лишняя вода выпаривается до состояния расплава, в котором содержание нитрата аммония составляет до 95% в зависимости от

сорта готового продукта. Расплав далее гранулируется в специальных распылительных аппаратах, гранулы затем сушатся, охлаждаются и покрываются специальными составами для предотвращения слёживания.

9. Процесс нейтрализации азотной кислоты аммиаком описывается реакцией:

   $NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3 + 145$ кДж.

   Эта реакция является практически необратимой и протекает с большой скоростью без образования побочных продуктов. В процессе нейтрализации выделяется большое количество тепла.

10. Процесс нейтрализации ведут при 110—135 °С в слабокислой среде, так как при этом потери аммиака с соковыми парами меньше, чем в щелочной среде.

ЭКРАН: Силикатная промышленность

6. По назначению: прозрачное стекло, цветное стекло, тугоплавкое стекло, оптическое стекло, художественное стекло. По химическому составу: кальциево-натриевое, калиево-кальциевое, боросиликатное, свинцовое и т.д.
7. В основе получения стекла лежат реакции взаимодействия диоксида кремния с содой и известняком:

   $Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$

   $CaCO_3 + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 + CO_2$

   Состав обычного оконного стекла соответствует формуле $Na_2O{\cdot}CaO{\cdot}6SiO_2$.

   В основе получения цемента лежат процессы:

   $CaCO_3 + Al_2O_3 \rightarrow Ca(AlO_2)_2 + CO_2$

   $CaCO_3 + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 + CO_2$

   Возможно образование и более сложных по составу алюминатов и силикатов кальция.
8. На поверхность расплавленной стекломассы опускают сделанный из огнеупорной глины брус, со сквозной щелью по всей его длине. Этот брус в технологии называют «лодочкой». Обожжённая глина легче стекла, а потому лодочка плавает на его поверхности. Если начать нажимать на неё сверху, то через щель будет выдавливаться снизу вверх стекломасса.

   Как только стекломасса начнёт показываться из щели лодочки, сверху навстречу ей опускают «приманку» — горизонтально подвешенный железный стержень, который приводят в соприкосновение с выступающим гребнем стекла. Раскалённые металлы обладают свойством крепко свариваться, склеиваться с расплавленным стеклом, и когда начинают поднимать приманку, за ней потянется лента стекла.

   Параллельные плоские ящики, расположенные по бокам ленты, представляют собой холодильники с циркулирующей водой, которые способствуют быстрому отвердеванию ленты тотчас же после её выхода из щели лодочки. Над холодильниками по обеим сторонам стекла расположены валики. Валики обложены асбестом, крепко обжимают ленту и приводятся во вращение от электромотора. Это — подъёмный механизм, обеспечивающий плавное и равномерное движение ленты стекла снизу вверх. Чем больше скорость вытягивания, тем тоньше получается стекло.

9. Цемент представляет собой тонкоразмолотый минеральный порошок, способный при смешении с водой образовывать пластичную массу, с течением времени затвердевающую в камневидное тело.
   Наиболее распространённый цемент, называемый портланд-цементом, получают путем обжига при высокой температуре (1400—1500 °) природного сырья в виде мергелей или искусственной смеси известняка с глиной и другими материалами. Обжиг производится в специальных печах. Обычно цементообжигательная печь — это огромный, длиной 100—150 метров, горизонтально расположенный цилиндр, выложенный внутри огнеупорным кирпичом и медленно вращающийся. Печь устанавливается с наклоном; благодаря этому материалы в ней, пересыпаясь, постепенно передвигаются от одного конца к другому. При обжиге получается спекшийся материал. Этот материал носит название цементного клинкера. Цементный клинкер подвергается размолу в тонкий порошок с добавкой при размоле нескольких процентов гипса.
10. Сплавленная стеклянная масса бесцветна, с лёгким желтовато-зелёным или голубовато-зелёным отливом, вызываемым различными минеральными примесями. Для того же, чтобы эту массу окрасить, чаще всего применяют оксиды металлов, добавляя их в шихту во время плавки. Железистые соединения окрашивают стекло в голубовато-зелёный и жёлтый до красно-бурого цвет, оксид марганца — в жёлтый и коричневый до фиолетового, оксид хрома — в травянисто-зелёный, оксид урана — в желтовато-зелёный (урановое стекло), оксид кобальта — в синий (кобальтовое стекло), оксид никеля в фиолетовый до серо-коричневого, оксид сурьмы — в жёлтый (в самый же красивый жёлтый окрашивает, однако, коллоидное серебро), оксид меди — в красный (так называемый медный рубин в отличие от золотого рубина, получаемого прибавкой коллоидного золота). Молочное стекло получают добавкой смеси полевого и плавикового шпата. Теми же прибавками, замутив стекломассу в очень слабой степени, получают опаловое стекло.

ЭКРАН: Электролиз хлорида натрия

6. Под электролизом понимают совокупность окислительно-восстановительных реакций, протекающих на поверхности электродов, помещённых в расплав или раствор электролита, при пропускании постоянного электрического тока. В соответствии с менее точным определением электролиз — процесс разложения вещества под действием электрического тока.
7. В водном растворе в реакциях на электродах могут участвовать и молекулы воды, восстанавливаясь или окисляясь:
   $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$,
   $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$.
   Поэтому состав продуктов электролиза может быть различным.
8. Продукты, выделяющиеся на катоде и на аноде, могут взаимодействовать друг с другом с образованием побочных продуктов электролиза. Чтобы уменьшить протекание побочных реакций, следует создать условия, препятствующие смешению катодных и анодных продуктов. К ним относятся разделение катодного и анод-

ного пространств диафрагмой и фильтрация электролита через диафрагму в направлении, противоположном движению OH^--ионов к аноду. Такие диафрагмы называются фильтрующими диафрагмами и выполняются из асбеста.

9. В случае электролиза расплава NaCl:
   на катоде: $Na^+ + e^- \rightarrow Na^o$
   на аноде: $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2\uparrow$
   В случае электролиза водного раствора NaCl:
   на катоде: $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$
   на аноде: $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2\uparrow$
10. При электролизе расплава хлорида натрия ($T_{пл}$ = 801 °C) на катоде выделяется металлический натрий, а на аноде — газообразный хлор.
    Электролизёр представляет собой футерованный огнеупорным кирпичом стальной сосуд. В качестве анода используют графитовые стержни, в качестве катода — железный (стальной) цилиндр. В верхней части электролизёра имеется устройство для сбора хлора (колокол). Выделяющийся в катодном пространстве металлический натрий собирают в специальный коллектор (устройство для сбора натрия без доступа воздуха).

ЭКРАН: Получение алюминия

6. Стандартный электродный потенциал алюминия равен — 1,66 В, что свидетельствует о довольно сильных восстановительных свойствах металлического алюминия. Ионы металлов со столь отрицательным значением электродного потенциала нельзя восстановить из водного раствора — вместо них будет восстанавливаться вода с выделением водорода. Именно поэтому нельзя восстановить ионы Al^{3+} в водном растворе до металла ни действием химических восстановителей, ни действием электрического тока.
7. В основе промышленного получения алюминия лежит электролиз раствора оксида алюминия Al_2O_3 в расплавленном криолите $Na_3[AlF_6]$. Если чистый оксид алюминия плавится только при 2050 °C, то температура плавления криолита составляет всего 1100 °C, а добавки фторидов кальция и магния снижают температуру плавления до 940 °C. При этой температуре в криолите растворяется до 8—10% оксида алюминия.
   Криолит в расплаве подвергается диссоциации на ионы:
   $Na_3[AlF_6] \rightarrow 3Na^+ + [AlF_6]^{3-}$
   чем и объясняется хорошая электропроводность его расплавов.
8. Рассмотрим устройство электролизёра для получения алюминия с непрерывным самообжигающимся анодом.
   В центре — угольный анод шириной до 3 м и толщиной до 1 м, помещённый в стальной полый анодный кожух. Кожух соединён с домкратами, посредством которых он может подниматься или опускаться. К верхней части кожуха прикреплён стальной колокол, в котором собираются образующиеся при электролизе газы.
   Анод называется угольным, хотя его устройство не так просто. В анодный кожух загружают сверху специальную пластичную полужидкую анодную массу на основе кокса и нефтяного пека. По мере сгорания нижней части анода он опускается,

и полужидкая масса под действием высокой температуры коксуется и превращается в твёрдую углеродную анодную массу.

Электрический ток поступает к аноду по стальным стержням, забитым в анодную массу.

Под (низ) электролизёра и его боковые стенки выложены угольными блоками и плитами, окруженными кладкой из огнеупорного кирпича. Эта кладка, в свою очередь, заключена в стальной кожух. В угольные блоки вмонтированы стальные стержни (катоды) для подвода электрического тока.

9. Поскольку плотность жидкого алюминия составляет 2,3 г/см^3, а плотность электролита около 2,0 г/см^3, то жидкий алюминий собирается на дне электролизёра. Алюминий извлекают из электролизёра один раз в сутки. Для этого пробивают отверстие в корке электролита и опускают через него в нижний слой специальный рукав (трубу). По этой трубе жидкий алюминий всасывается в вакуумный ковш, а затем из ковша металл разливается в формы.
10. Электролитический алюминий содержит обычно 99,5—99,7% алюминия. Для производства 1 т алюминия необходимо 1,89 т Al_2O_3, 0,45 т углеродного анодного материала, 0,07 т $Na_3[AlF_6]$, около 15 000 кВт·час электроэнергии. Годовое мировое производство алюминия в 1990 г. превысило 17 млн т.

ЭКРАН: Химия доменного процесса

6. Чугун — железоуглеродистый сплав, содержащий более 2,1% углерода. Кроме углерода, в нём всегда присутствуют кремний (до 4%), марганец (до 2%), а также фосфор и сера. Чугун является основным исходным материалом для получения стали, на что расходуется примерно 80—85% всего выплавляемого чугуна.
7. Основной исходный материал для выплавки чугуна — железные руды. Наиболее важными среди них являются: красный железняк (гематит) Fe_2O_3, магнитный железняк (магнетит) Fe_3O_4, бурый железняк $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, шпатовый железняк (сидерит) $FeCO_3$.

   Помимо руды, в доменном процессе используют различные флюсы, необходимые для удаления пустой породы и топливной золы. Сплавляясь с флюсом, они образуют легкоплавкий сплав — доменный шлак; в расплавленном состоянии он удаляется из печи через шлаковую летку. В отечественных железных рудах пустая порода, как правило, содержит избыток SiO_2. Поэтому в качестве флюса используют сильноосновные материалы, главным образом известняк $CaCO_3$.
8. Доменная печь предназначена для выплавки чугуна и представляет собой сложнейшее инженерное сооружение высотой более 60 м и диаметром до 10 м, снабженное системой контроля и управления ходом технологического процесса. Домна (доменная печь) состоит из следующих основных частей: верхняя часть — колошник, средняя — шахта и нижняя — горн. Самое широкое место шахты называется распар.

   Доменная печь работает по принципу противотока. Шихтовые материалы — рудный агломерат, кокс и др. — загружают сверху при помощи засыпного (загрузочного) аппарата. Навстречу опускающимся материалам снизу вверх движется поток горячих газов, образующихся при сгорании топлива — кокса, а также природного газа.

9. В верхней части горна происходит сгорание кокса в кислороде, поступающем в печь через специальные фурмы:
   $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 402$ кДж.
   Температура вследствие протекания этого сильно экзотермического процесса достигает максимальной величины (1800—2000 °С).
   Поднимаясь вверх, углекислый газ примерно в зоне распара восстанавливается избытком раскалённого кокса до оксида углерода (II):
   $CO_2 + C \rightarrow 2CO - 160$ кДж.
   При сгорании природного газа, подаваемого в домну, также образуется углекислый газ и водяной пар:
   $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$.
   И углекислый газ, и водяной пар восстанавливаются раскалённым коксом:
   $H_2O + C \rightleftharpoons H_2 + CO - Q$
   Образующиеся оксид углерода (II) и водород участвуют затем в восстановлении оксидов железа.
10. Процесс восстановления оксида железа происходит последовательно от высшего оксида к низшему и далее к чистому металлу:
   $Fe_2O_3 \xrightarrow{570\ ^\circ C} Fe_3O_4 \xrightarrow{800\ ^\circ C} FeO \xrightarrow{1200\ ^\circ C} Fe$.
   Главными восстановителями железа в доменной печи являются газообразный оксид углерода(II) и твердый углерод (в виде кокса).
   Восстановление оксидом углерода называется косвенным (непрямым) восстановлением и происходит по реакциям:
   $3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2 + 54$ кДж
   $Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2 - 37$ кДж
   $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2 + 16$ кДж
   Восстановление Fe_2O_3 начинается при сравнительно низких температурах (400—600 °С) в верхней части шахты печи. По мере опускания рудных материалов вниз повышаются и температура, и содержание CO в доменных газах; при этом создаются условия для окончательного восстановления железа. Эти процессы заканчиваются в нижней части шахты печи при температурах около 900—950 °С. Значение косвенного восстановления очень велико: оксидом углерода CO восстанавливается до 80% всего железа. Остальная часть железа восстанавливается твердым углеродом. Восстановление твердым углеродом называется прямым восстановлением. Оно происходит при температурах выше 1000 °С (зона распара печи) по реакции
   $FeO + C \rightarrow Fe + CO - 151$ кДж
   Уже в шахте доменной печи при температурах выше 400—500 °С наряду с восстановлением железа происходит и его «науглероживание» по реакции:
   $3Fe + 2CO = Fe_3C + CO_2 + 181$ кДж
   Карбид железа Fe_3C хорошо растворяется в твердом железе и постепенно образуется сплав железа с углеродом. С увеличением содержания углерода температура плавления сплава значительно понижается и достигает минимального значения 1147 °С при содержании 4,3% углерода.

В зонах печи с высокими температурами — обычно в нижней части шахты — начинается плавление сплава. Жидкий сплав — чугун, стекая вниз, омывает куски раскаленного кокса и дополнительно интенсивно науглероживается. В нем также растворяются восстановленный марганец, кремний, сера и другие примеси. Конечный состав чугуна устанавливается в горне.

ЭКРАН: Производство чугуна

6. Доменная печь, или домна, предназначена для выплавки железа из железной руды. Доменная печь — вертикальная печь шахтного типа. Внешне домна напоминает большую круглую башню. Её высота (до 35 м) примерно в 2,5—3 раза больше диаметра. Домна состоит из трёх основных частей: верхняя часть — колошник, средняя — шахта и нижняя — горн. Колошник — цилиндрическая часть печи, которая служит для приёма шихты. Ниже колошника находится основная часть печи — шахта, расширяющаяся книзу.

   Для уменьшения нагрузки на нижнюю часть печи шахта опирается на мощное стальное опорное кольцо, поддерживаемое специальными колоннами.

   Вслед за наибольшим расширением (распар) домна суживается книзу (заплечики), так как здесь объём шихты резко уменьшается вследствие плавления и сгорания отдельных её компонентов.
7. Нижняя цилиндрическая часть печи называется горном. Горн предназначен для сгорания топлива. Кокс горит в горне, развивая очень высокую температуру — свыше 2000 °С, под действием которой руда полностью расплавляется. Сгорая, кокс образует углекислый газ. Поднимаясь вверх, углекислый газ взаимодействует с раскалённым коксом с образованием оксида углерода (II), который и восстанавливает руду. Образующиеся в ходе доменного процесса газы покидают печь через колошник.

   Стенки домны выкладывают из огнеупорных материалов — в основном из шамота. Нижнюю часть горна и его основание (лещадь) выполняют из особо огнеупорных материалов — углеродистых (графитизированных) блоков. Для повышения стойкости огнеупорной кладки в ней устанавливают (примерно на 3/4 высоты печи) металлические холодильники, по которым циркулирует вода. Кладка печи снаружи заключена в стальной кожух толщиной до 40 мм.
8. Доменная печь работает по принципу противотока. Шихтовые материалы — агломерат, кокс и др. — загружают сверху при помощи засыпного (загрузочного) аппарата. Под действием собственного веса шихта опускается, проходя через всю домну. Навстречу опускающимся материалам снизу вверх движется поток горячих газов, образующихся при сгорании топлива (кокса, а также природного газа).
9. Кауперы — воздухонагреватели. Выделяющиеся из домны газы имеют высокую температуру и направляются в кауперы для обогрева воздуха, поступающего в доменную печь. Каупер имеет форму цилиндра диаметром до 8 м и высотой до 40 м, сложен из огнеупорного кирпича и заключен в железный кожух. Внутри кауперы имеют нагреваемую насадку. Если доменная печь — аппарат непрерывного действия, то кауперы — аппараты периодического действия, поэтому на одну домну приходится 3—4 каупера.

Принцип работы кауперов следующий. Доменный газ, выходя из печи, по газопроводу поступает в камеру горения, в которой происходит дожигание оксида углерода(II). Горячие продукты сгорания поднимаются кверху, изменяют вверху каупера своё направление и идут вниз через кирпичную насадку, нагревая её. Остывшие газы направляются в дымовую трубу. После того как насадка достаточно нагреется, доменные газы направляют во второй каупер, а первый каупер теперь будет служить для подогрева поступающего в печь холодного воздуха.

Холодный воздух проходит по каналам раскалённой насадки снизу вверх и нагревается до 700 °С — 900 °С, а затем направляется в доменную печь.

10. По назначению доменные чугуны разделяют на литейный и передельный. Литейный чугун переплавляют и из него отливают чугунные изделия. Из передельного чугуна получают сталь. Он составляет около 90% всей выплавки чугуна.

ЭКРАН: Конвертер с кислородным дутьём

6. Химическая сущность происходящих при варке стали процессов заключается в уменьшении содержания углерода, кремния и марганца до определённых величин, а также в возможно более полном удалении вредных примесей — серы и фосфора. В противоположность доменному процессу, в котором преобладают реакции восстановления, при варке стали преобладают реакции окисления. В качестве окислителей используют кислород и оксиды железа, содержащиеся в железной руде. Выплавку стали осуществляют в мартеновских печах, электродуговых и электронно-лучевых печах, а также в специальных конвертерах.
7. Конвертер имеет грушевидный корпус с днищем чашеобразной формы и с верхней частью в форме усеченного конуса (в металлургии верхнюю часть конвертера называют шлёмом). Верхнее отверстие шлёма (горловина) служит для заливки чугуна, загрузки лома, извести и других материалов, а также для выхода газов во время продувки. Для отделения металла от шлака при сливе в ковш конвертер снабжают леткой. Кожух конвертера сваривают из толстых стальных листов и футеруют огнеупорным доломитовым кирпичом, толщина футеровки 70—90 см. Наружный диаметр конвертера достигает 8 м.

   В процессе работы конвертер можно поворачивать вокруг горизонтальной оси на 360 ° для завалки скрапа, заливки чугуна, слива стали, шлака и т.д. Для этих целей конвертер снабжён специальным опрокидывающим устройством.
8. В горловину конвертера вертикально вставляется водоохлаждаемая фурма для подачи кислорода. Нижняя часть фурмы заканчивается соплом из меди, через которое кислород и поступает в конвертер. Во время продувки чугуна кислородом конвертер находится в вертикальном положении. Фурму устанавливают строго вертикально по оси конвертера. Её поднимают специальным механизмом.
9. Струя кислорода энергично внедряется в жидкий чугун (под давлением свыше 10 атм.) и вступает в реакции с различными примесями чугуна. За первые 5—10 минут окисляются кремний и марганец. В результате этих экзотермических реакций температура металла в конвертере поднимается с 1200—1250 °С до 1400—1450 °С. После этого происходит быстрое и интенсивное выгорание углерода. Окисление кремния, марганца, углерода и других компонентов сопровождается выделением

такого количества тепла, которое достаточно для проведения металлургического процесса даже без специального внешнего нагревателя. Кислород продолжают вдувать в конвертер до тех пор, пока содержание углерода в чугуне не снизится до заданного предела. При этом температура металла достигает уже 1600 °С. Реакции, развивающиеся в конвертере, дают столько тепла, что его хватает не только для нагрева чугуна, но еще и для того, чтобы расплавить железный лом.

10. **Стадия 1. Загрузка лома и жидкого чугуна.** Конвертер наклоняют и через горловину с помощью завалочных машин загружают скрапом — стальным ломом, известью, железной рудой, бокситом, плавиковым шпатом. Затем в конвертер из чугуновозных ковшей заливают жидкий передельный чугун, имеющий температуру 1250—1400 °С. Такой чугун содержит 3,7—4,4% С; 0,7—1,1% Mn; 0,4—0,8% Si; 0,03—0,08% S; 0,15—0,3% P.

    Стадия 2. Кислородное дутьё. После загрузки конвертер поворачивают в вертикальное рабочее положение, внутрь его вводят кислородную фурму и подают кислород. Струи кислорода, поступающие под большим давлением в конвертер, проникают в металл, вызывают его циркуляцию и перемешивание со шлаком. Последнее, в свою очередь, способствует повышению скорости окисления содержащихся в чугуне С, Si, Mn, P. Благодаря интенсивному окислению примесей в зоне под фурмой температура достигает 2400 °С.

    Стадия 3. Выпуск готовой стали. В момент, когда содержание углерода достигает значения, заданного для выплавляемой марки стали, подачу кислорода прекращают и фурму вынимают. Для выпуска стали в шлемной части конвертера имеется специальное отверстие — летка. Выпуск стали через летку исключает возможность попадания шлака в металл. Чтобы вылить из конвертера выплавленную сталь, его наклоняют, но в сторону, противоположную загрузке, — в разливочный пролёт цеха. Через летку полученная жидкая сталь выпускается из конвертера в сталеразливочный ковш, установленный на электрифицированной дистанционно управляемой самоходной тележке.

    Стадия 4. Удаление шлака. Вслед за металлом в специальные шлаковозы сливают шлак. Шлак из конвертера сливают через горловину в шлаковый ковш, установленный на шлаковозе под конвертером.

ЭКРАН: Выплавка стали в электропечи

6. В настоящее время около 30% стали выплавляется в электропечах. Наиболее распространены дуговые электропечи. Для плавки стали в этих печах используется тепло электрической дуги. Главное достоинство этого способа — возможность достижения высоких температур плавления (до 2500 °С).
7. Дуговая электропечь имеет вид цилиндрической чаши диаметром более 7 м и высотой 5,5 м. Корпус печи снаружи покрыт листовым металлом, одет в сварной металлический кожух, а изнутри выложен огнеупорным кирпичом. Плавильное пространство ограничено стенками, подом (внизу) и сводом (вверху). Съёмный свод выполнен из высокоогнеупорного материала. В своде имеются три водоохлаждаемых отверстия, через каждое из них в печь пропускают огромный графитовый стержень — электрод.

В стенке корпуса справа имеется рабочее окно (для слива шлака, загрузки ферросплавов, взятия проб), закрытое при плавке заслонкой. Готовую сталь выпускают через сливное отверстие со сливным желобом.

8. Плавка стали обычно производится следующим образом. Свод печи отводят в сторону, и на под печи осторожно загружают шихту. Шихта для плавки в дуговой печи состоит на 90% из скрапа (отходы сталелитейного производства, бракованные отливки, отходы кузнечного и прокатного производства, стальной лом) и на 10% из чугуна. Для получения шлака требуемого состава в печь над шихтой помещают известняк и железную руду в количестве до 1% от веса металлической шихты. Завалка шихты может производиться и через боковое загрузочное окно. После этого свод возвращают на место, а электроды опускают так, чтобы они на 2—3 см не доходили до верха загруженного металлолома. Зажигают дугу и по мере расплавления металлолома постепенно увеличивают мощность. В печь вводят кислород для окисления углерода и кремния и известь для образования шлака. На этом этапе химия плавки такая же, как и в кислородно-конвертерном процессе. Сразу после расплавления шихты, примерно через каждые 20 мин, из ванны берут пробы металла и шлака. В конце плавки, если нужно, корректируют состав стали и добавляют лигатуру (легирующие элементы в виде ферросплавов). Затем выключают дугу, поднимают электроды, наклоняют печь и по специальному желобу выпускают сталь в сталеразливочный ковш.
9. Вместимость современных плавильных печей составляет от 0,5 до 400 тонн. Одна 80-тонная сталеплавильная печь полностью заменяет 4 мартеновских печи емкостью 180 т каждая. Расход электроэнергии на расплавление 1 т металлической шихты составляет 1600—1800 МДж, на рафинирование 1 т металла до 700—1100 МДж.
10. Первое в нашей стране металлургическое предприятие этого типа было построено у подмосковного полустанка Затишье в 1917 г. (ныне металлургический завод «Электросталь» в городе с тем же названием).

ЭКРАН: Выплавка стали в электронно-лучевой печи

6. Электронно-лучевая печь предназначена в первую очередь для плавки наиболее тугоплавких металлов (ниобия, молибдена, вольфрама и др.). Электронно-лучевая плавка обеспечивает высокую чистоту переплавленного металла и однородность его структуры, а также позволяет получать металлические слитки до 100 т.
7. Нагревание и плавка металлов электронным пучком основаны на превращении кинетической энергии электронов при их соударении с поверхностью металла в тепловую энергию. В печи используются ускоряющее напряжение до 30—35 кВ, в этих условиях подавляющая часть энергии электронов превращается в тепловую энергию. Однако некоторая доля энергии электронов превращается в энергию рентгеновского излучения. При ускоряющих напряжениях свыше 50 кВ доля рентгеновского излучения заметно возрастает, защита обслуживающего персонала от излучения становится очень сложной, поэтому установки с таким ускоряющим напряжением не строят.

8. Среди основных узлов укажем на электронную пушку, источник питания, плавильную камеру, кристаллизатор, механизмы подачи и выдачи слитков, систему вакуумирования, систему охлаждения.
9. Плавильная камера предназначена для размещения в ней расплавляемой заготовки, электронных пушек и кристаллизатора. Для удобства чистки внутренняя поверхность камеры максимально гладкая. Камера снабжена патрубками. При помощи одного или двух из них камера сообщается с вакуумной системой. Один из патрубков может закрываться съемной крышкой и служить люком для доступа внутрь камеры обслуживающего персонала. Для защиты обслуживающего персонала от излучений стенки плавильной камеры изготовлены из стали толщиной до 15 мм, а смотровые окна защищены специальными стеклами толщиной до 40 мм. Поскольку стенки рабочей камеры воспринимают тепловое излучение, их через специальные теплообменники охлаждают водой.
10. Для успешной плавки в электронно-лучевых печах создаётся глубокий вакуум с остаточным давлением в плавильной камере порядка 0,001 Па ($\approx 10^{-5}$ мм ртутного столба). Высокое разрежение необходимо для того, чтобы:

– пучок электронов на пути к нагреваемому металлу не терял энергию при столкновении с атомами и молекулами газов,
– по возможности удалить газы, способные окислять расплавляемый металл (кислород, азот, пары воды и др.),
– способствовать удалению из расплавленного металла летучих примесей уже в процессе плавки.

ЭКРАН: Обогащение руд флотацией

6. Под флотацией понимают процесс разделения веществ (в частности, минералов), основанный на различной смачиваемости зёрен минералов жидкостью. Так, сера и сульфиды плохо смачиваются водой, а кварц, оксиды и карбонаты — хорошо.
7. Частицы несмачиваемого (**гидрофобного**) минерала не могут преодолеть сил поверхностного натяжения жидкости (воды) и остаются на её поверхности. Частички смачиваемого (**гидрофильного**) материала обволакиваются плёнкой жидкости и опускаются на дно аппарата. На этом явлении и основан метод флотации.
8. Для проведения флотации используют различные вспомогательные вещества, или флотационные реагенты. Флотореагенты — это химические вещества (обычно поверхностно-активные), которые добавляют в пульпу для создания условий избирательного (селективного) разделения минералов. Флотореагенты позволяют регулировать взаимодействие минеральных частиц и газовых пузырьков. По назначению различают три группы флотореагентов: собиратели, пенообразователи и модификаторы.
   1. Собиратели (коллекторы). Роль этих реагентов заключается в селективной гидрофобизации (понижении смачиваемости) поверхности некоторых минеральных частиц и возникновении тем самым условий для прилипания к ним газовых пузырьков.
   2. Пенообразователи (вспениватели). Их роль сводится к понижению поверхностного натяжения жидкости, что способствуют образованию устойчивой оболочки пузырьков воздуха и стабилизации пены.

3. Модификаторы (регуляторы) позволяют усилить, ослабить или исключить адсорбцию собирателей на минералах. Благодаря модификаторам уменьшается расход собирателей и достигается разделение минералов с близкой плотностью.

9. Тонкоизмельченная взвесь породы с флотореагентами поступает в машину, состоящую из большого резервуара (камеры), внутри которого установлены перегородки, между которыми расположены трубки. По этим трубкам в камеру подаётся воздух под давлением, который перемешивает пульпу. Пузырьки воздуха, поднимаясь вверх, увлекают за собой частицы гидрофобного минерала, всплывающего на поверхность воды. Подаваемый в пульпу воздух обеспечивает циркуляцию водной взвеси частиц в камере.

   Для успешного проведения флотации в водную взвесь добавляют пенообразователи. Частицы минералов с несмачиваемой поверхностью, прилипая к пузырькам воздуха, выносятся наверх в виде минерализованной пены. Пена с поверхности жидкости вместе с частицами гидрофобного минерала переливается через борт камеры в специальный желоб, откуда далее она поступает на фильтрование. Частицы, осевшие на дно камеры, выводятся в виде флотационных хвостов.

10. Природные минералы в большинстве случаев хорошо смачиваются водой, поэтому для их разделения флотацией в водную суспензию вводятся специальные реагенты — собиратели (коллекторы), снижающие смачиваемость отдельных природных минералов. Так, олеиновая и нафтеновые кислоты покрывают поверхность частиц гидрофильных минералов гидрофобной плёнкой, частицы минерала «прилипают» к пузырьку воздуха, всплывают и выводятся из камеры. Этому способствуют молекулы пенообразователя.

    Наоборот, если нужно затруднить всплывание отдельных минералов, в суспензию вводят подавители, увеличивающие гидрофильность частиц минералов, что способствует осаждению частиц на дно.

    Флотационный метод обогащения получил широкое промышленное применение благодаря тому, что использование различных флотореагентов, добавляемых в малых количествах (до 100 г на 1 т породы), позволило обогащать и разделять на фракции самое разнообразное (практически любое) минеральное сырьё.

ЭКРАН: Обжиг известняка

6. Уравнение реакции:

   $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ} CaO + CO_2$.

   Обжиг карбонатных пород ведут в шахтных или вращающихся печах. В шахтных печах можно обжигать только твёрдые породы (известняк, мрамор и др.), а во вращающихся — как твёрдые, так и мягкие породы, например мел.

7. Шахтная печь представляет собой цилиндрическую конструкцию высотой до 20 м. Шахта печи состоит из стального кожуха и кладки. Наружная часть кладки выполняется из обыкновенного кирпича, а внутренняя — из огнеупорного. Толщина футеровки в зоне обжига достигает 46 см. Шихта поступает в печь через загрузочную воронку с двойным конусным затвором, расположенную в верхней части печи. Загрузочное устройство позволяет равномерно распределять сырьё и

топливо по поперечному сечению шахты и одновременно герметизировать печь. Под печи (нижняя часть печи) делается подвижным и называется улитой. Вследствие вращения улиты вокруг своей оси образовавшаяся в зоне обжига известь перемещается к нижнему выгрузному отверстию печи.

8. В шахтной печи различают (считая сверху вниз) три зоны: подогрева, обжига и охлаждения. В **зоне подогрева** из известняка и топлива (в случае использования твёрдого топлива — кокса или антрацита) удаляется влага. Известняк нагревается до температуры начала разложения, а топливо — до температуры воспламенения. В **зоне обжига** за счет сгорания топлива или поступления продуктов его сгорания из топок (в случае работы печи на жидком или газообразном топливе) достигается максимальная температура (до 1000 °C — 1200 °C) и активно происходит разложение $CaCO_3$ и $MgCO_3$. В **зоне охлаждения** материал охлаждается поступающим в печь снизу холодным воздухом.
9. Шахтные печи различают по виду применяемого в них топлива и по способу его сжигания. В **пересыпных печах** твёрдое топливо подаётся вместе с сырьём и сгорает между кусками обжигаемого материала. В **печах с выносными топками** последние расположены по внешнему периметру печи. В них сжигается твёрдое топливо (полностью или частично), и образующиеся горячие газы поступают в зону обжига. В **газовых печах** топливом чаще всего служит природный газ, который подаётся непосредственно в шахтную печь и сжигается в слое материала. Наиболее производительны и экономичны пересыпные печи, но в них продукт обжига загрязнён золой. Наиболее высокое качество имеет продукт при обжиге в газовых печах.
10. **Вращающиеся печи** позволяют получать мягкообожженную известь высокого качества из мелкокускового известняка и из мягких карбонатных пород — мела, туфа, известняка-ракушечника, которые нельзя обжигать в шахтных печах из-за склонности этих материалов к закупорке шахты.

    Длина обжигательных вращающихся печей составляет 30—100 м при диаметре 1,8—3 м, производительность достигает 400—500 т/сут, что в 2—4 раза выше, чем у шахтных печей. Одно из важнейших технологических преимуществ обжига извести во вращающихся печах — малое время прохождения материала от места загрузки до выхода из печи, что обеспечивает оперативность управления процессом. Вращающиеся печи обеспечивают компактность технологической схемы, позволяют автоматизировать процесс и снизить капитальные затраты на строительство цехов. Во вращающихся печах может быть получена известь высокого качества обжигом при средних и достаточно высоких температурах. При этом известь значительно более однородна по составу и содержит меньше примесей.

ЭКРАН: Производство ацетилена

6. Для получения ацетилена в промышленности используют два основных способа — карбидный способ и пиролиз углеводородного сырья. В основе этих способов лежат уравнения реакций:

    $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2\uparrow$

    $2CH_4 \rightleftarrows C_2H_2 + 3H_2$

7. Из метана ацетилен получают путем высокотемпературного пиролиза по уравнению

   $2CH_4 \rightleftarrows C_2H_2 + 3H_2 - 376$ кДж.

   Эта реакция эндотермична, и равновесие смещается вправо только при температуре выше 1300 °С.

   Однако ацетилен при нагревании легко разлагается на углерод и водород:

   $C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2$

   Эта реакция становится заметной при 1000 °С и достигает значительной скорости при 1200 ° — 1600 °С, т.е. при температуре, при которой и проходит пиролиз метана.

   Для увеличения выхода ацетилена приходится резко уменьшить время протекания реакции. Экспериментально найдено, что хороший выход ацетилена (при небольшом образовании сажи) получается при степени конверсии метана 50% и времени его пребывания в зоне реакции не более 10 миллисекунд. Во избежание дальнейшего разложения ацетилена необходима быстрая «закалка» реакционных газов, что на практике достигается впрыскиванием холодной воды, при этом температура резко снижается и распад ацетилена не происходит.
8. Кислород и метан предварительно подогревают до 600—700 °С в трубчатых печах, имеющих топки для сжигания природного газа. Подогретые газы поступают в реактор. Реактор состоит из стального корпуса, футерованного изнутри огнеупорным материалом. Внутри реактора размещены смесительная камера и горелочная керамическая плита с 780 отверстиями. Метан и кислород смешиваются в смесительной камере и поступают через отверстия горелочной плиты в камеру горения (нижняя часть реактора). Под горелочной плитой расположены форсунки для подачи в реактор воды для охлаждения и «закалки» смеси. Образовавшиеся газы, содержащие ацетилен, водород, а также метан и оксид углерода, отводятся из нижней части реактора и поступают на разделение и очистку. Недостатком метода является низкое содержание ацетилена в продуктах пиролиза (около 8%) и необходимости сложной очистки его.
9. В зависимости от условий проведения реакции гидролиза карбида кальция различают две разновидности этого метода.
   1. **«Мокрый способ»**, в соответствии с которым карбид вносят в воду. При этом берётся большой объём воды — до 10 м^3 воды на 1 т карбида. Поскольку реакция является сильно экзотермической, то избыток воды необходим для отвода тепла — вода за счёт теплоты реакции нагревается до 50 °—70 °С. Недостатком этого способа является то, что гидроксид кальция получается в виде суспензии, содержащей до 70% воды, что затрудняет его транспортировку и последующее использование.
   2. **«Сухой способ»**, в соответствии с которым вода подаётся на карбид кальция в таком количестве, чтобы полностью обеспечить реакцию гидролиза карбида. Реакционное тепло отводится в этом случае за счет испарения воды. Известь при этом получается в виде порошкообразного продукта, содержащего не более 5% воды.

   Генератор ацетилена выполнен в виде цилиндра с конической нижней частью. Внутри стального корпуса имеются полки со сквозными отверстиями, а также

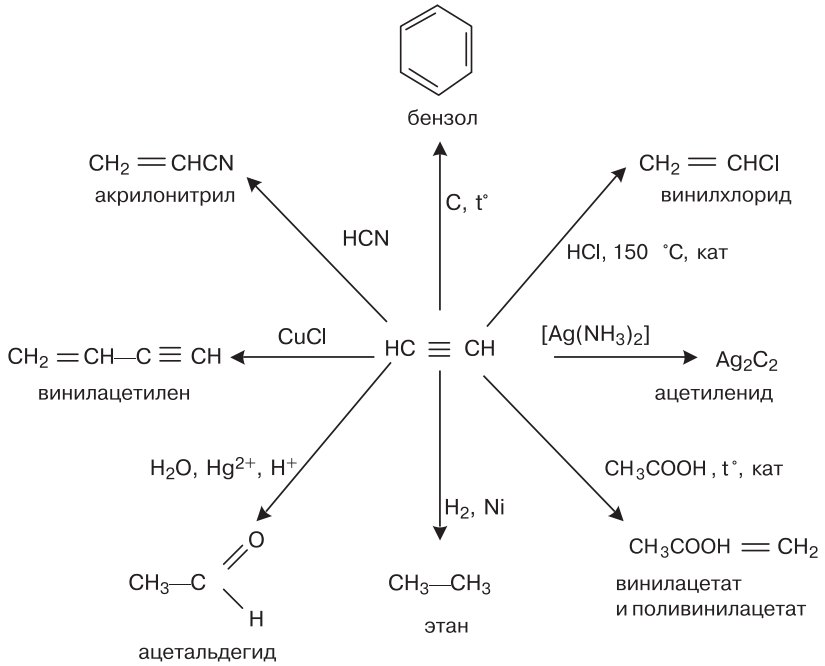
специальные скребки, насаженные на общий вращающийся вал. Карбид кальция из бункера поступает на верхнюю полку генератора. В верхнюю часть генератора с помощью разбрызгивающего устройства подаётся с заданной скоростью вода. Смоченный карбид кальция скребками перемещается по спирали сверху вниз, пересыпаясь через отверстия в полках. Такая схема способствует равномерному взаимодействию карбида кальция с водой, а также полноте гидролиза карбида кальция.

Образующийся ацетилен выделяется через газоотводную трубу. Гидроксид кальция (пушонка) накапливается в нижней конической части реактора, откуда выгружается через специальное отверстие и поступает на транспортёр.

10. Ацетилен — важный продукт органической химии. Основная масса ацетилена используется в качестве сырья в различных химических производствах, что связано с высокой реакционной способностью ацетилена.

Из ацетилена можно получить бензол, винилхлорид, винилацетат, ацетальдегид, винилацетилен, акрилонитрил и др.:

СИНТЕЗЫ НА ОСНОВЕ АЦЕТИЛЕНА



Большинство из названных продуктов используются в реакциях полимеризации и поликонденсации для получения высокомолекулярных соединений, например синтетических каучуков и пластмасс. Наиболее крупнотоннажные продукты переработки ацетилена — винилхлорид (27%), акрилаты (19%), винилацетат (12%). На долю хлорорганических растворителей приходится около 18% производимого ацетилена.

Ацетилен широко применяется также для газовой резки и сварки металлов из-за его высокого энергосодержания (энтальпия образования ацетилена составляет +226 кДж/моль).

ЭКРАН: Переработка нефти

6. Нефть — это маслянистая жидкость от светло-коричневого до тёмно-бурого цвета, представляющая собой сложную смесь различных углеводородов. В состав любой нефти входят алканы (парафины), циклоалканы (нафтены) и ароматические углеводороды. Соотношение этих соединений различное в зависимости от месторождения нефти. Кроме того, нефть содержит разнообразные примеси, массовая доля которых может достигать 4—5%. Наиболее распространенные примеси — органические кислоты, сероводород, серные соединения. В нефти обнаружены в небольших количествах соединения металлов (никеля, магния, кальция, ванадия, железа). Всего в состав нефти входят свыше 20 химических элементов.
7. В основе первичной переработки нефти лежит дистилляция (перегонка) под обычным атмосферным давлением. Углеводороды, составляющие нефть, кипят при различной температуре, и на этом основано разделение нефти на фракции в ректификационной колонне. Поступающую по трубопроводу нефть нагревают в трубчатой печи пламенем горящего мазута или газа примерно до 350 °С. Образующуюся смесь жидких и газообразных веществ направляют в ректификационную колонну. Внутри колонны есть несколько десятков перегородок с отверстиями (тарелок). Газообразные вещества, постепенно продвигаясь вверх, сжижаются на тех или иных тарелках в зависимости от температуры кипения. Менее летучие углеводороды сжижаются на нижних тарелках, образуя дизельное топливо, и т.п.
8. Петролейный эфир, бензин, керосин, газойль, лигроин. При дальнейшей перегонке мазута в вакууме выделяют дополнительно вазелин, машинные масла, парафин.
9. В основе вторичной переработки нефтепродуктов лежат реакции крекинга и риформинга. Крекинг — это разложение углеводородов нефти на более лёгкие. При крекинге протекают, например, такие процессы:

   $C_{12}H_{26} \rightarrow C_6H_{14} + C_6H_{12}$

   $C_8H_{18} \rightarrow C_4H_{10} + C_4H_8$

   Крупные молекулы расщепляются примерно в центре углеродной цепи по месту связи С—С (эта связь менее прочная, чем связь С—Н). Как видно, при крекинге наряду с алканами образуются алкены.

   Различают два способа крекинга нефтепродуктов — термический и каталитический. Более прогрессивный второй способ.

   Термический крекинг проводят при высокой температуре, обычно 450—600 °С, и повышенном давлении 2—7 МПа. Каталитический крекинг проводится при более низком давлении в присутствии катализаторов.

   Каталитический риформинг — сложный химический процесс, включающий разнообразные реакции, которые позволяют коренным образом преобразовать

углеводородный состав бензиновых фракций и тем самым значительно улучшить их антидетонационные свойства.

Основой процесса риформинга служат четыре типа реакций: изомеризация углеводородов, дегидрирование шестичленных циклоалканов, дегидроизомеризация пятичленных циклоалкенов, ароматизация (дегидроциклизация) парафинов.

10. Октановое число характеризует устойчивость топлива к детонации. Чем меньше ОЧ, тем меньше устойчивость топлива к детонации. Самыми малыми значениями октановых чисел характеризуются углеводороды неразветвлённого строения. Октановое число углеводородов разветвлённого строения больше. Большими октановыми числами характеризуются ароматические углеводороды. Октановое число изооктана (2,2,4-триметилпентана) принято за 100, он обладает высокой детонационной стойкостью. Октановое число н-гептана принято за 0, так как он легко детонирует.

    Бензин, получаемый при перегонке нефти, имеет низкое октановое число, так как он богат парафиновыми углеводородами. Такой бензин можно «облагородить», если его нагревать в присутствии платинового катализатора. При этом парафиновые и циклопарафиновые углеводороды превращаются в ароматические углеводороды. Происходит «ароматизация» бензина, повышение его октанового числа.

Для записи

Серия «НАГЛЯДНАЯ ШКОЛА»

Интерактивное учебное пособие
«НАГЛЯДНАЯ ХИМИЯ.
Химическое производство. Металлургия»

Идея пособия — *Кудрявцев А.А.*, *Шалов В.Л.*
Сценарии и дизайн интерактивов — *Кудрявцев А.А.*
Дизайн и художественное оформление — *Демьянова Л.В.*
Иллюстрации — *Ершова М.Н.*
Художественный редактор — *Демьянова Л.В.*
Авторы заданий — профессор,
кандидат химических наук *Медведев Ю.Н.*, *Расулова Г.Л.*
Учебно-методическое содержание — профессор,
кандидат химических наук *Медведев Ю.Н.*
Редактор — *Стрелецкая Н.В.*
Корректоры — *Гаврилова С.С.*, *Иванова Л.И.*

© ООО **«Экзамен-Медиа»**. Все права защищены.
Россия, 107078, г. Москва, Новая Басманная, д. 18, стр. 5
Телефон: +7 (495) 641-00-39
www.examen-media.ru
www.экзамен-медиа.рф
e-mail: info@examen-media.ru

© ООО «Издательство «***ЭКЗАМЕН***». Все права защищены
107045, Россия, Москва, Луков пер., д. 8
Телефон/Факс (495) 641-00-30
www.examen.biz
E-mail: info@examen.biz

© ООО «Design group «***YELLOW***». Все права защищены