

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РФ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Кафедра технологии и предпринимательства

Арсентьев Даниил Эдуардович

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Развитие элементов пространственного мышления школьников на факультативных занятиях по технологии с использованием возможностей программы КОМПАС-3D

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) Технология

Допускаю к защите:

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент Бортновский С.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия, инициалы)

28.06.2021

(дата, подпись)

Научный руководитель

к.ф-м.н., доцент Чиганов А.С.

(ученая степень, ученое звание, фамилия, инициалы)

28.06.2021

(дата, подпись)

Дата защиты 28.06.2021

Обучающийся Арсентьев Д.Э.

(фамилия, инициалы)

28.06.2021

(дата, подпись)

Оценка Хорошо

(прописью)

Красноярск, 2021

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. Особенности программы КОМПАС-3D для преподавания в школе	5
1.1. Проблема в преподавании технологии в школе, использование программ 3D-моделирования в школьном учебном процессе.	5
1.2. Программа Компас-3D.....	8
1.3. Эскизы в КОМПАС-3D	12
1.4. Чертежи в программе КОМПАС-3D	15
1.5. Разрезы и их классификация	19
ГЛАВА 2. Анализ собранной информации и перспективы использования программы КОМПАС-3D в обучении школьников.....	25
2.1. Анализ программы КОМПАС-3D на предмет пригодности для развития пространственного мышления школьников.....	25
2.2. Разработка план-конспектов к урокам учащихся 8-ых классов.....	26
Список литературы	55

«...в информационном обществе, когда информация становится высшей ценностью, а информационная культура человека – определяющим фактором его профессиональной деятельности, изменяются и требования к системе образования, происходит повышение статуса образования»

(К.т.н. Толубаева К.К., Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Казахстан).

ВВЕДЕНИЕ

Во многих школах отсутствует изучение такой компьютерной программы, как КОМПАС-3D. Выпускники школ, придя в институты или техникумы, могут столкнуться с учебными предметами, в которых необходимо выполнять различные задания. Не имея базовых знаний об использовании данной программы, у них могут возникнуть сложности. Кроме этого, изучение программы КОМПАС-3D в школе, может повлиять на дальнейшую профессиональную ориентацию ученика и в дальнейшем он выберет профессию инженера-проектировщика.

Объект исследования: Внедрение работы с КОМПАС-3D в учебный процесс.

Предмет исследования: Изучение 3D-моделирования, построения чертежей, выполнения разрезов на примере программы КОМПАС-3D.

Цель исследования: Разработать план-конспекты уроков, где изучается программа КОМПАС-3D на факультативных занятиях.

Задачи исследования:

1. Выявить актуальность проблемы преподавания уроков технологии в школах.
2. Концептуальный анализ вопросов пространственного мышления

3. Собрать информацию о программе КОМПАС-3D и разрезах.

4. Проанализировать собранную информацию на предмет дальнейшей разработки план-конспектов уроков.

5. Построить план-конспекты уроков.

Лично для меня данная тема имеет немаловажное значение. За четыре года появился довольно интересный опыт работы с КОМПАС-3D, который хотелось бы проверить, например, в разработке план-конспектов к факультативным занятиям – каким образом можно научить детей строить 3D-детали, выполнять их чертежи, разрезы и т.д.

ГЛАВА 1. Особенности программы КОМПАС-3D для преподавания в школе

1.1. Проблема в преподавании технологии в школе, использование программ 3D-моделирования в школьном учебном процессе.

При рассмотрении программы ФГОС можно столкнуться с несоответствием получаемых знаний учеником и требованиями современного общества. В современном мире существует множество новых методов и способов обработки материалов, создания изделий, поэтому существующая программа работы с инструментами теряет свою практическую значимость и актуальность. В качестве примера может послужить работа с коловоротом или ручным дрелем в 5 классе. В настоящее время при изучении темы «Получение отверстий в изделиях», уделяется время для рассмотрения и обучения работы с коловоротом, хотя существует множество электрических современных инструментов, позволяющих выполнить функцию коловорота [26].

Поскольку в XXI веке информационные технологии в образовании включают методы, методическое обеспечение и интеллектуальные инструментальные средства для автоматизации процесса обучения на базе компьютерных обучающих систем. С помощью использования возможностей современных ЭВМ, включающих представление информации с применением наглядных моделей процессов, различных справочников, анимации, можно повысить интерес обучающихся к предмету технология [26].

Пространственное мышление – это один из видов интеллектуальной деятельности, с помощью которого возможно создание трехмерных образов и действия с ними в процессе решения всевозможных задач. Другими словами, это способность человека представить объект во всех его деталях и проявлениях и каким-либо образом трансформировать этот объект [25].

Развитие пространственного мышления человека идёт в течение всей жизни, однако в детском возрасте закладывается его основа, фундамент. До детского садика родители развивают его с помощью игр и простых

технологических операций, помогающих ребенку познавать окружающий мир. В дошкольном возрасте, в детском саду ребёнок начинает лепить и рисовать, выполняет поделки, но, опять же больше в игровой форме, хотя уже привносятся элементы занятий с преподавателями - кружки, дополнительные занятия, часто – дома самостоятельно. В школе ребенок, переходя из класса в класс, развивает пространственное мышление в рамках образовательной программы на уроках технологии, геометрии, алгебры и черчения [1].

В первую очередь нужно определиться с теми задачами, которое обучение трехмерным технологиям должно решать. Если основная задача — научить печатать трехмерные детали, тогда достаточно использовать бесплатный Tinkercad и программное обеспечение трехмерного принтера. Tinkercad прост, работает он-лайн и поддерживает выгрузку моделей для трехмерных принтеров. Этот программный продукт можно использовать для погружения в 3D в 5-х — 7-х классах [1].

В дальнейшем, для развития пространственного мышления, мы можем использовать более серьезные программы в учебном процессе. Это 3D Studio Max, Autocad, Maya, Moodbox, Blender, Компас-3D. Конечно, 3D Studio Max сделан так, что принципы работы и инструменты программы легко воспринимаются учениками. И еще одна причина этого выбора – программное обеспечение используется во многих реальных секторах бизнеса, от архитектурных студий до конструкторских бюро. Школьники будут более мотивированы, осваивая программы, если в дальнейшем они могут стать их профессией и источником существования. Профессия специалиста по трехмерной графике сегодня достаточно востребована [1].

3D-моделирование в школах преподавать надо, это очевидный факт. Изучение трехмерной графики в школах возможно и крайне полезно. Многим из школьников это интересно, они стремятся осваивать эти технологии [1].

Актуальность использования Компас 3D обусловлена необходимостью наиболее эффективного использования информационного потенциала школы, а так же образовательной потребностью учащихся в становлении их индивидуальных образовательных траекторий и недостаточной разработанностью путей и условий реализации данного процесса в современной школе [22].

Основным преимуществом системы является возможность ее бесплатного использования. При этом функциональность системы не уступает коммерческим аналогам. Еще одним важным преимуществом системы Компас 3D является то, что она распространяется в открытом исходном коде, что позволяет адаптировать ее под специфику задач, которые должны быть решены с ее помощью. Также к преимуществам следует отнести легкость инсталляции, а также обновления при переходе на новые версии [22].

КОМПАС-3D выбирают по следующим критериям:

- Наличие необходимой функциональности;
- Проектирование изделий любой сложности;
- Качественное оформление Конструкторской Документации (КД) по Единой Системе Конструкторской Документации (ЕСКД) или Системе Проектной Документации для Строительства (СПДС);
- Автоматизация отраслевых задач;
- Простота освоения;
- Бесплатная техническая поддержка;
- Гибкая лицензионная политика;
- Льготное замещение зарубежных САПР;
- Встраивание в PLM-среду предприятия [23].

1.2. Программа Компас-3D.

Система «Компас-3D» предназначена для создания трёхмерных ассоциативных моделей отдельных деталей (в том числе, деталей, формируемых из листового материала путём его гибки) и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе проектированного ранее прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства [2].

Система «Компас-3D» включает следующие компоненты: система трёхмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования «Компас-График» и модуль формирования спецификаций. Ключевой особенностью «Компас-3D» является использование собственного математического ядра и параметрических технологий [2].

Использование функциональных возможностей наложения параметрических взаимосвязей на геометрические примитивы эскиза, а также задание аналитических зависимостей между взаимосвязанными размерами модели повышает эффективность проектирования [3].

Библиотека КОМПАС-Shaft 3D является ярким примером повышения эффективности проектирования за счет использования дополнительных приложений. Зубчатые колеса, червячные колеса, валы, втулки, стаканы, ступицы — детали, моделирование которых с использованием приложения КОМПАС-Shaft 3D значительно повышает эффективность проектирования в КОМПАС-3D. С помощью инструментов прикладной библиотеки возможно как полностью создавать детали, так и добавлять к построенным моделям стандартными средствами КОМПАС-3D только, например, стандартизованные конструктивные элементы, среди которых:

- шлицы;
- шпоночные пазы;

- центровые отверстия;
- конические инструментальные отверстия;
- проточки для резьбы;
- канавки выхода шлифовального круга и другие [3].

Особенности программы

Программа имеет свои особенности, которые присущи только ей, что выделяет ее среди других софтов для промышленного проектирования:

- собственное математическое ядро С3D и использование параметрических технологий, созданных специалистами АСКОН;
- интерфейс на русском языке, являющийся удобным и простым даже для новичков;
- взаимодействие с другими программами по проектированию, созданное в Компасе перемещается без потери данных;
- поддержка разнообразных форматов передачи файлов, импорт и экспорт осуществляется при помощи основных форматов передачи;
- проектирование трубопроводов, кабельных систем, часть разработки проектов происходит автоматически, что значительно упрощает работу для специалистов на предприятиях;
- имеет встроенный модуль для разработки электрических цепей [4].

Интерфейс

Программа предлагает выбрать режим работы при загрузке, на стартовой странице можно выбрать обучающие материалы и обновления [4].

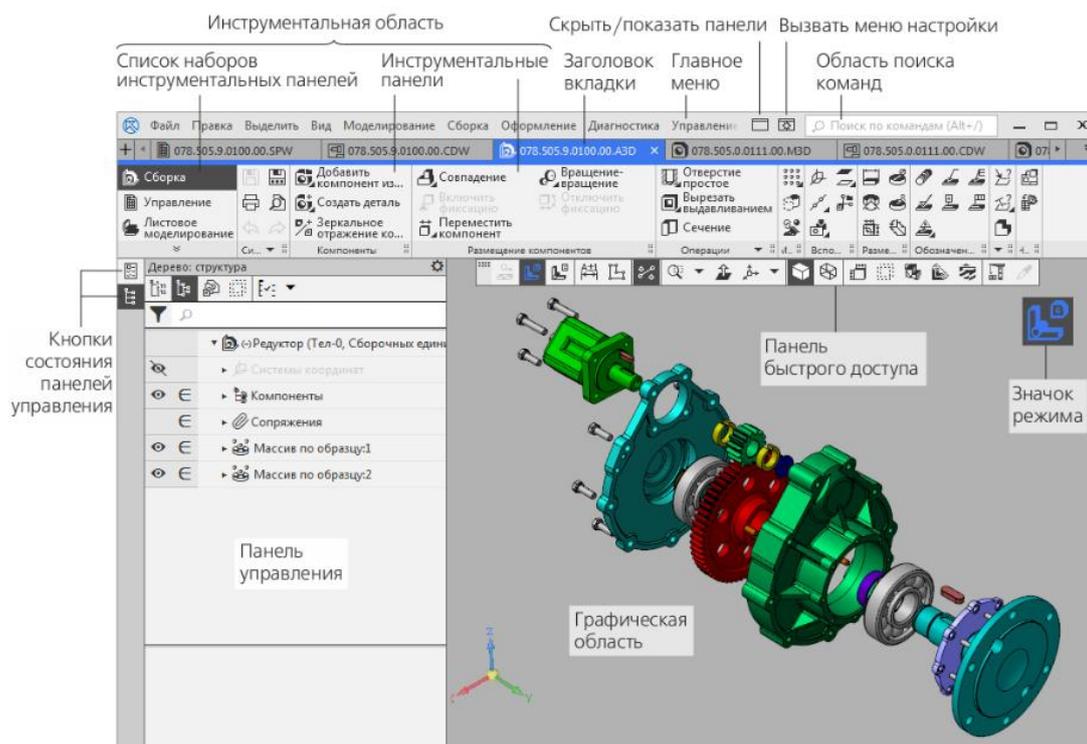


Рис. 1. Интерфейс системы [4].

В нижней части страницы выбираются:

- открыть имеющийся проект;
- создать проект;
- создать чертеж;
- текстовый документ готового проекта;
- сборка и технологическая сборка;
- деталь для проекта [4].

После выбора режима работы перед пользователем открывается окно софта, включающее в себя несколько параметров:

- заголовок – предназначен для обозначения имени файла;
- главное меню – содержит основные команды по работе с проектом, для различных режимов работы содержатся отдельные команды;
- панели инструментов – активируются при необходимости дополнительных команд для различных объектов;
- компактная панель – позволяет выявить наиболее используемые команды для работы;

- окно работы с переменными – позволяет программистам настраивать связи между моделями в виде математических значений;
- библиотека – предназначена для использования встроенных стандартных объектов, что упрощает работу над проектом, различные элементы резьбы, деталей труб, детали электрики, также включает обозначения материалов;
- панель свойств и параметров – свойства рассчитаны на изменение свойств модели: цвета, длины отрезков на чертеже, работает только при разработке с чертежами. Свойства вызываются командой “Редактор + свойства”. Параметры позволяют работать со всеми видами документов и появляются автоматически при открытии проекта;
- сообщения – отображаются сообщения программы при работе над проектом;
- дерево документа – отображает все действия над объектом, позволяет изменять взаимосвязи деталей и их размеры [4].

В КОМПАС-3D возможно создание двух типов моделей: деталь и сборка [5].

Деталь - тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых без применения сборочных операций. Создается и хранится в документе «деталь», расширение файла - m3d [5].

Сборка - тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых с применением сборочных операций. Создается и хранится в документе «Сборка», расширение файла — a3d. Разновидность сборки — технологическая сборка. Создается и хранится в документе «Технологическая сборка», расширение файла — t3d [5].

1.3. Эскизы в КОМПАС-3D

Эскиз — объект трехмерного моделирования, созданный средствами чертежно-графического редактора. Эскиз может располагаться на координатной или вспомогательной плоскости, а также на плоской грани [6].

Эскизы используются для разных целей, например:

- задание формы сечения тела или поверхности,
- задание траектории перемещения сечения,
- задание положения экземпляров массива [6].

Один и тот же эскиз может использоваться в нескольких различных операциях [6].

Работа с эскизом ведется в специальном режиме работы с моделью — режиме эскиза [6].

Режим эскиза — специальный режим работы с трехмерной моделью КОМПАС3D. Переход в этот режим производится при создании нового или редактировании существующего эскиза. На рисунке 2 показана команда Создание эскиза на выбранной плоскости [7].

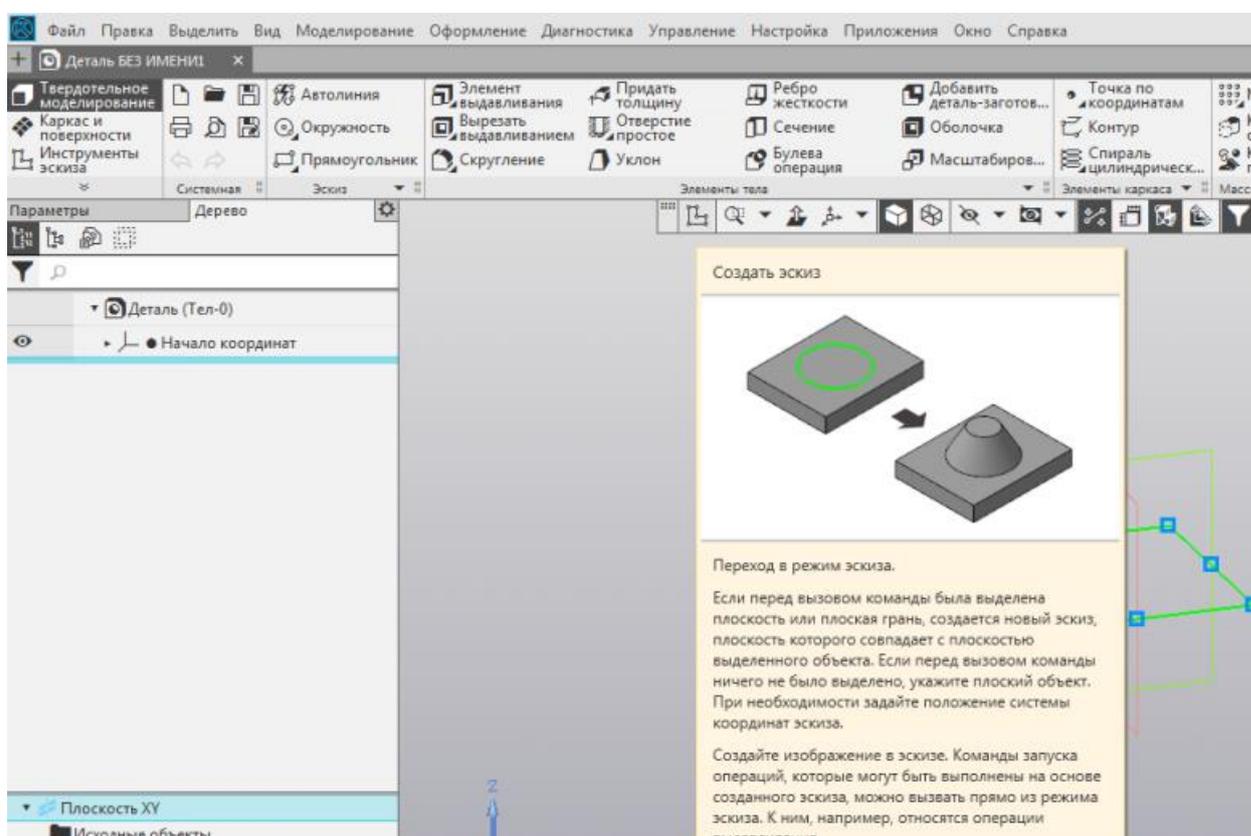


Рис. 2. Создание эскиза [7].

При переходе в режим эскиза цвет закладки текущего документа и заголовка Панели параметров меняется на зеленый. В графической области модели появляется значок режима эскиза (см. рис. 1) [7].

Меняется состав Инструментальной области окна, Главного меню и Панели быстрого доступа — становятся доступными команды построения и редактирования графических объектов, выделения, измерений, простановки размеров, наложения параметрических связей и ограничений [7].

На экране отображается система координат эскиза [7].

Команды трехмерного моделирования в режиме эскиза недоступны. Чтобы продолжить построение модели по окончании создания/редактирования эскиза, завершите работу в режиме эскиза [7].

Для завершения работы в режиме эскиза вы можете:

- отжать кнопку «Создать эскиз» на Панели быстрого доступа,
- щелкнуть мышью по значку режима эскиза в графической области модели,
- вызвать из контекстного меню команду «Создать эскиз» [7].

Операция выдавливания является самой распространенной формообразующей операцией КОМПАС-3D. В результате операции происходит перемещение эскиза перпендикулярно его плоскости. Операция выдавливания является частным случаем кинематической операции или элемент по траектории — название из последних версий КОМПАС [8].

Для выполнения операции выдавливания необходим эскиз, в соответствии с которым и заданным расстоянием выдавливания и будет строиться операция [8].

Панель параметров при выполнении операции выдавливания объемная, но в большинстве случаев достаточно лишь части параметров, рассмотрим их подробнее [8].

Основной параметр — расстояние (Рис. 3) [8].

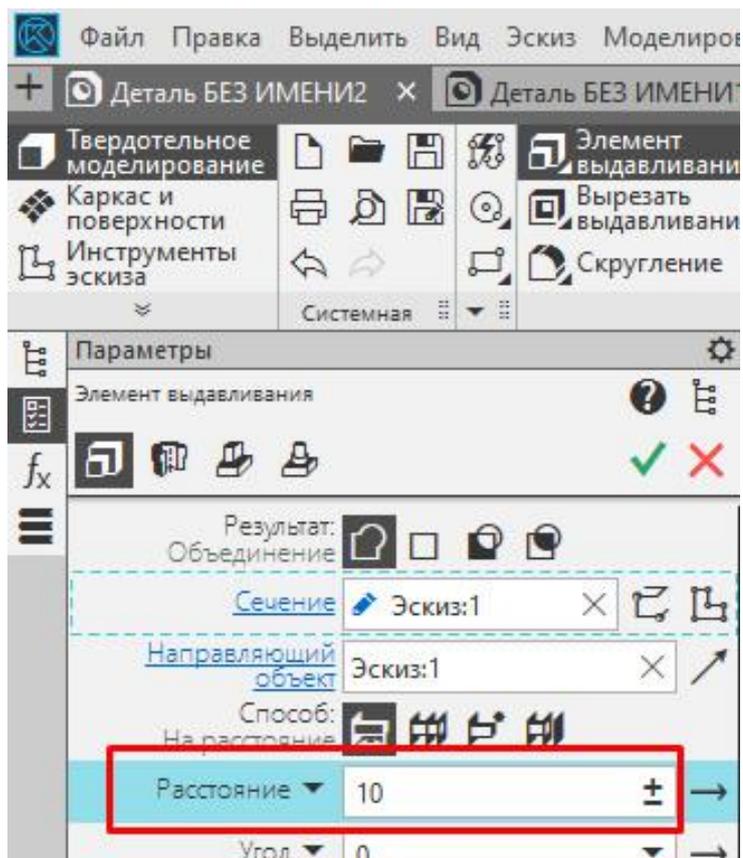


Рис. 3. Параметр расстояния операции выдавливания [8].

К важным параметрам также следует отнести тип выдавливания.

Выдавливать можно:

- на расстояние;
- через всё;
- до объекта;
- до ближайшей поверхности [8].

Выбор осуществляется на Панели параметров (Рис. 4):

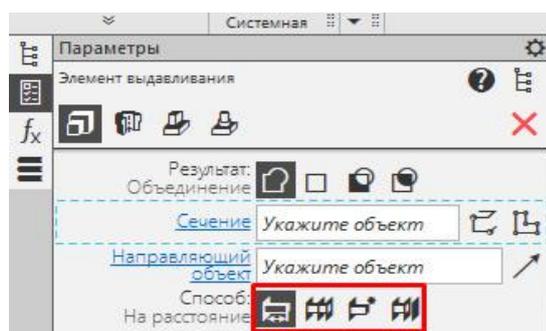


Рис. 4. Выбор способа выдавливания [8].

1.4. Чертежи в программе КОМПАС-3D

Чертеж – графическое изображение, созданное в конкретном масштабе и с нанесением размеров [9].

В России чертежи выполняются по правилам, определяемым комплексом государственных стандартов (ГОСТ) — «Единой системе конструкторской документации» (ЕСКД). Обычно чертёж содержит двухмерные и трёхмерные виды, размеры, текстовые надписи и таблицы [10].

Помимо чертежей, к конструкторским документам относят графические схемы и текстовые документы (спецификация, ведомости, операционные карты и т. д.), которые в отдельности или в совокупности определяют состав, устройство изделия или объекта проектирования, содержат необходимые данные для его изготовления, контроля, приёмки, эксплуатации или ремонта. В зависимости от назначения чертежа на нём могут быть указаны размеры, условные обозначения, технические условия, соблюдение которых должно быть обеспечено. В отличие от чертежа на бумаге, электронный чертёж выполняется с помощью специализированных программ и представляет собой набор эскизов, выполненных геометрическими объектами, которые в дальнейшем преобразуются в 3D модели, технические или строительные чертежи, схемы или другую документацию. Электронные чертежи могут масштабироваться без потери качества изображения, так же могут быть ассоциативны с 3D моделями или визуальными видами [10].

Стандартизация, правила, нормы при выполнении чертежей вырабатывались веками, и установившаяся сейчас система очень похожа во всем мире. В России это единая система конструкторской документации (ЕСКД) и система проектной документации для строительства (СПДС). Например, ГОСТ 2.303-68 ЕСКД, устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и

строительства, выполняемых в бумажной или электронной форме. В Америке это стандарты, опубликованные американским обществом инженеров-механиков ASME. Так же существуют международные стандарты ISO, например, ISO 128 касается общих принципов представления информации на технических чертежах. А ISO 216 международный стандарт размеров бумажных листов чертежей А4-А0 (пример), построен на основе немецкого стандарта DIN 476, а в России это же описывает ГОСТ 2.301-68. Существует множество отраслевых стандартов для чертежей, но не будем перечислять их все, так как все равно все не охватить [10].

В современном мире само понятие чертежа усложняется. Чертёж это и рисунок на бумаге с инструкцией по сборке игрушки, которую Вы купили трёхлетнему ребёнку, и электронная геометрическая модель изделия, которую можно напрямую загрузить в станок с ЧПУ и получить готовое изделие после выполнения программы. Станкам для работы не нужны бумажные чертежи, они работают с математическими моделями. Поэтому будем говорить в большей части про современные, электронные чертежи. Согласно ГОСТ 2.052-2015 электронная геометрическая модель изделия представляет собой совокупность геометрических элементов и атрибутов модели, которые совместно определяют геометрию изделия и его свойства, зависящие от формы и размеров [10].

Общие сведения о видах

С точки зрения проектировщика, вид — это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета [11].

Вид как часть КОМПАС-чертежа — это «контейнер» для объектов, а также сами объекты, находящиеся в этом «контейнере» [11].

Объекты, содержащиеся в одном виде КОМПАС-3D, могут формировать как одно изображение (вид, разрез, сечение или выносной элемент), так и сразу несколько. В принципе чертеж может состоять из одного вида, который будет содержать все необходимые изображения [11].

Ассоциативные виды

Ассоциативные виды формируются в обычном чертеже КОМПАС-3D. Чертеж, содержащий ассоциативные виды, называется ассоциативным чертежом [12].

Доступно создание следующих видов:

- стандартный вид (спереди, сзади, сверху, снизу, справа, слева);
- произвольный вид (вид произвольной модели в произвольной ориентации);
- проекционный вид (вид по направлению, указанному относительно другого вида);
- вид по стрелке;
- разрез/сечение (простой, ступенчатый, ломаный);
- выносной элемент;
- местный вид;
- местный разрез [12].

Наличие 3D модели позволяет быстро получить чертежи, путем автоматического формирования ассоциативных видов [13].

Для получения чертежа с модели необходимо открыть бланк чертежа (Файл-Открыть-Чертеж) и запустить команду «Стандартные виды с модели», если мы хотим получить сразу несколько видов, либо команду «Вид с модели», если нужен отдельный вид. Обе команды находятся в разделе Вставка главного текстового меню, (Рис. 5) [13].

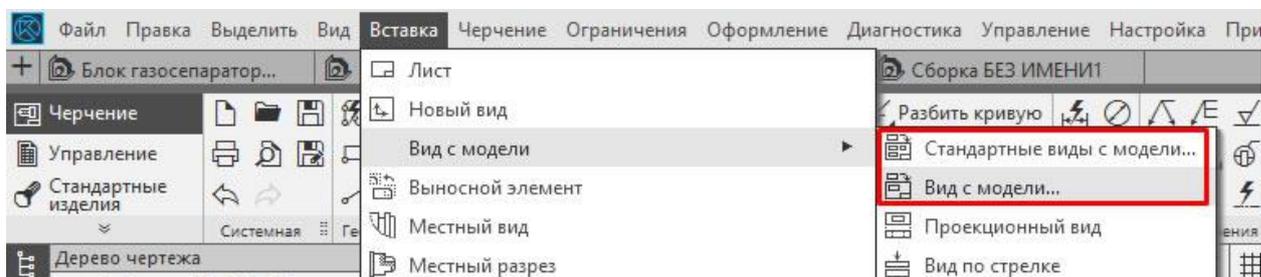


Рис. 5. Получение чертежа с модели [13].

При разработке чертежа невозможно обойтись без корректировки объектов, которые могут полностью или частично изменить изображение

детали. Некоторые процедуры редактирования являются частью процесса создания чертежа, например копирование объекта вместо его повторного вычерчивания. Другие операции приводят к изменению большого количества объектов, например перенос целого фрагмента чертежа, при необходимости освободить место для новых объектов. Часто возникает потребность в удалении каких-то фрагментов, переносе, повороте или изменении масштаба [14].

В программе «КОМПАС-3D» возможны следующие способы редактирования объектов:

1) Наиболее простые и часто используемые приемы редактирования – перемещение и копирование объектов, сдвиг характерных точек – можно выполнять с помощью мыши;

2) Изменение и копирование свойств объектов осуществляются при помощи окна «Свойства»;

3) Действия с объектами, такие как удаление части объекта, преобразование объектов, копирование по сетке и т.д., выполняются при помощи специальных команд [14].

Кроме полноценных чертежей, в Компасе 3D можно создавать отдельные фрагменты деталей также в формате 2D. От чертежа фрагмент отличается тем, что в нем нет шаблона для Ватмана и вообще он не предназначен для каких-то инженерных задач. Это, можно сказать, полигон или тренировочная площадка для того, чтобы пользователь мог попробовать чертить что-либо в Компасе 3D. Хотя фрагмент потом можно перенести на чертеж и использовать при решении инженерных задач [15].

Чтобы создать фрагмент, при запуске программы, необходимо нажать на кнопку «Создать новый документ» и в появившемся меню выбрать пункт под названием «Фрагмент». После этого следует нажать кнопку «ОК» в том же окне [15].

1.5. Разрезы и их классификация

Разрезы и сечения применяются для изображения внутренних, невидимых наблюдателю, поверхностей предметов. Для выявления этих поверхностей применяют искусственный прием, заключающийся в том, что предмет условно рассекают плоскостью, называемой секущей, и удаляют часть предмета, находящуюся перед секущей плоскостью. Таким образом, становятся видимыми внутренние очертания предмета [16].

Сечение представляет собой изображение плоской фигуры, получающейся в секущей плоскости при мысленном рассечении предмета [16].

Разрез — ортогональная проекция предмета, мысленно рассеченного полностью или частично одной или несколькими плоскостями для выявления его невидимых поверхностей [17].

При выполнении разреза мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней [17].

ГОСТ 2.305—68 устанавливает правила выполнения и обозначения разрезов: если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, а изображения чертежа находятся в проекционной связи, то разрез на чертеже не обозначают (см. рис. 6); если секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии (горизонтальный разрез Б — Б) или изображение разреза не находится в проекционной связи с соответствующими изображениями чертежа, то положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией (толщина от S до $5/2$). Перпендикулярно к разомкнутой линии проводят стрелки, указывающие направление взгляда, которые наносят на расстоянии 2—3 мм от внешнего конца линии. Разомкнутая линия не должна пересекать контуры изображения. С внешней стороны стрелок наносят буквенное обозначение разрезов. Изображение разреза отмечается надписью типа «А — А», (рис. 7) [18].

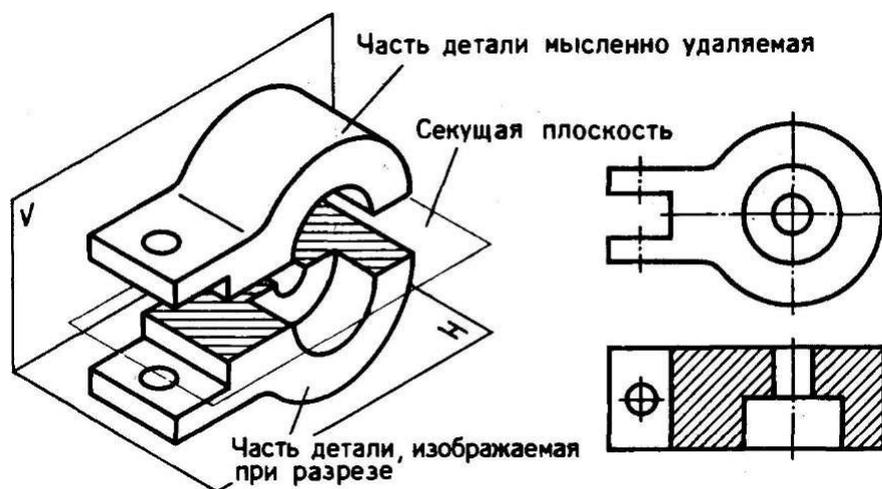


Рис. 6. Горизонтальный разрез [18].

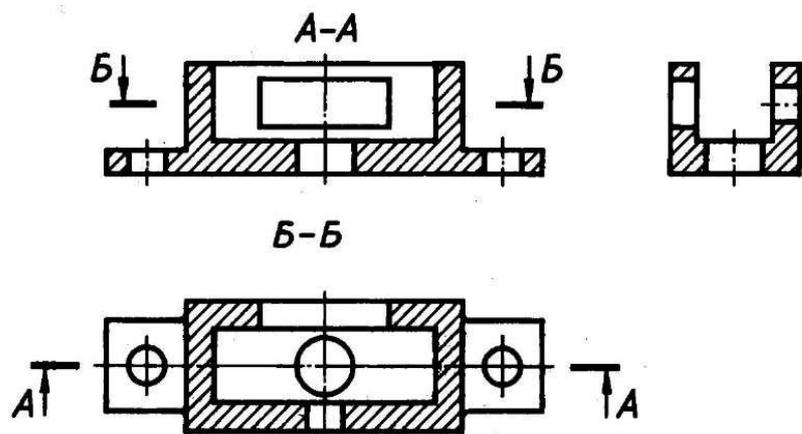


Рис. 7. Обозначение разрезов [18].

Виды разрезов:

1) *Простой разрез* – для формирования используется одна плоскость. Можно не обозначать, если изображение разреза находится на месте основного вида, на одном листе с главным видом, не отделено от главного вида другими изображениями [19]. Виды простого разреза:

Фронтальный разрез получается при мысленном рассечении детали секущей плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций (см. Рис. 8);

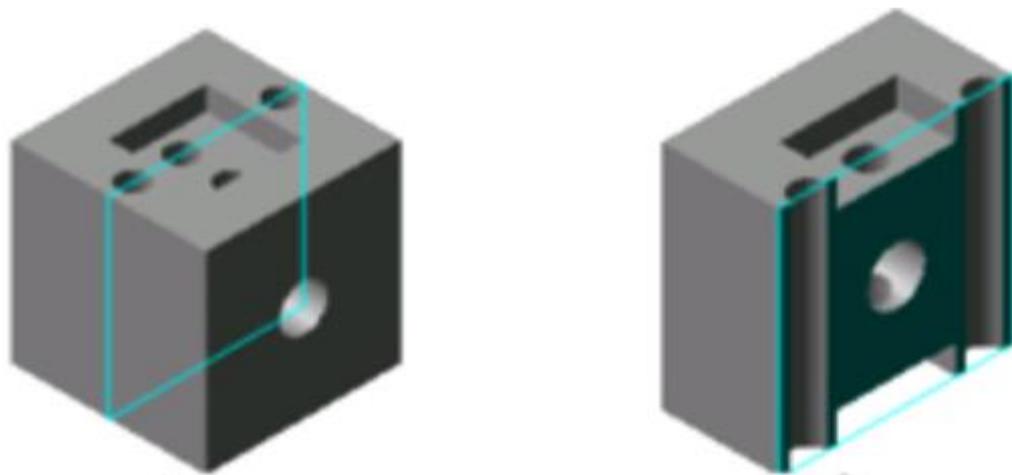


Рис. 8. Фронтальный разрез.

Профильный разрез получается при мысленном рассечении детали секущей плоскостью, параллельной профильной плоскости проекций (см. Рис. 9);



Рис. 9. Профильный разрез.

Горизонтальный разрез получается при мысленном рассечении детали секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций (см. Рис. 10) [20].



Рис. 10. Горизонтальный разрез [20].

2) *Сложный разрез* – внутреннее устройство некоторых деталей нельзя выявить одной секущей плоскостью. В таких случаях применяют сложные разрезы при нескольких секущих плоскостях [21].

В зависимости от положения секущих плоскостей сложные разрезы подразделяются на ступенчатые и ломаные [21].

Ступенчатым называют сложный разрез, если секущие плоскости параллельны [21].

На рис. 11, б изображена плита кондуктора. Внутренние очертания плиты нельзя выявить одной секущей плоскостью. Поэтому деталь мысленно рассечена тремя параллельными секущими плоскостями. Первая секущая плоскость выявляет формы цилиндрических отверстий, вторая - призматического отверстия и третья - прорези. Все три секущие плоскости совмещаются в плоскости чертежа, образуя ступенчатый разрез (рис. 11, а) [21].

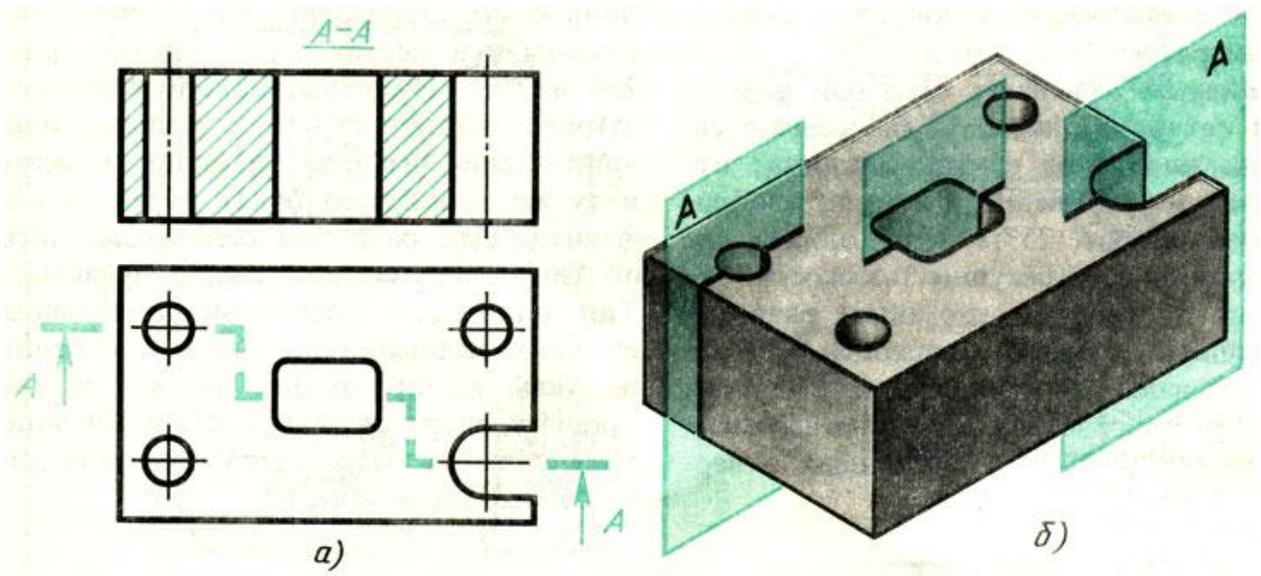


Рис. 11. Сложный разрез (ступенчатый) [21].

Ломаным называют сложный разрез, если секущие плоскости пересекаются [21].

Для выявления формы прорези, отверстий и углубления в детали, изображенной на рис. 12, в, необходимы две пересекающиеся секущие плоскости [21].

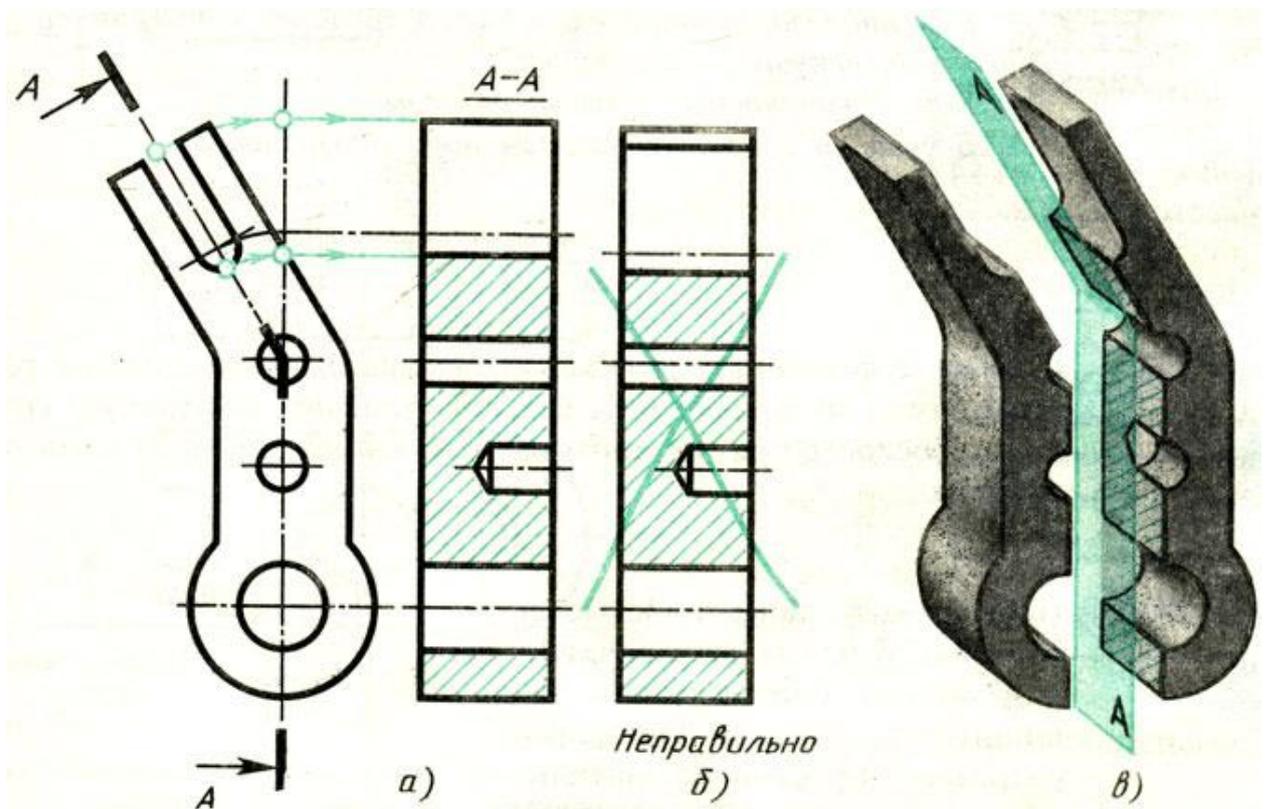


Рис. 12. Сложный разрез (ломаный) [21].

При построении ломаных разрезов наклонную секущую плоскость условно поворачивают до совмещения с другой секущей плоскостью. В данном примере наклонная плоскость совмещена с вертикальной. При повороте плоскости наклонная часть детали изобразится на разрезе без искажения, т. е. в натуральную величину (рис. 12, а). Без поворота плоскости разрез проецируется, как показано на рис. 12, б, и деталь представляется в искаженном виде [21].

ГЛАВА 2. Анализ собранной информации и перспективы использования программы КОМПАС-3D в обучении школьников

2.1. Анализ программы КОМПАС-3D на предмет пригодности для развития пространственного мышления школьников

Я считаю, что изучение 3D-моделирования в школе имеет немаловажное значение. В настоящее время, во многих ВУЗах имеется такой предмет, как «Графика», «Инженерная графика», «Черчение», как угодно. Преподаватели начинают вести лекции выпускникам школ, которые не имеют представления о том, как работать с такими программами, как КОМПАС-3D, AutoCAD, 3D Studio Max и т.д. Да, первокурсников, конечно, можно обучить сразу же работе в необходимой программе, но скажу по собственному опыту, что это не так уж просто и быстро даётся. Если бы в школах был бы хотя бы «положен фундамент» к изучению 3D-моделирования, то у студентов первого курса не возникало бы вопросов о том, как перейти в эскиз детали, как перебросить виды деталей на чертёж и т.д.

Программа Компас 3D, это вполне качественная программа для знакомства с 3D-моделированием, но в ней имеется и некоторое неудобство. Это неудобство выражено в одном из разработанных план-конспектов. Имея собранную информацию о КОМПАС-3D, о чертежах, разрезах, я предлагаю план-конспекты к факультативным занятиям, опираясь на которые можно попробовать научить детей 8-ых классов не только заходить в программу и знать, где находится нужная кнопка, но и каким образом можно выдавить деталь в 3D-режиме, как выполнять чертежи и расставлять размеры и т. п. Иными словами, будет развиваться их пространственное мышление.

Факультативный курс или факультативный предмет (фр. *facultatif* — от лат. *facultas* — «возможность») — необязательный учебный курс (или учебный предмет), изучаемый в высшем учебном заведении или школе по выбору студента [24].

2.2. Разработка план-конспектов к урокам учащихся 8-ых классов

1) Урок «Знакомство с КОМПАС-3D и первое построение 3D-модели»:

Тема урока:	Знакомство с КОМПАС-3D и первое построение 3D-модели
Цель урока:	<u>Деятельностная:</u> способствовать формированию у учащихся умений по выдавливанию 3D-детали, переносу видов детали на чертёж, расставлению размеров. <u>Содержательная:</u> способствовать формированию представлений у учащихся о том, что такое КОМПАС-3D,
Результаты обучения:	каким образом выполняется 3D-деталь и как работать в режиме «Чертёж».
Предмет.:	Овладение умениями ориентации в КОМПАС-3D, проведения операций с 3D-деталью, работы в чертеже;
Метапред.:	<u>Регулятивные:</u> Контроль процесса и результата деятельности; <u>Познавательные:</u> Способствование подведению итога урока; <u>Коммуникативные:</u> Умение вести диалог с учителем, возможно и с одноклассниками.
Личностн.:	Формирование у учащихся мотивации к изучению новой темы, познавательных интересов, готовность и способность учащихся к саморазвитию.
Формы организац. деят. уч-ся.	Индивидуальная.
Методы обуч.	Словесный, наглядный, практический.
Дидакт. обеспеч.	Компьютер, проектор, доска.

Ход урока

2 мин

1.Организационный момент.

- Здравствуйте, ребята! Присаживайтесь! Давайте отметим тех, кто сегодня присутствует на занятии.

2 мин

2.Мотивирование к учебной деятельности.

- Ребята, скажите, а вы на уроках технологии сидите за компьютером?

- *Нет, только на информатике.*

Хочу: - А хотели бы вы посвятить несколько уроков не шитью и строганию табуреток, а знакомству с КОМПАС-3D?

- *А что это?*

- Это, ребята, такая программа для моделирования, где строятся самые различные детали, выполняются по ним чертежи. Если вам понравится работа в такой программе, то вы можете задуматься в будущем о такой интересной профессии, как инженер-проектировщик, например. Интересно было бы вам познакомиться с такой программой?

- *Да.*

Надо: - Хорошо. В таком случае, на сегодняшнем уроке нам нужно будет поверхностно узнать, как строится 3D-деталь и как выполняется её чертёж.

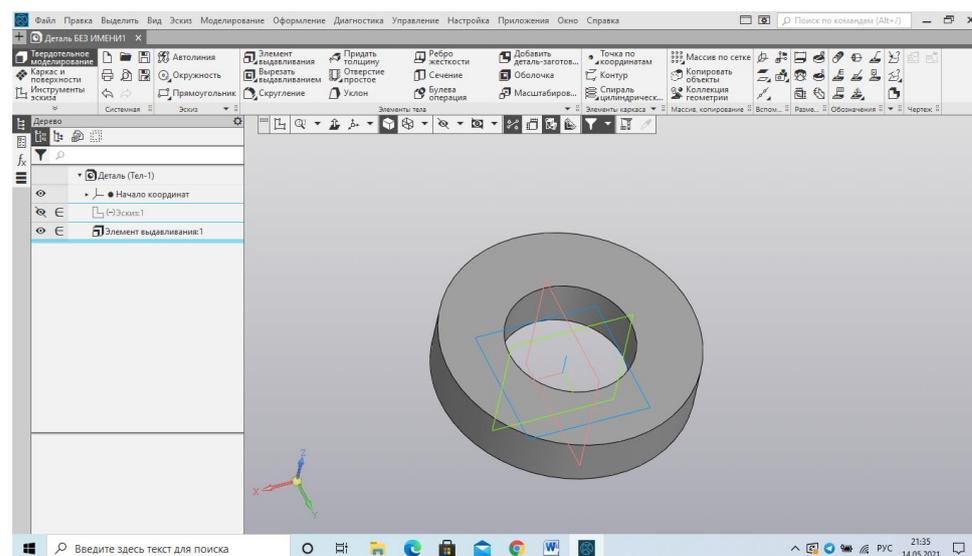
Могу: Узнав всё это, вы научитесь ориентироваться в КОМПАС-3D.

2 мин

3. Домашнее задание.

- Ребята, давайте сейчас запишем домашнее задание, чтобы потом к нему не возвращаться. Задание следующее:

Постройте вот такую шайбу с диаметром 100 мм., диаметр отверстия 50 мм., высота 20 мм. Выполните её чертёж.



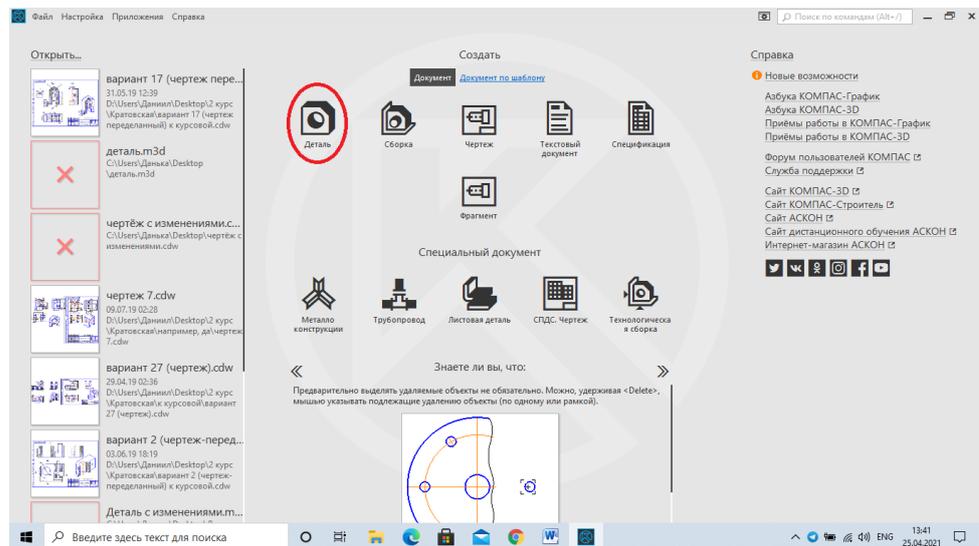
29 мин

4. Выдача нового материала.

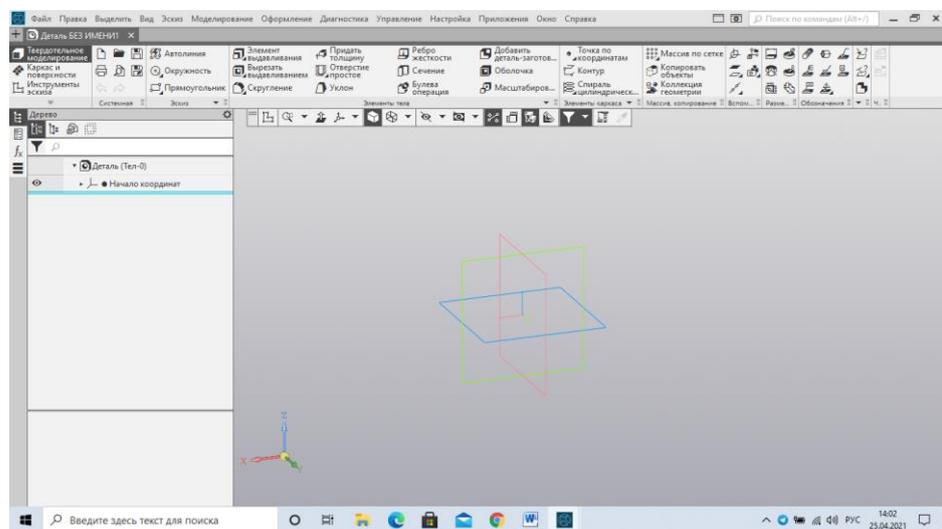
- Ребята, КОМПАС-3D – это такая программа, на которой моделируют, создают детали в 3D режиме. Он используется в самых разных отраслях промышленности: машиностроение, приборостроение, авиастроение и т.д. Давайте откроем на наших компьютерах программу «КОМПАС-3D». Что мы видим, когда открываем программу?

- Меню.

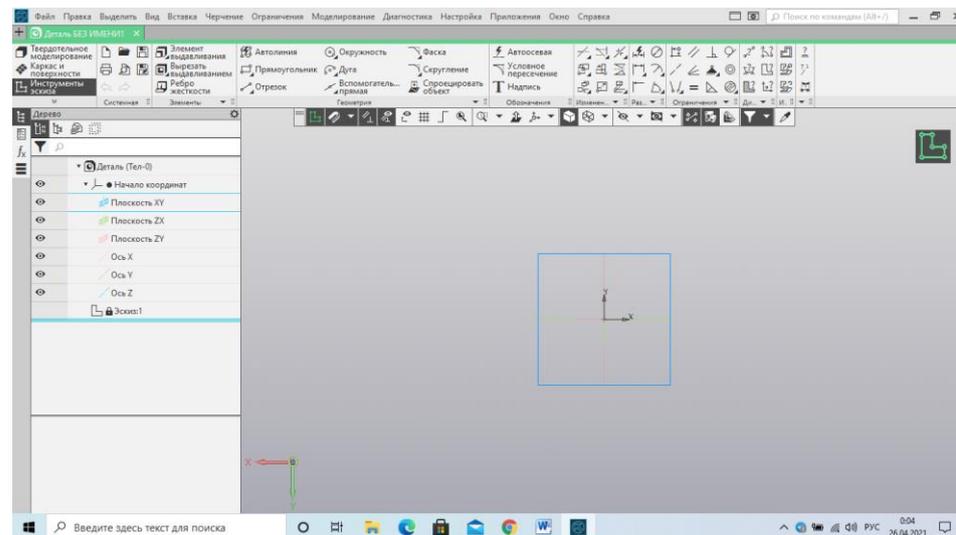
- Правильно. В меню предлагается выбрать режим работы. Мы будем работать в режиме «Деталь» и «Чертёж». Давайте начнём с «Детали».



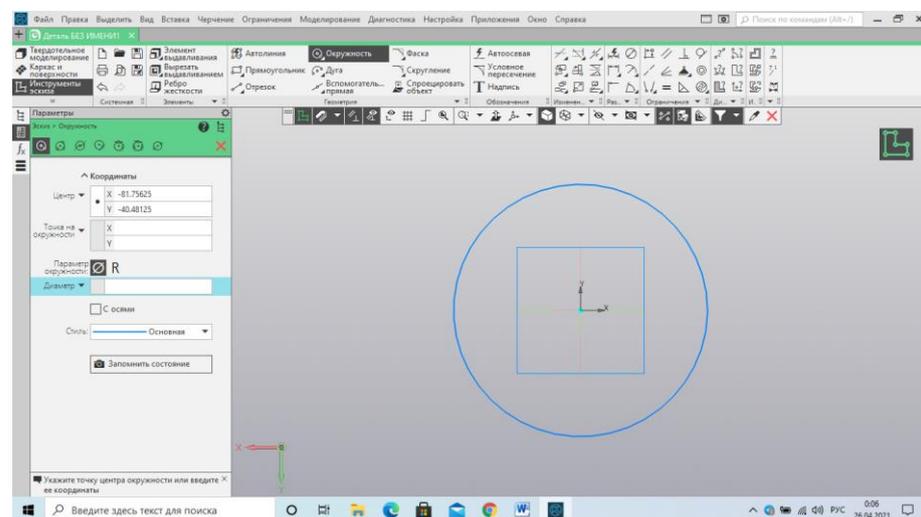
- Первое, что бросается в глаза – это, конечно же, графическая область. Это то место, где будет строиться наша деталь. Она строится в трёх плоскостях – «XY», «ZX» и «ZY». Когда мы проводим какие-либо действия с деталью, то они будут отражаться в «Дереве», которое находится в панели управления.



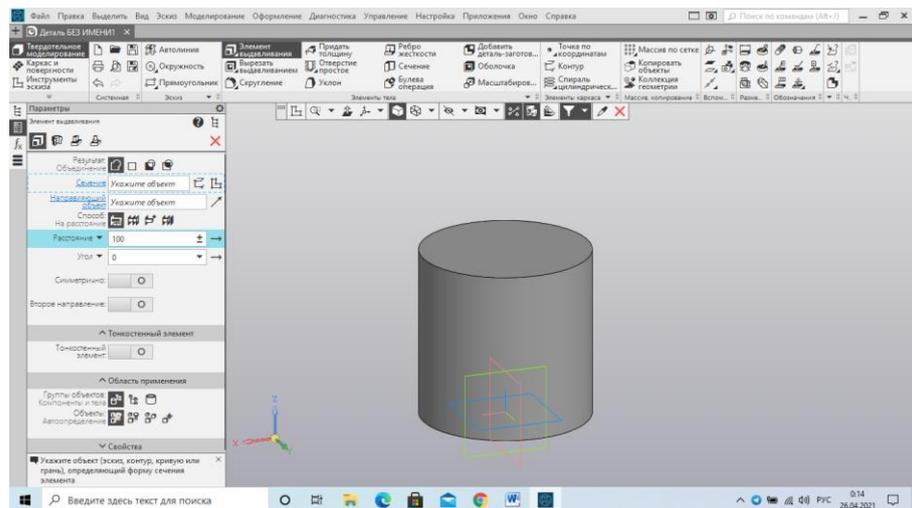
- Для того, чтобы начать строить деталь, нужно перейти в режим эскиза какой-нибудь плоскости. Давайте попробуем на плоскости «XY».



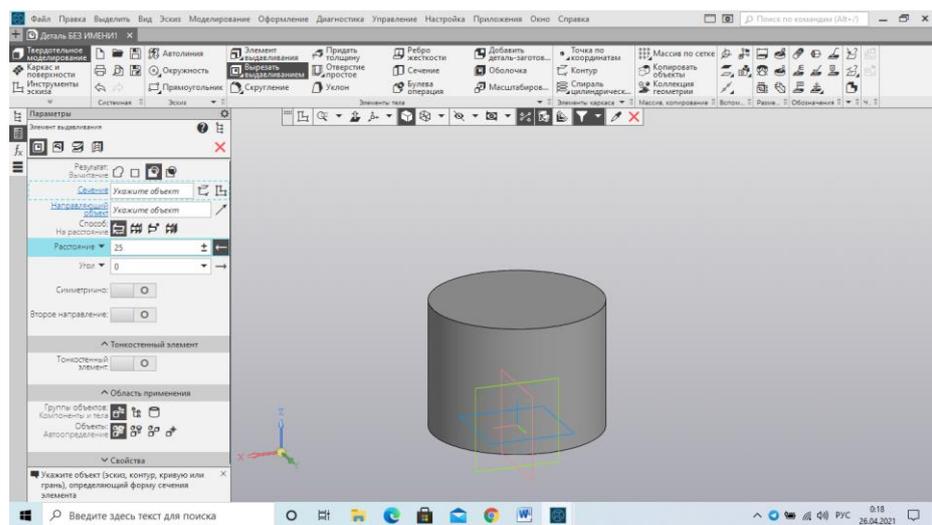
- Хорошо. Теперь давайте выберем, например, окружность диаметром 100 мм. и поставим её в центр плоскости.



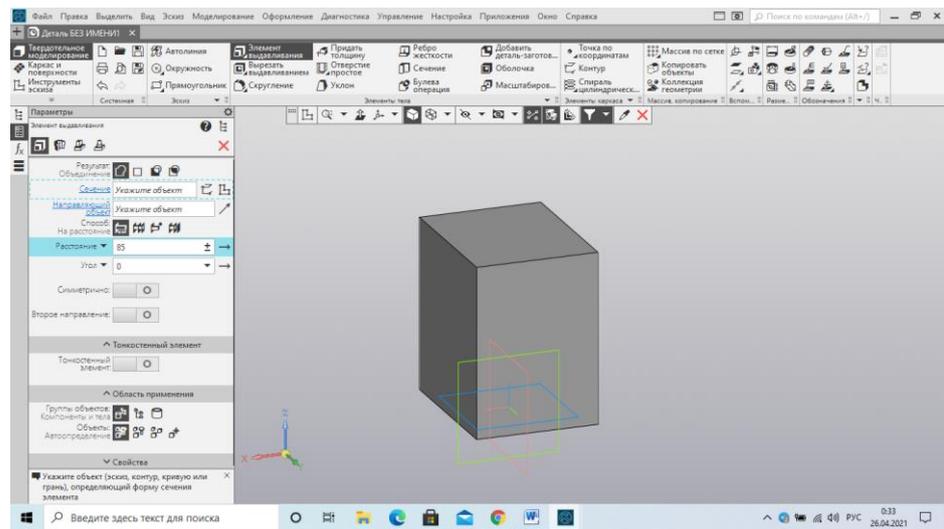
- Молодцы. Нужно выйти из режима эскиза и выдавить нашу окружность высотой, например, в 100 мм. Для этого нажмите на кнопку «Элемент выдавливания».



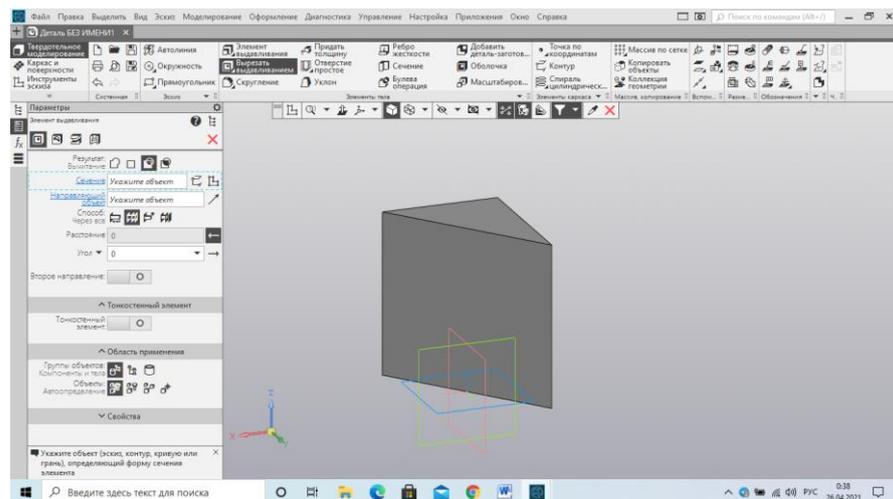
- Замечательно. Вы научились выдавливать деталь. Давайте научимся её вырезать. Для этого есть кнопка «Вырезать выдавливанием» всё в той же инструментальной панели, нажмите сначала на неё, а затем на верхнюю плоскость нашего цилиндра. Вырежьте деталь на 25 мм.



- Великолепно. Теперь давайте попробуем выдавить деталь с помощью прямоугольника, а не окружности. Удалите в «Дереве» первое действие, войдите в режим эскиза, выберите «Прямоугольник», задайте параметры 75x60, выберите ориентацию «по центру», поставьте в центр плоскости и выдавите на высоту 85 мм.



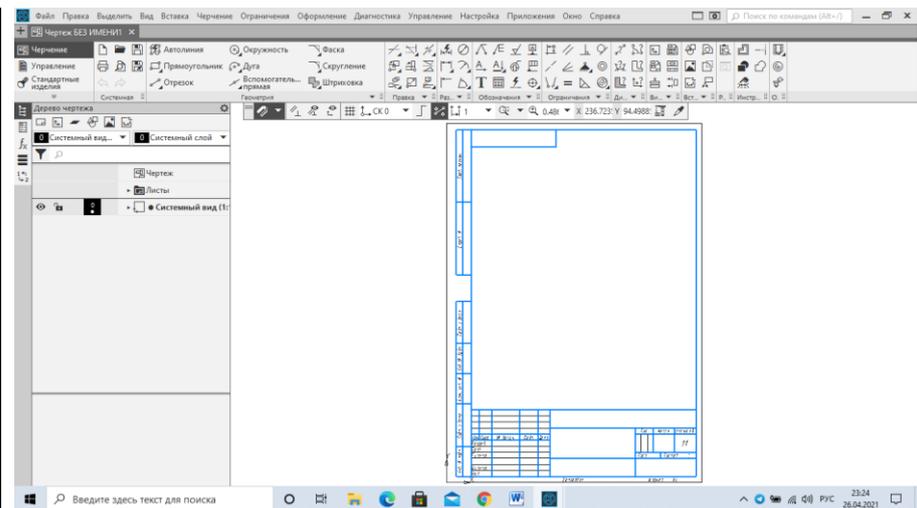
- Хорошо. Теперь перейдите в режим эскиза верхней плоскости параллелепипеда. Построим отрезками прямоугольный треугольник и вырежем его через всю деталь.



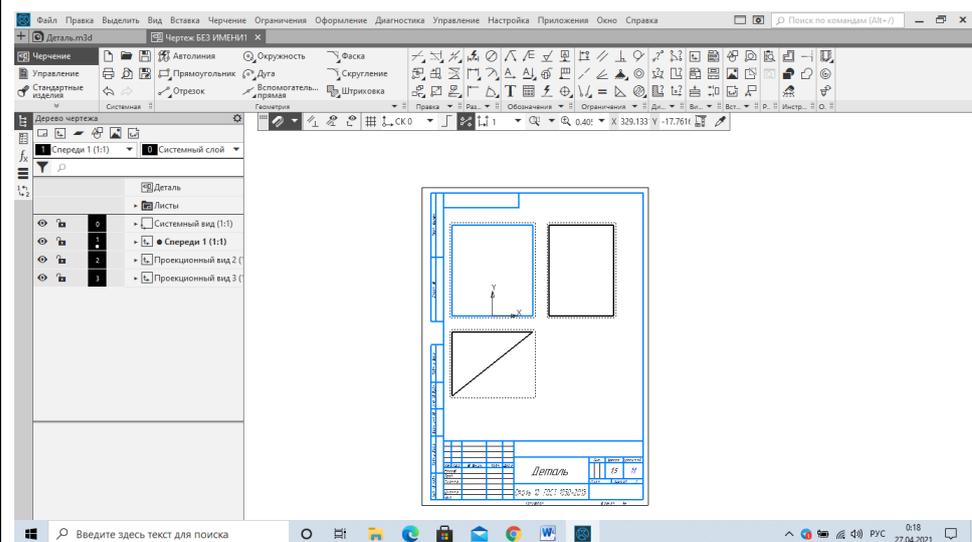
- Чудесно. Вот вы и научились элементарно моделировать детали. Вам всё пока что понятно?

(задают вопросы, если они есть)

На следующем уроке, вы уже будете уметь строить детали немного сложнее, а сейчас перейдём к чертежу. Нажмите на «+» в левом-верхнем углу экрана и выберете «Чертёж».



- Вот в эту область листа будет помещаться чертёж какой-либо детали. По сути, мы будем не чертить, а расставлять размеры, когда перенесём некие «виды» детали. Сейчас вы всё поймёте. Нажмите на кнопку «Стандартные виды с модели» и перенесите все виды вашей детали на лист.



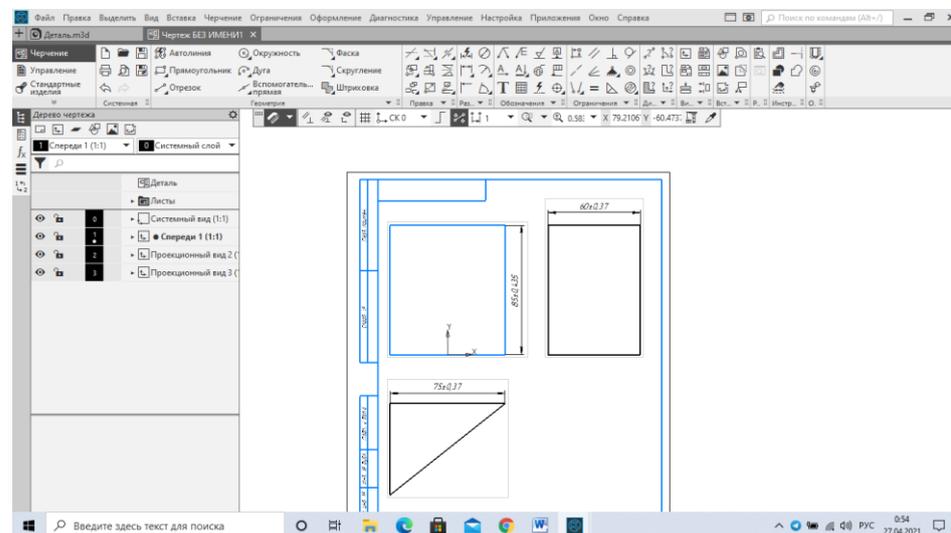
- Хорошо. Ребята, то, что вы перенесли на лист, называется видами. Это то, с какой стороны вы смотрите на деталь. Например, вид, который внизу изображён. Называется видом сверху. Тот вид, что сверху – главный вид. А тот вид, что справа – видом слева. Чтобы вам стало понятнее, вернитесь к своей детали и нажмите на кнопку «Ориентация» в панели быстрого доступа. Теперь вы видите, ребята, что на деталь можно смотреть с разных

сторон и вид на эту деталь можно переносить на чертёж.

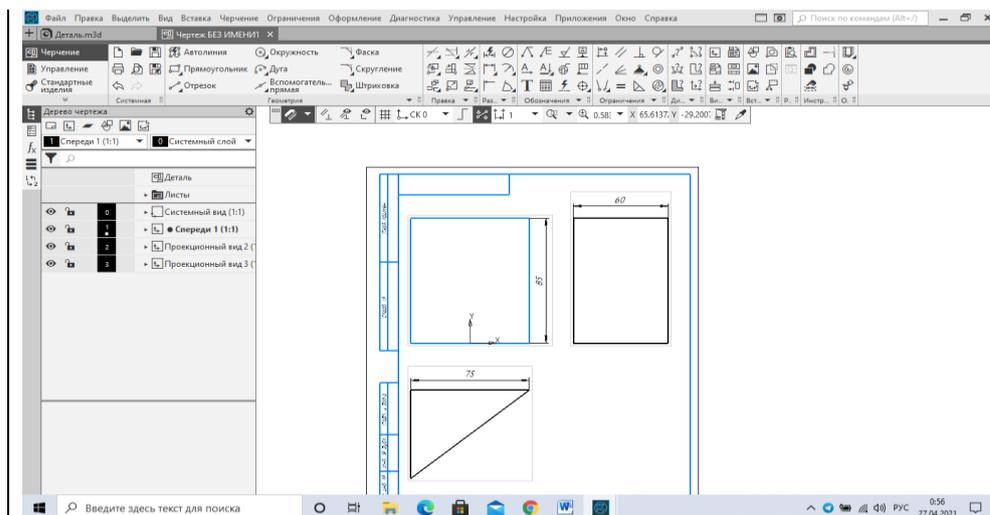
Понятно?

- Да.

- Давайте вернёмся к чертежу нашей детали и зададим ей размеры. Сначала, давайте «разрушим» наши виды. Нажимайте на каждый из видов, а затем на кнопку «разрушить». Это нужно для того, чтобы потом можно было переносить их в любое место. Теперь выберите кнопку «Линейный размер» и попробуйте расставить размеры, как показано на картинке.



- Молодцы! Но это ещё не всё. Чтобы размеры выглядели «приличнее», давайте избавимся от допуска. Нажмите на цифры, а затем на кнопку «Включить/выключить работу с допуском».



5 мин

5. Рефлексия учебной деятельности на уроке.

- Итак, наш урок подходит к концу. Вы отлично сегодня поработали. Что нового вы узнали за сегодняшний урок?
- Мы узнали, как построить 3D-деталь, как выполнить её чертёж.
- Теперь вы научились ориентироваться в КОМПАС-3D?
- Да.
- Что же, наш урок окончен, всем спасибо! До свидания!

2) Урок «Построение более сложной 3D-модели и её полный чертёж»:

Тема урока: Построение более сложной 3D-модели и её полный чертёж

Цель урока: Деятельностная: способствовать улучшению навыков построения 3D-детали и её чертежа (с добавлением изометрии);

Содержательная: способствовать формированию представлений у учащихся о том, с какой ошибкой можно столкнуться в КОМПАС-3D и о том, что такое изометрия.

Результаты обучения:

Предмет.: Владение навыками построения более сложной 3D-детали,

	умением построения изометрии детали в чертеже.
Метапред.:	<u>Регулятивные:</u> Контроль процесса и результата деятельности; <u>Познавательные:</u> Способствование подведению итога урока; <u>Коммуникативные:</u> Умение вести диалог с учителем, возможно и с одноклассниками.
Личностн.:	Формирование у учащихся мотивации к работе на уроке, познавательных интересов, готовность и способность учащихся к саморазвитию.
Формы организац. деят. уч-ся.	Индивидуальная.
Методы обуч.	Словесный, наглядный, практический.
Дидакт. обеспеч.	Компьютер, проектор, доска.

Ход урока

2 мин	<u>1.Организационный момент.</u> - Здравствуйте, ребята! Присаживайтесь! Давайте отметим тех, кто сегодня присутствует на занятии.
2 мин	<u>2.Мотивирование к учебной деятельности.</u> <i>Хочу:</i> - Ну что, ребята, вам понравилось дома моделировать 3D-модели? - Да. - Хотите и дальше работать на уроках с КОМПАС-3D и «прокачать» свои навыки? - Да.

Надо: - Сегодня необходимо будет столкнуться с некоторой проблемой, которая может возникать, когда выполняют полноценный чертёж детали. На решение проблемы, времени у нас не хватит, поэтому сегодня мы только с ней познакомимся.

Могу: Знакомство с проблемой, а также попытка построения более сложной детали, помогут улучшить ваши навыки по работе с КОМПАС-3D.

2 мин

3. Домашнее задание.

- Ребята, давайте сейчас запишем домашнее задание, чтобы потом к нему не возвращаться. Задание следующее: Попробуйте дома построить любую деталь с правильной изометрией на чертеже, порассуждайте над тем, как можно это сделать.

5 мин

4.Актуализация знаний.

- Давайте вначале вспомним, чему мы научились на прошлом уроке. В каких отраслях промышленности используется КОМПАС-3D?

- *Машиностроение, приборостроение, авиастроение и т.д.*

- Что мы видим, когда открываем программу?

- *Меню.*

- В каком режиме работы моделируется 3D-деталь?

- *«Деталь».*

- Куда мы переходим перед тем, как начинать строить деталь в 3D-режиме?

- *В эскиз плоскости.*

- Как называется операция, при которой деталь выдавливается?

- *«Элемент выдавливания».*

- Правильно, а противоположная ей операция?

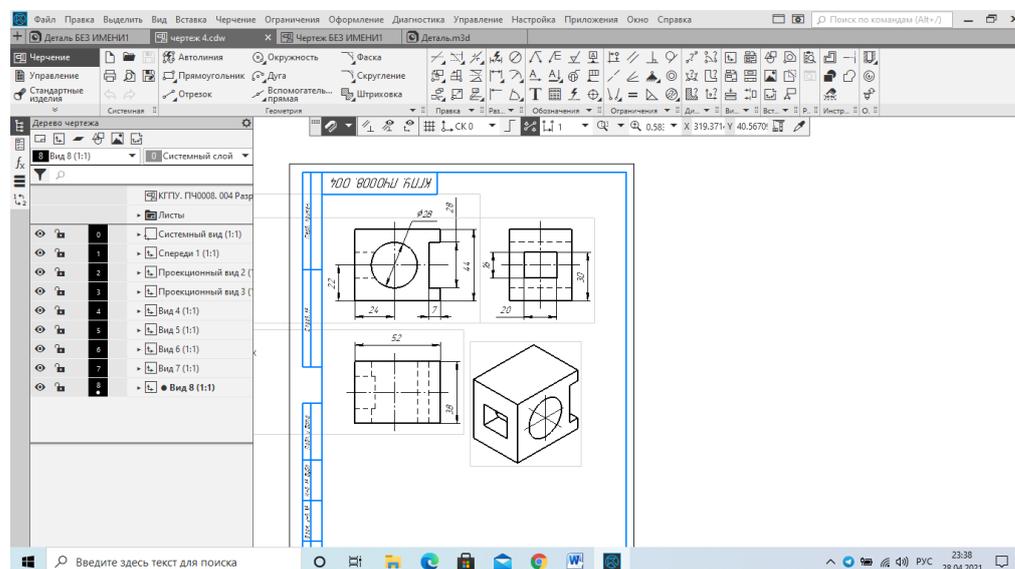
- *«Вырезать выдавливанием».*

- Какие виды детали переносятся на чертёж?
- *Главный вид, вид сверху и вид слева.*
- Как мы их переносим на чертёж?
- *В чертеже через кнопку «Стандартные виды с модели».*

24 мин

5. Выдача нового материала.

- Так, чтобы научиться строить более сложные детали в 3D, а также чертёж, давайте вначале, конечно же откроем наш КОМПАС. Обратите внимание на слайд. Сегодня мы с вами научимся строить деталь, имея только чертёж.

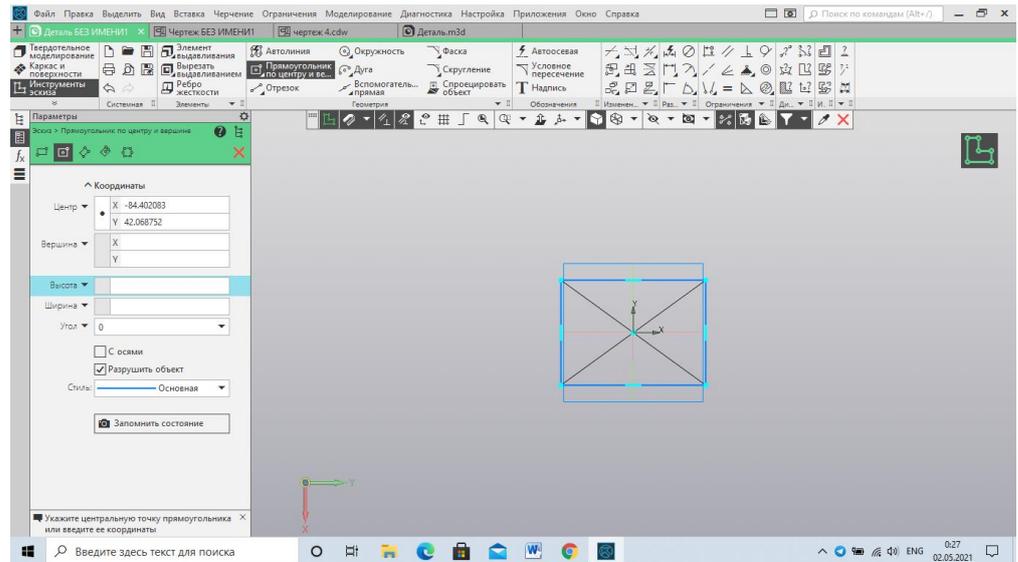


- Ребята, скажите, что нового вы видите на данном чертеже, по сравнению с тем, что был на прошлом уроке?

- *Появился новый вид детали в правом-нижнем углу.*

- Это, ребята, называется изометрией. То есть, мы как-бы видим нашу деталь несколько отдалённо, с трёх разных плоскостей. Построить её не составит труда. Необходимо будет всего-навсего в настройках поменять схему ориентации. В этом плане, я бы «поставил» минус КОМПАС-3D. Но об этом потом. Давайте для начала построим нашу деталь в 3D. Посмотрим на вид сверху. Что мы видим? Ширина равна 52 мм., а высота 38 мм. Давайте перейдём в эскиз голубенькой

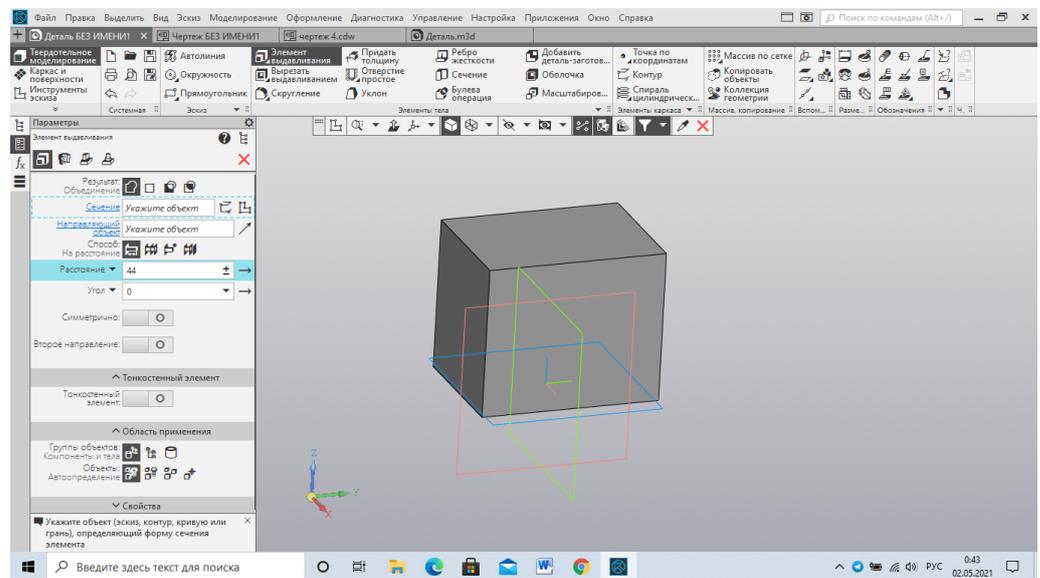
плоскости и построим наш прямоугольник.



- Хорошо. Теперь давайте посмотрим на главный вид. Какая высота?

- 44 мм.

- Значит, нужно выдавить нашу деталь на 44 мм.

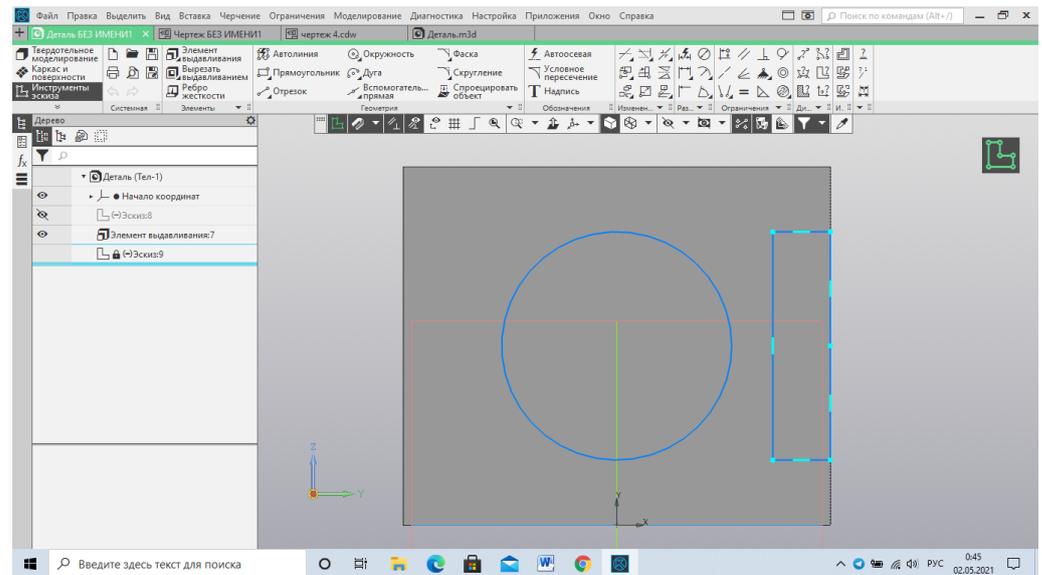


- Отлично. Теперь обратите внимание на изометрию в чертеже. Видите, вырезы окружности и выемки справа?

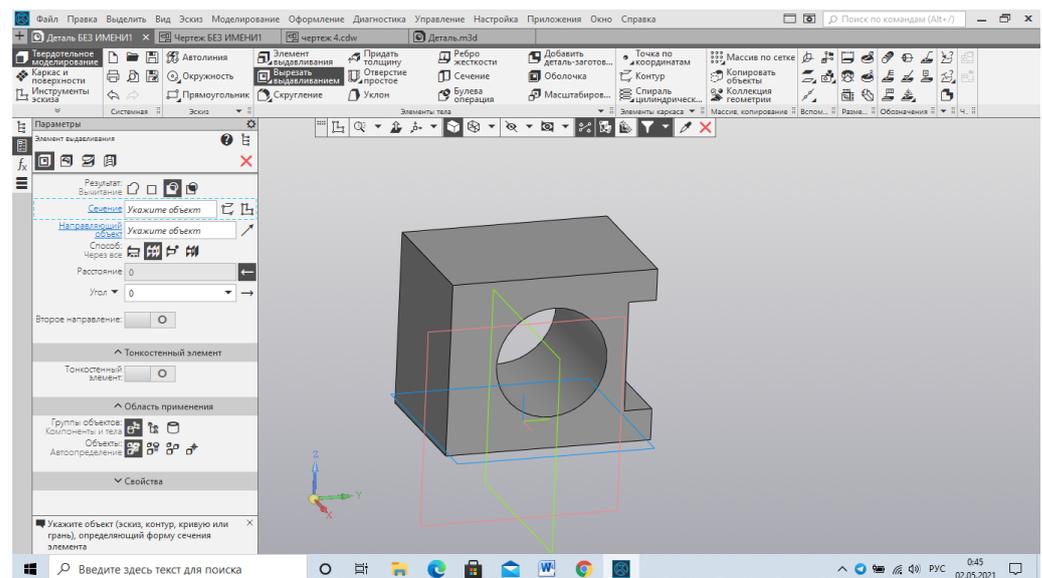
- Да.

- Сейчас мы их выполним. Их можно увидеть на виде сверху. Так, давайте перейдём к эскизу плоскости главного вида и построим там, судя по чертежу, окружность диаметром 28 мм.

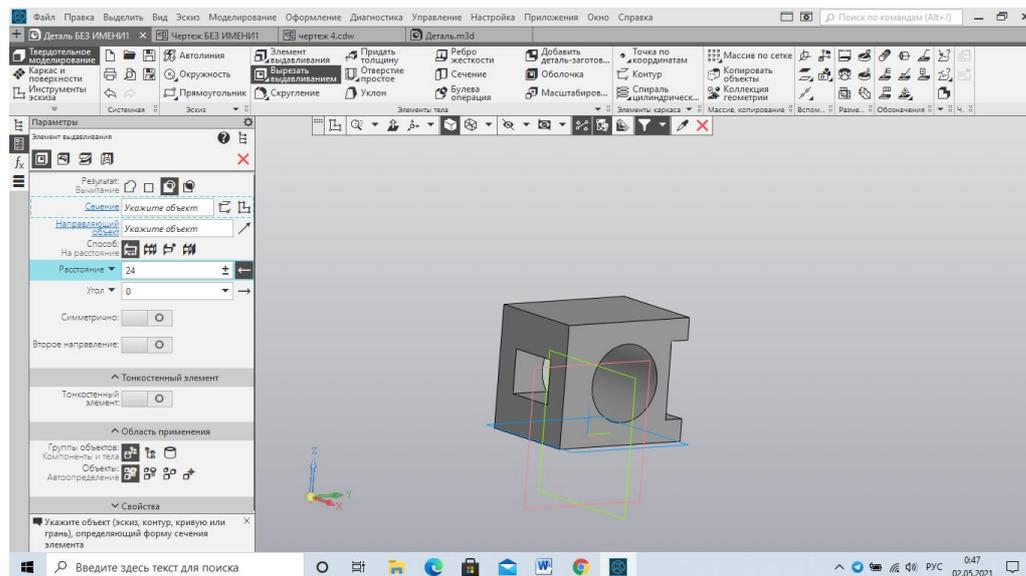
и прямоугольник 28x7, который «прикреплён» к правой стороне.



- Замечательно. Теперь давайте вырежем то, что мы начертили.

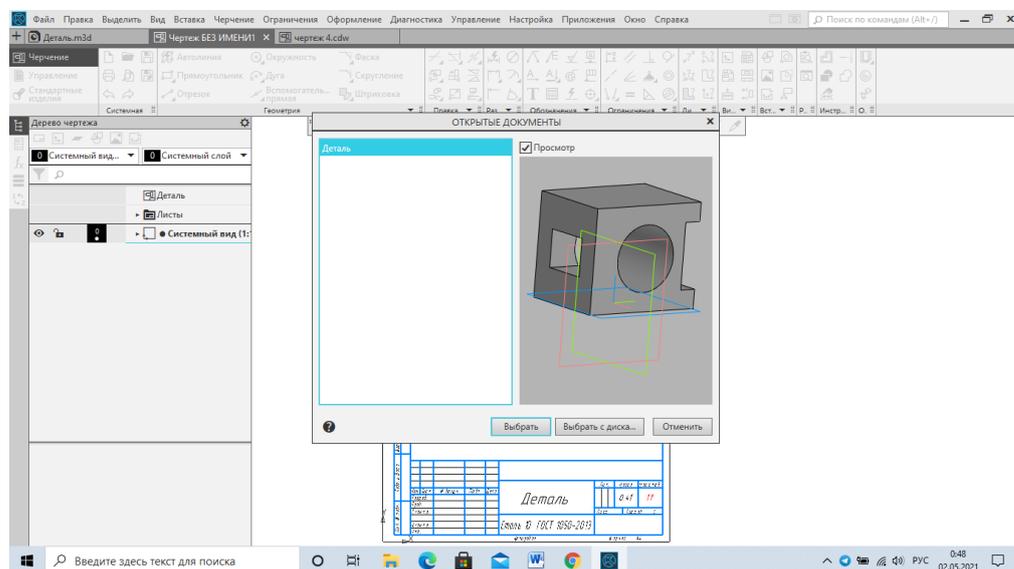


- Осталось вырезать только прямоугольник, который находится на виде слева. Смотрим на его параметры, чертим, и вырезаем примерно на 24 мм., так, чтобы вырез не проходил через всю деталь.

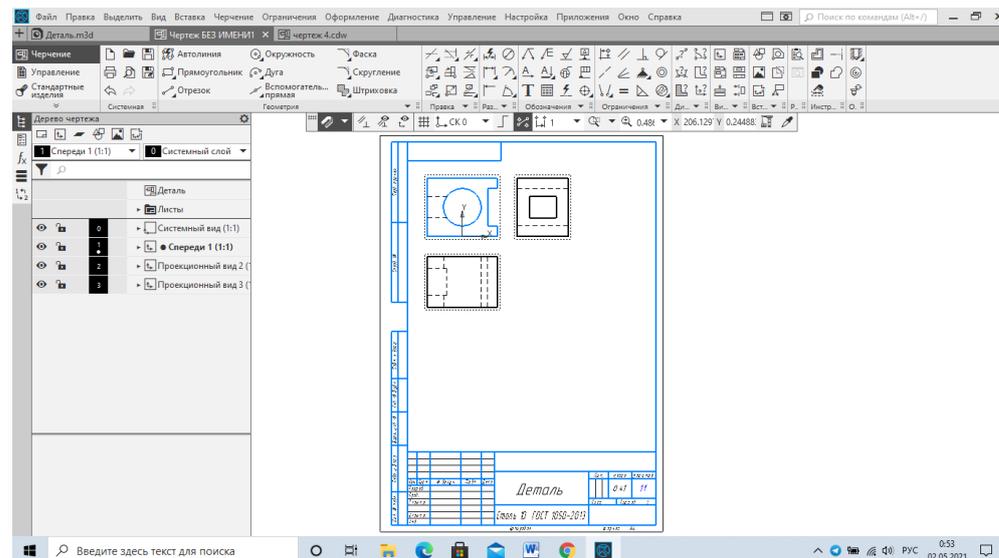


- Ну, вот, деталь построена в 3D, не такая она уж и сложная оказалась. Всё просто. Осталось выполнить её чертёж. Итак, давайте создадим новый файл «Чертёж». Нам необходимо перенести наши виды (главный вид, вид сверху и вид слева). Как это сделать?

- *Через кнопку «Стандартные виды с модели».*



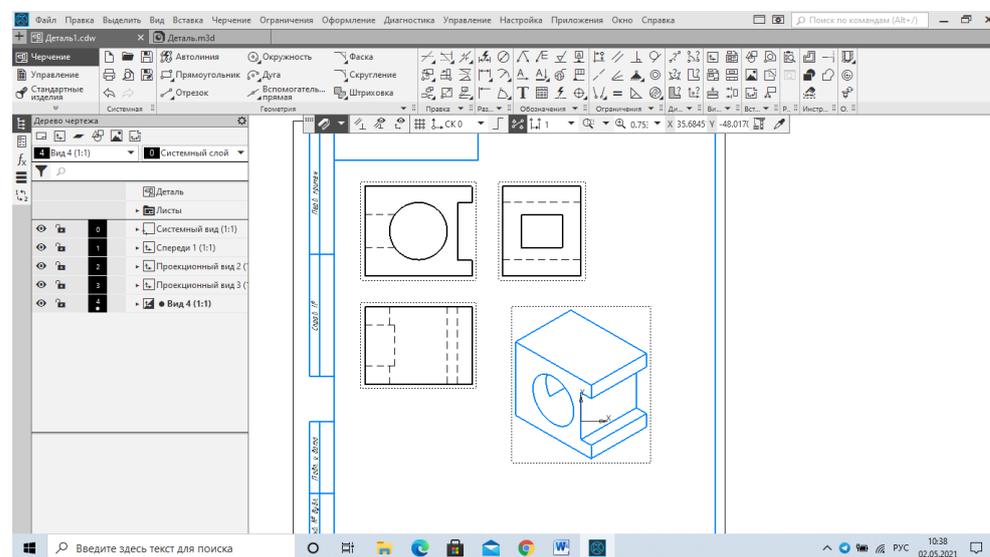
- Перед вами появилась ваша деталь, с которой нужно взять виды. Нажмите «Выбрать», затем активируйте невидимые линии – это те линии, благодаря которым, в чертеже можно понять, что находится в детали. Перенесите полученные виды на чертёж.



- Хорошо. Теперь наша задача вставить изометрию. Какой сразу же возникает вопрос?

- Как вставить изометрию?

- В инструментальной панели есть кнопка «Вид с модели», где можно вставить какой-нибудь один вид детали, например, нашу изометрию. Давайте попробуем. В 3D-режиме изометрию можно выбрать в «Ориентации модели».



- Похоже на изометрию, правда?

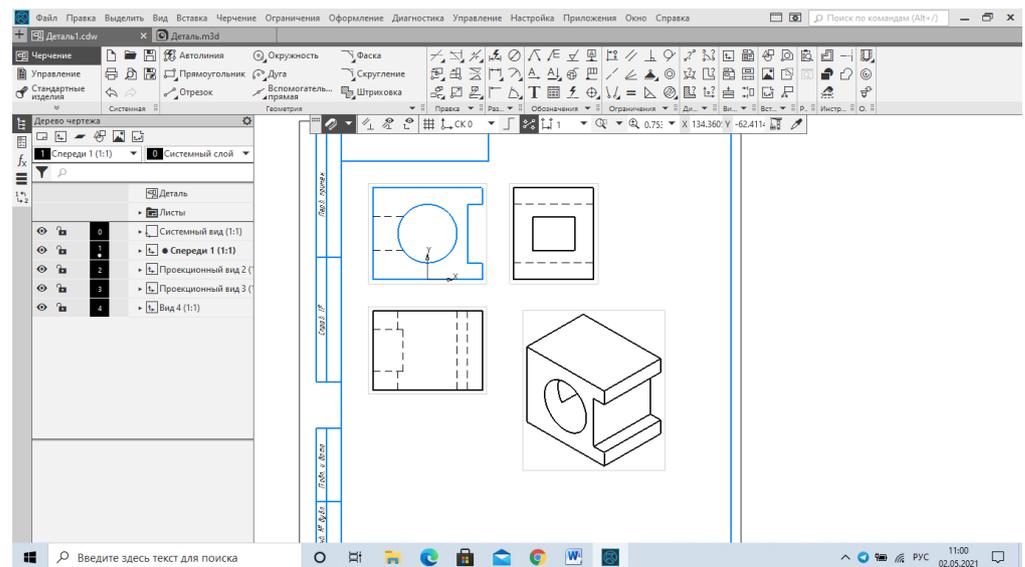
- Да.

- А если сравнить с первоначальным чертежом, по которому и строим чертёж? Да, там изометрия выглядит несколько по-другому. Вот вам вопрос на засыпку: как можно сделать такую

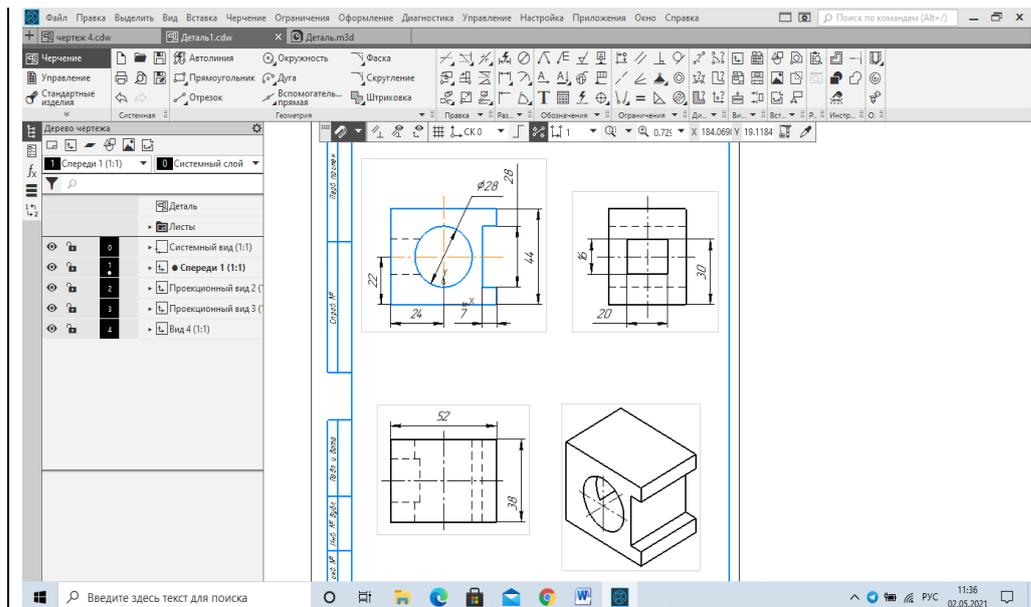
изометрию, как на первоначальном чертеже?

(возможно, идёт обсуждение вариантов)

- Тут есть один выход: вернуться к 3D-режиму детали, определить ей такую ориентацию, благодаря которой мы получим нужную изометрию. Но тогда все наши остальные виды будут не те, какие нам нужны. И тогда нам придётся подбирать наши виды по одному. Мы сейчас всего этого уже делать не будем. Зато я пояснил проблему и на следующем уроке мы уже начнём строить деталь в таком виде, в котором эту проблему можно будет избежать. А теперь давайте перейдём к расставлению размеров. Для начала нужно наши виды «разрушить».



- Отлично, теперь постройте оси (нажмите «Отрезок», выберите стиль «Осевая»; чтобы построить осевые на изометрии, нужно выбирать «параллельный отрезок» относительно необходимой прямой) и расставьте размеры по первоначальному чертежу и при необходимости передвигайте виды. Попробуйте сделать это уже самостоятельно. Если возникнут сложности, спрашивайте.



5 мин

6. Рефлексия учебной деятельности на уроке.

- Итак, наш урок подходит к концу. Вы отлично сегодня поработали. Что нового вы узнали за сегодняшний урок?
- Мы узнали, с какой проблемой можно столкнуться в КОМПАС-3D, перенося виды детали на чертёж, и что такое изометрия.
- Как вы считаете, ваши навыки работы в КОМПАС-3D улучшились?
- Да.
- Что же, наш урок окончен, всем спасибо! До свидания!

3) Урок «Разрезы простой и сложный»:

Тема урока: Разрезы простой и сложный

Цель урока: Деятельностная: способствовать формированию у учащихся умений по работе с разрезом простым и сложным, и полноценному построению чертежей;

Содержательная: способствовать формированию представлений у учащихся о том, как избежать ошибки, с которой можно столкнуться в КОМПАС-3D и как

Результаты обучения:	проводятся разрезы.
Предмет.:	Овладение умениями выполнять разрез простой и сложный, выполнять полноценный и правильный чертёж детали.
Метапред.:	<u>Регулятивные:</u> Контроль процесса и результата деятельности; <u>Познавательные:</u> Способствование подведению итога урока; <u>Коммуникативные:</u> Умение вести диалог с учителем, возможно и с одноклассниками.
Личностн.:	Формирование у учащихся мотивации к работе на уроке, познавательных интересов, готовность и способность учащихся к саморазвитию.
Формы организац. деят. уч-ся.	Индивидуальная.
Методы обуч.	Словесный, наглядный, практический.
Дидакт. обеспеч.	Компьютер, проектор, доска.

Ход урока

2 мин	<u>1.Организационный момент.</u> - Здравствуйте, ребята! Присаживайтесь! Давайте отметим тех, кто сегодня присутствует на занятии.
2 мин	<u>2.Мотивирование к учебной деятельности.</u> <i>Могут:</i> - Ребята, вы слышали о такой профессии, как инженер-проектировщик? - Да.

- Знаете, что они делают с 3D-детальюми?

- Нет.

- Они выполняют разрезы – простые и сложные. Вы тоже можете их выполнять, в них ничего нет трудного.

Хочу: - Хотите быть такими же, как инженеры-проектировщики и научиться выполнять разрезы простые и сложные?

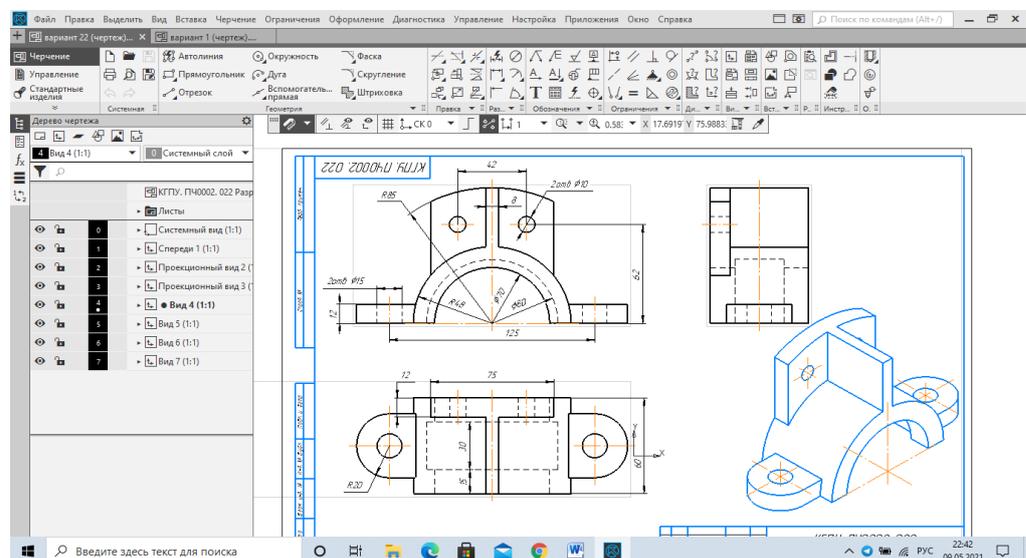
- Да.

Надо: - Тогда нам надо не забывать, что необходимо избежать той самой проблемы, с которой мы столкнулись на прошлом уроке. На сегодняшнем уроке мы с этим обязательно справимся.

2 мин

3. Домашнее задание.

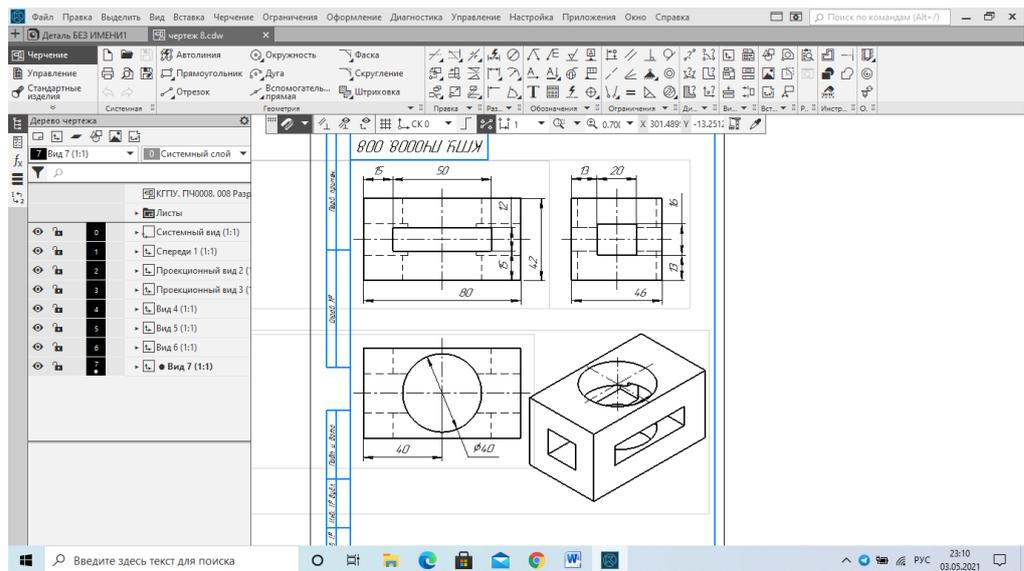
- Ребята, давайте сейчас запишем домашнее задание, чтобы потом к нему не возвращаться. Задание следующее: Проверьте себя, постарайтесь построить такую деталь в 3D, проведите разрез простой и постройте чертёж.



29 мин

4. Выдача нового материала.

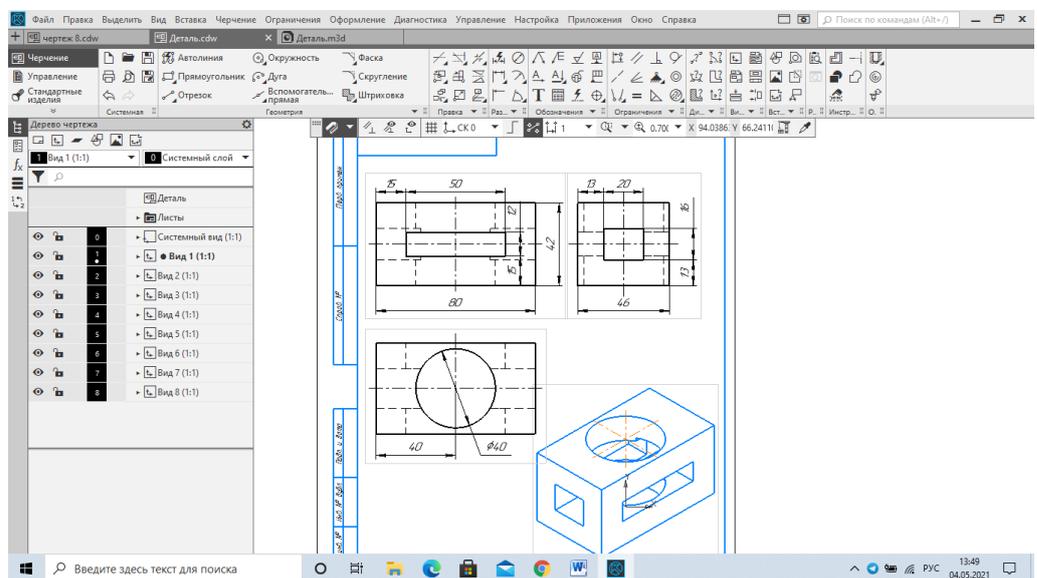
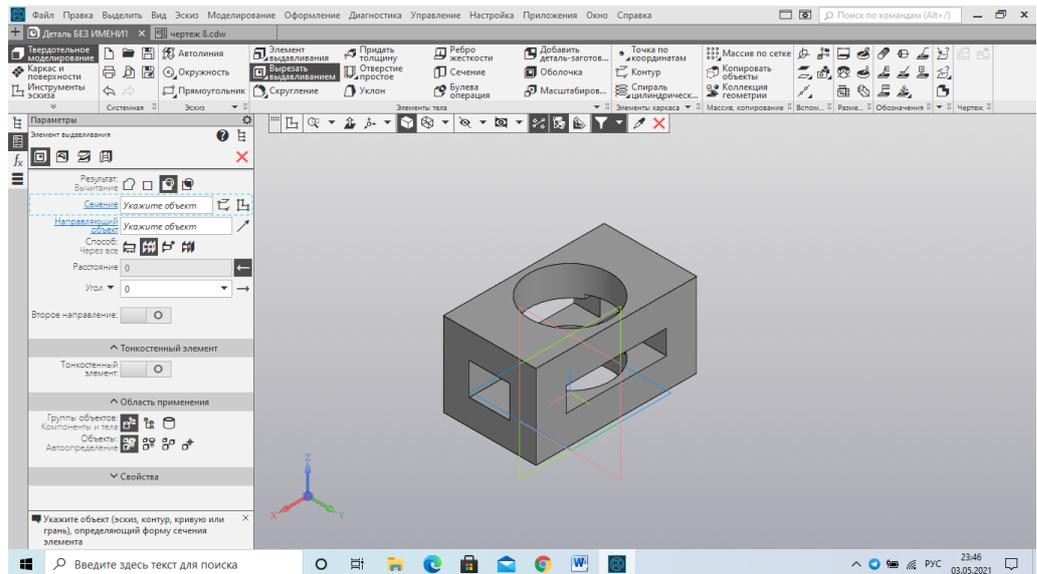
- Обратите внимание, пожалуйста. Для выполнения разреза простого нам понадобится вот такая деталь. Давайте её построим.



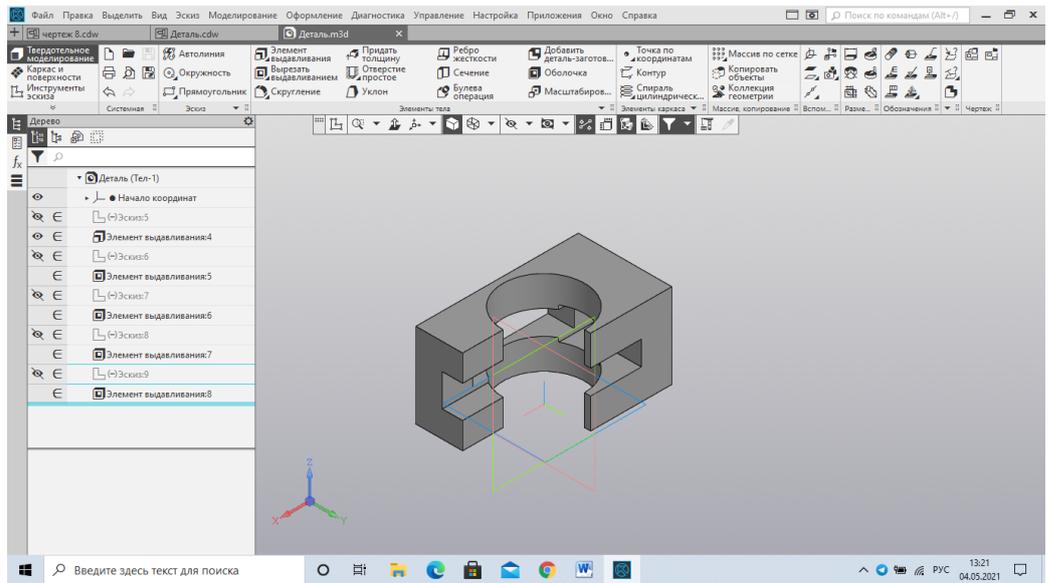
- Ребята, чтобы вам построить деталь, не имея проблем с изометрией в чертеже, как на прошлом уроке, необходимо сделать следующее: в режиме 3D выбрать ориентацию – «Изометрия» и уже представить, как будет выглядеть деталь на чертеже, то есть мы заранее заботимся о том, чтобы на чертеже изометрия была в порядке. Но как быть с видами? В таком случае могут быть не те виды, которые нам нужны. Смотрите, мы уже знаем, как должны выглядеть наши виды, судя по чертежу. Значит, мы просто будем их подбирать по одному. Понятно? Задавайте вопросы, кому не понятно.

(здесь вполне возможны сложности, учитель объясняет тем, кому не понятно)

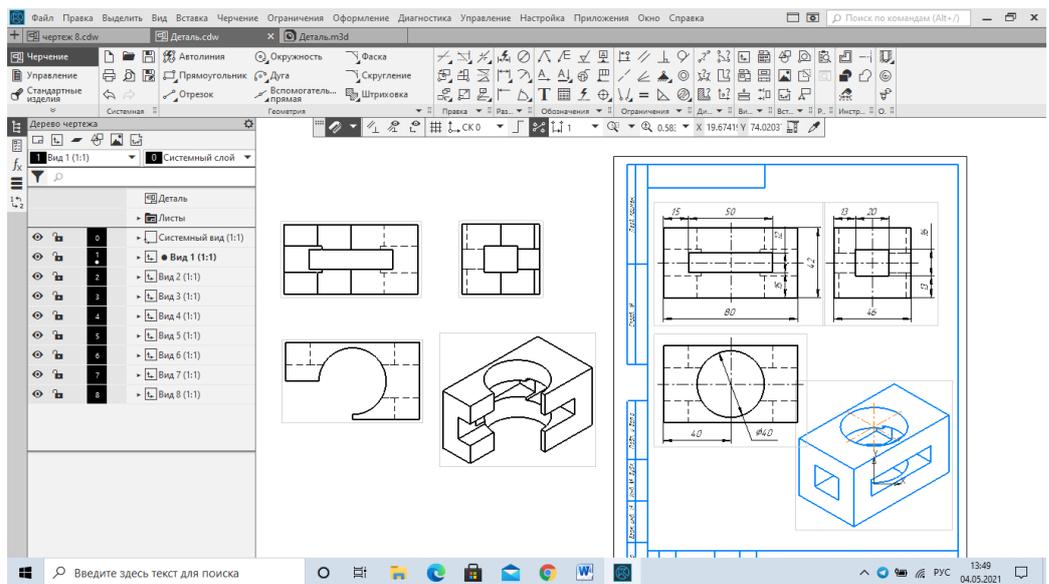
- Что ж, можете приступать. Постройте данную деталь, опираясь на то, какая должна быть изометрия и перенесите все виды как на чертеже, подберите их, расставьте размеры, проведите оси. При необходимости, можете поворачивать вид.



- Отлично. Теперь, ребята, проведём разрез простой. Разрез простой выполняется с помощью одной секущей плоскости, иными словами давайте сделаем с нашей деталью следующее, обратите внимание на картинку. Выполните такой разрез.



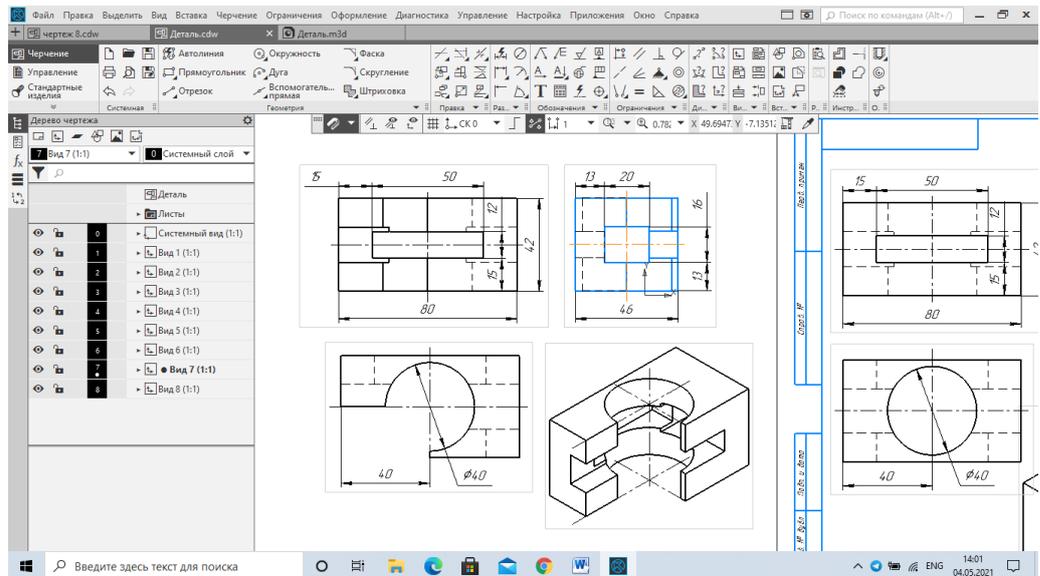
- Хорошо. Теперь давайте научимся делать чертежи по такой детали. Вернитесь к чертежу целой детали и перебросьте туда наши виды с изометрией детали с разрезом. Отодвиньте виды немного левее листа.



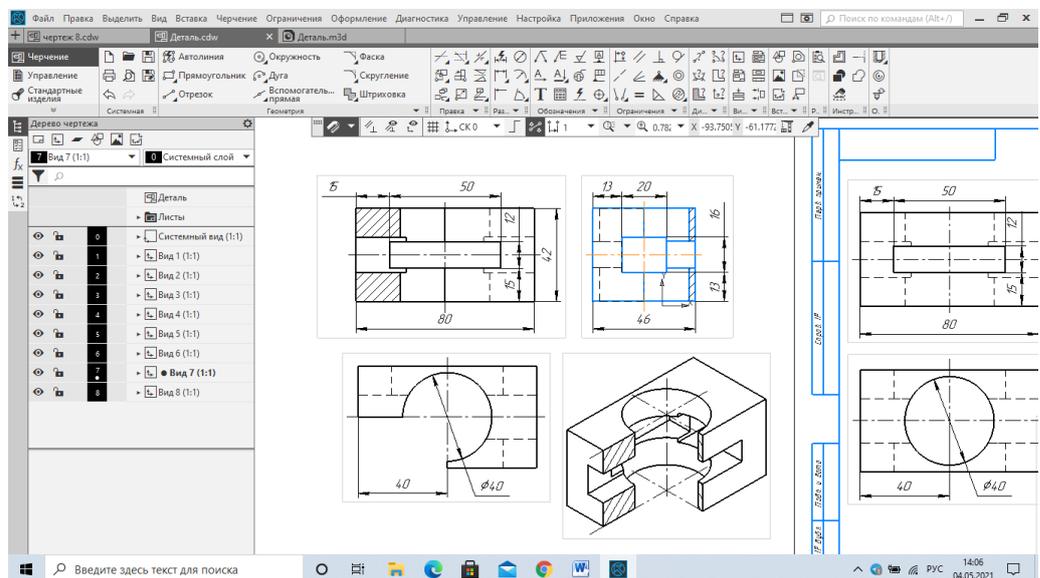
- Молодцы. Что нам не хватает?

- *Размеров?*

- Верно. Расставьте размеры и оси, опираясь на виды, которые расположены на листе. Если вы всё выполнили верно, то у вас должно получиться следующее:



- Остался один нюанс. Необходимо выполнить штриховку в тех местах детали, где был проведён разрез. Кнопка штриховки находится в инструментальной панели. Опирайтесь на чертёж, который я демонстрирую. На изометрии штриховка будет несколько иная. Со стороны фронтальной плоскости штриховка под углом 60 градусов, а со стороны профильной плоскости штриховка под углом -60 градусов.

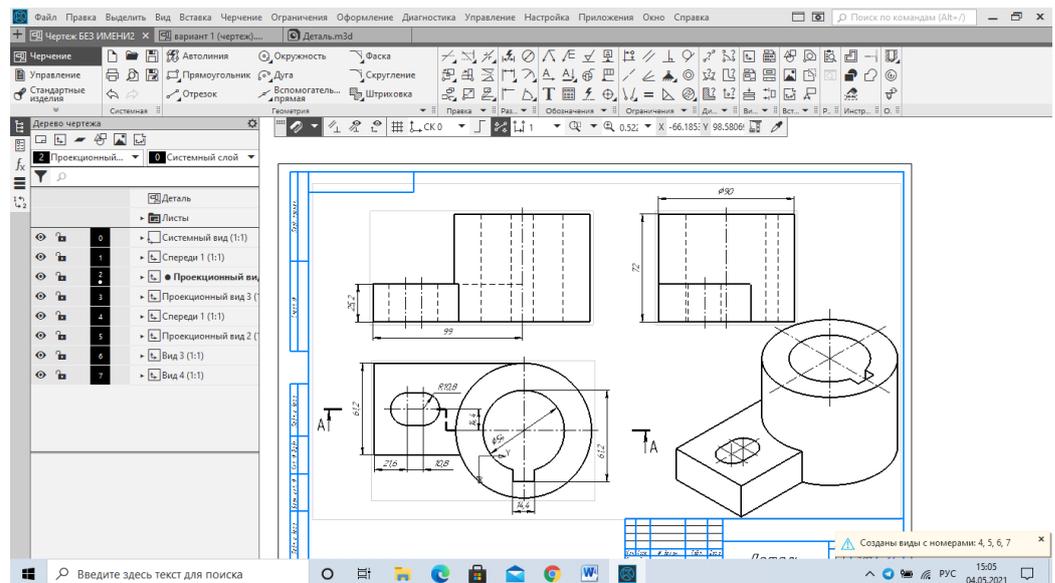


- Что ж, вы уже умеете выполнять простые разрезы. Какой разрез осталось научиться строить?
- Сложный.
- Да. Отличие лишь в том, что секущих плоскостей будет

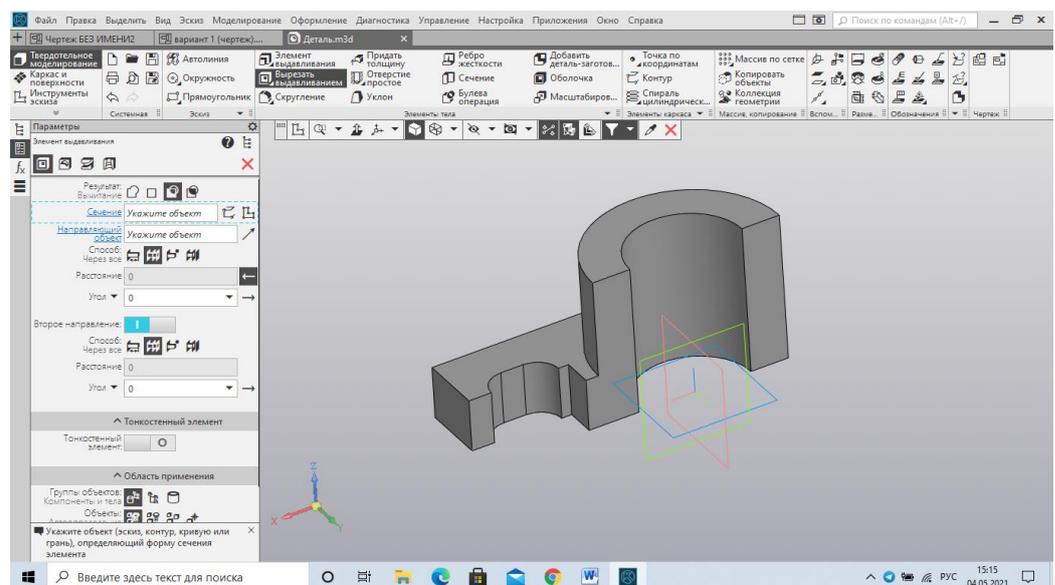
Ориентация горизонтальная. Ребята, вы знаете, что это за пунктирная линия на виде сверху с обозначениями буквой «А»?

- Нет.

- Это, ребята, обозначение разреза сложного. Эту линию нужно построить, используя кнопку «Линия сложного разреза/сечения» в инструментальной панели.



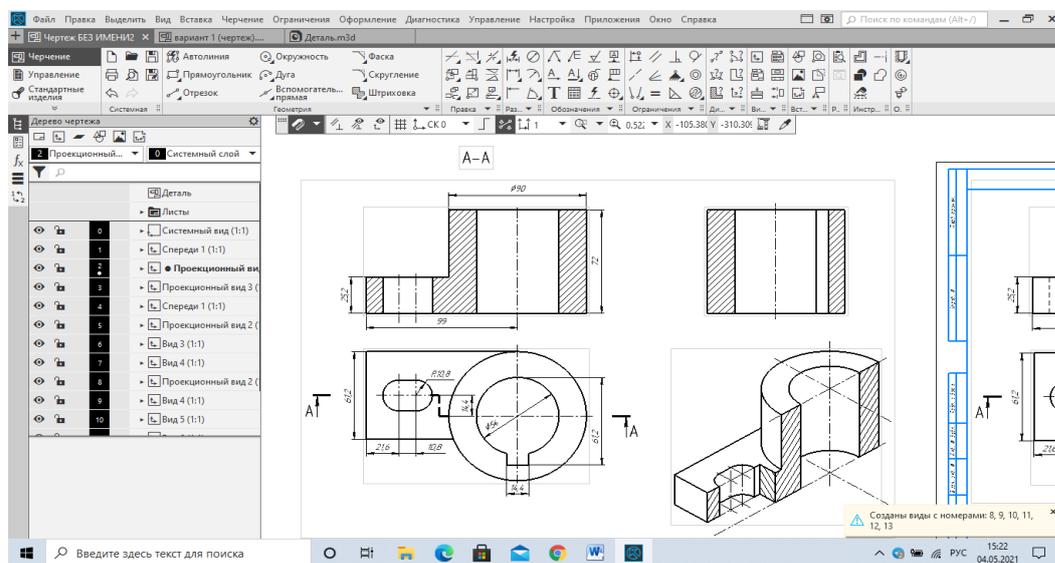
- Прекрасно. Выполняем, непосредственно, сам разрез, обращая внимание на линию разреза.



- Почти закончили. Осталось сделать чертёж по полученной детали. Только вид сверху должен быть точно такой же, как вид сверху целой детали. Тут вы уже также можете справиться без

МЕНЯ.

(учащиеся строят чертёж детали и при необходимости, обращаются за помощью к учителю)



5 МИН

5. Рефлексия учебной деятельности на уроке.

- Итак, наш урок подходит к концу. Вы отлично сегодня поработали. Что нового вы узнали за сегодняшний урок?
- Мы узнали, как выполняется разрез простой и сложный, как избежать проблемы, которая может возникнуть при построении детали.
- Чем отличается разрез простой от разреза сложного?
- Тем, что в разрезе простом лишь одна секущая плоскость, а в разрезе сложном их может быть несколько.
- Всё правильно. Что же, наш урок окончен, всем спасибо! До свидания!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог всему вышеописанному, хочется сказать, что:

1. в ходе исследования была озвучена проблема обучения на уроках технологии – отсутствие изучения программы для 3D-моделирования в школах. Выявлена актуальность проблемы;
2. проведён анализ вопросов пространственного мышления;
3. собрана информация о программе КОМПАС-3D и разрезах;
4. проанализирована собранная информация на предмет дальнейшей разработки модульного курса работы с КОМПАС-3D для учащихся 8 класса;
5. построены планы-конспекты уроков модуля.

Список литературы

- 1) Проблема в преподавании технологии, программы 3D-моделирования [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://infourok.ru/neobhodimost-izucheniya-3d-modelirovaniya-na-urokah-tehnologii-4123657.html> ;
- 2) КОМПАС-3D [электронный ресурс]. Путь доступа - [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_\(САПР\)#«Компас-3D»](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_(САПР)#«Компас-3D») ;
- 3) Эффективность проектирования в КОМПАС-3D [электронный ресурс]. Путь доступа - https://kompas.ru/source/articles/2012-02-OI_KOMPAS-3D.pdf ;
- 4) Особенности и интерфейс программы [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://junior3d.ru/article/Kompas-3D.html> ;
- 5) Типы моделей [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://pandia.ru/text/80/125/52487.php> ;
- 6) Эскиз [электронный ресурс]. Путь доступа - <http://saprblog.ru/uroki-kompas-3d/kompas-3d-rezhim-eskiza-poryadok-sozdaniya-eskiza.html> ;
- 7) Создание эскиза – Л.Е. Белоусова. Контрольная работа по дисциплине «Информационные технологии в профессиональной деятельности»: Методические указания. – Северодвинск: технический колледж, 2018. – 54 с.;
- 8) Операция выдавливания [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://kompas-uroki.ru/kompas-3d/operatsiya-vydavlivaniya> ;
- 9) Что такое чертёж – Григорьева, Г. Н. Создание рабочего чертежа детали в КОМПАС-3D / Г. Н. Григорьева, Д. С. Шувалов // Вестник Коломенского института (филиала) Московского политехнического университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2019. – № 12. – С. 20-27.;
- 10) Краткие сведения [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Чертёж> ;

- 11) Общие сведения о видах – Битунов А.И. Компьютерная графика: Практикум по изучению системы КОМПАС.- Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2011.- 68 с.;
- 12) Ассоциативные виды [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://gendocs.ru/v26543/?cc=4> ;
- 13) Получение чертежа с модели [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://kompas-uroki.ru/kompas-2d/chertezh-modeli-kompas> ;
- 14) Редактирование объектов в режиме чертежа – Ч. 3 : Выполнение конструкторских документов в программе «КОМПАС-3D» / Н. Е. Артемова, Н. А. Базыкина, А. Н. Вантеев ; под ред. д.т.н., профессора А. Ю. Муйземнека. – 2018. – 68 с.;
- 15) Фрагмент [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://lumpics.ru/how-to-use-kompas-3d/> ;
- 16) Назначение разрезов и сечений. Определение сечения [электронный ресурс]. Путь доступа - <http://refleader.ru/bewujgjeujg.html> ;
- 17) Определение разреза [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://studme.org/237344/informatika/razrezy> ;
- 18) Правила выполнения и обозначения разрезов [электронный ресурс]. Путь доступа - http://cherch.ru/chtenie_i_vipolnenie_chertezhey/razrezi.html ;
- 19) Определение простого разреза [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Разрез> ;
- 20) Виды простого разреза [электронный ресурс]. Путь доступа - <http://refleader.ru/jgeatyrnajgepol.html> ;
- 21) Сложный разрез [электронный ресурс]. Путь доступа - <http://pedagogic.ru/books/item/f00/s00/z0000043/st036.shtml> ;

22) Баранов, В. Н. О применении системы Компас 3D в школе для обучения инженерной графике / В. Н. Баранов // Роль и место инженерных знаний в структуре общего образования : Сборник статей V межрегиональной очно-заочной научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 30 марта 2017 года / Под редакцией А.Г. Козловой, Л.В. Крайновой, В.Л. Расковалова, В.Г. Денисовой. – Санкт-Петербург: Частное образовательное учреждение дополнительного образования "Лингвистический Центр "Тайкун", 2017. – С. 146-148.;

23) Критерии выбора КОМПАС-3D [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://kompas.ru/kompas-3d/about/> ;

24) Определение факультатива [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Факультатив> ;

25) Определение пространственного мышления [электронный ресурс]. Путь доступа - <https://repetit.ru/blog/articles/prostranstvennoe-myshlenie/> ;

26) Тлявсин, И. Б. Проблемы технологического обучения на уроках технологии в школе / И. Б. Тлявсин // Наука через призму времени. – 2017. – № 5(5). – С. 110-113.