

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Романчук Иван Сергеевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 07.10.2022 11:47:44

Уникальный программный ключ:

6319edc2b582ffdacea447f91d5779368d0857ac7455cd074d81181536a52479

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГАОУ ВО ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Б. В. ГРИГОРЬЕВ

А. А. ЛУЧКИН

КОМПАС – 3D v19. Работа с библиотекой АРМ_FEM
Учебное – методическое пособие для студентов
Направлений подготовки «Техническая физика» «Ландшафтная
архитектура»



Тюмень
Издательство
Тюменского государственного университета
2020

УДК 624.042.12.

ББК 30.2-5-05

Б. В. Григорьев, А. А. Лучкин. КОМПАС – 3D v19. Работа с библиотекой АРМ_FEM. Учебное-методическое пособие для студентов направления «Техническая физика» и «Ландшафтная архитектура» Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2020. 70с.

Представленный в пособии алгоритм работы в программе «Компас - 3 D v19» позволит сформировать у студентов базовые аналитические навыки инженерного проектирования в области строительства промышленных и жилых объектов, проектирования статичных и подвижных механизмов, проверки их физико-механических и теплофизических характеристик в различных условиях эксплуатации.

Рекомендовано к изданию кафедрой прикладной и технической физики

Утверждено директором Физико-технического института Тюменского государственного университета.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР **Б.В. Григорьев**, канд.тех.наук,
зав. каф. Прикладной и технической
физики.

РЕЦЕНЗЕНТЫ **А.А. Вакулин**, доктор техн.наук.
С.Г. Никулин, зав. базовой каф.
расходомерии нефти и газа.

© ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет, 2020

© Б. В. Григорьев, А. А. Лучкин, 2020

Методическое пособие «КОМПАС – 3D v19. Работа с библиотекой APM_FEM»

Данное методическое пособие разработано для студентов направлений «Техническая физика», «Ландшафтная архитектура» и других. В процессе обучения в Университете по прикладным направлениям естественно-научного и инженерного профилей, важным навыком является опыт практического использования различных систем автоматизированного проектирования, формирующих основы пространственного мышления и навыки создания двух и трехмерных объектов, и конструкций различной сложности. Графическая система КОМПАС-3D представляет собой программное обеспечение для двух и трехмерного проектирования, и моделирования физических процессов и систем.

Настоящее методическое пособие направлено на изучение работы с библиотекой APM_FEM. Данная библиотека многофункциональна, но в первую очередь используется для анализа прочностных и теплофизических свойств исследуемого объекта. Система КОМПАС-3D обладает встроенной базой данных, с помощью которой можно назначить реальные свойства и характеристики исследуемой модели, достаточные для выполнения расчетов и моделирования любых физических процессов с объектом исследования. В базе данных хранятся основные типы материалов с заданными характеристиками согласно ГОСТ, а также возможность ручного дополнения библиотеки новыми материалами и свойствами.

В качестве примера, в данном методическом пособии представлена работа в библиотеке APM_FEM на примере расчета прочностных и теплофизических характеристик строительного блока из нового строительного материала «ДиатомИК».

Оглавление

Методическое пособие «КОМПАС – 3D v19. Работа с библиотекой АРМ_FEM»	3
Глава 1. Начало работы в программе. Основные операции.....	5
1.1. Запуск программы.	5
1.2. Главный экран. Основные функции.	7
1.3. База данных. Изменение свойств материалов.	13
1.4. Необходимые физические величины для корректного расчета.	21
1.5. Редактирование библиотеки.	27
1.6. Создание чертежей.	34
Глава 2. Работа с библиотекой АРМ_FEM	42
2.1. Создание модели.....	42
2.2. Работа с библиотекой АРМ_FEM. Статический расчет и тепловой расчет.	50
Контрольные вопросы.....	68
Список литературы.....	69

Глава 1. Начало работы в программе. Основные операции.

1.1. Запуск программы.

Команда производителей Компаса выпустила новую версию «Компас – 3D v 19». После выхода в свет, «Компас – 3D v 19» получила ряд положительных отзывов от специалистов разных отраслей. Программа становится все современнее и современнее.

После установки программы на ваш личный или рабочий компьютер, перейдем к ее запуску. Открыв ярлык на рабочем столе, перед вами открывается вступительное окно, представленное на рисунке 1.

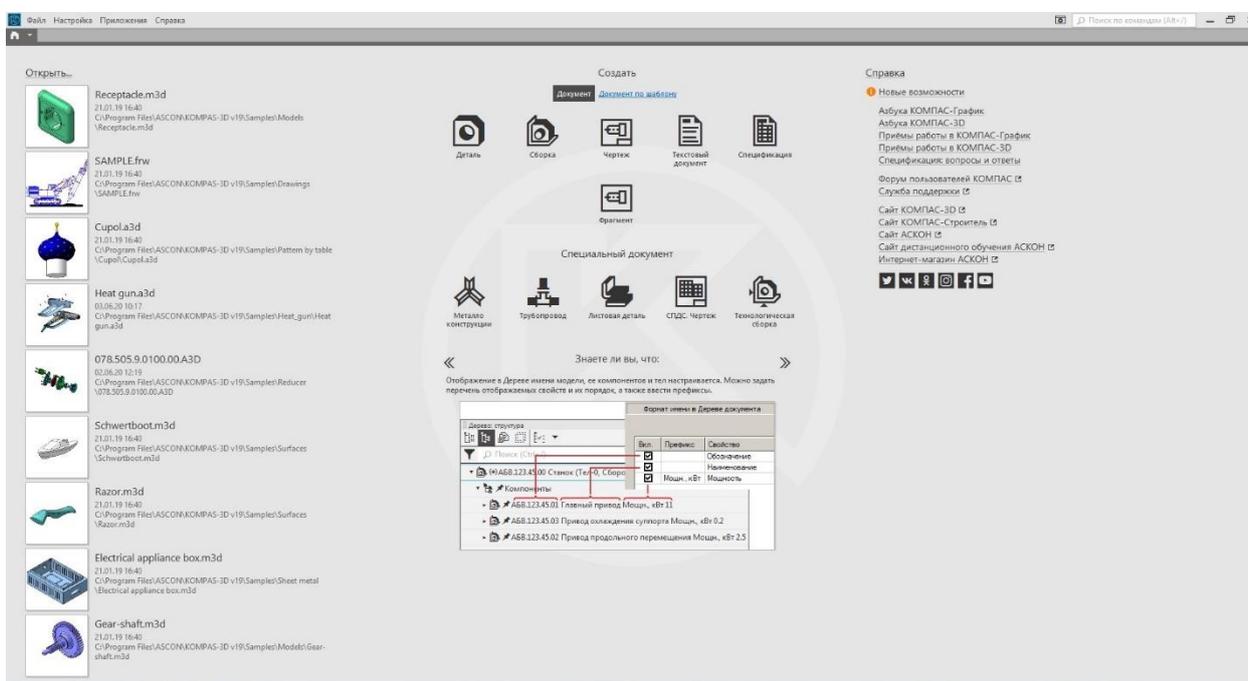


Рис 1. Вступительное окно.

Одним из преимуществ является встроенный Viewer. Viewer позволяет посмотреть различные 3D объекты, которые были созданы другими авторами. Объекты расположены в левой части вступительного окна. В данный момент мы с вами видим пример розетки, купола церкви и тд.

Нас же интересует создание собственных объектов, поэтому необходимо создать новый документ. В центре вступительного окна предлагается выбрать тип документа. Для удобства выведено на рисунок 2.



Рис 2. Создание нового документа.

На данном этапе работы нам необходимо создать новый файл. Программа позволяет выбрать интересующий вас формат, варианты форматов представлены на рисунке 2. Так же программа автоматически предлагает загрузить часто используемые детали или чертежи.

В первую очередь нас интересует два типа документов:

- Чертеж;
- Деталь.

Чертеж – позволяет создать схему исследуемого объекта. При выполнении любого практического задания, связанного с моделированием какого-либо объекта, необходимо, для успешной защиты создавать чертеж.

Деталь – исследуемый объект, созданный с помощью чертежа.

Так же существует альтернативный способ создание нового для документа. Для этого необходимо выбрать «ФАЙЛ» как показано на рисунке 3. При выборе команды создать, перед вами откроется окно, вид которого уже был представлен ранее. Так же можно открыть ранее созданную вами модель с помощью команды открыть.

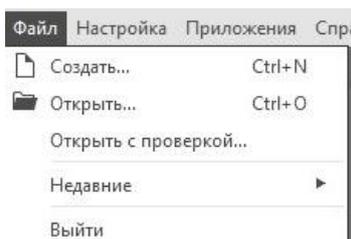


Рис 3. Меню работы с файлами.

В зависимости от типа документа после нажатия клавиши ОК откроется главный экран (при выборе детали) или чертежное окно (чертеж).

1.2. Главный экран. Основные функции.

Выполнив действия, описанные в пункте 1.1. можно приступить к работе. При выборе Детали открывается главный экран программы, представленный на рисунке 4.

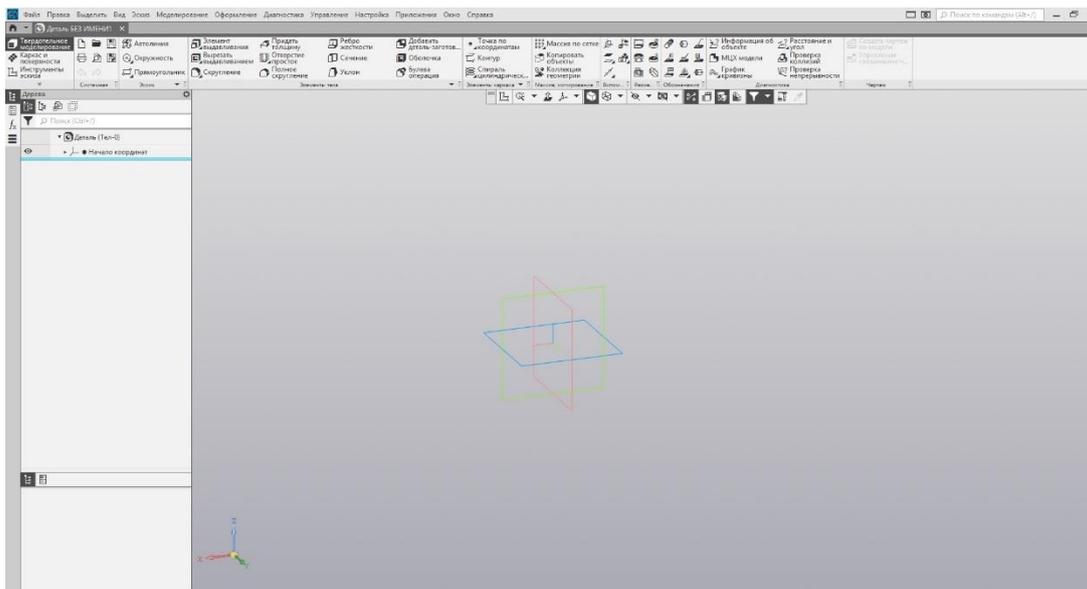


Рис 4. Главный экран.

Главный экран программы можно разбить на три основные области:

1. Главная панель.

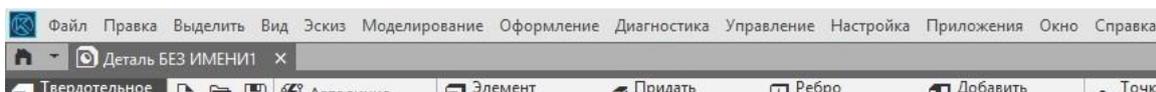


Рис 5. Главная панель.

Главная панель, как и в любой другой программе, в первую очередь служить для сохранения или загрузки сделанной вами работы.

2. Рабочая панель или инструменты.



Рис 6. Рабочая панель.

Рабочая панель достаточно большая, находится она чуть ниже главной панели. Рассмотрим каждый блок по отдельности. Для выполнения

трехмерного моделирования используются не все блоки, которые приведены на рисунке 6.

Каждый блок, отделен от другого вертикальной линией, начнем с первого блока.

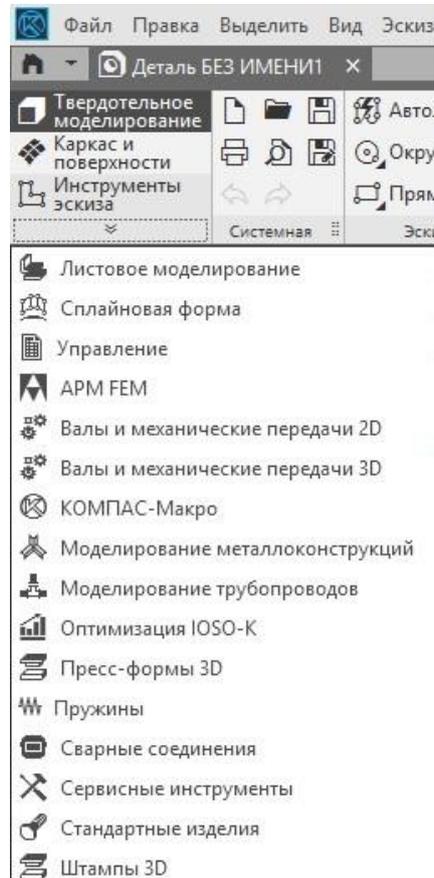


Рис 7. Инструменты эскиза.

В первом блоке по умолчанию необходимо оставить «Твердотельное моделирование». В качестве выбора из списка, представленного на рисунке 7 нас интересует АРМ FEM. АРМ FEM – это встроенная библиотека в программу компас, которая позволяет произвести ряд расчетов. После создания трехмерной модели, необходимо будет переключиться на библиотеку АРМ FEM. На данном этапе работы ничего не меняем и оставляем по умолчанию «Инструменты эскиза».

Следующий блок – Системная. Данный блок предназначен для сохранения или создания новых документов, вывода на принтер двухмерного изображения. Вид данного блока представлен на рисунке 8.

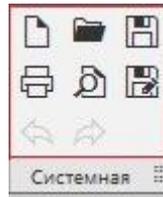


Рис 8. Системная.

Так же стоит отметить, что положение того или иного блока вы можете подстроить под себя. К примеру, вы редко пользуетесь блоком системная. Его можно перенести в любое место на рабочей панели. Делается это так, на рисунке 9 голубая стрелка указывает место, с помощью которого можно осуществить перенос. Удерживая правую кнопку мыши просто перетягиваем блок, на то место, где он не будет вам мешать. Перемещать можно все блоки, кроме первого.

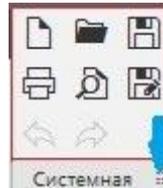


Рис 9. Перенос блока.

Следующий на очереди блок – Эскиз. Данный блок предназначен для создания 3D модели. Вид данного блока приведен на рисунке 10.

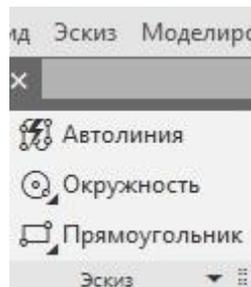


Рис 10. Эскиз.

Данный блок содержит базовые геометрические фигуры: прямоугольник и окружность, с помощью которых можно создать более сложную 3D модель с помощью дополнительных операции над объектом.

Работа в новой программе вызывает трудности, именно для этого разработчики сделали нам помощника. Иногда мы не знаем, что значит та или иная команда. Вместо поиска в интернете у нас есть возможность получить краткую информацию прямо в программе. Допустим, мы не знаем, что такое

«Автолиния». Для получения краткой справки необходимо привести курсор мыши на автолинию и немного подождать. Результат показан на рисунке 11.

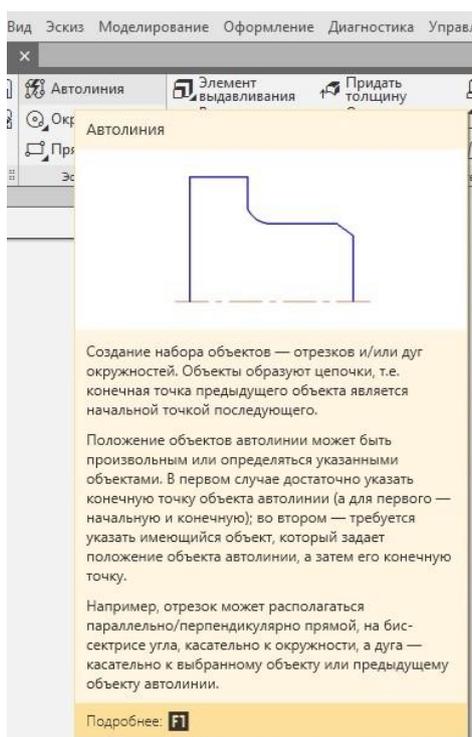


Рис 11. Справка. Автолиния.

Краткую справку можно получить абсолютно о любой команде, если вам не хватает информации или остались какие-то вопросы, то можно нажать F1 и получить еще больше информации.

Следующий интересующий нас блок – Элементы тела. Название данного блока говорит само за себя. Вид блока приведен на рисунке 12.

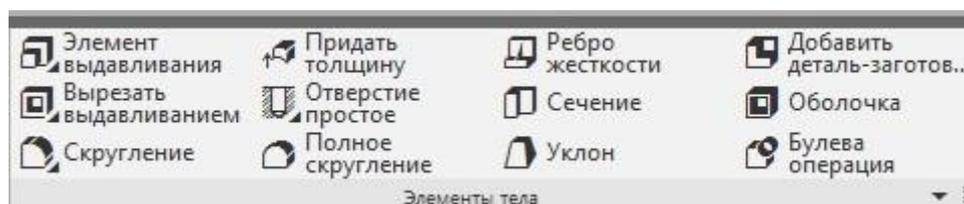


Рис 12. Элементы тела.

Данный блок позволяет создать простую 3D модель. Для выполнения нашей задачи нас в первую очередь будут интересовать:

- Элемент выдавливания – позволяет создать из простой геометрической фигуры (прямоугольник или окружность) 3d объект;

- Вырезать выдавливанием – позволяет усложнить 3d объект, то есть, в нашей задаче будет использовать для создания перфорации в строительном блоке.

На этом необходимые, для выполнения нашей задачи блоки закончились.

Обязательно необходимо обратить внимание на область под названием – «Дерево». Вид и положение области в пространстве представлены на рисунке 13.

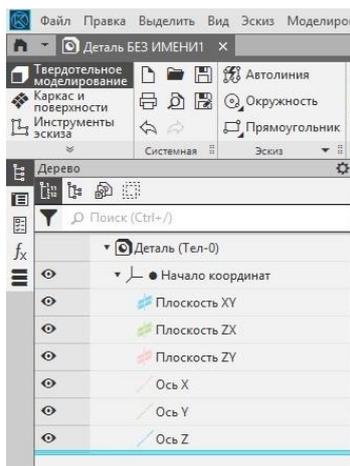


Рис 13. Дерево модели.

В дереве будет храниться вся информация о модели. Все операции, которые мы с вами будем совершать, будут отображаться в дереве модели. На данный момент там пусто. Сейчас нам предлагается выбрать плоскость. Как мы видим, на рисунке 13 представлены 3 плоскости: XY, ZX, ZY. При выборе той или иной плоскости происходит поворот в рабочем окне.

3. Рабочая область.

Создание объектов, эскизов, моделей происходит в рабочей области. Вид рабочей области приведен на рисунке 14.

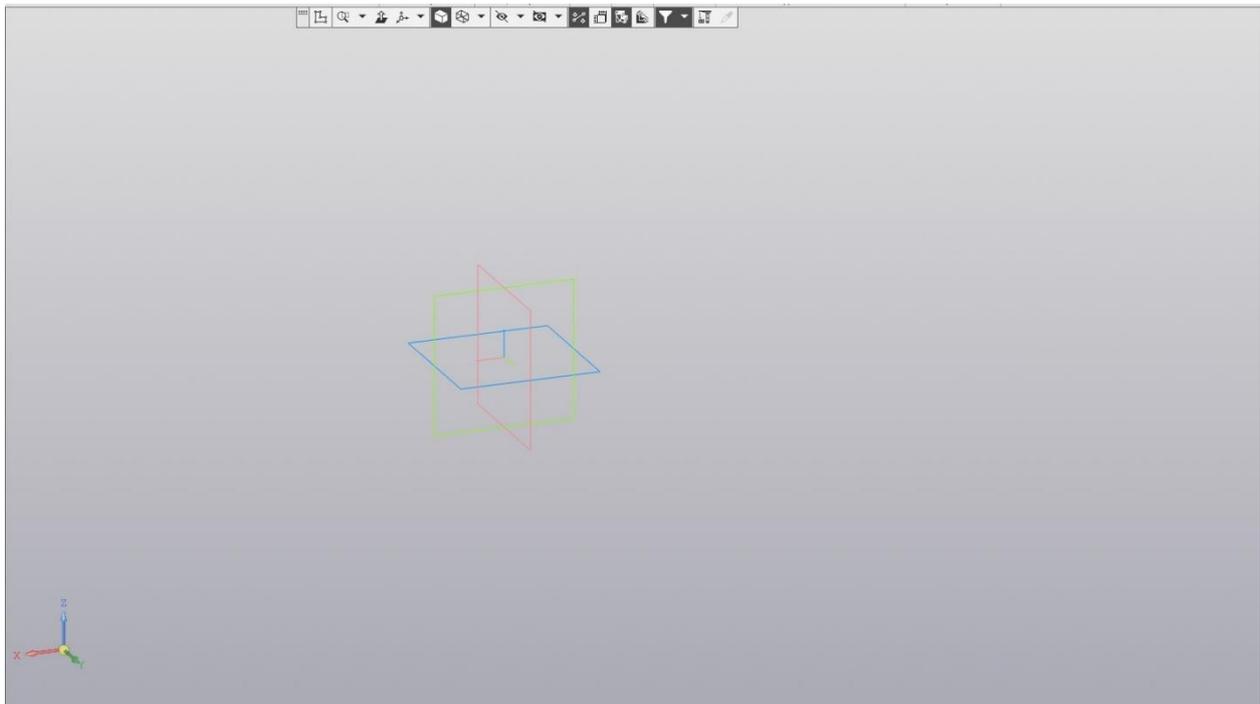


Рис 14. Рабочая область.

В центре экрана распложены три плоскости, для того чтобы выбрать одну из них достаточно нажать на нее и выбрать команду эскиз.

В левом нижнем углу показывается как в данный момент расположены плоскости.

Для приближения или отдаления, другими словами изменение масштаба изображения, нам необходимо использовать колесико мыши. Если получилось, что вы сильно отдалили и потеряли свой объект, для его быстрого поиска достаточно нажать F9 и программа автоматически вернет вас к нему.

Вращение объекта осуществляется с помощью зажатия правой кнопки мыши.

С помощью зажатого колесика возможно изменить положение тела в пространстве не поворачивая плоскость.

Так же стоит обратить внимание на вспомогательную панель, которая расположена вверху рабочей области. Ее вид приведен на рисунке 15.

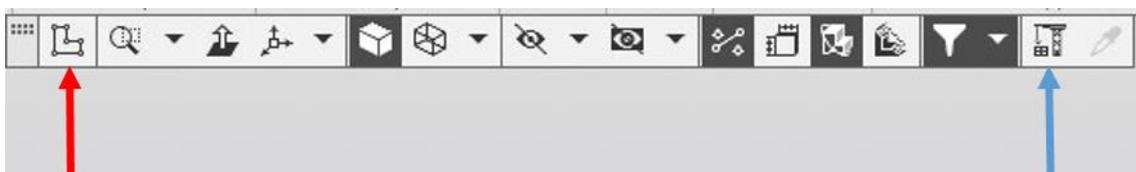


Рис 15. Вспомогательное окно в рабочей области.

Особое внимание стоит уделить кнопке «Создать эскиз» направление красной стрелки, а также «Перестроить», голубая стрелка (необходимо при подключении библиотеки APM FEM).

1.3. База данных. Изменение свойств материалов.

Программа «Компас – 3D v 19» обладает встроенной базой данных, в которой хранится информации об основных материалах, которые активно эксплуатируются человеком. Все материалы обладают определенным списком свойств. Количество свойств у каждого материала разное, в первую очередь это зависит от типа материала. Так сложилось, что в программе компас наиболее обширным списком свойств обладают металлы и различные сплавы. Что касается твердых тел или строительных материалов, список их свойств не самый обширный, но специально для этого существует редактор, с помощью которого становится возможным внесение или изменение уже ранее существующих свойств.

Для того чтобы отрыть список свойств, нам необходимо найти дерево модели. Затем, нам необходимо выбрать деталь и с помощью правой кнопки мыши выбрать пункт «Свойства модели», как представлено на рисунке 16 и 16а.

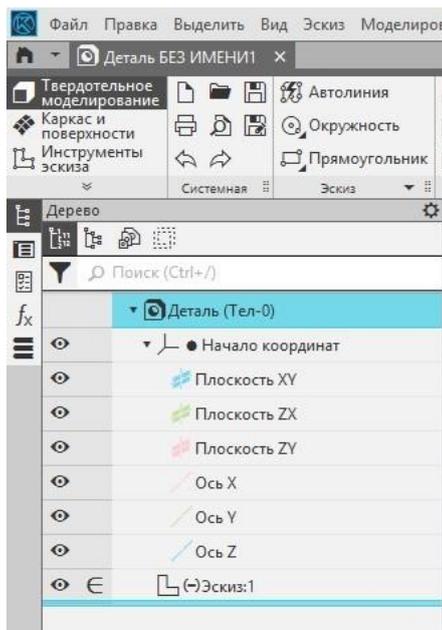


Рис 16. Деталь.

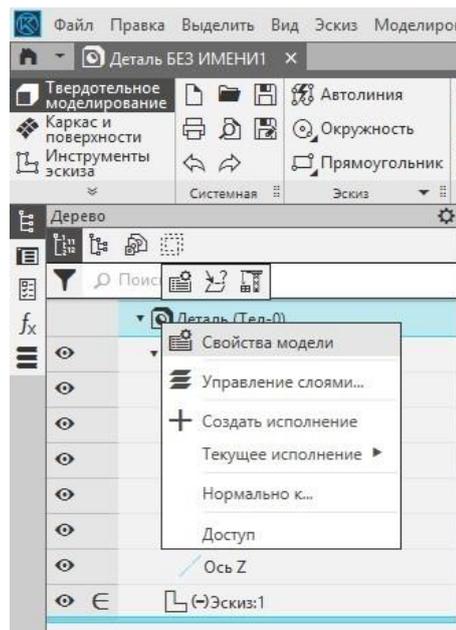


Рис 16а. Свойства модели.

После активации свойств модели появляется окно, вид которого представлен на рисунке 17.

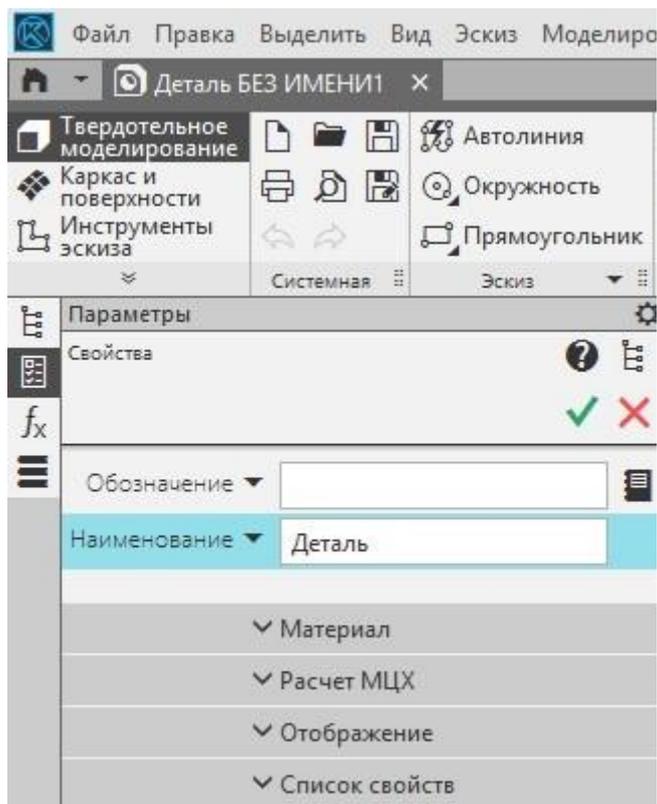


Рис 17. Свойства.

Согласно рисунку 17 в программе присутствует 4 подгруппы. В графе наименование предлагается ввести либо свою фамилию, либо свой материал.

В графе материал осуществляется возможность выбрать интересующий вас материал, как показано на рисунке 18.

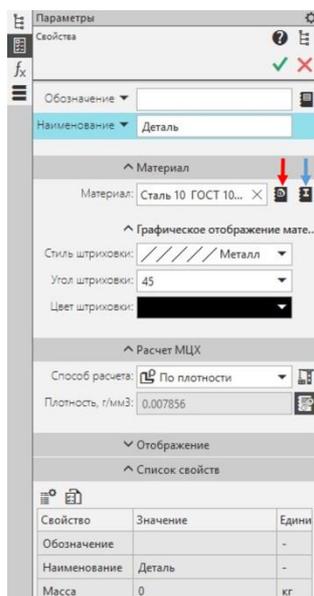


Рис 18. Выбор материала.

При создании новой модели, программа компас выставляет в качестве используемого материала Сталь 10 ГОСТ 1050 -2013. В базе данных компаса хранится множество материалов, которые активно эксплуатируются человеком. При работе в программе зачастую необходимо изменить материал, теперь необходимо разобраться как это сделать. На рисунке 18 приведены две стрелки. Существует два способа изменения материала. Красная стрелка указывает на «Выбрать материал из списка». После активации данной команды появляется небольшое окно, в котором приведена небольшая группа материалов, как показано на рисунке 19.

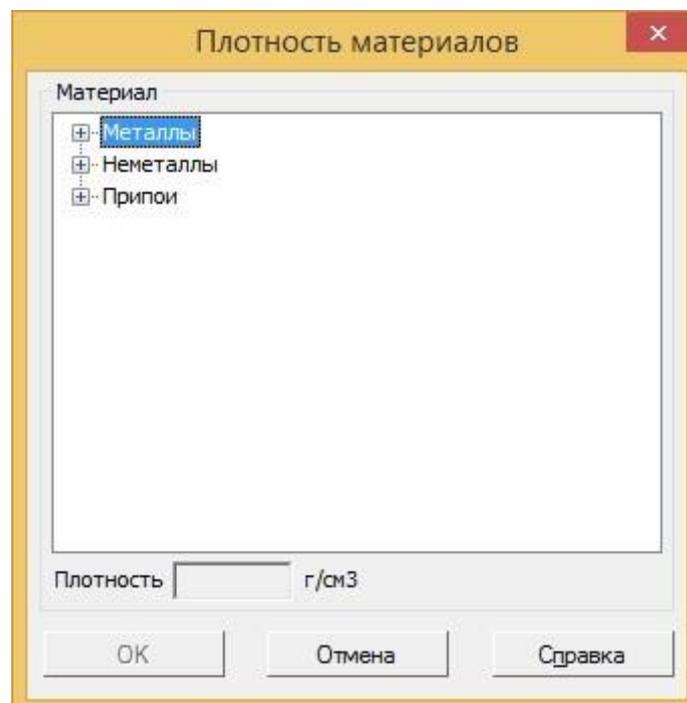


Рис 19. Выбрать материал из списка.

Если вы нашли интересующий вас материал, необходимо выбрать его и затем нажать ОК. Стоит отметить, что для дальнейшей работы, данное изменение материала может быть не корректным (при выполнении расчетов программа может выдать ошибку). Поэтому рекомендуется использовать второй способ. На рисунке 18 голубая стрелка указывает на «Выбрать материал из справочника» После нажатия, необходимо выбрать материал и перед вами откроется окно, вид которого представлен на рисунке 20. Если вам ранее доводилось работать в компас данное окно будет вам знакомо, если же нет сейчас все объясним.

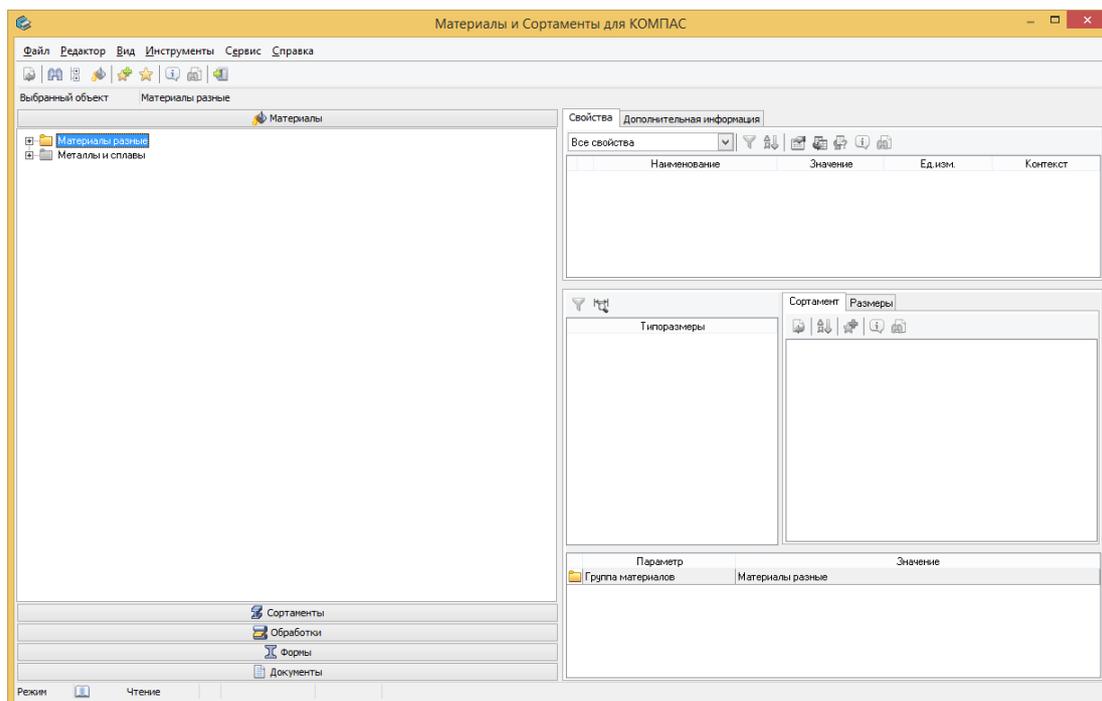


Рис 20. Материалы и Сортаменты для компаса.

В программе компас существует встроенная база данных. Все материалы можно разбить на две большие группы.

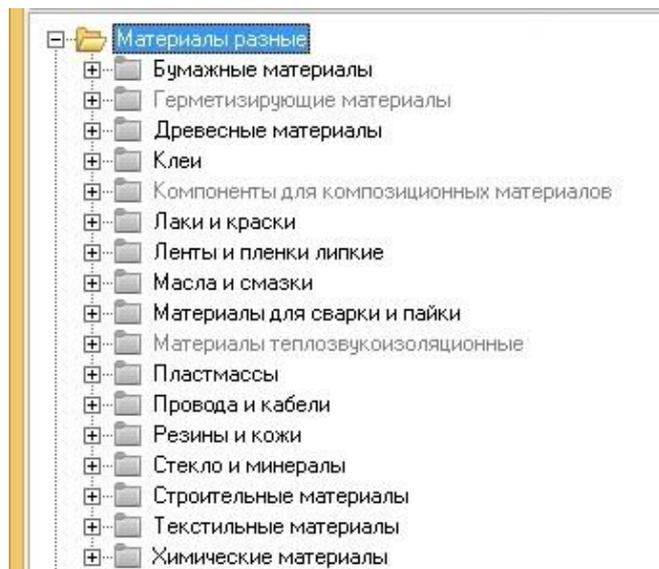


Рис 21. Материалы разные.

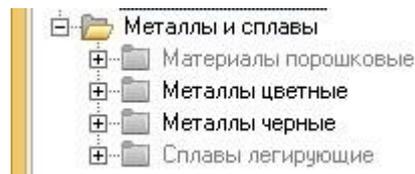


Рис 22. Металлы и сплавы.

Для того чтобы найти интересующий вас материал, необходимо определить под какую категорию он попадает, а затем уже определить его подгруппу. В качестве примера продемонстрирую вам, как найти керамический кирпич и какую информацию можно получить о его свойствах.

Кирпич относится к строительному материалу, следовательно, открываем папку «Материалы разные», затем необходимо среди всего списка найти «Строительные материалы» как показано на рисунке 23.

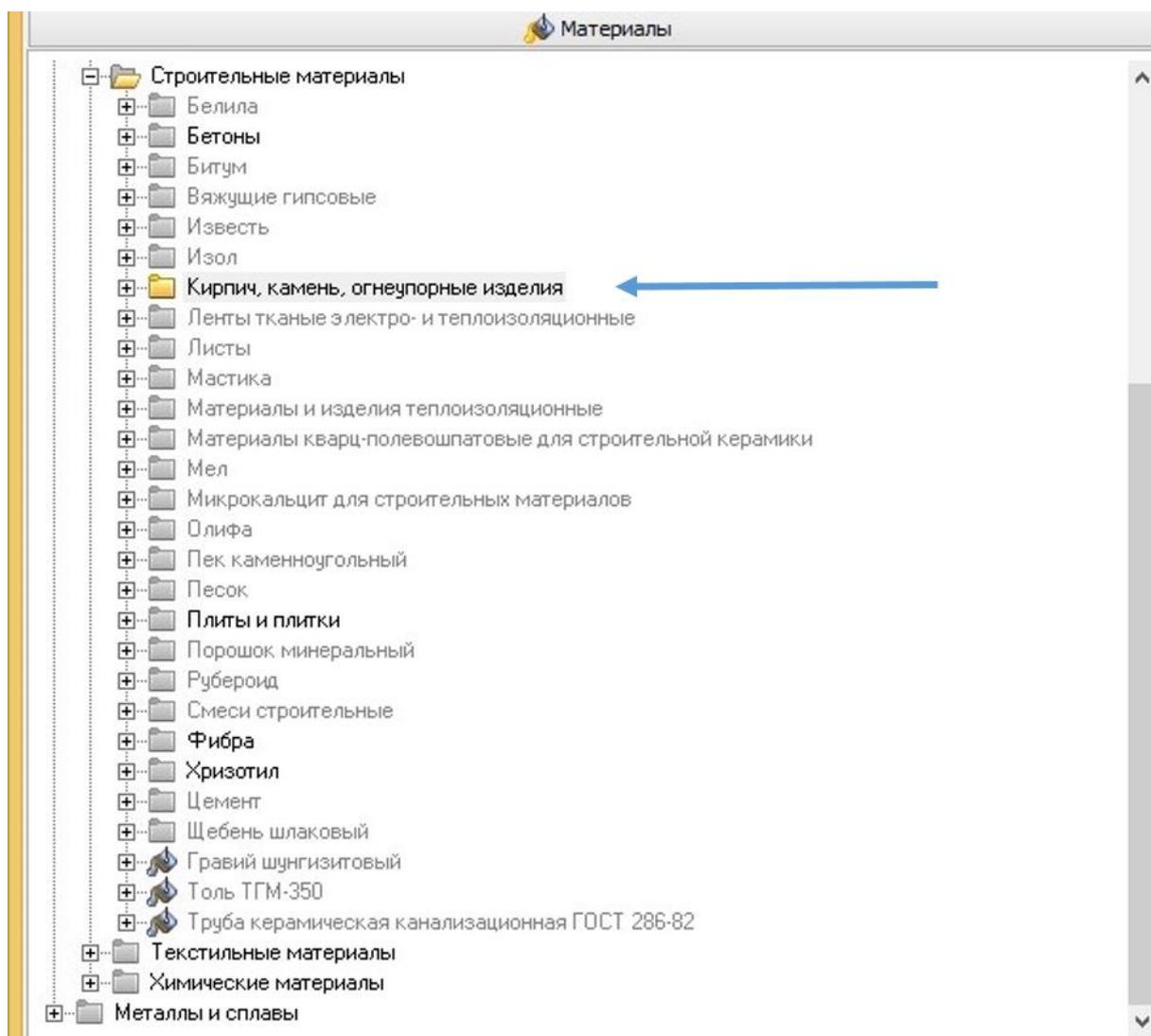


Рис 23. Строительные материалы.

Затем необходимо опять найти интересующую нас папку, в данном случае это «Кирпич, камень, огнеупорные изделия». После открытия папки необходимо выбрать «Кирпич керамический». Если вы все сделали правильно, то у вас должны появиться свойства выбранной нами модели (направление голубой стрелки, рисунок 24). Количество свойств у каждого материала различно, в качестве примера у стали их может быть более 45, а порой у строительных материалов и может вообще не быть, в данном случае все необходимо заносить вручную.

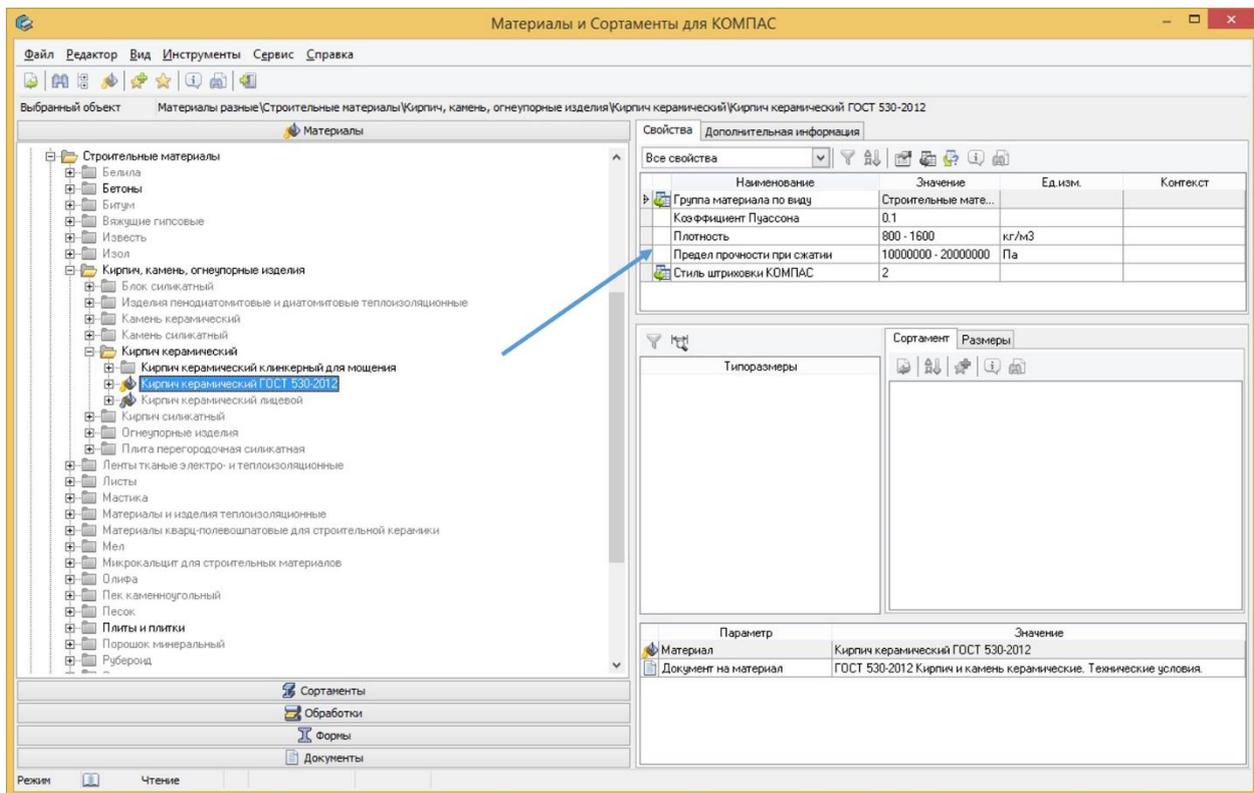


Рис 24. Свойства кирпича.

Как мы видим, у керамического кирпича всего 3 свойства:

- Коэффициент Пуассона;
- Плотность;
- Предел прочности при сжатии.

Безусловно, так как, керамический кирпич используется для строительства, то вышеуказанные свойства важны и необходимы, но для корректного расчета в компасе трех свойств недостаточно. В пункте 1.4. будет подробно изложено, какие свойства необходимы для корректного расчета и как их добавить для материала.

После того как мы нашли интересующий нас материал, его необходимо использовать, для этого необходимо нажать клавишу «выбрать», положение которой показано на рисунке 25.

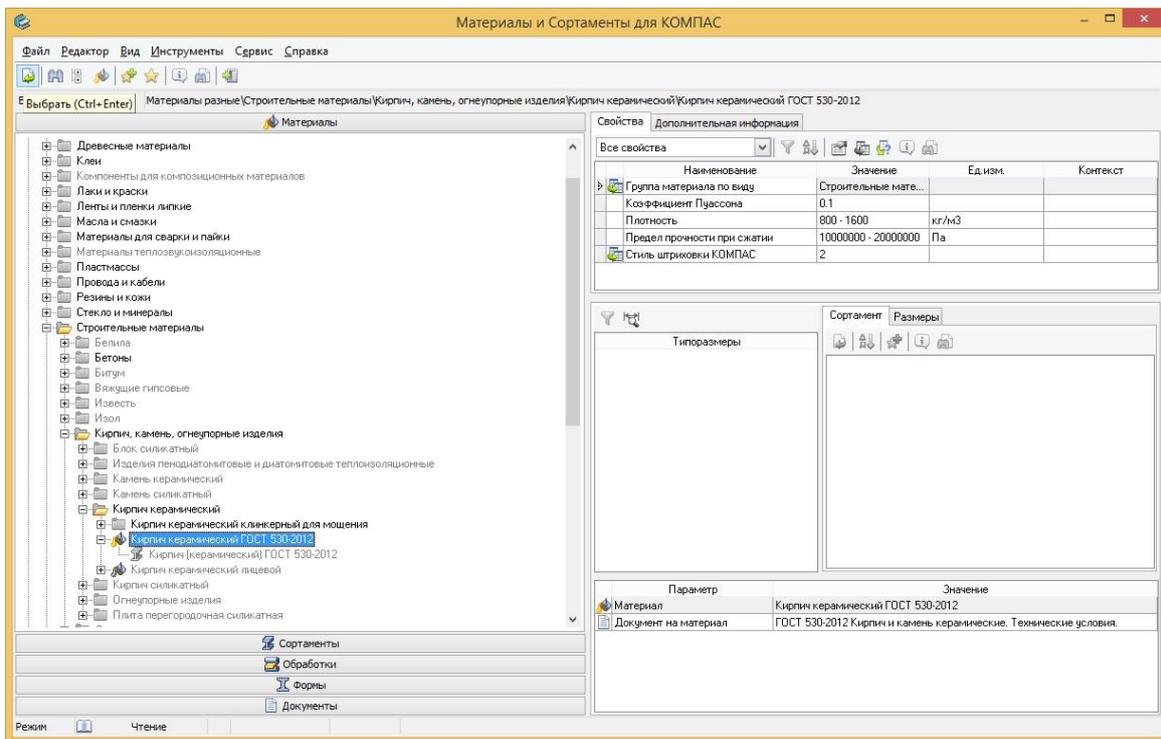


Рис 25. Выбор материала.

После выбора, окно материалы и сортаменты для компаса автоматически закрывается и выбранный нами материал уже активен.

Для того, что нам снова воспользоваться базой данных «Материалы и Сортаменты для КОМПАС» необходимо выбрать материал, но так как мы с вами уже использовали в качестве примера «Керамический кирпич», то программа добавляет его в избранное. Список объектов может быть сколько угодно большим, в приоритете будут те, которые наиболее часто используются.

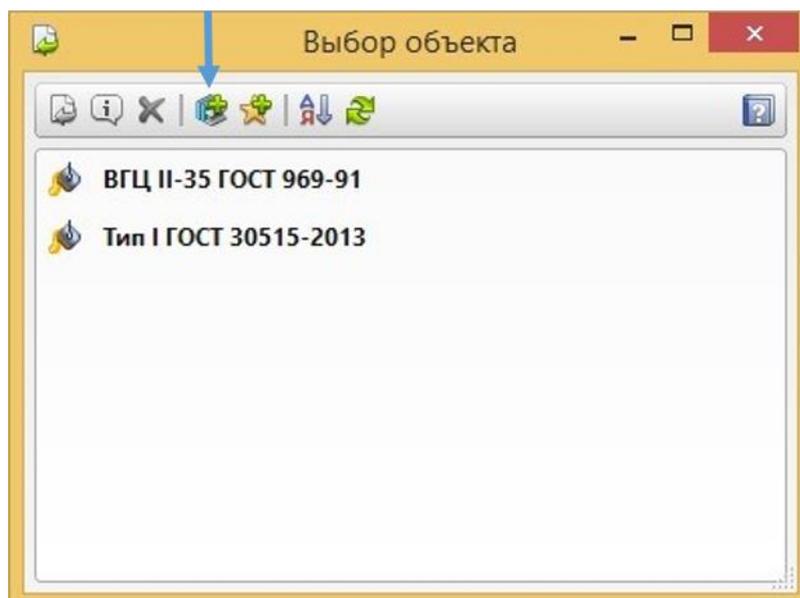


Рис 26. Избранное.

Если вам необходимо выбрать новый материал, то для это необходимо нажать, согласно направлению синей стрелки, на рисунке 26. После активации появится привычное окно, вид которого был представлен на рисунке 20.

Следующий пункт в свойствах модели – это Отображение.

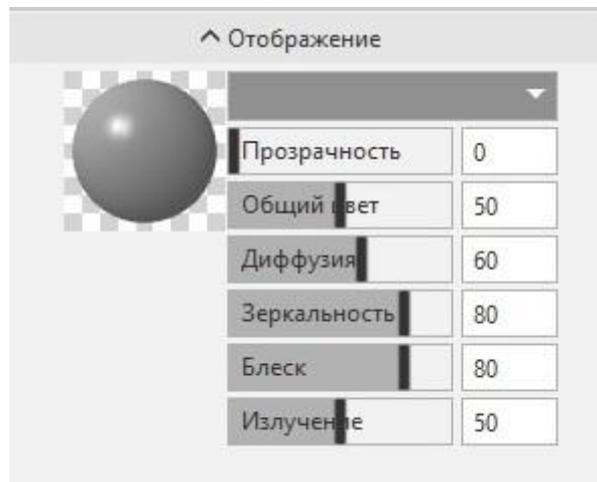
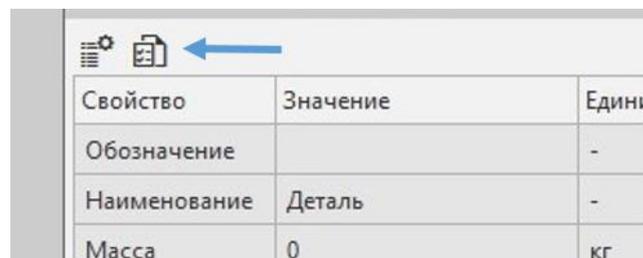


Рис 27. Отображение.

В данном пункте мы можем изменить визуальные эффекты модели. Для выполнения работ в данном курсе можно пропускать данный пункт и оставлять все без изменения.

Следующий пункт – список свойств.



Свойство	Значение	Единицы
Обозначение		-
Наименование	Деталь	-
Масса	0	кг

Рис 28. Список свойств.

Согласно рисунку 18, изначально у нас присутствует только:

- Наименование – при создании любой модели по умолчанию стоит слово деталь. Без особого труда это можно изменить, к примеру, можно вписать свою фамилию или используемый материал. После того как вы это сделали произойдет изменение в дереве модели. Вместо детали появится то, что вы написали;

- Масса – масса модели. Программа автоматически рассчитывает объем созданной вами модели и зная плотность используемого материала, без труда находит значение массы.

Для того, чтобы добавить свойства, необходимо следовать голубой стрелке на рисунке 28.

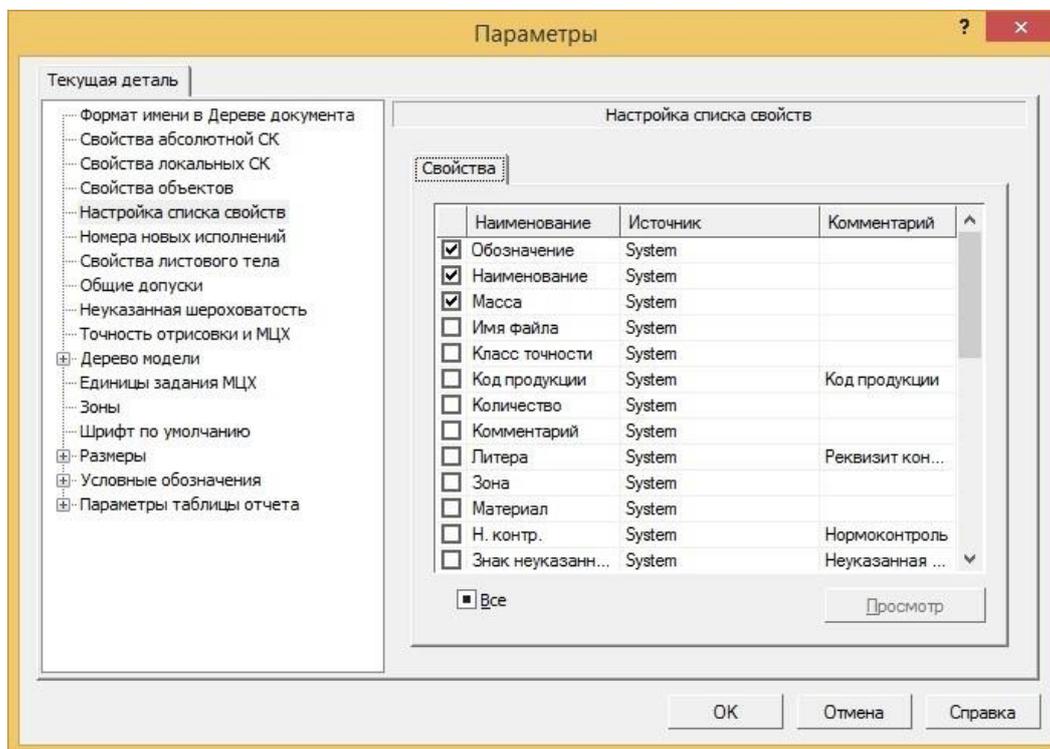


Рис 29. Добавление свойств.

В данном окне рекомендуется выбрать следующие пункты:

- Плотность;
- Материал.

Конечно, вы можете выбрать и добавить все пункты, но в этом нет необходимости. После того, как вы нашли плотности и материал нажимаем «ОК» и данное окно исчезает [1] [2].

1.4. Необходимые физические величины для корректного расчета.

В пункте 1.3 упоминалось, о том, что у некоторых материалов, которые хранятся в базе данных компаса, есть недостающие физические величины для корректного расчета. В данном пункте повествуется о том, какие физические величины должны обязательно присутствовать при расчете, как их добавить для любого материала и откуда брать численные значения.

Для корректного расчета необходимо добавить свойства, приведенные в таблица 1. Графа величины в данном случае пуста, так как, у каждого студента будет индивидуальный материал.

Таблица 1

Величины для корректного расчета

Наименование	Величина
Предел текучести, Па	
Модуль упругости нормальный, МПа	
Коэффициент Пуассона	
Температурный коэффициент линейного расширения, °С ⁻¹	
Предел прочности при сжатии, МПа	
Предел выносливости при растяжении, Па	
Предел выносливости при кручении, Па	
Плотность блока, кг/м ³	
Теплопроводность блока, Вт/м°С	

Для правильного заполнения таблицы необходимо понимать, что значит каждая физическая величина. Начнем по порядку:

Предел текучести – значение предела текучести всегда чуть ниже предела прочности при сжатии. Твердые тела, к которым относятся фактически любые строительные материалы, не текучи. Численное значение выбираем либо равным пределу прочности на сжатие, либо чуть меньше. При этом корректность расчета соблюдается.

Модуль упругости нормальный - называют способность материала восстанавливать первоначальную форму и размеры после снятия нагрузки, которая вызвала эти изменения. Наибольшее напряжение, до которого в материале возникают только упругие деформации, называют пределом упругости. У каждого материала есть постоянная характеристика - модуль упругости E , Па или МПа. Модуль упругости характеризует жесткость материала, т.е. его способность сопротивляться упругим деформациям. Как правило значение модуля упругости превышает значение предела прочности при сжатии.

Коэффициент Пуассона – коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона) бетона используется при проектировании и анализе работы многих типов конструкций. Величина коэффициента Пуассона, рассчитанная по экспериментально измеренным деформациям, колеблется от 0,11 до 0,21 (обычно от 0,15 до 0,2) как для легкого, так и для обычного бетонов. При динамических измерениях коэффициент Пуассона достигает больших значений, составляющих в среднем 0,24. Максимально допустимое значение коэффициента Пуассона для строительных материалов составляет 0,5.

Температурный коэффициент линейного расширения – показывает на сколько (относительно размера тела) удлинится материал при увеличении его температуры на 1 градус. Коэффициент расширения бетона равен $0,00001 \cdot \text{градусы по Цельсию}$ в минус первой степени. Если температура изменяется в пределах от -40°C до $+40^\circ\text{C}$, то расширение бетона может достигать 0,8 мм/м. [4].

Предел прочности при сжатии – надежность и долговечность строительных блоков в первую очередь зависит от свойств материала. Качественные строительные материалы должны обладать высокими показателями механических свойств. К основным механическим свойствам относят прочность и предел прочности на сжатие.

Прочность – свойство материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, возникающих от внешних нагрузок. Под воздействием различных нагрузок материалы в зданиях и сооружениях испытывают различные внутренние напряжения.

Прочность является основным свойством большинства строительных материалов, от ее значения зависит величина нагрузки, которую может воспринимать данный элемент при заданном сечении.

Строительные материалы в зависимости от происхождения и структуры по-разному противостоят различным напряжениям. Так, материалы минерального происхождения (природные камни, кирпич, бетон, диатомит) хорошо сопротивляются сжатию, значительно хуже – срезу и еще хуже –

растяжению, поэтому их используют главным образом в конструкциях, работающих на сжатие. Другие строительные материалы (металл, древесина) хорошо работают на сжатие, изгиб и растяжение и др., поэтому их с успехом применяют в различных конструкциях (балки, фермы и т.п.), работающих на изгиб.

Определение прочности на сжатие происходит экспериментальным путем в лаборатории. Для этих целей применяются образцы различной формы, чаще всего форма куба или цилиндра. В качестве инструмента для определения предела прочности на сжатие используют гидравлический пресс.

Для проведения опыта выпиливают образцы правильной геометрической формы, у которого диаметр равен высоте.

Испытание проводится с помощью гидравлического пресса. Схема испытания на сжатие, на примере куба и цилиндра, приведена на рисунке 43. В момент, когда образец начинает разрушаться необходимо, зафиксировать максимальную нагрузку.

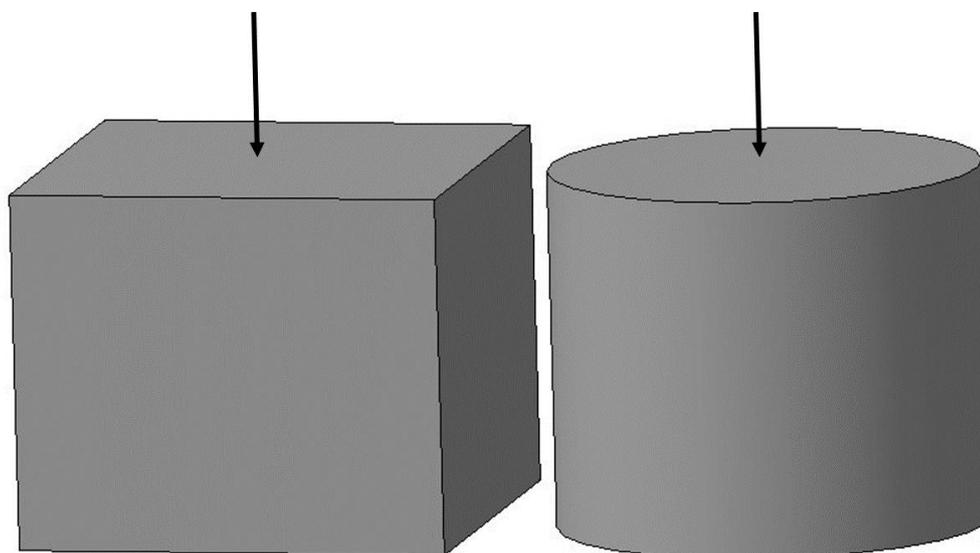


Рис 30.Схема испытания на сжатие на примере куба и цилиндра.

Прочность материала характеризуется пределом прочности на сжатии. Пределом прочности называют напряжение, соответствующее нагрузке, при которой происходит разрушение образца материала. Предел прочности при осевом сжатии ($R_{сж}$) вычисляют в МПа по формуле:

$$R_{сж} = \frac{F}{A}, \quad (1)$$

Где, F – разрушающая нагрузка, Н;

A – площадь сечения образца, прилегающего к прессу, мм².

Для того чтобы найти предел прочности для интересующего вас строительного материала, необходимо обратиться к производителю или перейти на официальный сайт, в котором обязательно перечислены основные свойства материала. Если возникают сложности с поиском, одним из вариантов может быть сайт крупного строительного магазина, которые обязаны указывать свойства товара, который они продают.

Предел прочности (временное сопротивление) σ_B – это напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца.

$$\sigma_B = \frac{P_{max}}{F_0}$$

Где, P_{max} – максимальная нагрузка, предшествующая разрушению, кгс (Н). Временное сопротивление (предел прочности) характеризует несущую способность материала, его прочность, предшествующую разрушению.

Истинное сопротивление разрушению (S_k) – истинное напряжение, предшествующее моменту разрушения образца.

$$S_k = \frac{P_k}{F_k}$$

Где, P_k – нагрузка, непосредственно предшествующая моменту разрушения, кгс(Н). F_k – площадь поперечного сечения образца в месте разрушения, мм².

Несмотря на то, что P_{max} больше P_k , истинное сопротивление разрушению $S_k > \sigma_B$, поскольку площадь поперечного сечения образца в месте разрушения F_k значительно меньше начальной площади поперечного сечения F_0 .

Предел выносливости при растяжении – для того, чтобы правильно определить значение данной величины, необходимо знать предел прочности

при сжатии. В основе большинства строительных материалов используется бетон. Прочность бетона при растяжении составляет только 5 – 10% от предела прочности при сжатии. [5].

Предел выносливости при кручении – для того, чтобы правильно определить значение данной величины, необходимо знать предел прочности при сжатии. В основе большинства строительных материалов используется бетон. Прочность бетона при изгибе составляет только 10 – 15% от предела прочности при сжатии. [6].

Плотность блока – скалярная физическая величина, определяемая как отношение массы тела к занимаемому этим телом объёму.

Теплопроводность – это процесс переноса энергии в виде тепла - через тело с конечной массой при наличии градиента температуры. В соответствии со вторым началом термодинамики, тепловой поток всегда направлен в сторону уменьшения температуры. Для каждого материала величина теплопроводности индивидуальна, но способ ее определения один для всех материалов. Определение происходит в лабораторных условиях. Теплопроводность определяют по количеству тепла, проходящего за единицу времени через образец материала с известной толщиной и площадью теплообмена при фиксированной разности температур на противоположных поверхностях.

Если нет возможности определить значение теплопроводности экспериментально, то как с пределом прочности на сжатие, необходимо обратиться производителю материала. Бывает, порой строительные материалы представляют собой многокомпонентную смесь. Рассмотрим пример двухкомпонентного строительного блока. Важно понимать, что является наполнителем, а что связующим материалом.

Наполнитель – как правило, это какой-либо природный материал (диатомит, известняк и тд).

Связующий материал – как правило, это бетон определенной марки. Достаточно часто встречается бетон М 300 (может быть и другая марка бетона, точную марку бетона можно узнать у производителя). В качестве примера

расчета теплопроводности двухкомпонентного блока, будем считать, что в качестве наполнителя используются гранулы ДиатомИКа, в качестве связующего материала – бетон.

Зная теплопроводность каждой фазы, не составляет особого труда рассчитать теплопроводность строительного блока. Для нахождения теплового сопротивления необходимо знать теплопроводность каждой фазы:

- $\lambda_{\text{бетона}}=1,75 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$
- $\lambda_{\text{гранул диатомИКа}}=0,1 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$

Для расчета теплопроводности строительного блока используем формулу Б.Г.Кокшенева:

$$\xi_{1,2} = \frac{3+\omega\left(\frac{\xi_1}{\xi_2}-1\right)}{\frac{3\xi_1}{\xi_2}-2\omega\left(\frac{\xi_1}{\xi_2}-1\right)} \xi_1, \quad (2)$$

Где ξ_1 – тепловое сопротивление заполняющего материала, (мК/Вт)

ξ_2 – тепловое сопротивление твердой фазы, (мК/Вт)

ω – объемное содержание в породе заполняющего минерала.

Путем не сложной вычислительной работы получили, что объемное содержание заполняющего минерала равняется 0,0083.

В результате после использования формулы Кокшенева, получил значение теплопроводности для строительного блока из ДиатомИКа [7].

$$\lambda = 0,23\left(\frac{\text{Вт}}{\text{мК}}\right)$$

1.5. Редактирование библиотеки.

После того, как вы просмотрели, что значит каждое свойство, необходимо разобраться как их добавлять. Для начала необходимо открыть «Материалы и Сортаменты для КОМПАС». Если возникли трудности с открытием повторите последовательность действий: находим дерево модели, нажимаем правой кнопкой мыши на деталь, затем выбираем свойства модели, после этого параметры МЦХ, после этого вкладку материал и наконец выбрать материал из справочника.

После того, как вы это сделали открывается окно «Материалы и Сортаменты для КОМПАС» вид которого приведен на рисунке 31.

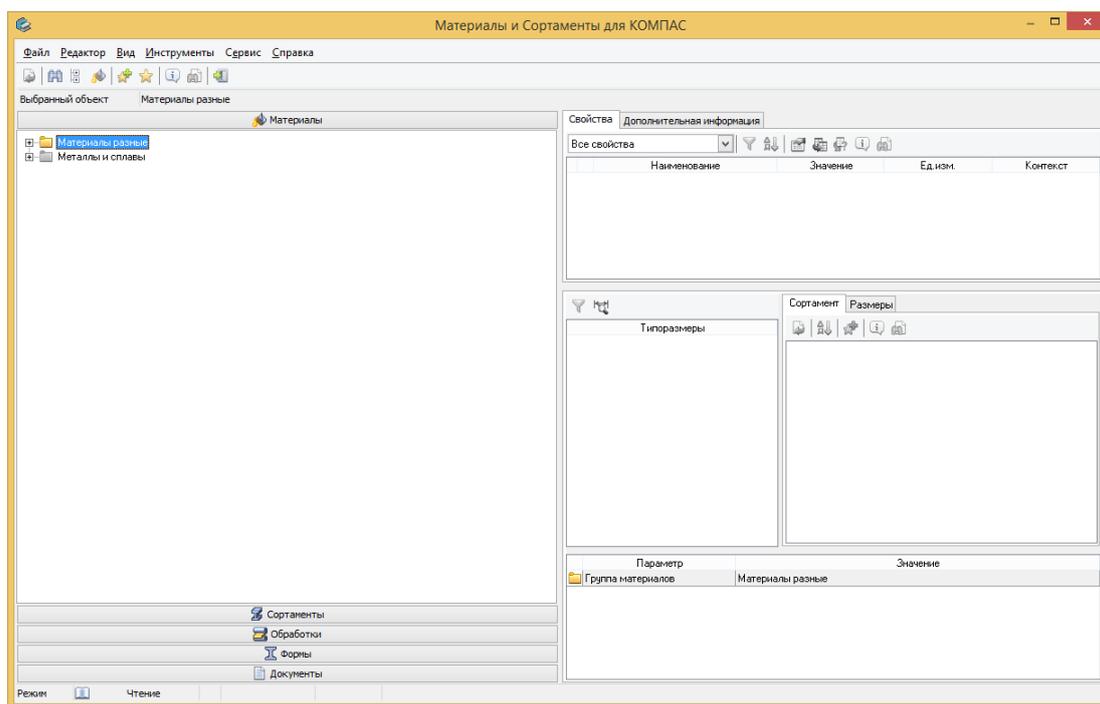


Рис 31. Материалы и Сортаменты для компаса.

Следующий этап, это опять же выбор материала из библиотеки. В качестве примера, постарайтесь найти материал, у которого минимум свойств или их вообще нет. Если поиски окажутся безуспешными, то вот вам подсказка. Выбираем: Материалы разные, строительные материалы, цемент, цемент глиноземистый и высокоглиноземистый. В данной папке хранятся материалы, у которых фактически нет свойств.

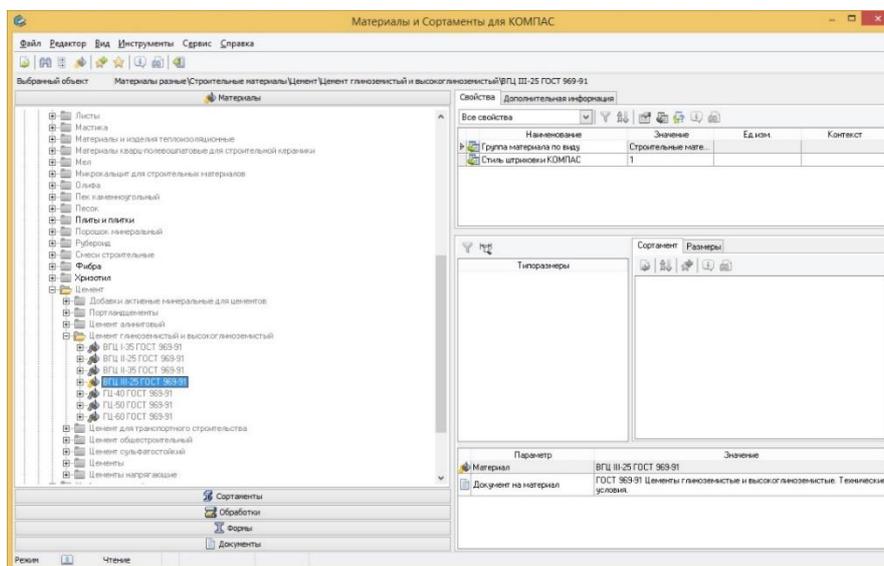


Рис 32. Высокоглиноземистый цемент (ВГЦ).

После того, как мы нашли интересующий вас материал, перейдем к добавлению свойств, для этого необходимо нажать на «Сервис», положение которого показано на рисунке 33.

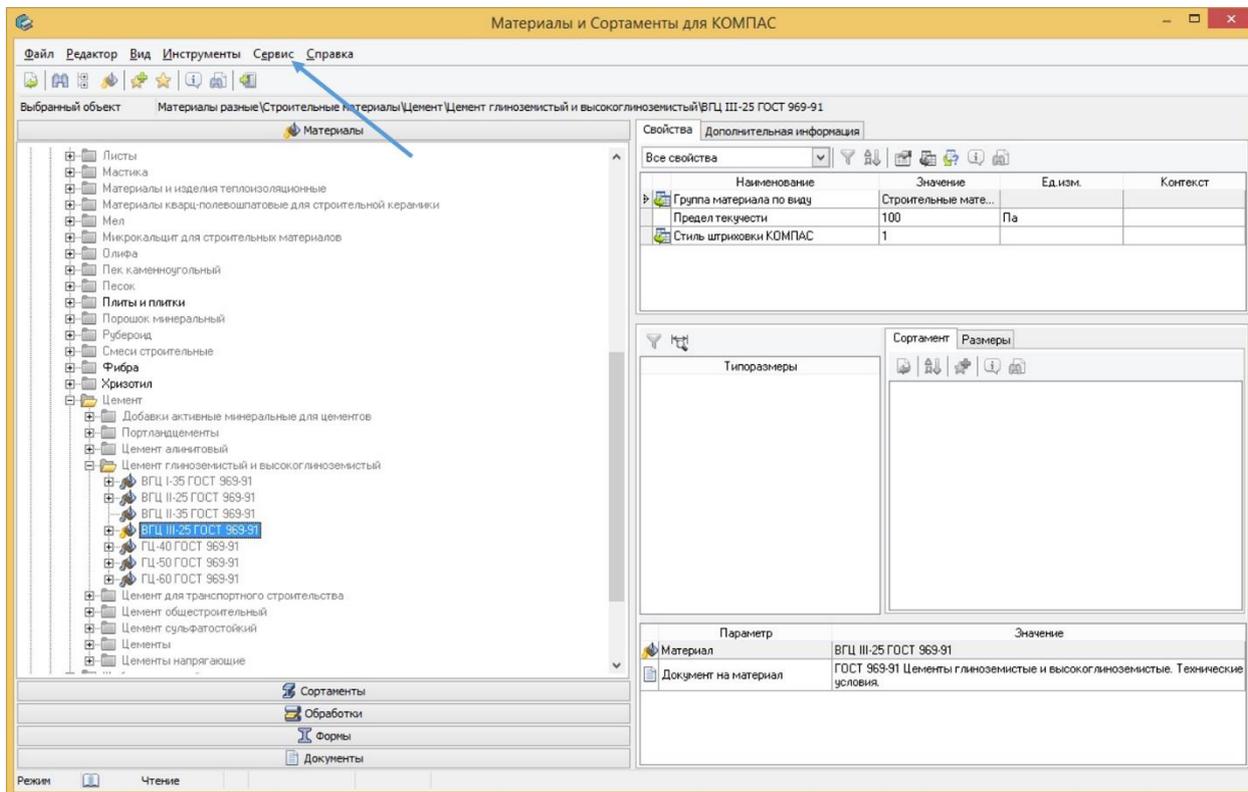


Рис 33. Сервис.

Следующий шаг – необходимо найти и выбрать режим редактирования, как показано на рисунке 34.

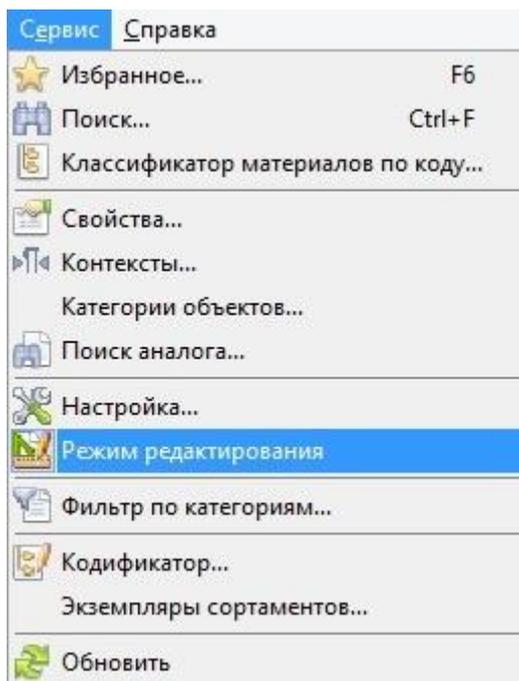


Рис 34. Редактирование.

После того как включили режим редактирования, можно приступить к добавлению свойств. Необходимо в области, где находятся все свойства, в данный момент у нас там только: Группа материала по виду и стиль штриховки Компас, нажать правой клавишей мыши на свободную область, как показано на рисунке 35.

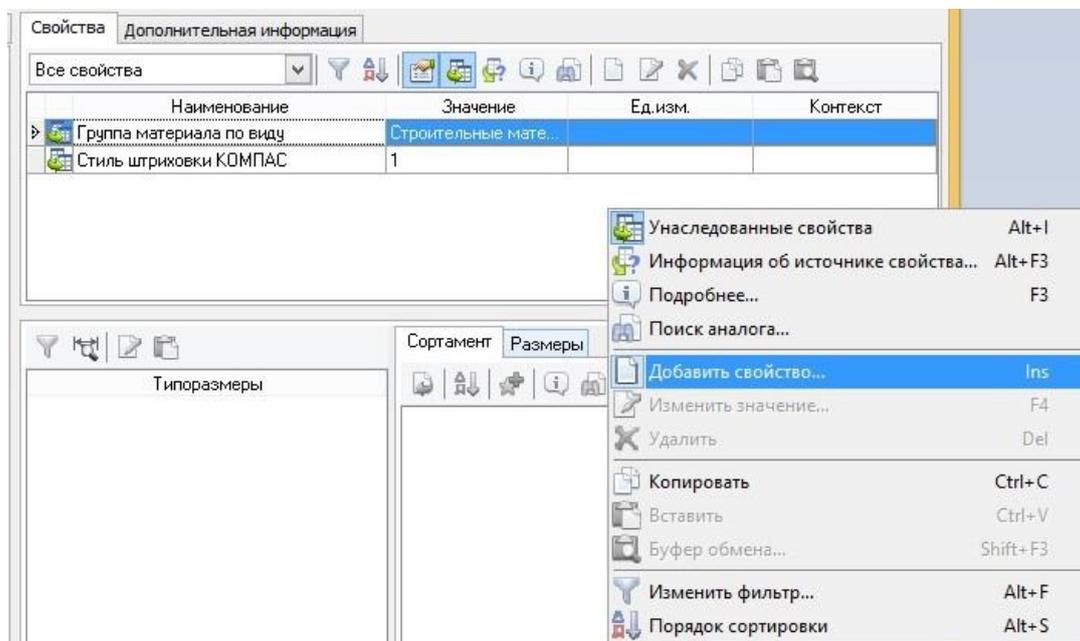


Рис 35. Добавление свойств.

Среди списка, представленного на рисунке 35 необходимо выбрать: Добавить свойство. После того как вы это сделали появляется окно, вид которого представлен на рисунке 36.

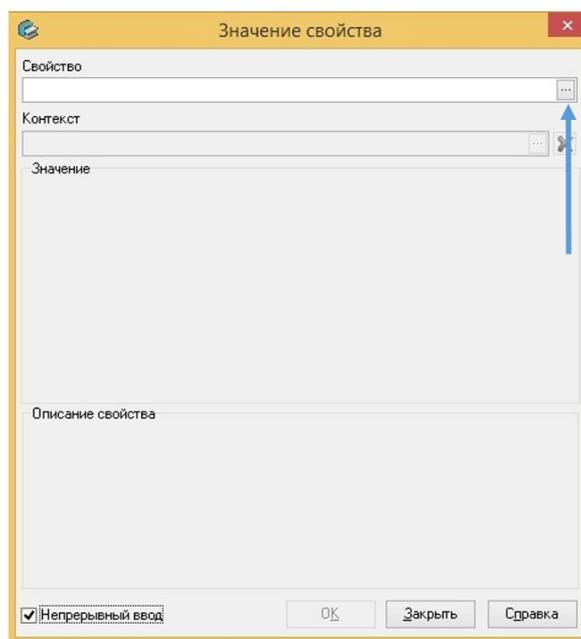


Рис 36. Значение свойства.

Согласно рисунку 36, необходимо нажать, куда указывает голубая стрелка, после того как вы это сделали, появится еще одно окно, вид которого показан на рисунке 37.

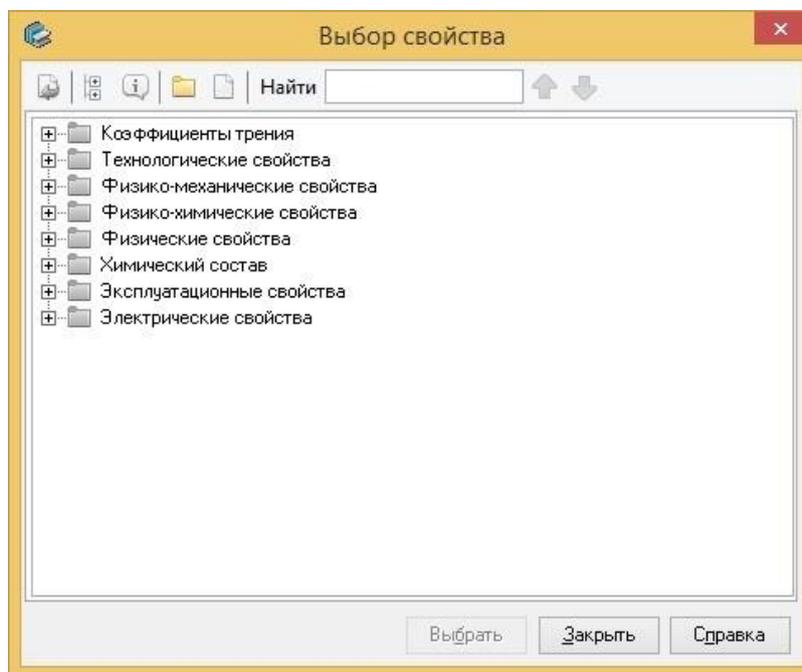


Рис 37. Выбор свойства.

Существует два пути нахождения нужного свойства:

- Вручную – более долгий способ, как мы видим на выбор, предоставляется 8 групп, в каждой группе спрятаны определенные свойства;
- Воспользоваться поиском – быстрый способ, необходимо ввести интересующие вас свойства и программа автоматически найдет его.

Введите или найдите вручную, предел текучести. После того как вы нашли свойство необходимо нажать клавишу выбрать, как показано на рисунке 38.

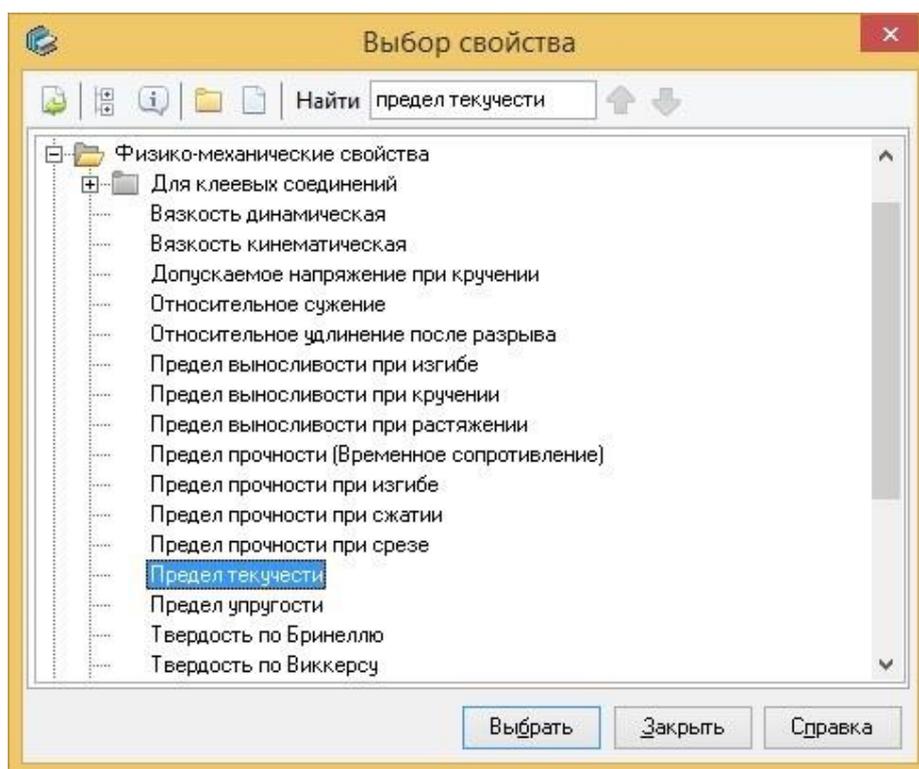


Рис 38. Предел текучести.

Выбрав предел текучести, необходимо ввести численное значение, как показано на рисунке 39.

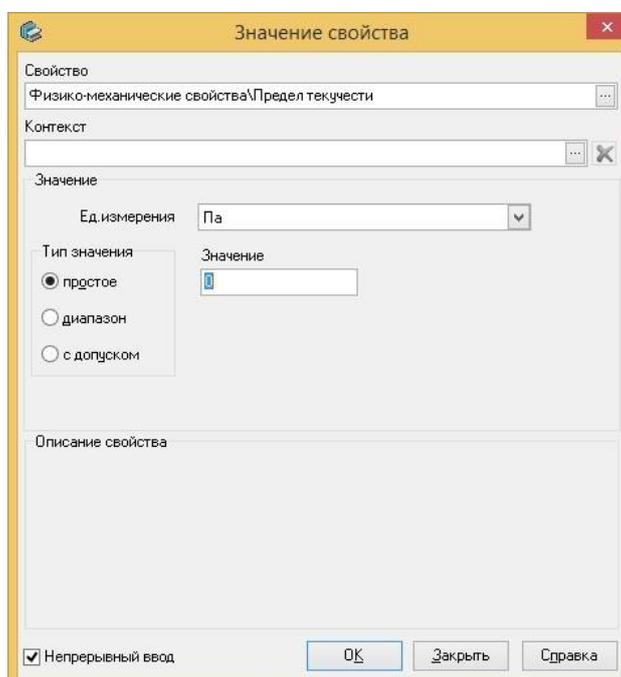


Рис 39. Ввод значения.

В качестве единиц измерения используем: Па или Мпа (10^6). Тип значения выбираем простое. В поле значение, вводим нужную нам величину, к

примеру 100. После ввода значения нажимаем клавишу ОК и первое свойство добавлено и находится в области всех свойств.

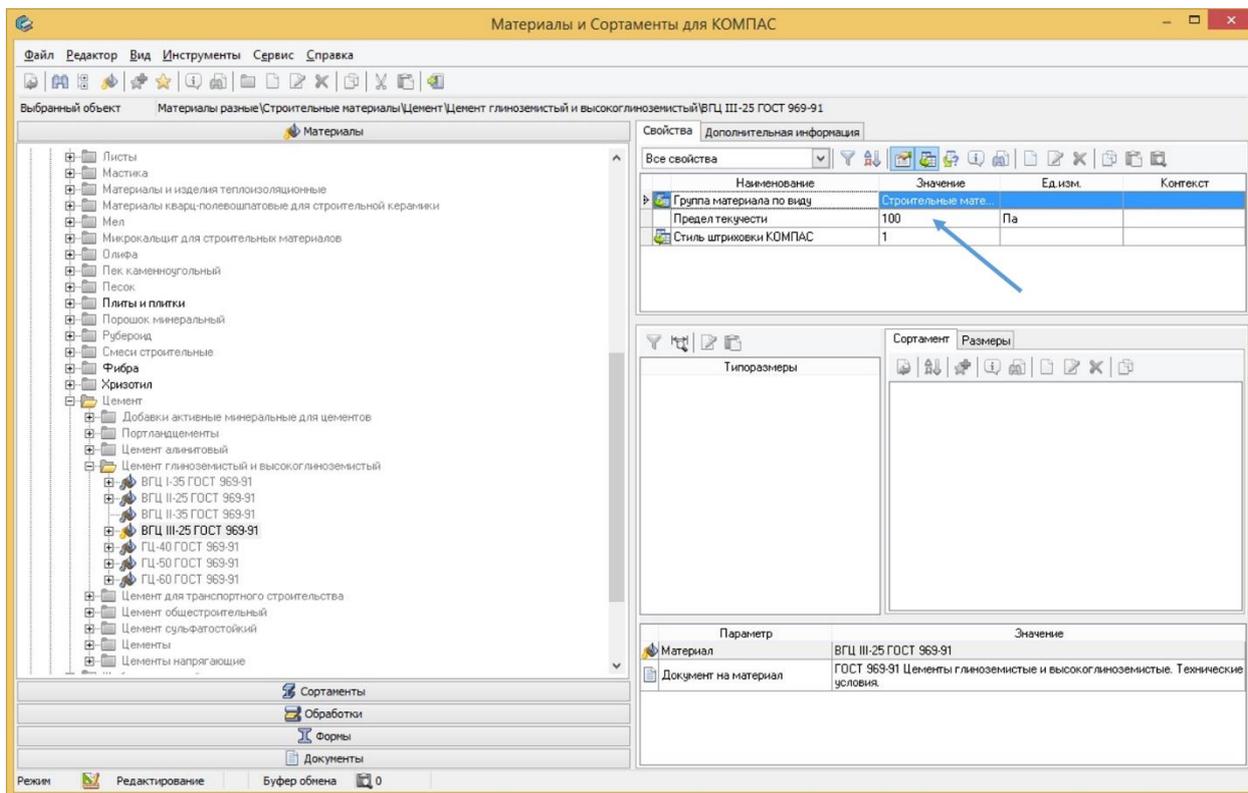


Рис 40. Добавленное свойство.

Теперь у данного материала задан предел текучести, и он равен 100 Па. Если вы обнаружили ошибку в численном значении и в единицах измерения все можно очень легко отредактировать. Для этого необходимо правой кнопкой мыши нажать на предел текучести и выбрать изменить значение, как показано на рисунке 41.

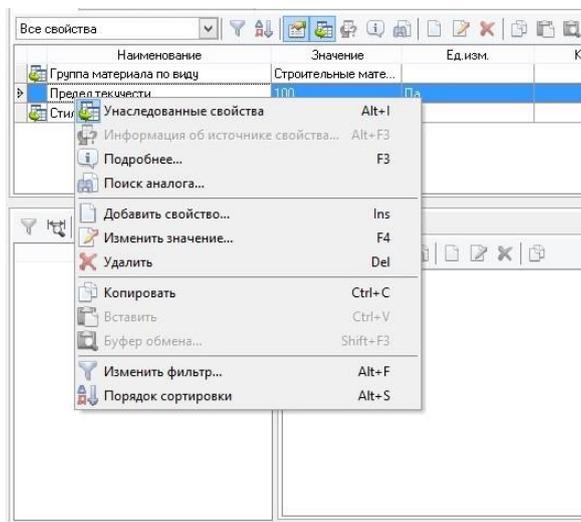


Рис 41. Изменение добавленного значения.

Теперь, что касается остальных свойств, последовательность действий, как и при добавлении предела текучести. Обратите внимание на единицы измерения. После добавления всех свойств из таблицы 1, список свойств нашего материала примерно выглядит так, как показано на рисунке 42.

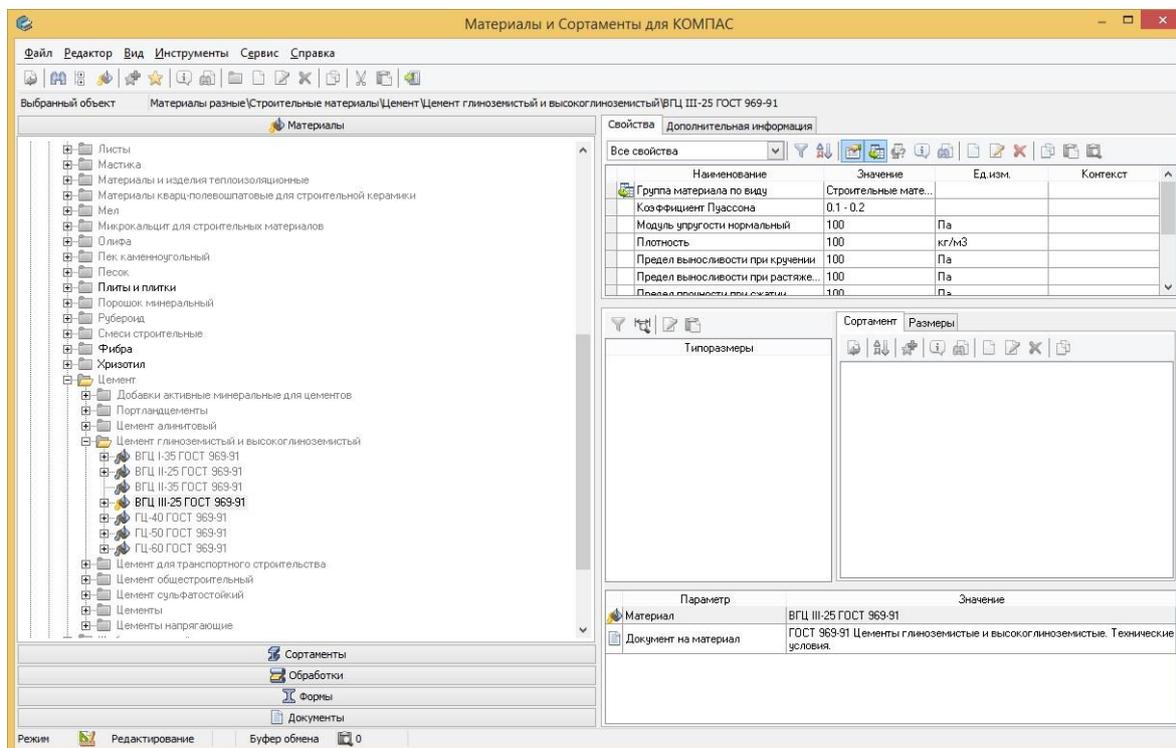


Рис 42. Все добавленные свойства.

После того, как мы добавили все свойства, необходимо завершить режим редактирования: для этого выбираем: «Сервис», затем нажимаем на «Режим редактирования» и тем самым выключаем его.

Теперь нам материал готов для проведения расчета с помощью библиотеки APM_FEM, к чему мы приступим во второй главе.

1.6. Создание чертежей.

Для создания любой модели необходимо уметь делать чертежи. Для того, чтобы сделать чертеж нам необходимо, при создании нового документа выбрать не деталь, а чертеж, как представлено на рисунке 43 и затем нажать ОК.

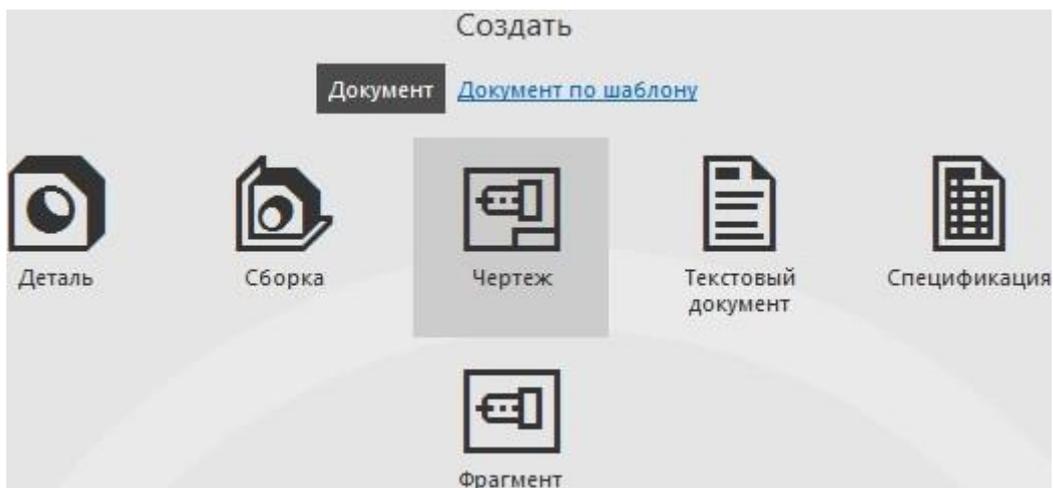


Рис 43. Чертеж.

Выбрав чертеж, открывает рабочая область для чертежа представленная на рисунке 44.

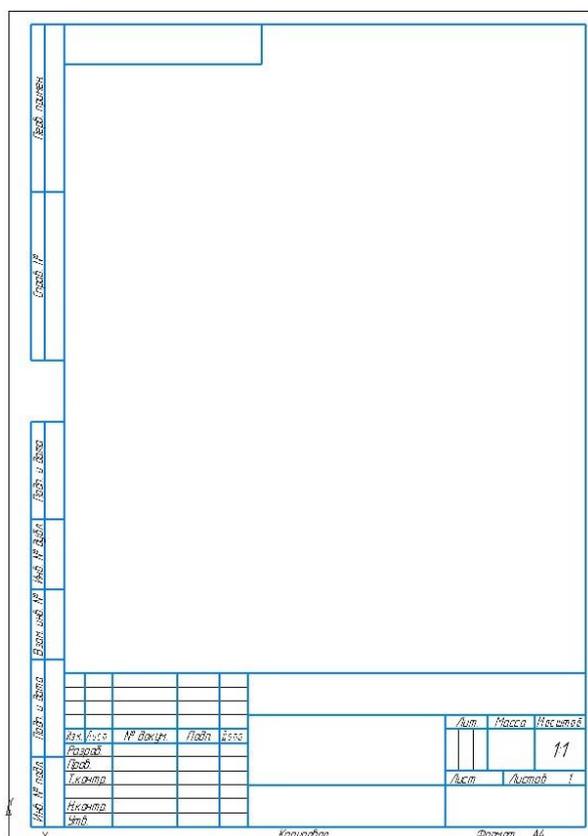


Рис 44. Книжная ориентация.

При создании нового чертежа, по умолчанию открывается чистый лист, как на рисунке 44, альбомной ориентации, размером А4 и с масштабом 1 к 1. Все эти параметры можно изменить в процессе работы. Для начала попробуем изменить ориентацию листа и размер листа. Порой в процессе работы гораздо удобнее использовать альбомную ориентацию.

Для начала нам необходимо найти на главной панели вкладку Настройка, как показано на рисунке 45.



Рис 45. Настройка.

Затем выбрав настройка, необходимо выбрать параметры (третья снизу), как показано на рисунке 46.

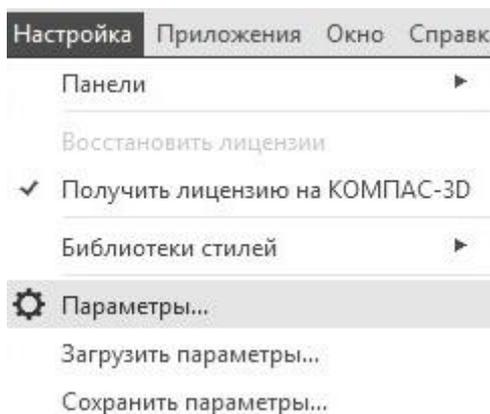


Рис 46. Параметры.

Выбрав параметры, открывается окно, где хранится информация, которую мы можем изменить, о всей системе, новых документах и текущем чертеже, вид данного окна приведен на рисунке 47.

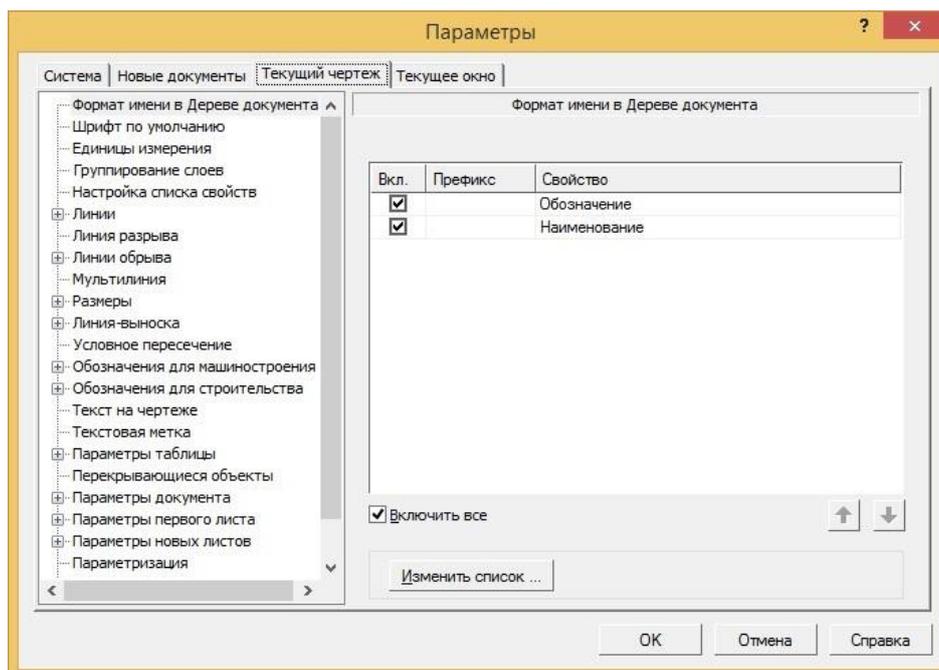


Рис 47. Параметры.

В данный момент мы работаем над нашим чертежом, следовательно, необходимо выбрать «Текущий чертеж», если это не сделано по умолчанию. Затем необходимо найти «Параметры первого листа», выбрать формат, как показано на рисунке 48.

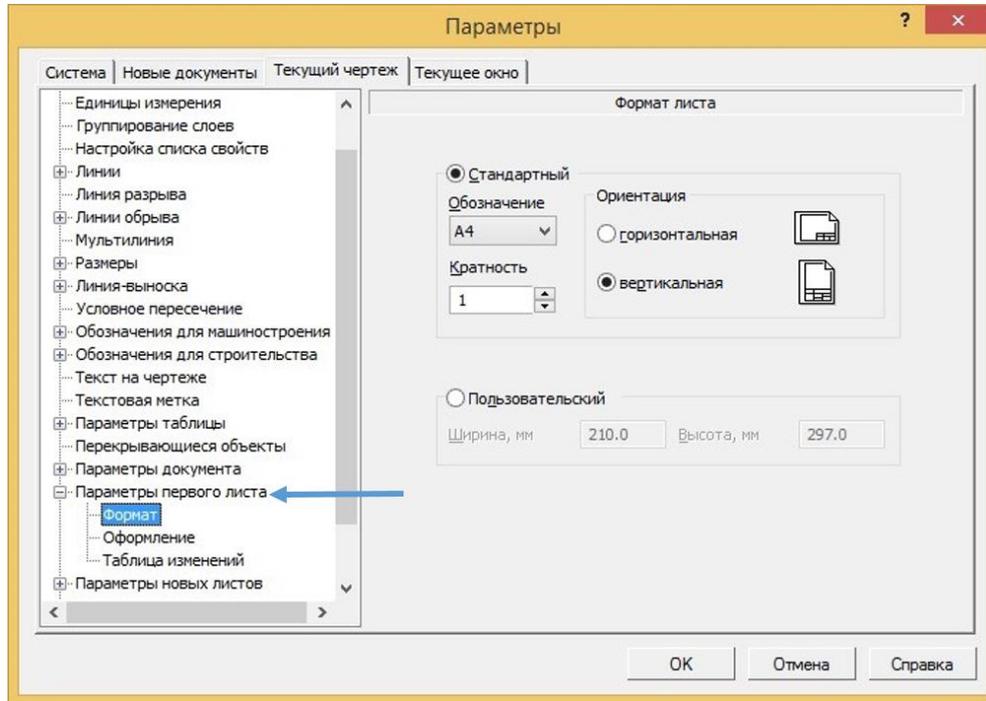


Рис 48. Параметры первого листа.

После необходимых изменений листа, смены размера или ориентации, необходимо нажать ОК и изменение автоматически вступит в силу.

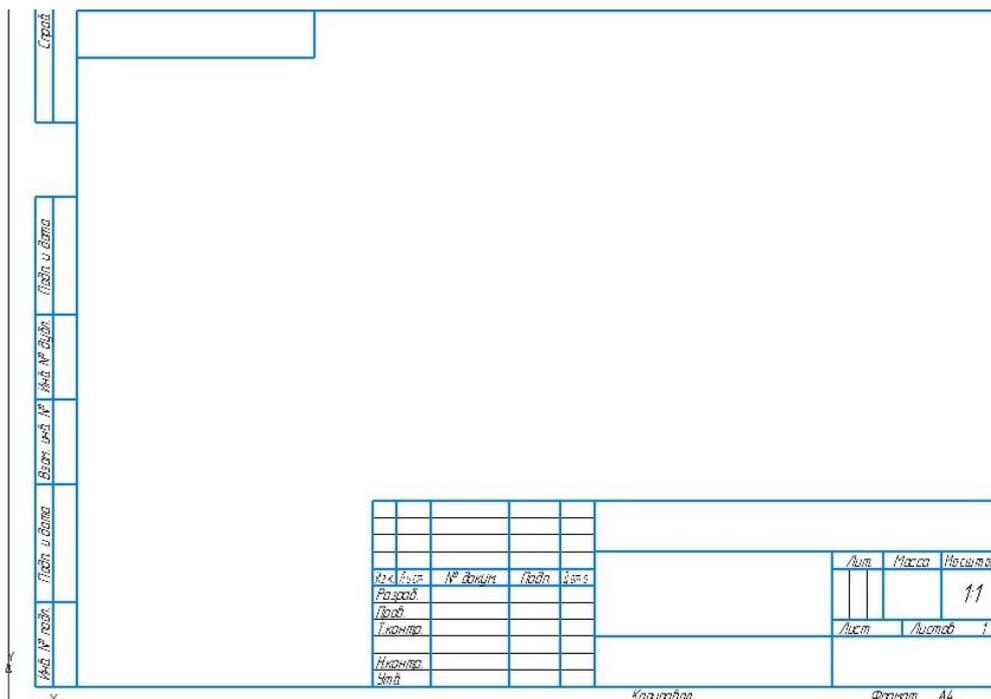


Рис 49. Альбомная ориентация.

После того, как мы смогли изменить ориентацию листа, необходимо изменить масштаб изображения. Для того, чтобы понять изменился ли масштаб нашего чертежа предлагаю провести отрезок от края до края листа А4, как показано на рисунке 50.

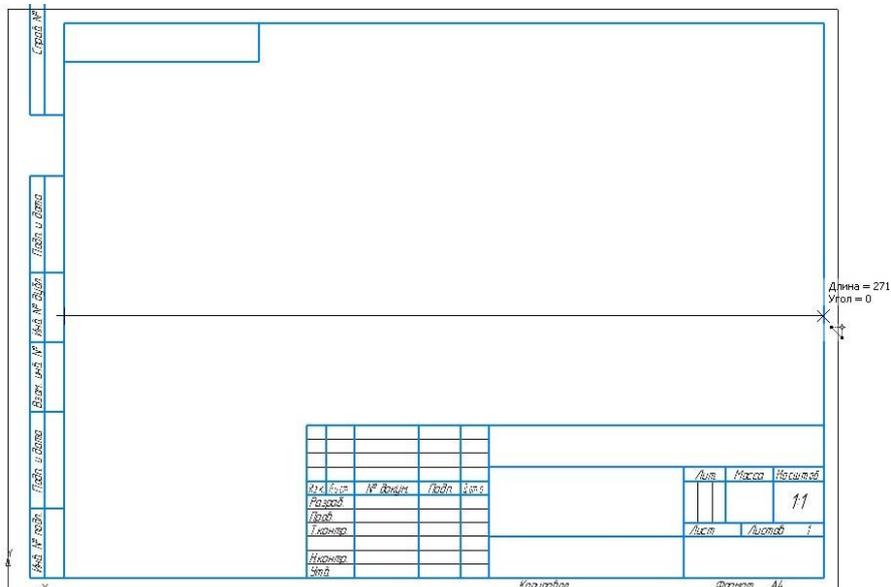


Рис 50. Размер листа.

Мы с вами прекрасно видим, то что длина листа рабочей зоны ± 270 мм, что соответствует реальным размерам листа А4. Порой проектируемые модели, детали превышают длину в 270мм и для этого необходимо изменить масштаб текущего чертежа.

Для начала нам необходимо на главной панели найти вкладку «Вставка», как показано на рисунке 51.

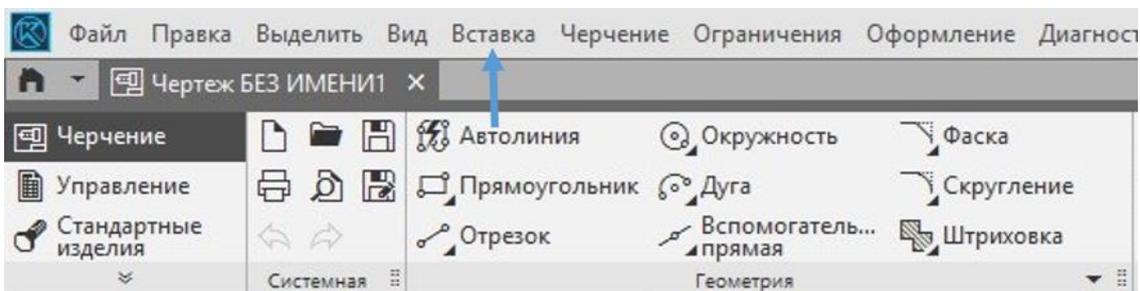


Рис 51. Вставка.

После выбора вставки необходимо выбрать «Новый вид».

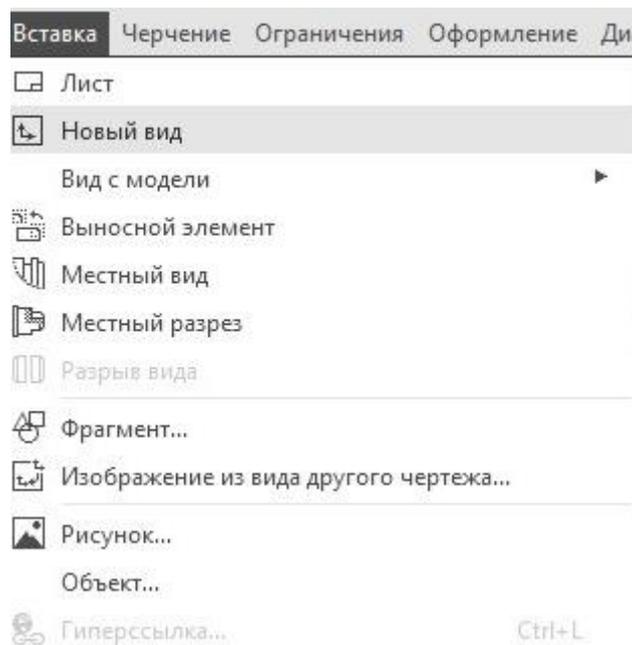


Рис 52. Новый вид.

После того, как мы с вами выбрали «вид» в левой нижней части экрана, появляется небольшое окно как показано на рисунке 53.

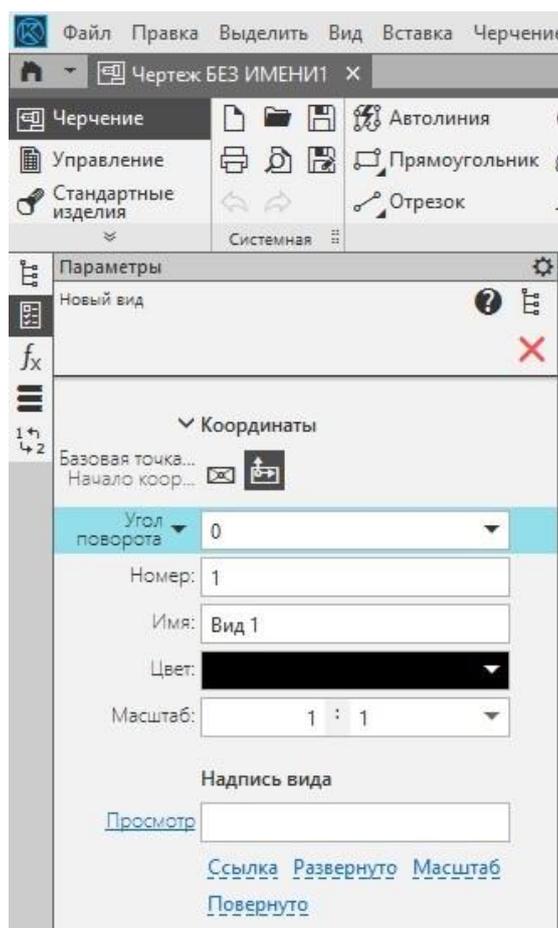


Рис 53. Изменение масштаба.

Для изменения масштаба, необходимо, выбрать данное поле и ввести масштаб. Поставим 1:2. После того как, вы изменили масштаб появляется новая система координат. Обратите внимание на то, что у чертежа есть система координат, как правило она располагается в левой нижней части чертежа, как показано на рисунке 54.

Для того, чтобы изменение масштаба вступило в силу, необходимо совместить нашу новую систему координат, с той, которая создана по умолчанию и ее расположение показано на рисунке 54. Затем необходимо завершить данную команду с помощью стрелки Enter.

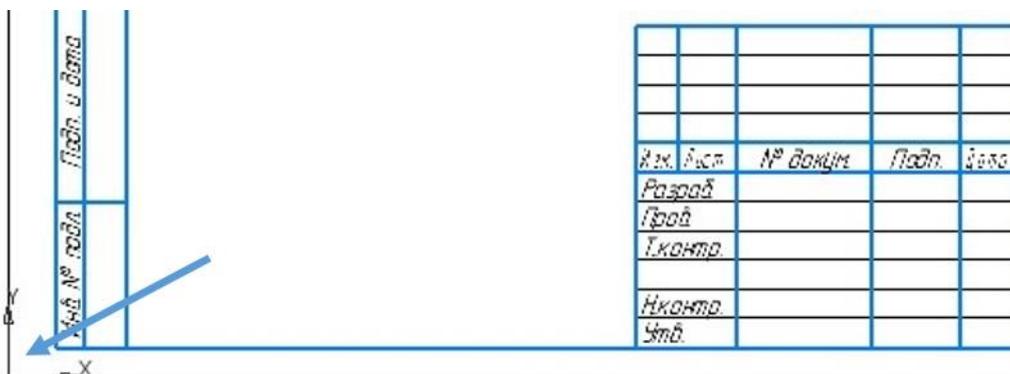


Рис 54. Система координат.

Действительно, как и ожидалось масштаб стал 1:2. Изменение масштаба происходит на чертеже происходит автоматически.

Точно так же в дальнейшем для удобства необходимо внести массу объекта, его название и из чего он сделан. Для этого отведены специальные места на чертеже, их положение показано на рисунке 55.

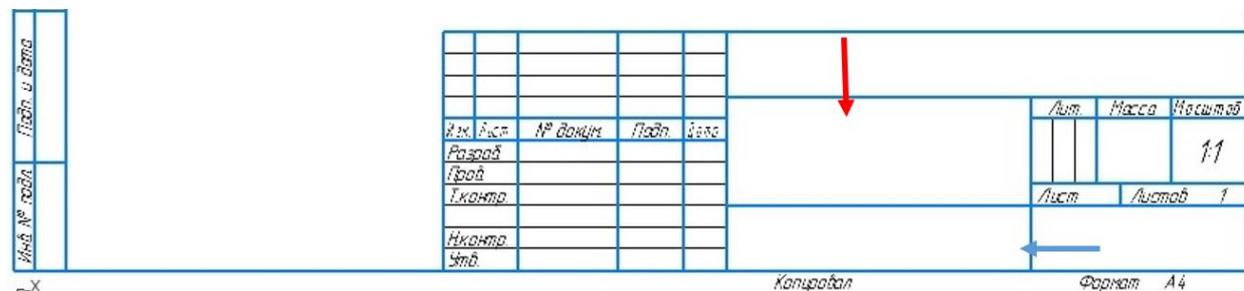


Рис 55. Название и материал.

Направление красной стрелки указывает на область, в которую вносится название модели.

Голубая стрелка показывает на область, в которой указывается материал, из которого создана модель.

На данном этапе завершается знакомство с программой компас – 3 D v19. Во второй главе вам расскажут, как работать с библиотекой **APM_FEM**.

Глава 2. Работа с библиотекой APM_FEM.

2.1. Создание модели.

После того как вы изучили первую главу методического пособия необходимо плавно переходить к практической части. В качестве примера продемонстрирую вам создание модели строительного блока из ДиатомИКа.

Последовательность действий:

- Создать чертеж блока без перфорации;
- Добавить произвольный тип перфораций. Необходимо проанализировать какие типы перфораций активно используются в строительстве;
- Создание трехмерной модели согласно нашему чертежу;
- Внесение или изменение свойств строительного блока.

Начнем по порядку. Для начала необходимо определиться с размерами строительного блока, для этого необходимо обратиться к интернету. Проанализировав данные интернет ресурсов, размер строительного блока согласно ГОСТ должен быть 390*190*190мм.

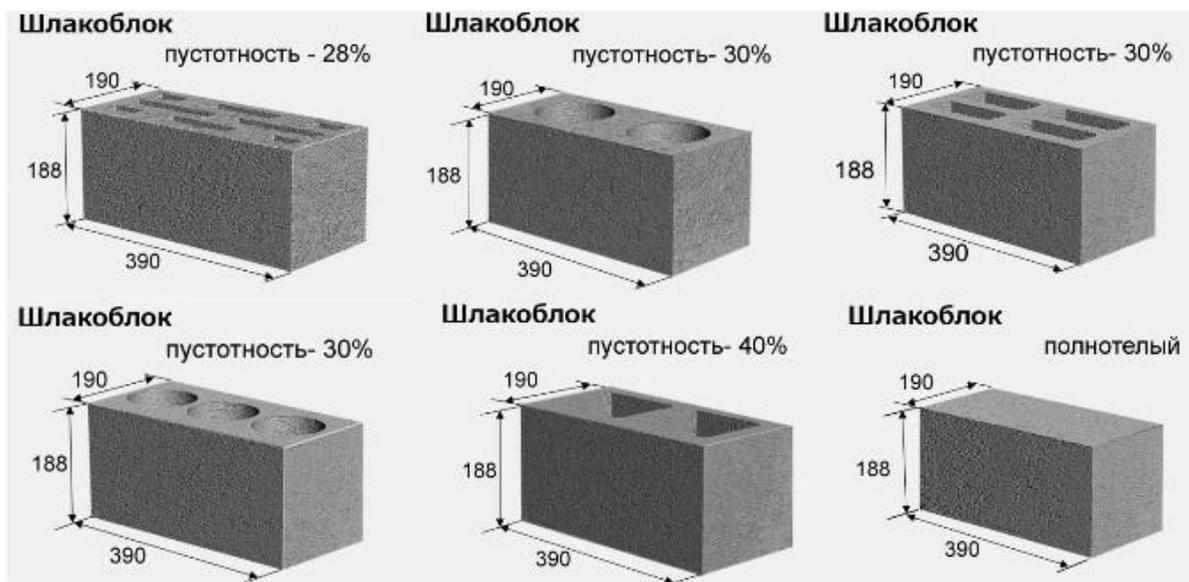


Рис 56. Основные типы перфораций.

Согласно рисунку 56, мы видим, что строительные блоки по высоте могут быть 188мм.

Итак, перейдем к созданию чертежа строительного блока, в пункте 1.5 подробно описывался весь процесс.

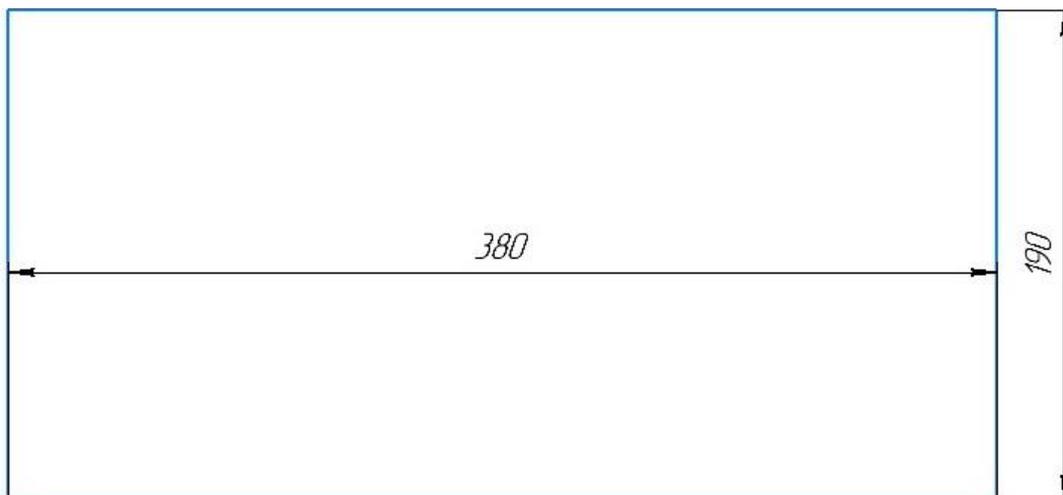


Рис 57. Вид сверху. Блок без перфораций.

На рисунке 57 продемонстрирован вид чертежа без перфораций, вид сверху. Важно выносить на чертеж размеры, чтобы было понятно какая длина и ширина у строительного блока. Делается это с помощью команды авторазмер. Для начала нам необходимо найти на главной панели блок размер, положение которой указывает красная стрелка на рисунке 58.

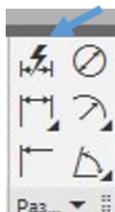


Рис 58. Размеры. Авторазмер.

Выбрав «Авторазмер» нам необходимо измерить расстояние от граней исследуемого объекта. Для этого необходимо с нажатой клавишей «Авторазмер» выбрать произвольную точку на одной из граней нажатием правой клавиши мыши. Затем необходимо провести до параллельной ей грани (до параллельного отрезка) и затем опять нажать правую кнопку мыши. После этого выведется маленький прямоугольник, положение которого произвольно определяется в пространстве. Выберите удобное для вас местоположение на экране и нажмите правую кнопку мыши. После этого на экране должно вывестись расстояние в мм + погрешность измерения.

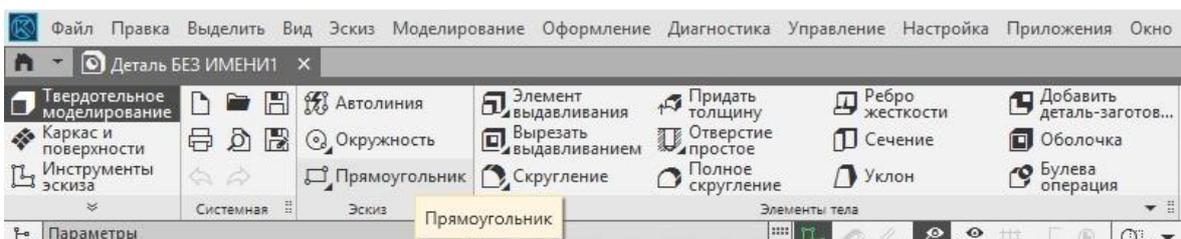


Рис 60. Прямоугольник.

Выбрав прямоугольник, программа выводит в левом нижнем углу окно для ввода данных. Можно построить фигуру вручную, но гораздо проще ввести данные, как показано на рисунке 61.

Высота блока – 190 мм.

Ширина блока – 190 мм.

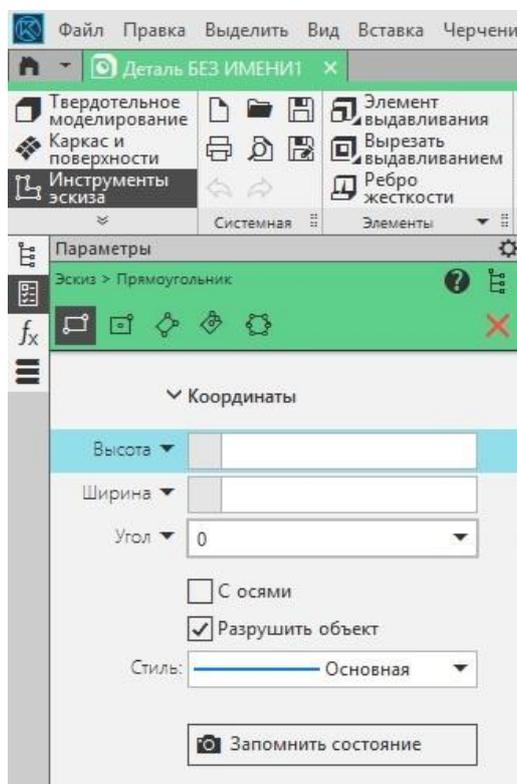


Рис 61. Размеры прямоугольника.

После ввода данных необходимо нажать клавишу Enter и выбрать место в рабочей области, куда мы хотим поместить блок, как показано на рисунке 62.

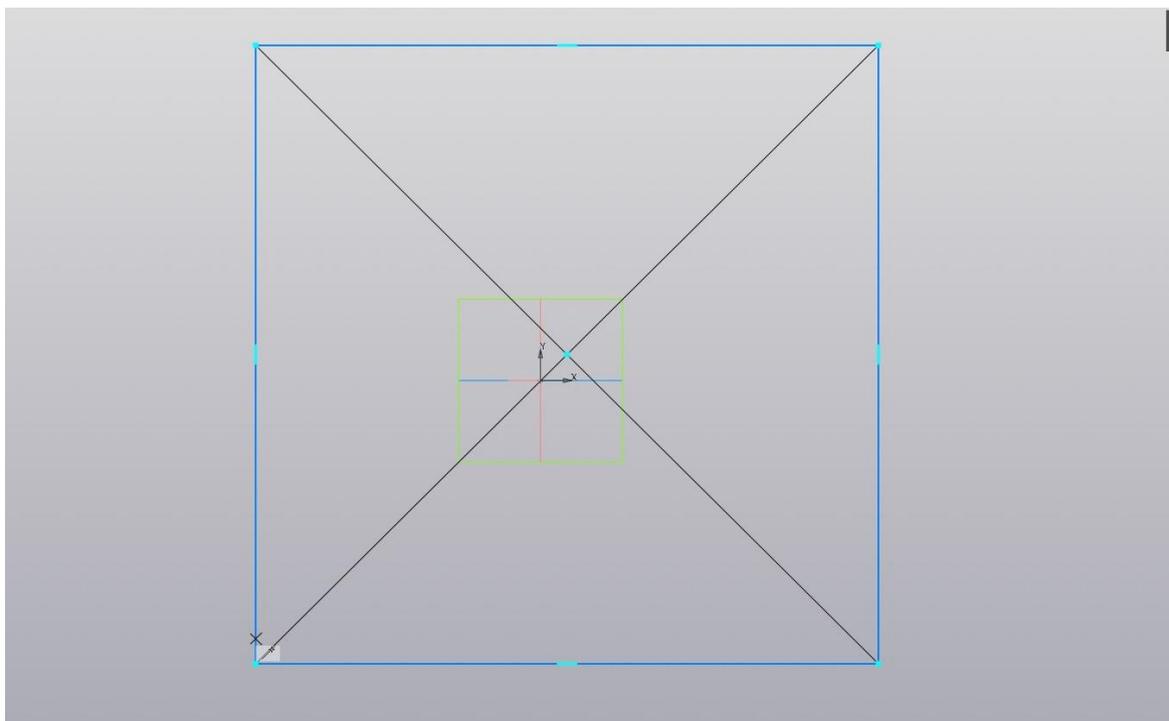


Рис 62. 190x190.

Затем нам необходимо придать объем нашему блоку. Для этого ему не хватает длины. Необходимо воспользоваться операцией выдавливание. Для этого необходимо найти блок – Элементы и выбрать Элемент выдавливания, как показано на рисунке 63.

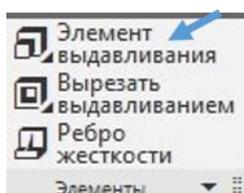


Рис 63. Элементы. Элемент выдавливание.

Выбрав элемент выдавливания необходимо выбрать длину для нашего блока.

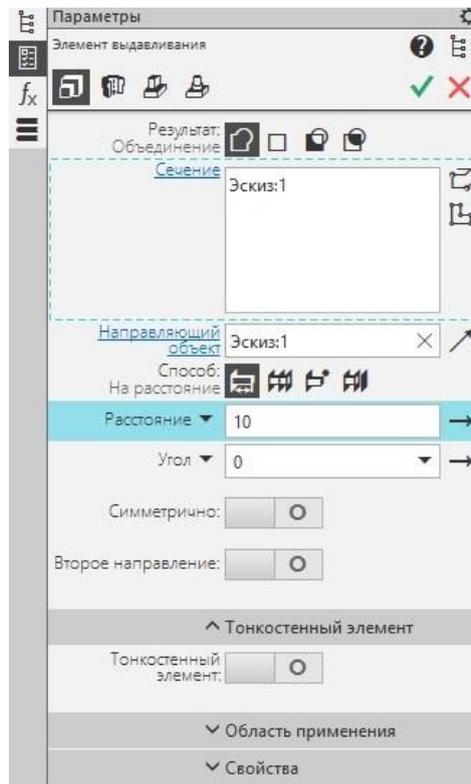


Рис 64. Выдавливание.

В графе расстояние необходимо ввести длину нашего блока, 390 мм и нажать на зеленую галочку.

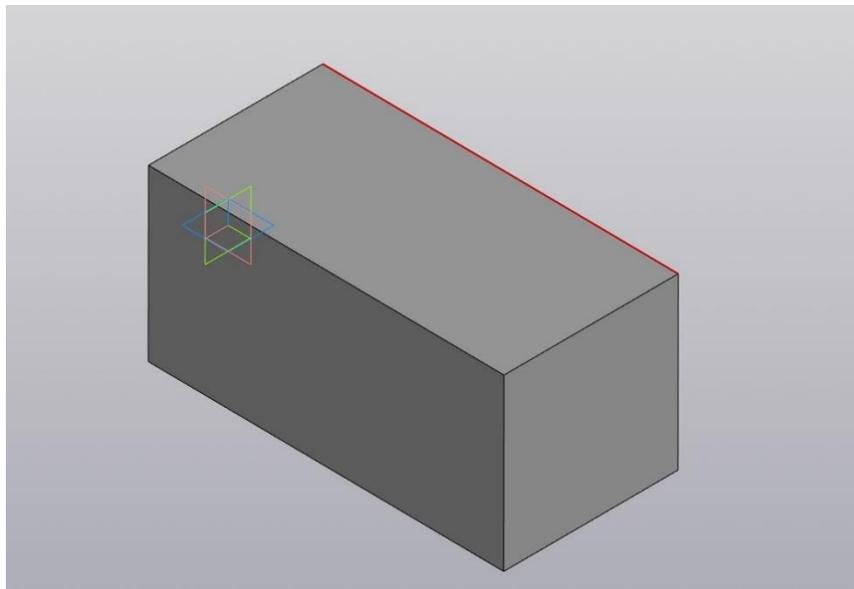


Рис 65. Строительный блок без перфораций.

Важно: после выполнения любой операции необходимо так же выбирать команду «стоп», красный крест.

Следующий шаг для дальнейшего исследования строительного блока – это внесение свойств. Как это было описано в пункте 1.4.

После того, как вы найдете и внесете все свойства материала, обязательно сохраните его и используйте как эталонный блок.

Следующий этап – необходимо добавить перфорации, согласно рисунку 59. Нам необходимо выбрать плоскость, в которой будут создаваться перфорации. В качестве рабочей плоскости для создания перфорации в данном случае выступает любая из четырех прямоугольных плоскостей. Выбрав плоскость, как показано на рисунке 66, необходимо нажать «Создать эскиз», для дальнейшего построения.

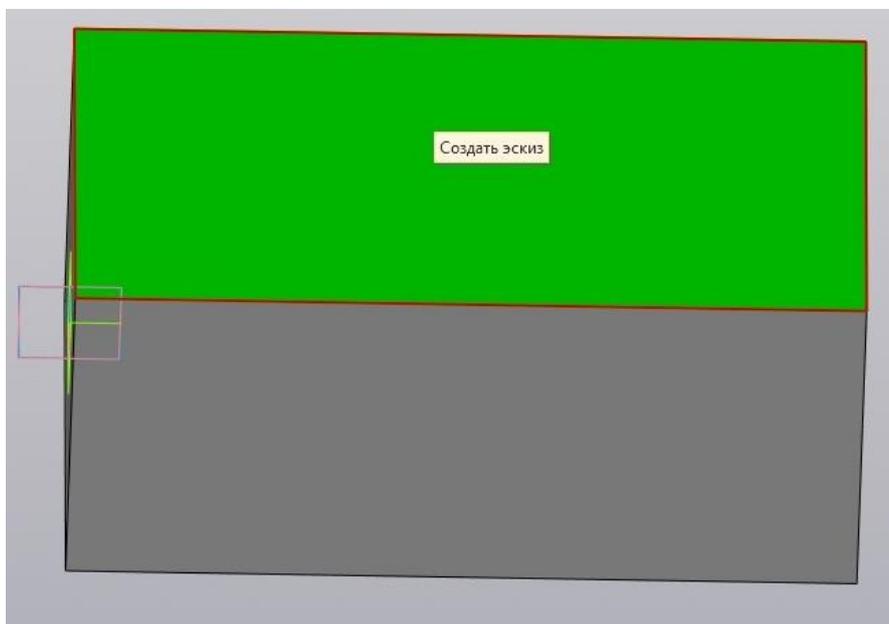


Рис 66. Создание перфораций.

Выбрав эскиз, программа позволяет создавать на выбранной ранее плоскости какие-либо дополнительные изменения. Делается это с помощью отрезка, круга и тд. Наша задача создать 3 перфорации, диаметр каждой 70мм.

После того, как вы нарисовали эскиз согласно рисунку 59, необходимо вырезать перфорации. Для этого находим блок «Элементы» и выбираем «Вырезать выдавливанием», как показано на рисунке 67.

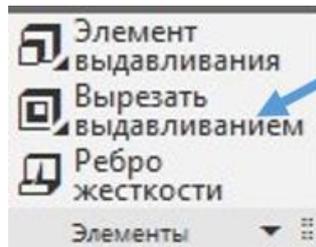


Рис 67. Вырезать выдавливанием.

В строительстве активно используются сплошные перфорации, проходящие через всю высоту блока, создадим такую же модель. Нам необходимо выбрать «через все», как показано на рисунке 68.

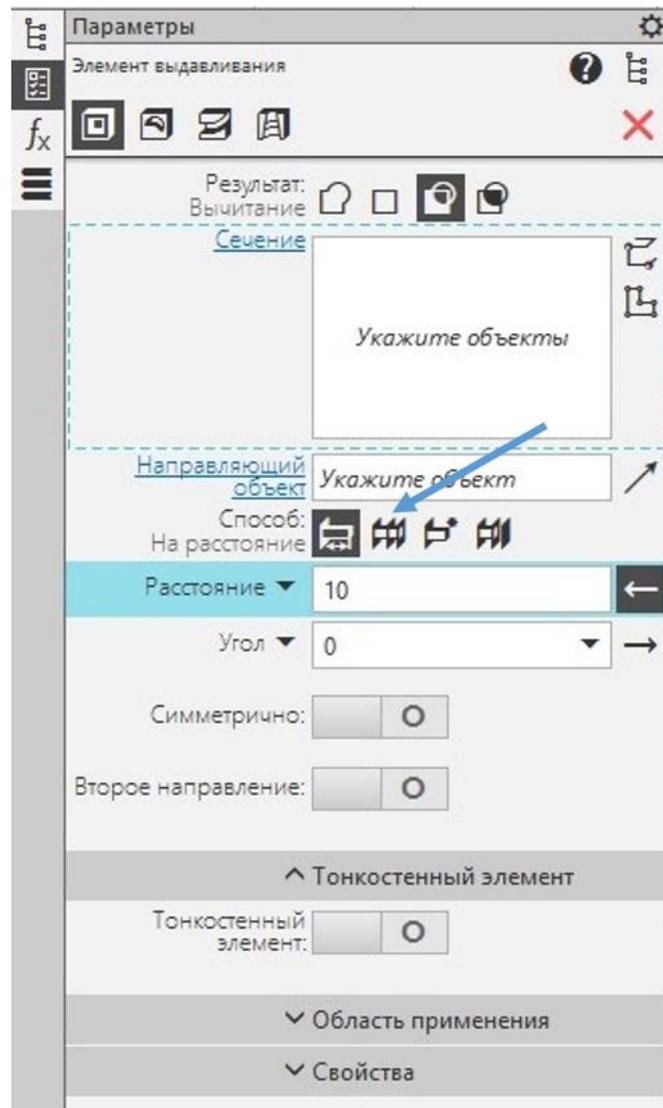


Рис 68. Через все.

После этого нажимаем на зеленую галочку, и наш строительный блок принимает вид, согласно рисунку 69.

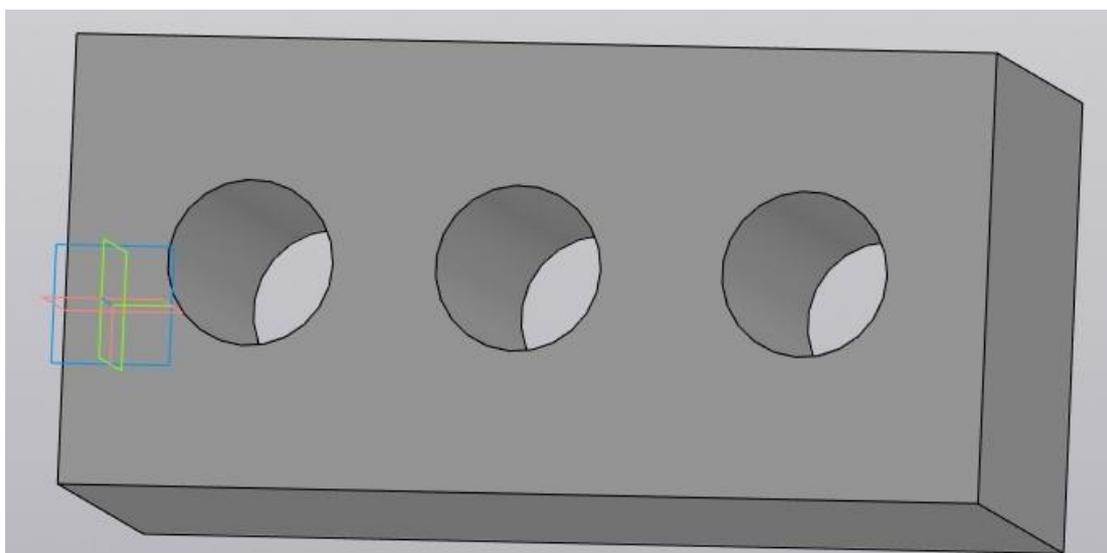


Рис 69.Блок с тремя перфорациями.

После того как мы создали модель обязательно сохраните ее. В пункте 2.2. мы поговорим о том, как работать в библиотека АРМ_FEM. В качестве исследуемой модели будем использовать ранее созданный нами блок.

2.2. Работа с библиотекой АРМ_FEM. Статический расчет и тепловой расчет.

В программе компас существует множество библиотек, в данном методическом пособии мы поговорим о библиотеке АРМ_FEM или как ее еще называют прочностной анализ. Особо внимательные студенты могли заметить ранее, где и как подключить библиотеку. Если вы пропустили, сейчас покажем, как это сделать. В первом блоке нажимаем на две стрелочки и выбираем АРМ FEM, как показано на рисунке 70.

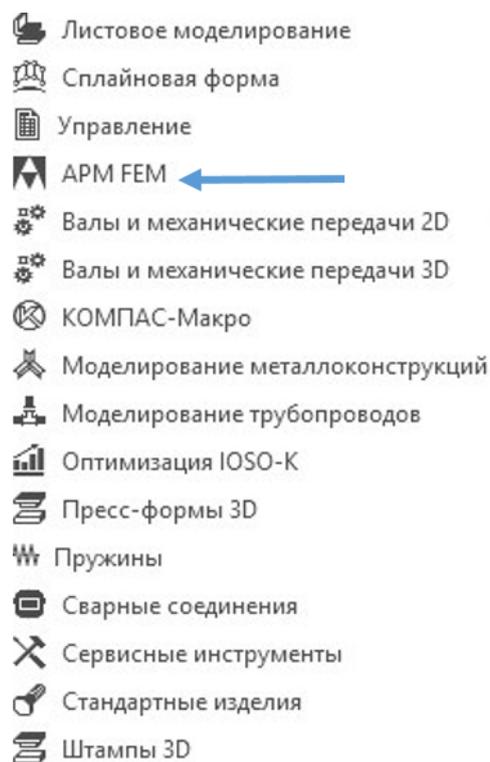


Рис 70 Подключение библиотеки.

После подключения библиотеки необходимо нажать клавишу F5 для перестройки модели. Обратите внимание на то, какие стали блоки, они все изменились. Начнем с блока закрепление.

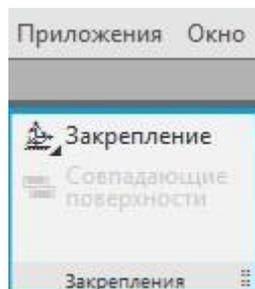


Рис 71. Закрепление.

Маленький, но очень важный блок, без него программа не сможет произвести расчет. В процессе выполнения работы или в процессе реального строительства, считается, что строительные блоки стационарны, то есть, не изменяют свое положение со временем. Нам необходимо добиться того же. Выбираем команду закрепление и фиксируем любую из 2 – ух возможных плоскостей с перфорациями, как показано на рисунке 72.

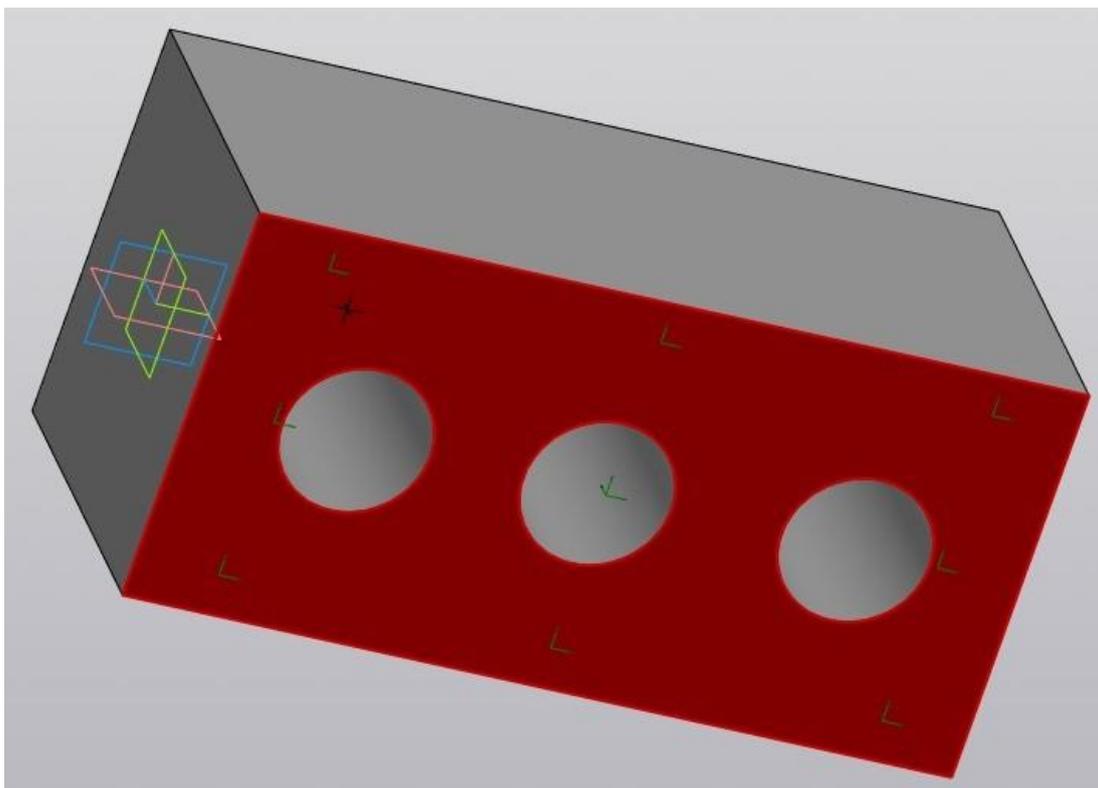


Рис 72. Закрепление.

Затем нажимаем на зеленую галочку, положение которой вы уже должны были запомнить.

Следующий важный блок — это нагрузки, вид блока приведен на рисунке 73.

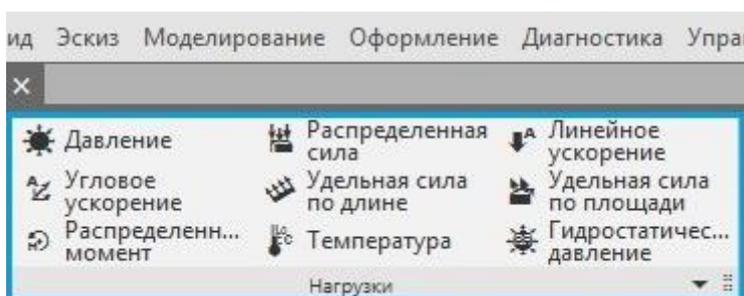


Рис 73. Нагрузки.

Для проведения расчетов нас интересует из данного блока:

- Распределенная сила;
- Температура.

После установки закрепления необходимо приложить распределенную силу. В качестве распределённой силы выступает сила тяжести. В зависимости от постановки задачи, сила у каждого студента будет индивидуальная.

Для того чтобы приложить силу, нам необходимо выбрать плоскость противоположную закрепленной. Активировав закрепленную силу и выбрав плоскость, появляется окно, как показано на рисунке 74.

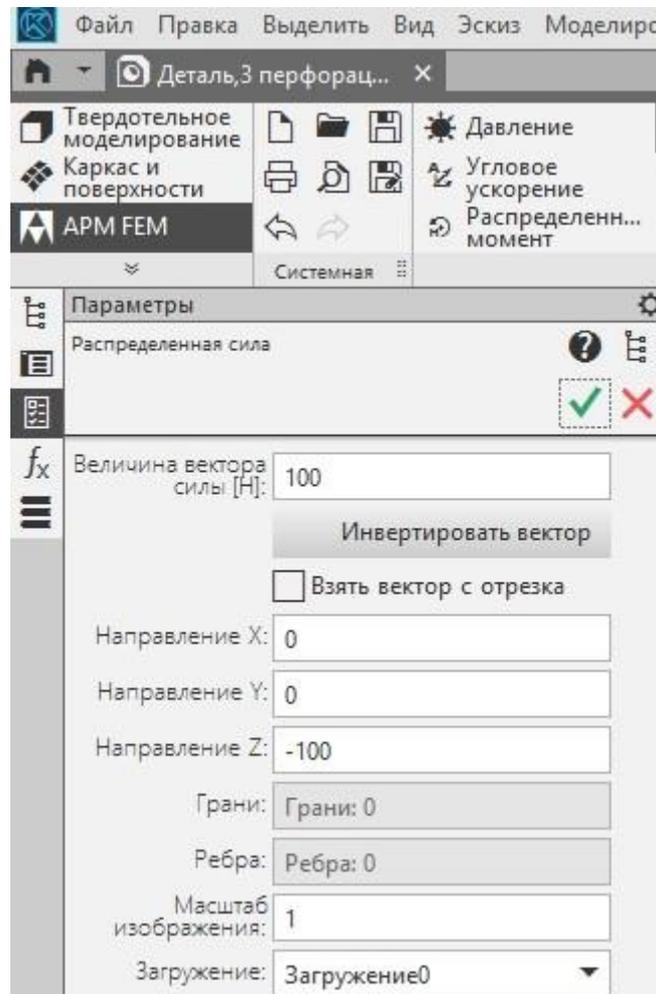


Рис 74. Распределенная сила.

Силу мы выбираем относительно одной оси, которая перпендикулярна блоку. В данном случае – это ось Z. Значение силы берется по модулю. В качестве примера внесу силу в 100 Н, как показано на рисунке 75.

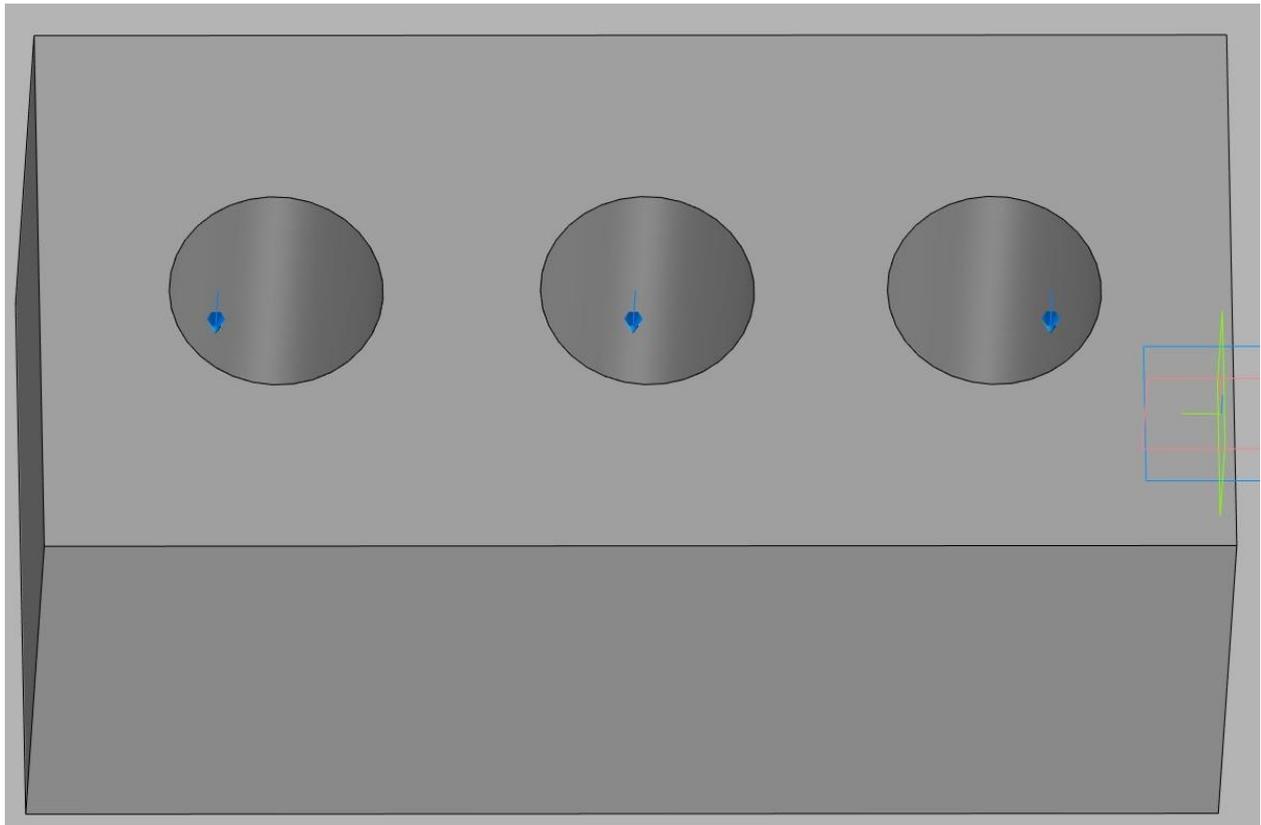


Рис 75. Приложение силы.

Голубые стрелки указывают направление силы. Закрепление и приложение силы обязательны для проведения статического и теплового расчета.

Следующий шаг – это задание температуры. Необходимо выбрать команду «задать температуру». В качестве рабочих плоскостей используем, две оставшиеся прямоугольные плоскости без перфорации. Одна из них – теплая стенка, положительное значение температуры, к примеру $+ 35^{\circ}\text{C}$, другая соответственно холодная – отрицательное значение температуры, к примеру $- 28^{\circ}\text{C}$.

Выбрав команду, температура сначала зададим положительную, затем отрицательную температуру.

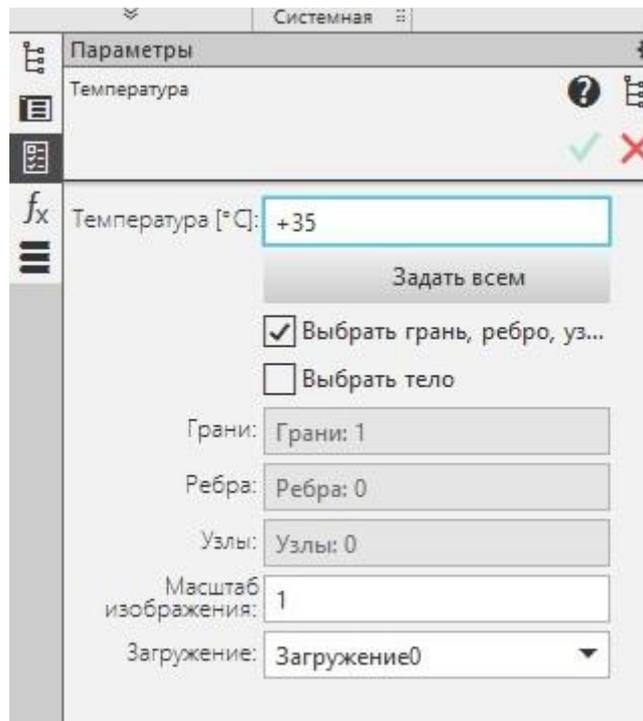


Рис 76. Температура.

Выбираем плоскость и нажимаем на галочку.

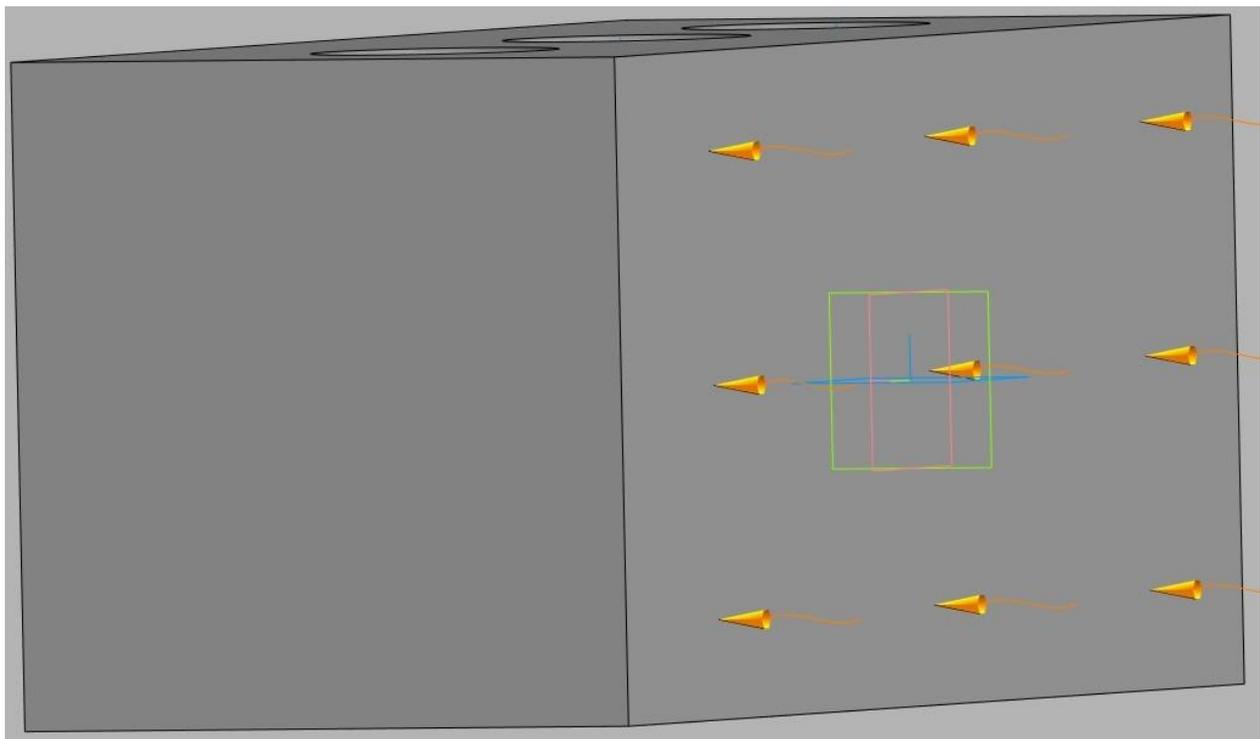


Рис 77. Температура.

Теперь необходимо задать отрицательную, выбираем противоположную плоскость и задаем значение в -28 °C. Теперь наша модель готова для теплового расчета.

Так же у библиотеки существует свое дерево, в котором можно отследить все действия, как показано на рисунке 78.

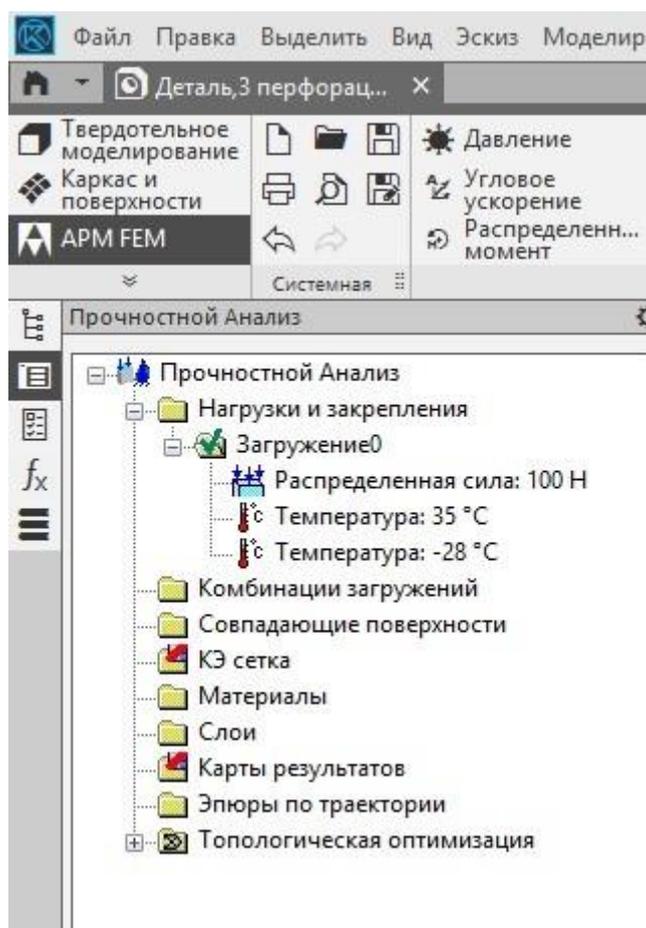


Рис 78. Дерево.

Стоит обратить внимание на блок свойства, там присутствует только одна команда «Материал». При ее активации появляется окно, со свойствами модели, которые вы вносили вручную.

По умолчанию программа считает, что мы работаем со сталью. Для изменения свойств материала необходимо выбрать команду «Загрузить». После этого необходимо выбрать интересующий нас материал из списка и нажать ОК. После этого обязательно проверьте введенные параметры.

Если вы допустили ранее ошибку, то ее возможно сейчас исправить, подкорректировав нужное вам значение.

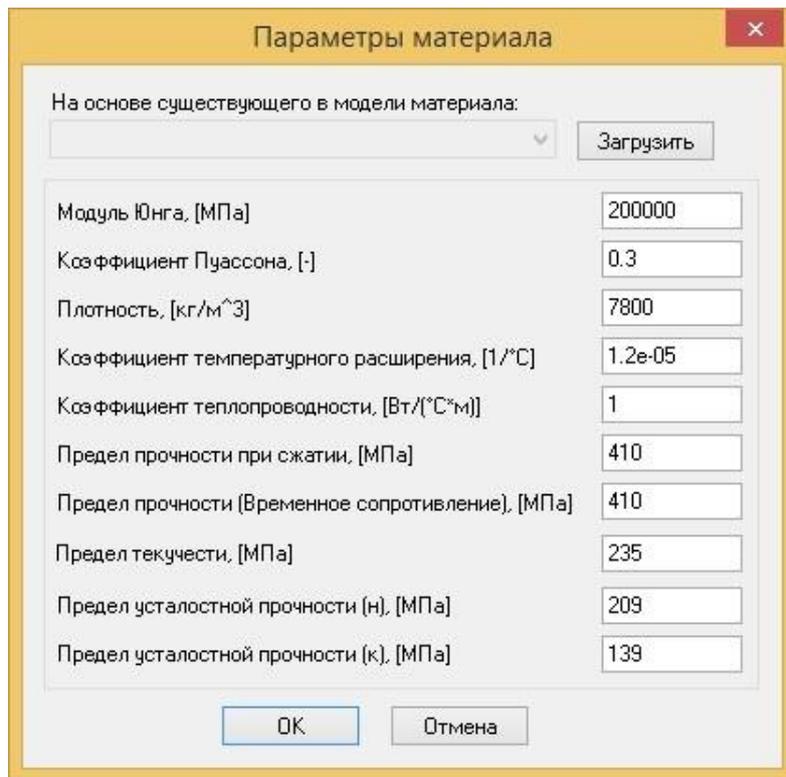


Рис 79. Параметры материала.

Следующий шаг – разбиение и расчет.

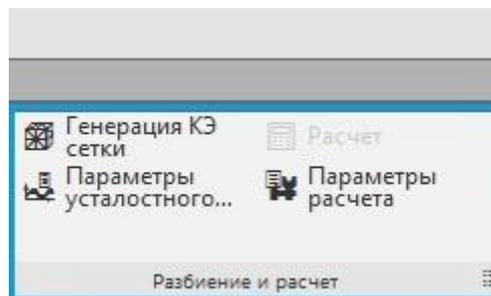


Рис 80. Разбиение и расчет.

Генерация конечно – элементной сетки разбивает нашу модель на маленькие десяти узловые тетраэдры.

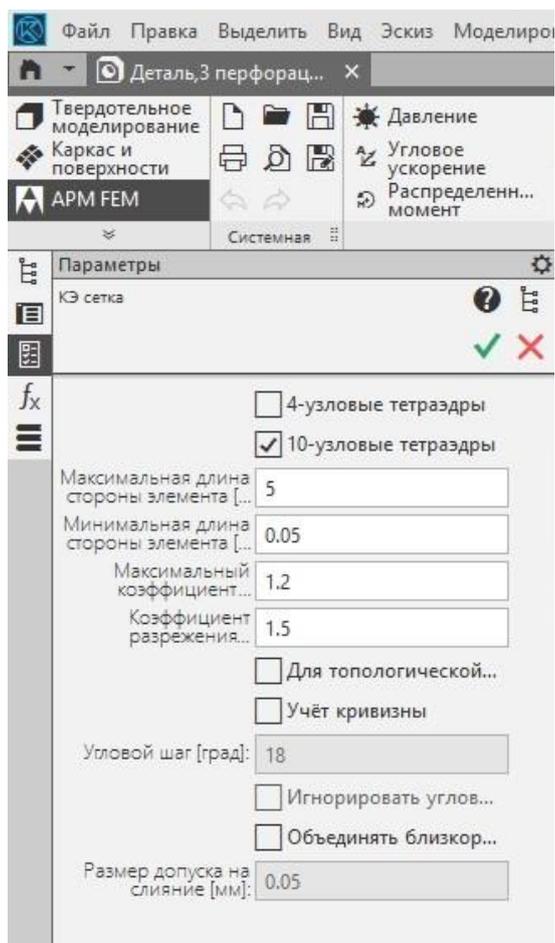


Рис 81. Создание конечно – элементной сетки.

Важным параметром является максимальная длина стороны элемента и ее значение равно 25мм. Чем меньше данная величина, тем лучше, но если мы поставим, к примеру, 5мм, то не каждый компьютер справится с таким разбиением, требуется много свободной оперативной памяти. Рекомендуется ставить именно 25мм. После ввода значение нажимаем на зеленую галочку, и наш блок разбивается на маленькие частицы, представленные на рисунке 82.

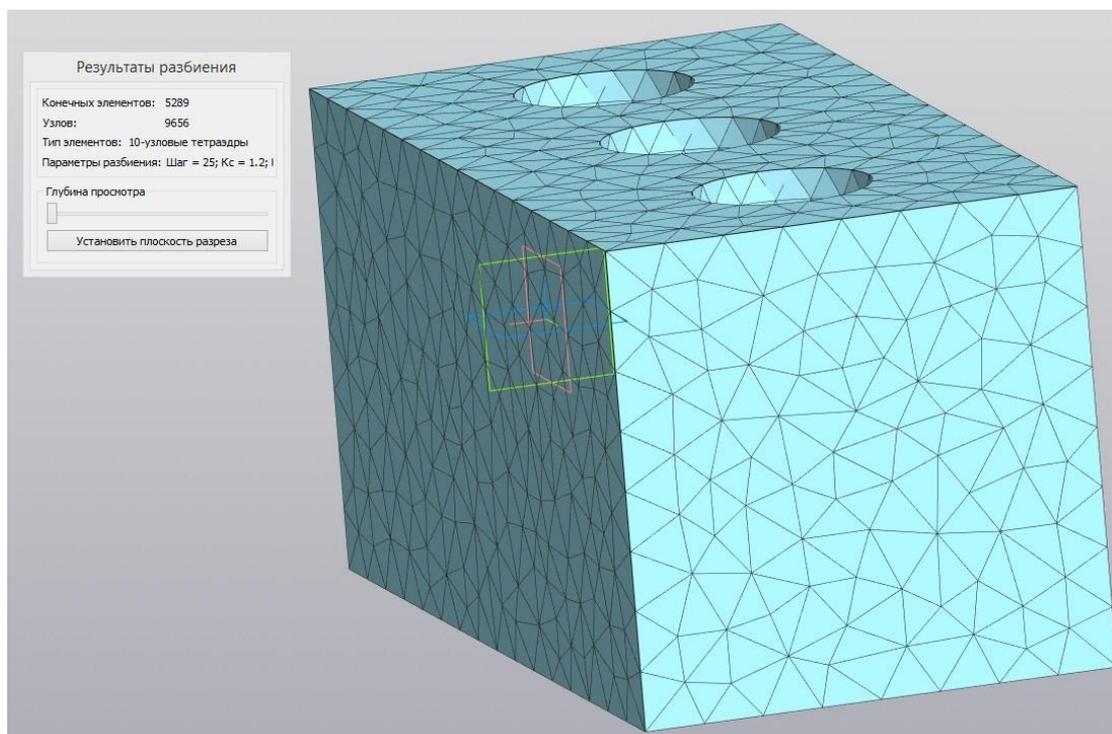


Рис 82. Готовая конечно – элементная сетка.

Если вам становится интересно, как разбивается модель внутри блока, то для это необходимо изменить глубину просмотра. Установите ползунок, в любом месте глубины просмотра и посмотрите, что будет.

После того как наша конечно – элементная сетка готова, приступаем к расчетам. Выбрав расчет, выводится окно, в котором мы выбираем тип расчета. Нас интересует статический и тепловой расчет, выбираем их согласно рисунку 83 и нажимаем ОК. Если вам любопытно посмотреть все, то вы можете поставить галочки у всех предложенных типов расчета.

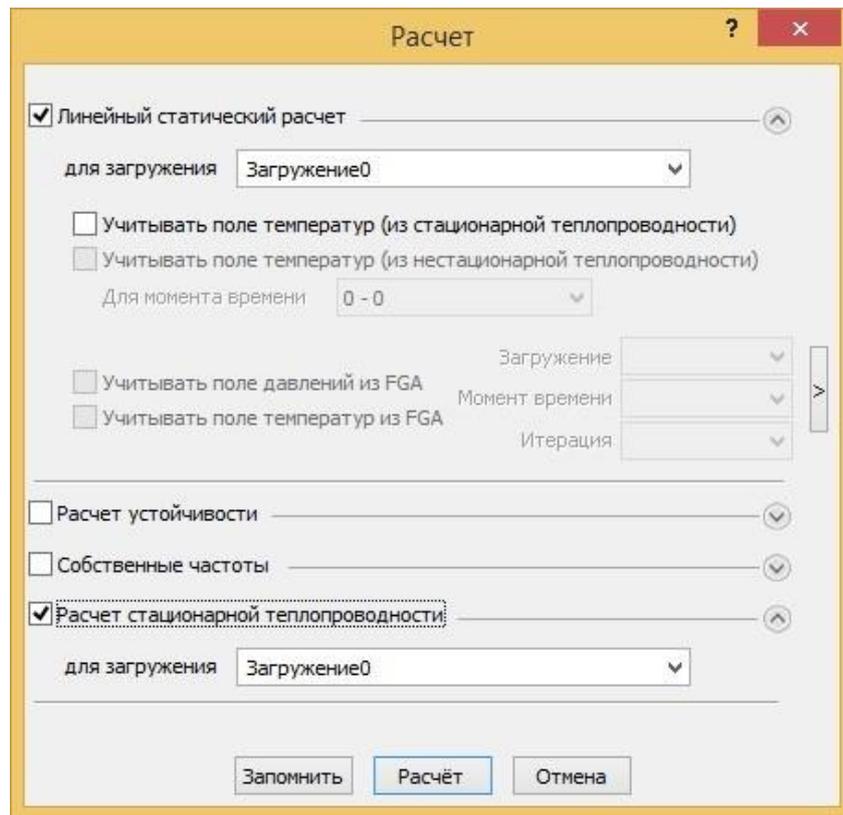


Рис 83. Расчеты.

Выбрав интересующий нас тип расчета программа компас автоматически производит вычисление. Длительность вычисления на прямую зависит от размера сетки, а так же от размеров исследуемого объекта.

Теперь нам необходимо выбрать блок – Результаты, положение которого показано на рисунке 84.

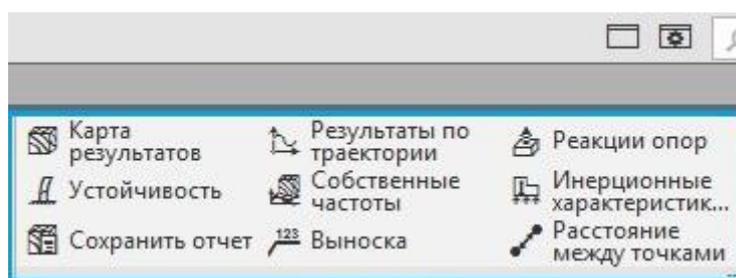


Рис 84. Результаты.

После того, как мы перешли в папку результаты, необходимо выбрать «Карту результатов». Для статического расчета существует несколько величин, визуальное изменение которых мы можем оценить.

- Напряжение;
- Перемещение;
- Нагрузки;

- Коэффициент запаса;
- Главные напряжения;
- Усталость;
- Деформации.

Для теплового расчета оцениваем:

- Температура.

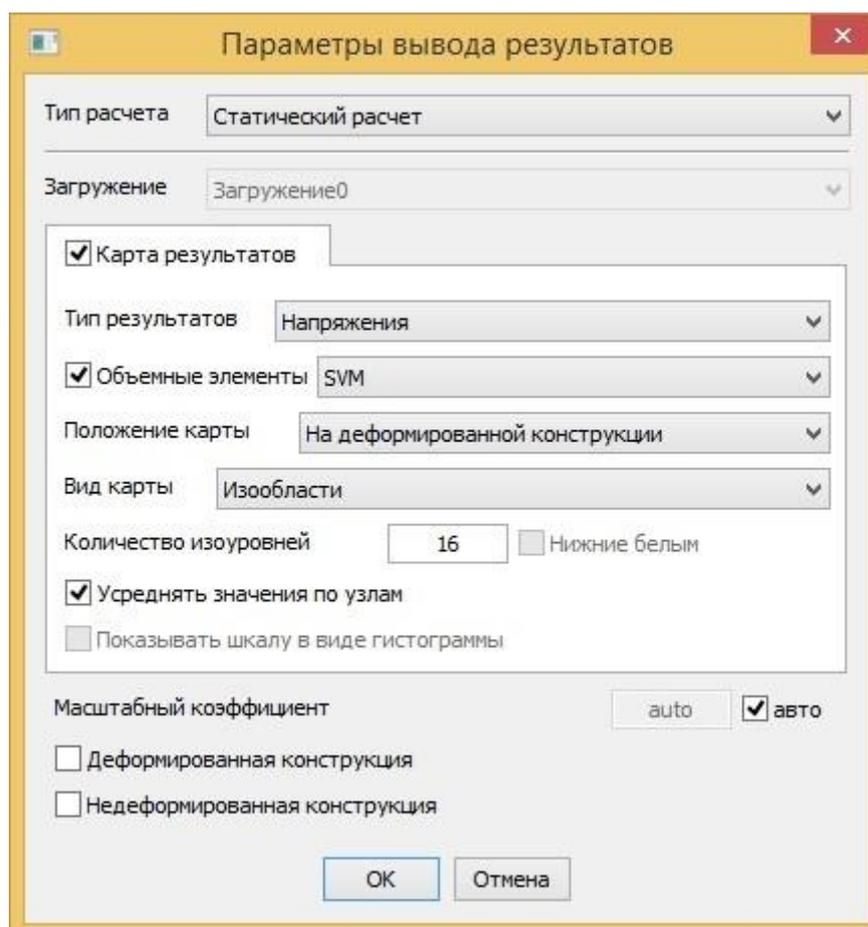


Рис 85. Статический расчет.

Для статического расчета: На рисунке 86 приведен примерный вид статистического расчета. В зависимости от постановки задачи, выбора материала и внесения свойств, в результате мы можем получить немного другую картину. Стоит отметить, что при проведении расчета выводится шкала SVM, на которой показано значение напряжения в той или иной области нашей модели.

Характерной особенностью у всех строительных блоков будет положение максимального напряжения. Согласно рисунку 90, максимальное значение

напряжения приходится на углы и нижнюю часть кромки у основания строительного блока. В действительности это соответствует реальности. Если вы обратите внимание на любой тип построек, будь это коттедж или постройка городского типа, у блоков или кирпичей, которые находятся у основания под максимальной нагрузкой, довольно часто имеется скол внешней кромки у основания. Безусловно, на процесс разрушения блока влияет множество внешних факторов, таких как влажность, массо- и теплоперенос, механическое воздействие и т.д., но статическая нагрузка от вышележащей стеновой конструкции является одним из ключевых.

В качестве анализа полученных результатов, необходимо сравнить максимально достигаемое значение напряжения с пределом прочности на сжатие. Если напряжение будет достигать или превышать предел прочности на сжатие, то стоит задуматься о целесообразном использовании данного материала для возведения постройки, которая поставлена вам в задаче [8].

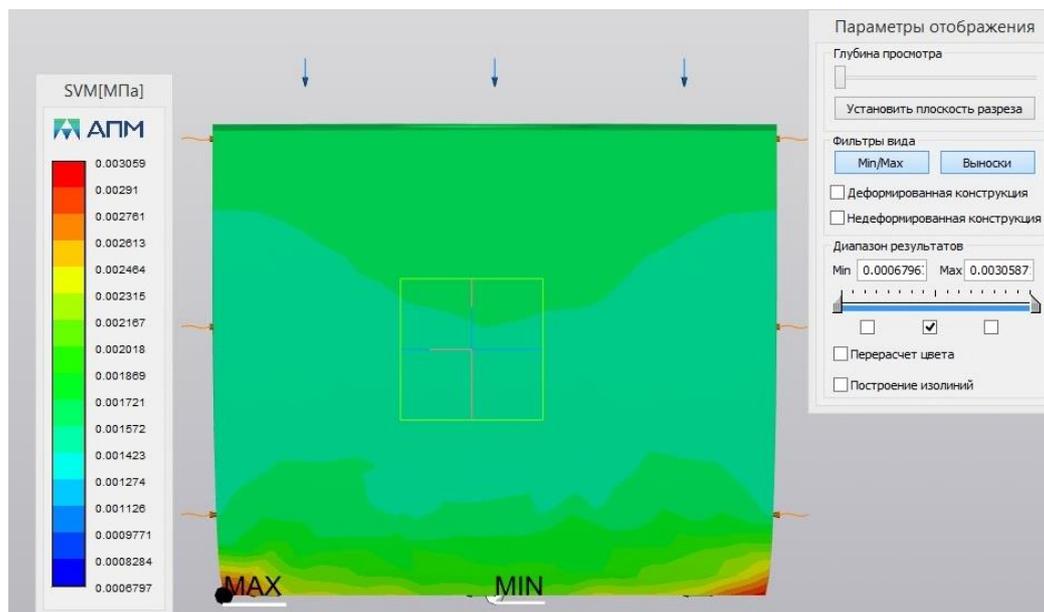


Рис 86. Пример статического расчета.

Для проведения теплового или стационарного расчета необходимо изменить тип расчета, как показано на рисунке 87.

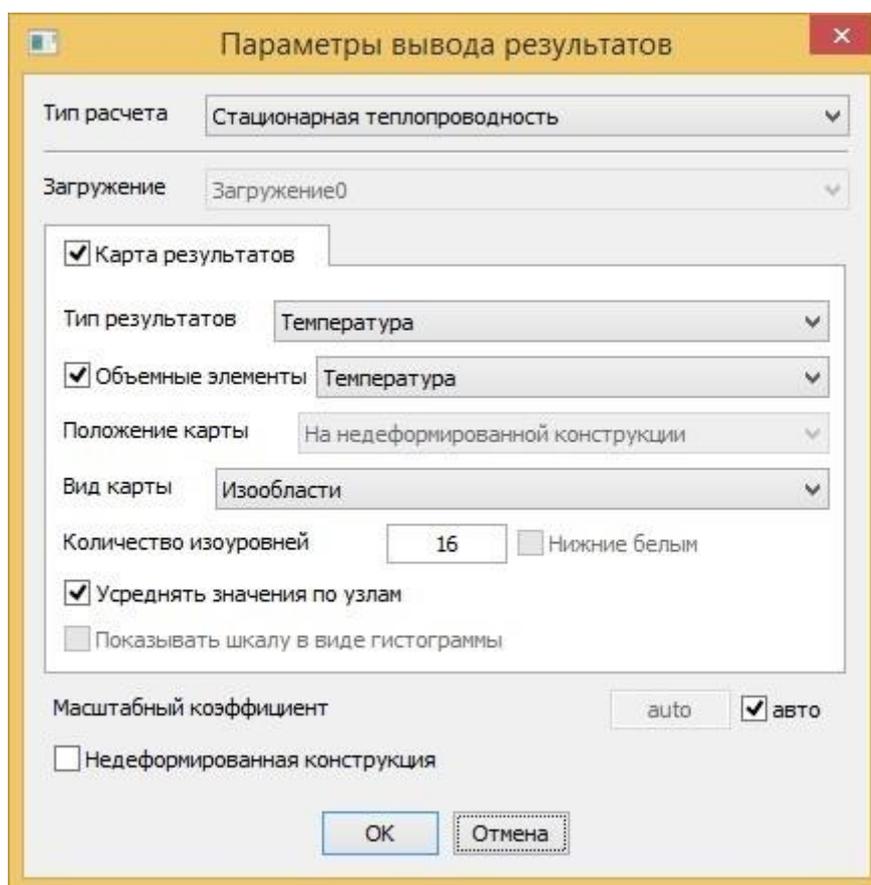


Рис 87. Стационарная теплопроводность.

Для теплового: На рисунке 88 приведен пример теплового расчета. В качестве вывода результатов мы получаем тепловую карту. Наглядно показывается изменение градиента температуры от холодной стенки к теплой. С помощью теплового расчета мы можем получить примерное положение нулевой изотермы. Той зоны, где происходит фазовый переход влаги из жидкой в твердую фазу. В программе достаточно сложно определить ноль с высокой точностью, но для примера достаточно найти максимально близкое к нулю значение, как показано на рисунке 88. Чем ближе положение нулевой изотермы к внешней стенке, тем лучше. Сохранение тепла в дома важная и возможно самая актуальная проблема на сегодняшний день.

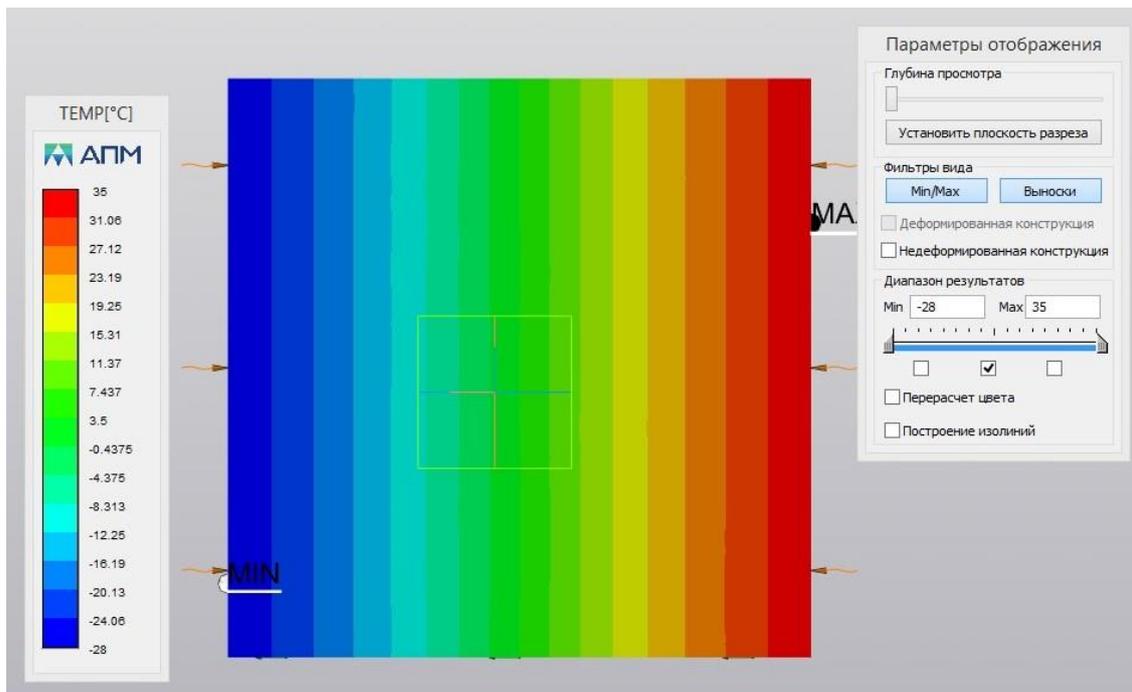


Рис 88. Стационарная теплопроводность.

Для более наглядной оценки изменения температуры, вместо тепловой карты, можно вывести изолинии. Изолиния - условное обозначение на исследуемом объекте, которая показывает, что на данном этапе свойства объекта остаются неизменными. Для вывода изолиний необходимо, согласно рисунку 93, необходимо выбрать команду «построение изолиний». После того как мы это сделали ваш исследуемый блок принимает вид согласно рисунку 89.

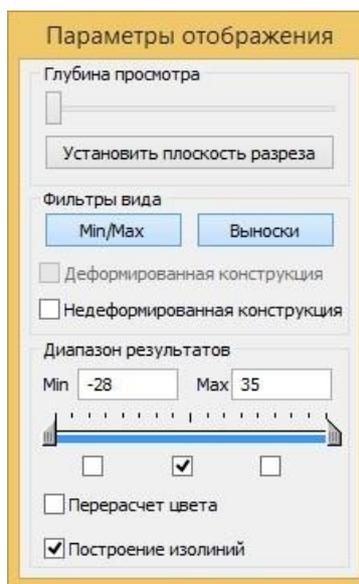


Рис 89. Изолинии.

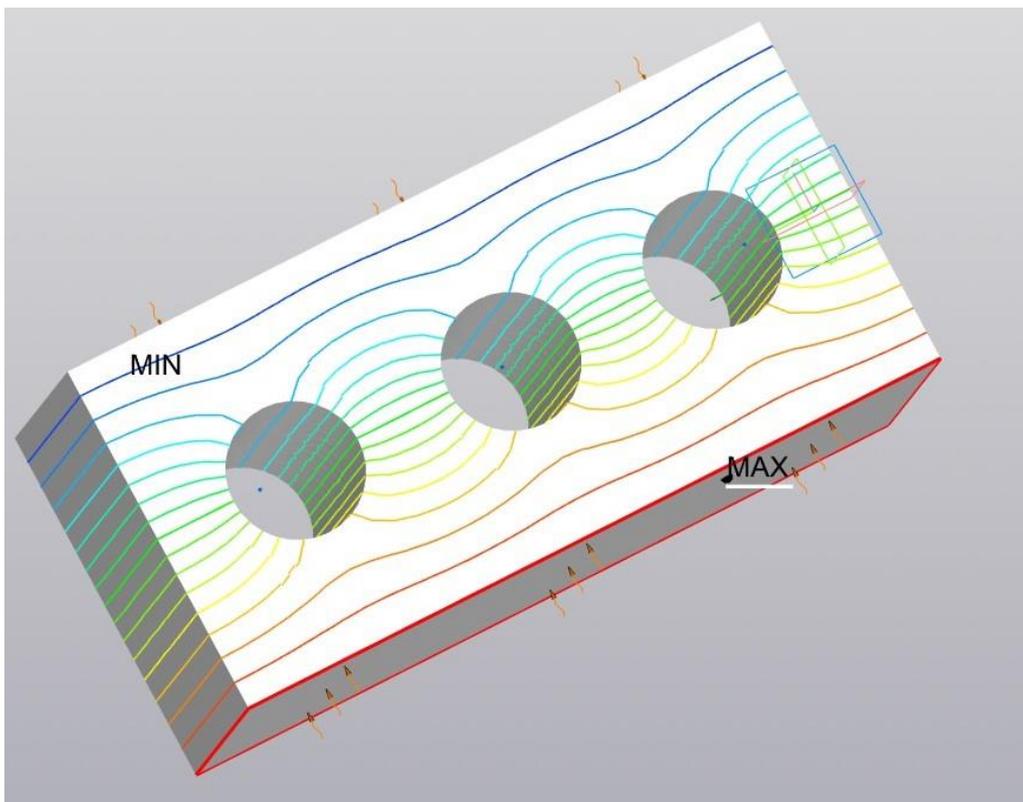


Рис 90. Блок с изолиниями.

В зависимости от типа и количества перфорации положение нулевой изотермы будет изменяться. Соответственно и будет изменяться положение изолиний.

Существует еще одна операция, которая очень важна, вне зависимости от расчета. Данная операция называется - выноски. С помощью выносок можно получить значение напряжения или температуры в любой точке исследуемого строительного блока. Для подключения данной команды необходимо ее выбрать, расположена она в блоке результаты.

Динамическое определение рекомендуется оставить по умолчанию. Теперь у вас активна данная команда, для определения температуры или напряжения в любой точке необходимо просто направить курсор мыши в интересующую вас область. После этого один раз нажать правой кнопкой мыши, у вас зафиксируется значение в данной точке. Следующий шаг – определение положения надписи. После первого нажатия поместите курсор мыши на свободное место в рабочей области и нажмите еще раз правую кнопку мыши. Выноска закрепится. Пример выноски представлен на рисунке 91.

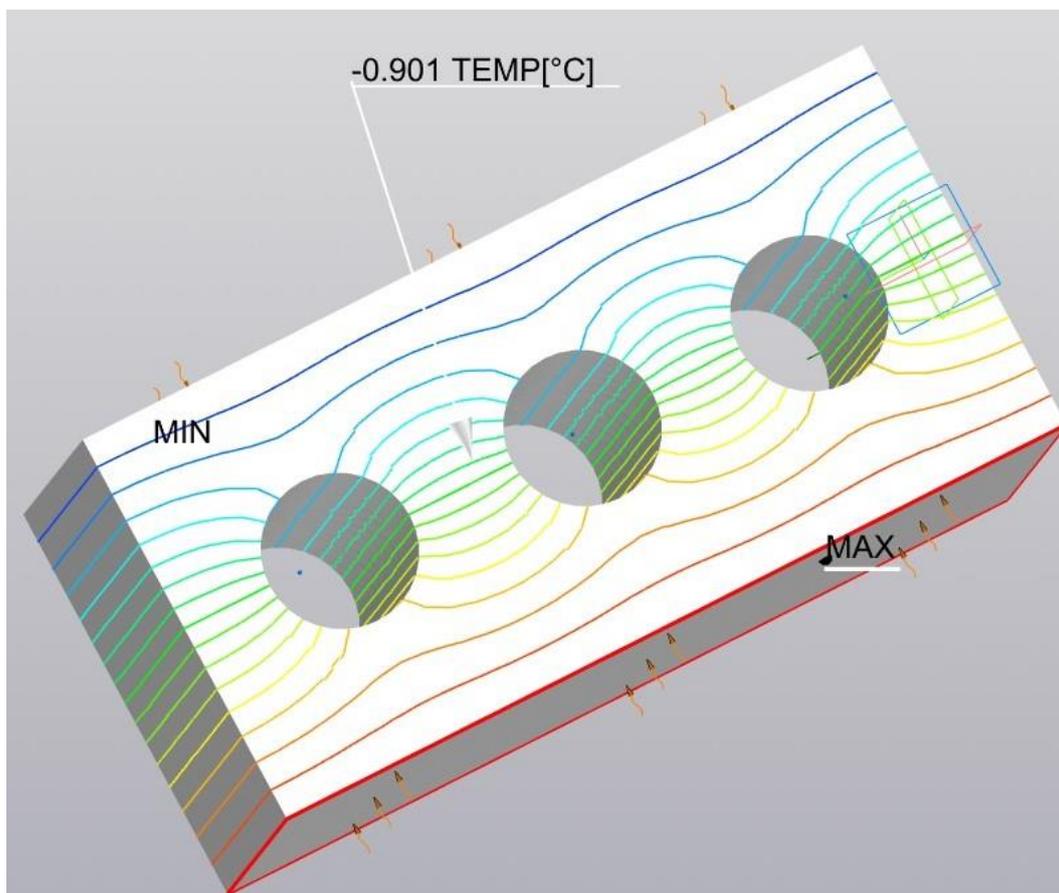


Рис 91. Выноска.

Информация воспринимается лучше, когда присутствует наглядный пример. Разработчики создали анимации. Для подключения анимации необходимо найти дерево библиотеки, выбрать интересующий тип расчета, нажать правой кнопкой мыши и выбрать Анимации, как показано на рисунке 92.

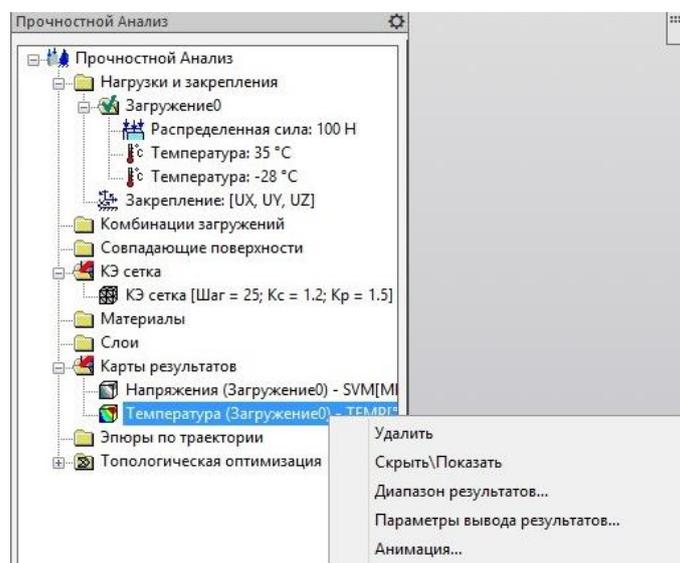


Рис 92. Анимация.

Появляется небольшое окно, вид которого представлен на рисунке 97.

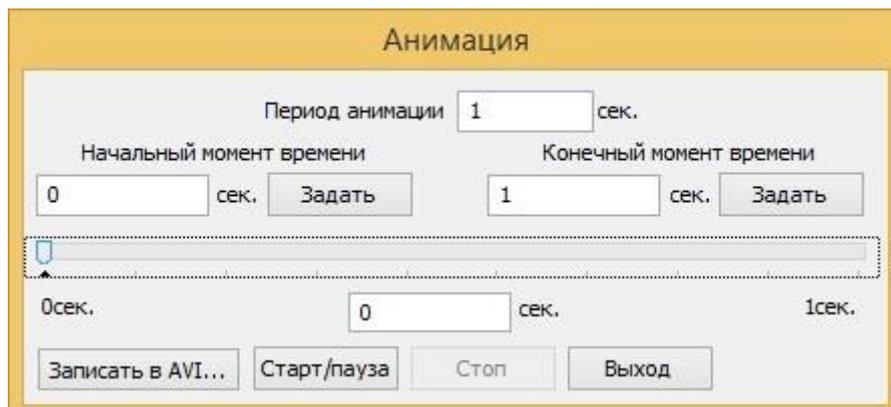


Рис 93. Выбор времени.

Для просмотра необходимо нажать «Старт/пауза», после этого запустится просмотр изменения температуры или напряжения на исследуемом строительном блоке. В графе «Период анимации» выставляется время. В качестве эксперимента, установите отличное от единицы значение и посмотрите изменение результатов.

После просмотра анимации можно считать, что вы провели два расчета и получили численные значения напряжений и температур. Для закрепления изученного материала предлагается ответить на ряд контрольных вопросов.

Контрольные вопросы

1. На какой из трех панелей находятся команды «Эскиз» и «Менеджер библиотек»?
2. Какие основные функции хранит в себе «Дерево модели»?
3. Какой материал по умолчанию использует программа «КОМПАС – 3D»?
4. Перечислите физические величины, необходимые для корректного расчета.
5. Объясните, каким образом рассчитывалась сила в вашем конкретном случае. Будет ли подсчитанное вами значение соответствовать реальности.
6. Какую команду необходимо использовать первой, после подключения библиотеки APM_FEM?
7. Перечислите основные блоки и команды, которые вы использовали при работе с библиотекой APM_FEM?

Список литературы

1. Компас 3-D v19. Руководство пользователя. URL:
https://kompas.ru/source/info_materials/kompas_v19/KOMPAS-3D_Guide.pdf
2. АРМ FEM Руководство пользователя URL:
https://kompas.ru/source/info_materials/2019_-_01-amp-fem-rukovodstvo-polsovatelya.pdf
3. Лучкин А.А. Исследование тепло – прочностной зависимости строительных блоков из гранулированного диатомита. Тюмень 2020. 44с.
4. Кольцов А.И., Нестеренко В.В. Общие свойства строительных материалов. Санкт – Петербург 2010.
5. Дементьев Е.Г., Кудряшова Р.А. Общетехнические свойства строительных материалов. Методические указания к лабораторным работам строительным материалам. Ульяновск 2008
6. Марки бетона по прочности URL:
<https://dpva.ru/Guide/GuideMatherials/BuildingMaterials/Concrete/ConcreteCoding/>
7. Григорьев Б.В., Чистякова Н.Ф., Шабаров А.Б. Теплопроводность горных пород Западно – Сибирского нефтегазоносного бассейна: вестник Тюменского государственного университета 2010 №6.
8. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. – Взамен ГОСТ 8462-75. Введен с 01.07.1985. ЦНИИСК им.Кучеренко, 1985 - 11с.

Борис Владимирович ГРИГОРЬЕВ

Александр Андреевич ЛУЧКИН

КОМПАС-3D V 19. РАБОТА С БИБЛИОТЕКОЙ АРМ_FEM

Учебно-методическое пособие к лабораторным работам

Учебное – методическое пособие для студентов

Направлений подготовки «Техническая физика» «Ландшафтная архитектура»

Подписано в печать _____ г. Тираж _____ экз

Объем _____ усл. печ. л. Формат 60x84/16. Заказ № _____.

Издательство Тюменского государственного университета

625003, г. Тюмень, ул. Семакова, 10