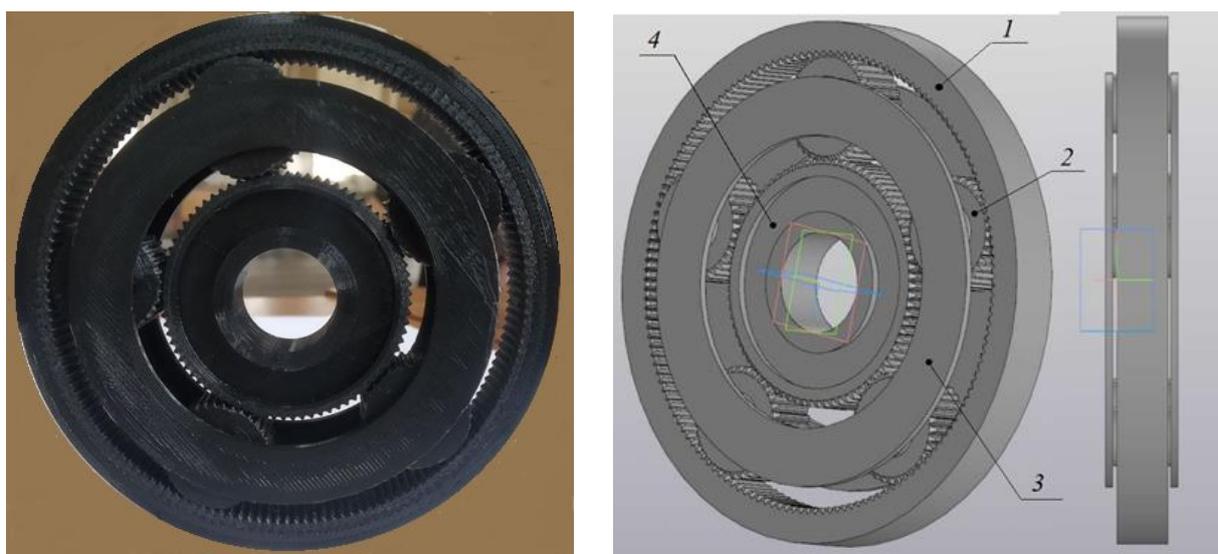


## МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ПРОТИПИРОВАНИЕ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ В ПК SOLIDWORKS

Инженерный компьютерный анализ в процессе создания нового изделия позволяет спрогнозировать поведение системы и с минимальными затратами времени сопоставить ряд различных альтернативных конструкторских решений. В результате снижается объем экспериментальной отработки и доводки изделия, повышается его качество, а сам процесс проектирования ускоряется и удешевляется [1]. Ускоренными темпами внедряются системы автоматизированного проектирования, которые позволяют выполнять трехмерное моделирование будущей продукции и ее отдельных узлов, производить инженерные расчеты на прочность и жесткость проектируемых изделий и выполнять оптимизацию полученных результатов с учетом выбранных материалов и конструкции, а также иметь в распоряжении наглядные полноразмерные компьютерные модели.

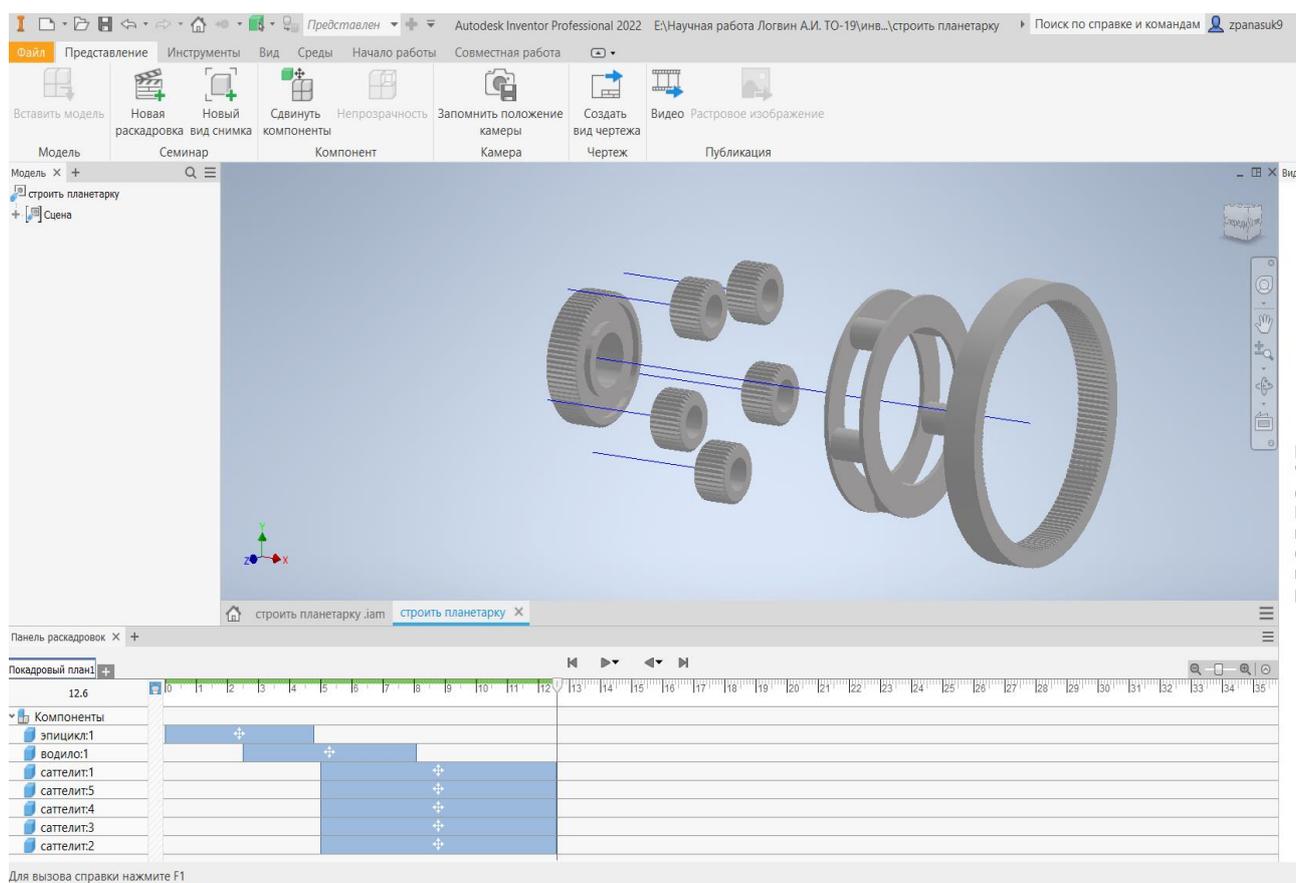
Объект исследования: твердотельная параметрическая модель механической системы «Планетарная передача (ПП) – механическая передача вращательного движения, за счет своей конструкции способна в пределах одной геометрической оси вращения изменять, складывать и раскладывать подводимые угловые скорости и/или крутящий момент» [1]. ПП состоит из пяти компонентов: эпицикл, водило и пяти сателлитов, смоделирован механизм в программе «КОМПАС-3D» с помощью стандартного приложения «Валы и механические передачи 3D». Детали модели напечатаны на 3D-принтере и собраны в рабочий прототип механической системы (рисунок 1).



1 – эпицикл; 2 – сателлиты; 3 – водило; 4 – солнечное колесо  
Рисунок 1 – Сборочная модель планетарной передачи

Возможность импорта созданных компонентов из «КОМПАС-3D» в Autodesk Inventor позволяет выполнить анимацию в этой среде (рисунок 2), для этого нужно сохранить все файлы сборки в формате «IGES», который имеется в обеих средах для «экспорта-импорта» файлов. Но взаимодействие между деталями не переносится, для всех деталей задаются необходимые условия сопряжения и проверяется работоспособность механизма – вращая один элемент, все твердые тела должны приходить в зацепление и передавать крутящий момент.

Статический анализ выполнялся в программном комплексе SolidWorks, который имеет интегрированный модуль Simulation. Для «экспорта-импорта» также использовался формат «IGES» и собираем механическую систему, соблюдая все правила условий сопряжения сборки, а для механического зацепления зубьев использовалась функция «Редуктор».



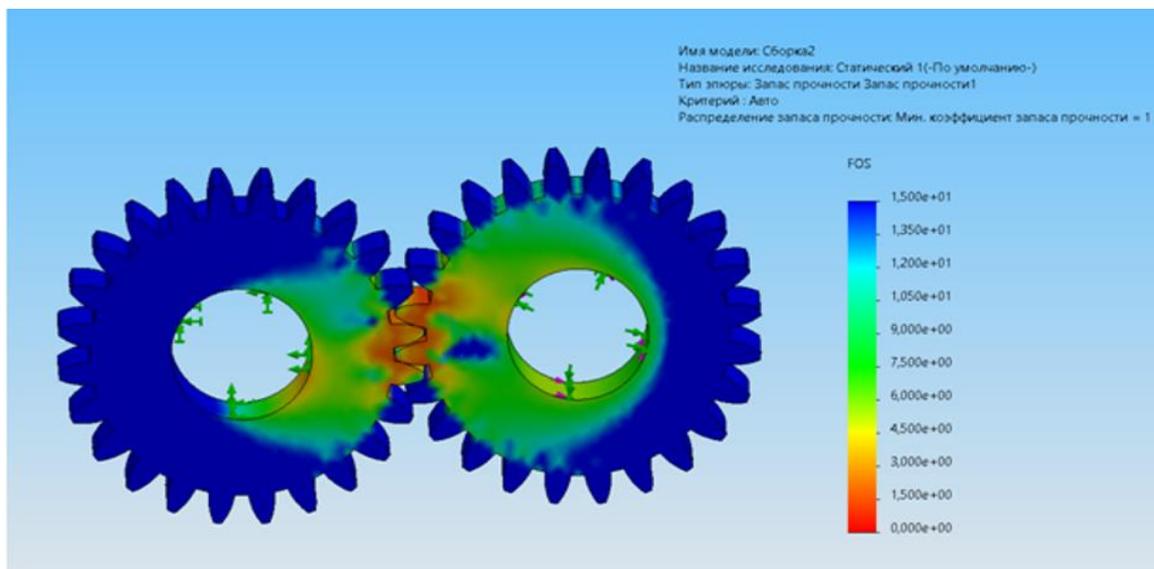
**Рисунок 2 – Создание анимации в Autodesk Inventor**

Под термином статический анализ понимается совокупность исследований, предназначенных для проверки работоспособности, определенных эксплуатационных характеристик проектируемых изделий. Современные системы инженерного анализа (или системы автоматизации инженерных расчетов) — CAE (англ. computer-aided engineering) обеспечивают решение задач линейного и нелинейного статического анализа, анализа частоты, устойчивости, температурного анализа, усталости, испытаний на ударную нагрузку, линейного и нелинейного динамического анализа, анализа оптимизации и др [1].

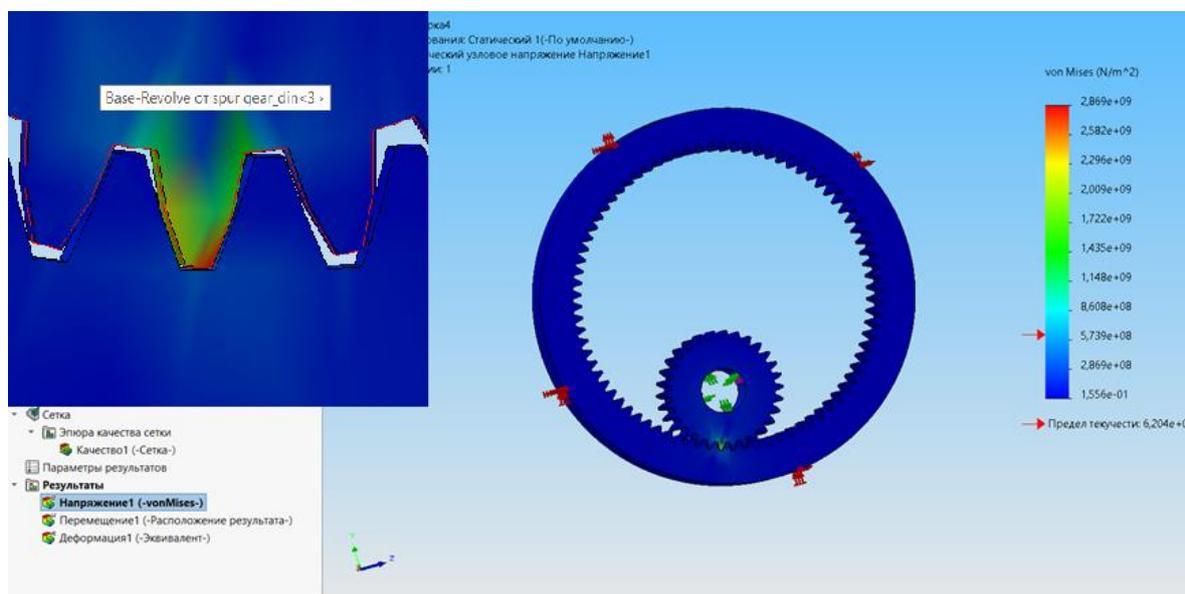
Для деталей применялся материал «легированная сталь», для расчета необходимо зафиксировать одну шестерню, к другой шестерне применялось креп-

ление «зафиксированный шарнир», для того чтобы она, вращаясь, испытывала сопротивление от зафиксированной шестеренки. Внешняя нагрузка на подвижную шестерню передавалась в виде вращающего момента. Применялась сетка высокой точности и с улучшением ее в месте зацепления зубьев, чтобы получить максимально точные результаты исследования. Результаты напряженно-деформированного состояния зубчатого зацепления представлены на рисунке 3.

а)

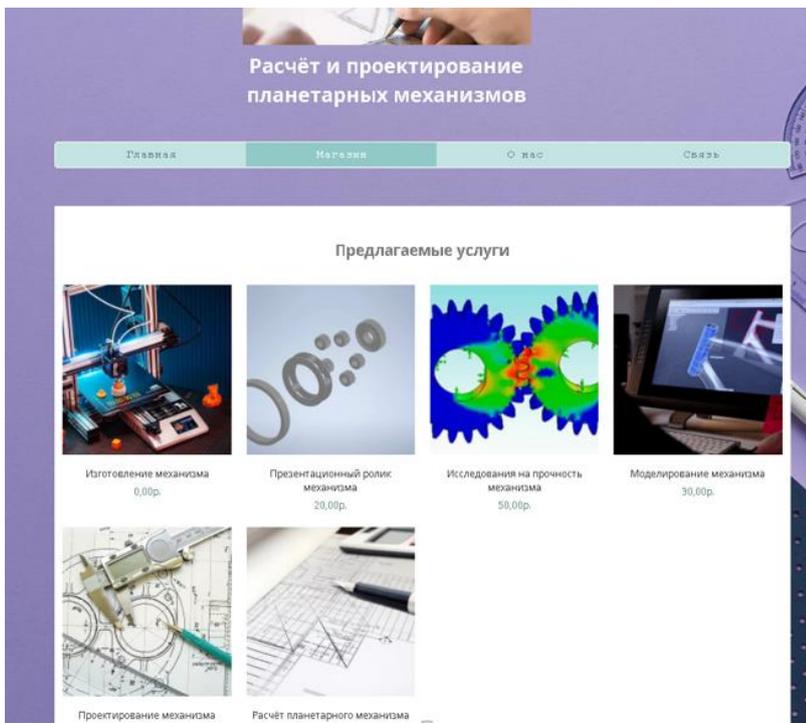


б)



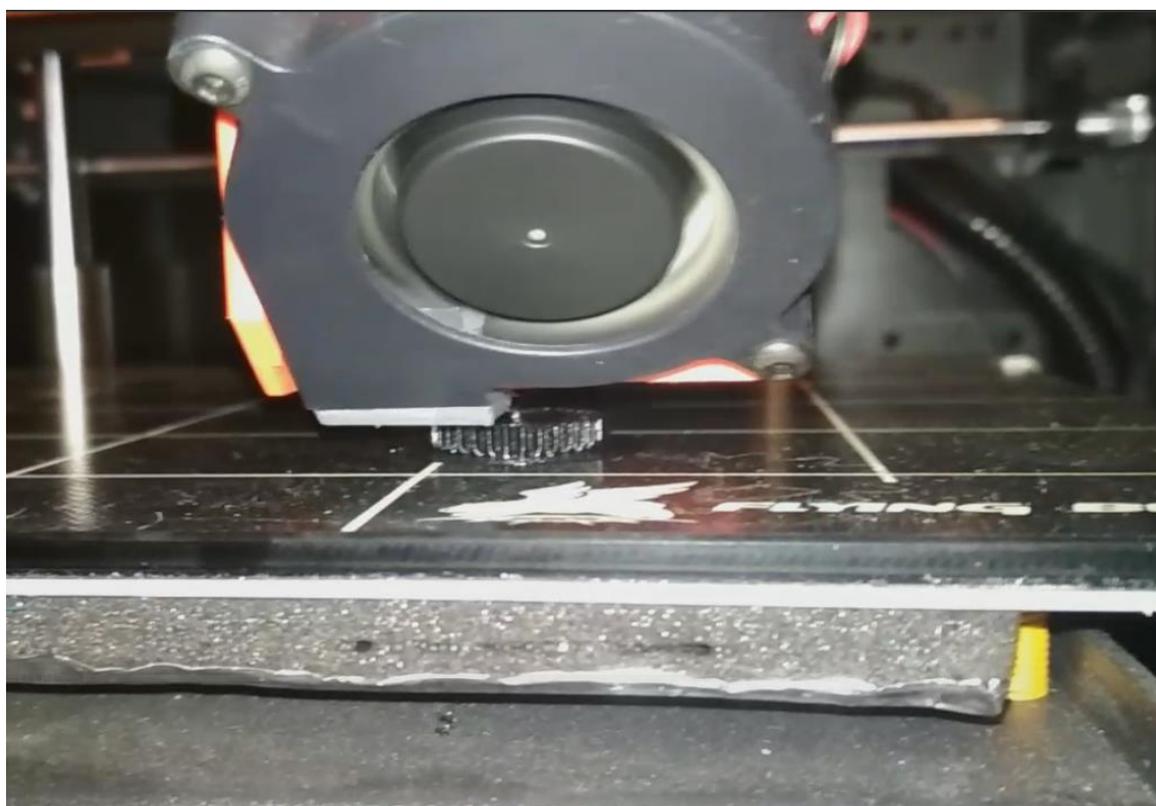
а) – зацепление «шестерня» – «шестерня», б) – зацепление «эпицикл» – «шестерня»  
**Рисунок 3 – Статический расчет в SolidWorks Simulation**

Для привлечения средств и единомышленников по этой тематике была создана интернет-страница <https://lksjlogvin.wixsite.com/my-site> и видеопрезентация <https://www.youtube.com/watch?v=wOeez4yGWso>, которые представлены на рисунке 4.



*Рисунок 4 – Материалы интернет платформы*

Для данной модели напечатан прототип механизма, процесс представлен на рисунке 5. Возможность прототипирования изделия и 3D-печати обретает все большую популярность и проникает во многие сферы жизнедеятельности человека. С помощью специальных принтеров она позволяет быстро и точно создать образец любого объекта.



*Рисунок 5 – Процесс 3D-печати детали «Сателлит»*

Ее преимущества перед механической обработкой – отсутствие отходов производства и значительная экономия материала. Технология стала незаменимой в промышленности, медицине, строительстве и других областях.

Для выполнения поставленных задач изучены программные комплексы «КОМПАС-3D», SolidWorks, Autodesk Inventor. Построена параметрическая 3D-модель планетарного механизма, выполнена анимация движения механизма и проведены статические расчёты зубчатого зацепления двух шестерней, эписцикла и сателлита. Получено напряжённно-деформированное состояние зубчатого зацепления элементов планетарной передачи. При этом полученные значения не превысили максимально допустимых.

#### **Список цитированных источников**

1. Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / С. В. Лукинских ; М-во науки и высш. обр. РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2020. — 168 с.
2. Кокорев, И. А. Курс деталей машин: учеб. пособие / И.А. Кокорев, В. Н. Горелов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. – 287 с.
3. Дударева, Н. Ю. SolidWorks 2009 для начинающих / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 440 с.
4. Алямовский, А. А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation / А. А. Алямовский. – Москва: ДМК Пресс, 2019. – 463 с.

УДК 514.18(0.75.8)

*Трайгель Д. А., Новицкая А. В.*

*Научные руководители: к. т. н., доцент Уласевич В. П.;*

*к. т. н., доцент Уласевич З. Н.*

## **КОНИЧЕСКИЕ СЕЧЕНИЯ ПРЯМОГО КРУГОВОГО КОНУСА В НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИХ СВЯЗЬ С АЛГЕБРАИЧЕСКИМИ УРАВНЕНИЯМИ 2-ГО ПОРЯДКА В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ**

### **Постановка задачи**

**Цель исследований:** изучить конические сечения. **Задачи:** научиться различать виды конических сечений и применять аналитический подход.

Замкнутая коническая поверхность может быть образована движением прямолинейной образующей по замкнутой криволинейной направляющей при некоторой неподвижной точке, называемой вершиной. На чертеже коническая поверхность задана, если заданы направляющая и вершина. Если коническая поверхность ограничена плоскостью, то образованное геометрическое тело называют **конусом**. Если в основании конуса лежит круг, а его вершина лежит на перпендикуляре, восстановленным из центра круга как основания конуса, то такой конус называют **прямым круговым конусом**.