

DOI: 10.32517/2221-1993-2024-23-3-41-51

А. Ю. Стремнев

дипломант Всероссийского конкурса «Эксперименты, исследования, проекты по информатике» в номинации «Эксперименты, исследования, проекты по информатике: теория и практика», Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, Белгород, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ САПР В ПРОЕКТНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБУЧЕНИИ*

Аннотация

Проектный подход к обучению как нельзя лучше согласуется с областью технического конструирования. Геометрия прототипов, как правило, позволяет реализовать их трехмерные модели в приложениях САПР, что уже само по себе является полезным элементом дидактического процесса. А параметрические связи на уровне как деталей, так и сборок дают возможность варьировать форму и размеры модели. Существенную роль в повышении занимательности проектной работы играет инструментарий САПР, связанный с анимированием моделей путем изменения значений параметров во времени. Необходимость организовать согласованное движение деталей и узлов путем задания аналитических связей между ключевыми параметрами позволяет применять абстрактный математический аппарат для решения конкретной прикладной задачи. Большое значение для развития инженерно-конструкторских навыков учащихся имеет также самостоятельное формулирование ими технических заданий для своих проектов после проработки типового сценария под руководством наставника-педагога.

Ключевые слова: трехмерное моделирование, САПР, проектное обучение, прикладная математика, анимация геометрии.

1. Введение

Разработка высокотехнологичных промышленных изделий сегодня немислима без предварительного создания их виртуальных образцов. Концепция использования комплексных систем автоматизированного проектирования (САПР) предполагает не только реализацию трехмерных моделей, но и подготовку на их основе конструкторской и технологической документации со всем комплексом сопутствующих расчетов. Что же касается школьников, интересующихся техникой и делающих свои первые шаги на инженерном поприще, а также студентов младших курсов технических вузов, то им в первую очередь важно не только увидеть на экране объект проектирования, но и *почувствовать, что он*

может реально функционировать [2, 10]. Последнее предполагает моделирование прототипа как в статике, так и в динамике. Попутно может потребоваться организовать связанное функционирование отдельных узлов, применив для этого соответствующий математический аппарат. При этом дополнительным стимулом к его изучению будет являться необходимость решить конкретную проектную задачу.

Что касается прототипа, то в обучении техническому конструированию весьма занимательным примером использования САПР может оказаться **моделирование объекта с гусеничным движителем и вращающейся башней-антенной** (рис. 1) [8].

В качестве базового инструмента моделирования будем использовать систему АСКОН КОМПАС-3D [7].

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: http://infojournal.ru/journals/school/school_03-2024/

Контактная информация

Стремнев Александр Юрьевич, канд. тех. наук, доцент кафедры информационных технологий, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, Белгород, Россия; *адрес:* 308012, Россия, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46; *e-mail:* nml235l@yandex.ru

A. Yu. Stremnev

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

CAD APPLICATION IN PROJECT TECHNICAL LEARNING

Abstract

Project learning has an excellent relation with technical design. Prototype geometry usually enables to make realization as CAD 3D models. It's a extremely useful for didactic purposes itself. In addition parametric relations for parts and assemblies enable shape and size variations of designed models. CAD animation tools has a significant entertaining role in project activity giving ability to change model parameters in time. Abstract mathematical skills enable to organize concerted motion of parts and assemblies by analytical expressions in specific applying task. Of great importance for the development of students' engineering and design skills is also formulation of tasks by students themselves after making a typical project under a tutor control.

Keywords: 3D modelling, CAD, project learning, apply mathematics, geometrical animation.

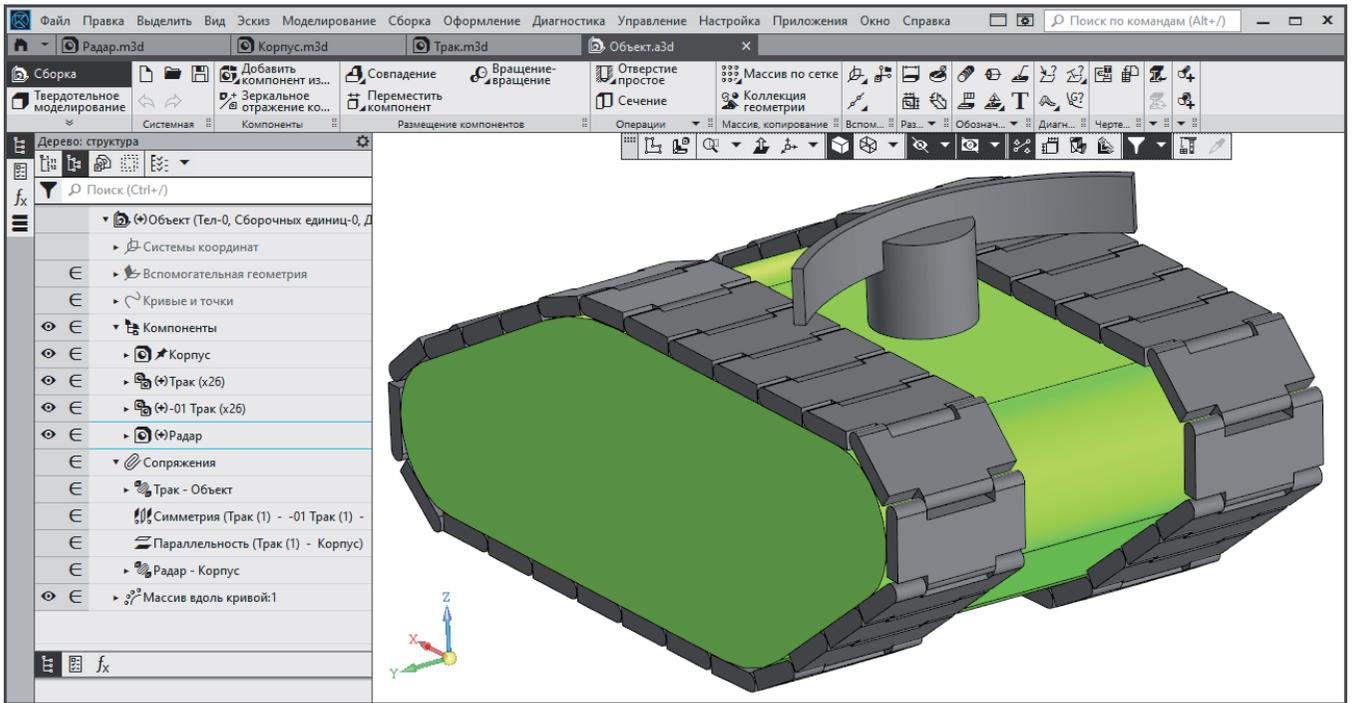


Рис. 1. Модель-сборка прототипа в КОМПАС-3D

Проведение занятий может быть организовано как школьный факультатив к курсам геометрии и технологии, начиная с седьмого класса. Учащимся достаточно иметь основные навыки создания трехмерных моделей в КОМПАС-3D, включая построение элементов выдавливания и вращения, а также организацию сборок из готовых деталей по сопряжениям типа совпадения.

2. Реализация геометрии модели в САПР

Собственно модель будет состоять из корпуса, двух гусениц и башни. Базовой технологией создания деталей в КОМПАС-3D является использование плоских векторных изображений — эскизов с применением к ним различных операций, таких как выдавливание или вращение (рис. 2) [6].

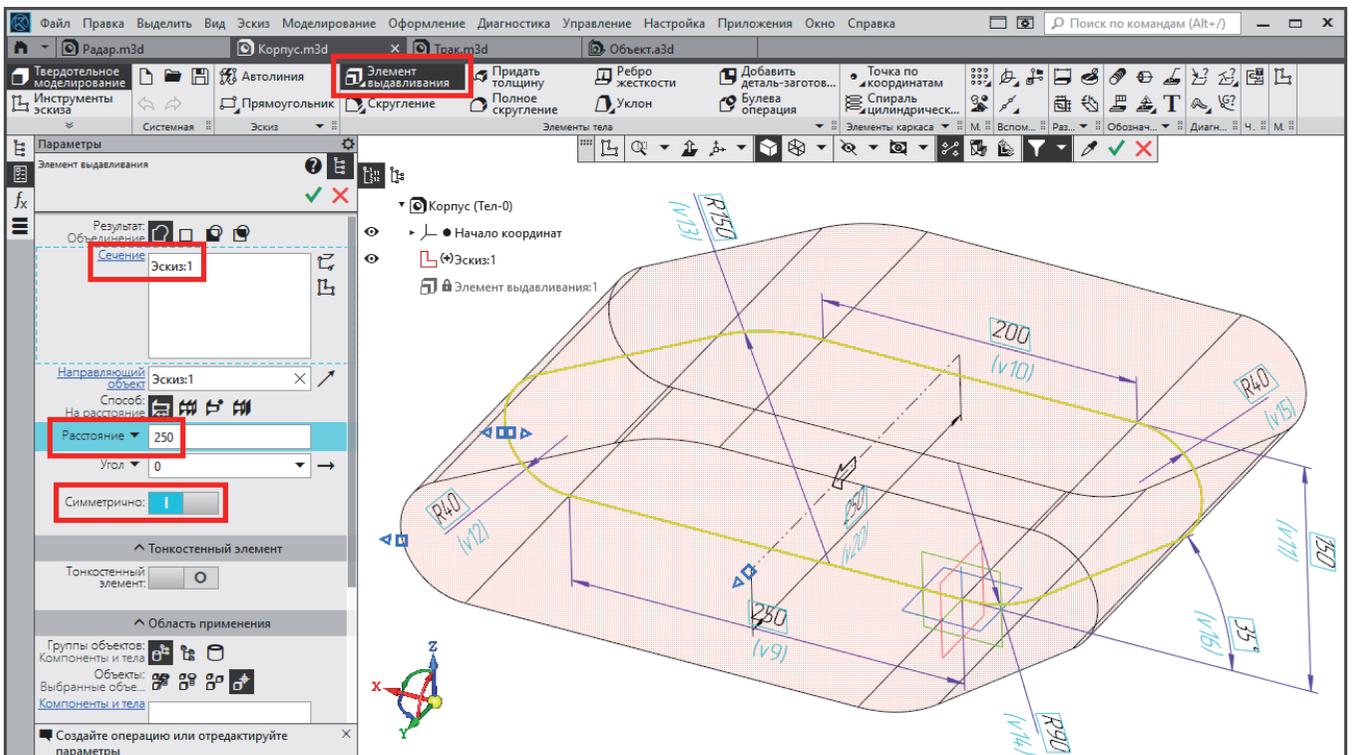


Рис. 2. Выдавливание корпуса модели на основе плоской эскизной геометрии

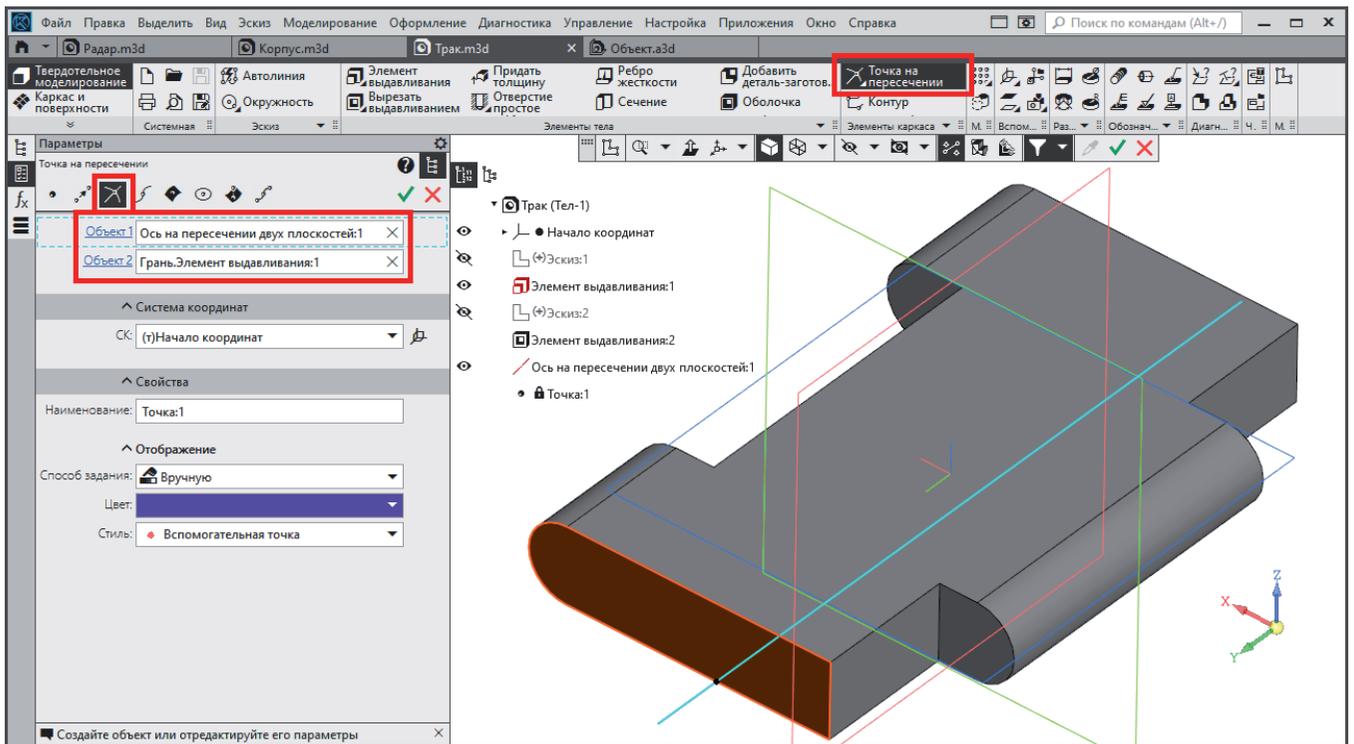


Рис. 3. Создание рабочей точки на пересечении оси и грани модели трака

В качестве опорной геометрии для создания эскизов или соединения деталей между собой служат вспомогательные объекты, такие как плоскости, оси и точки. Для их создания применяются методы, базирующиеся на уже существующих элементах, например, ось строится на пересечении двух граней или плоскостей, а точка — на пересечении оси и грани (рис. 3).

В среду сборки КОМПАС-3D модели деталей чаще всего подгружаются из уже готовых файлов (рис. 4). При вставке детали в сборку есть возможность зафиксировать ее в пространстве — обычно это делается для

одного (базового) компонента, в нашем случае таковым является корпус.

Для образования связей между деталями в сборке применяются позиционирующие сопряжения. Например, можно установить совпадение боковых граней корпуса и трака модели (рис. 5).

Для формирования траектории движения трака на боковой грани корпуса создается замкнутый контур из граничных ребер (рис. 6).

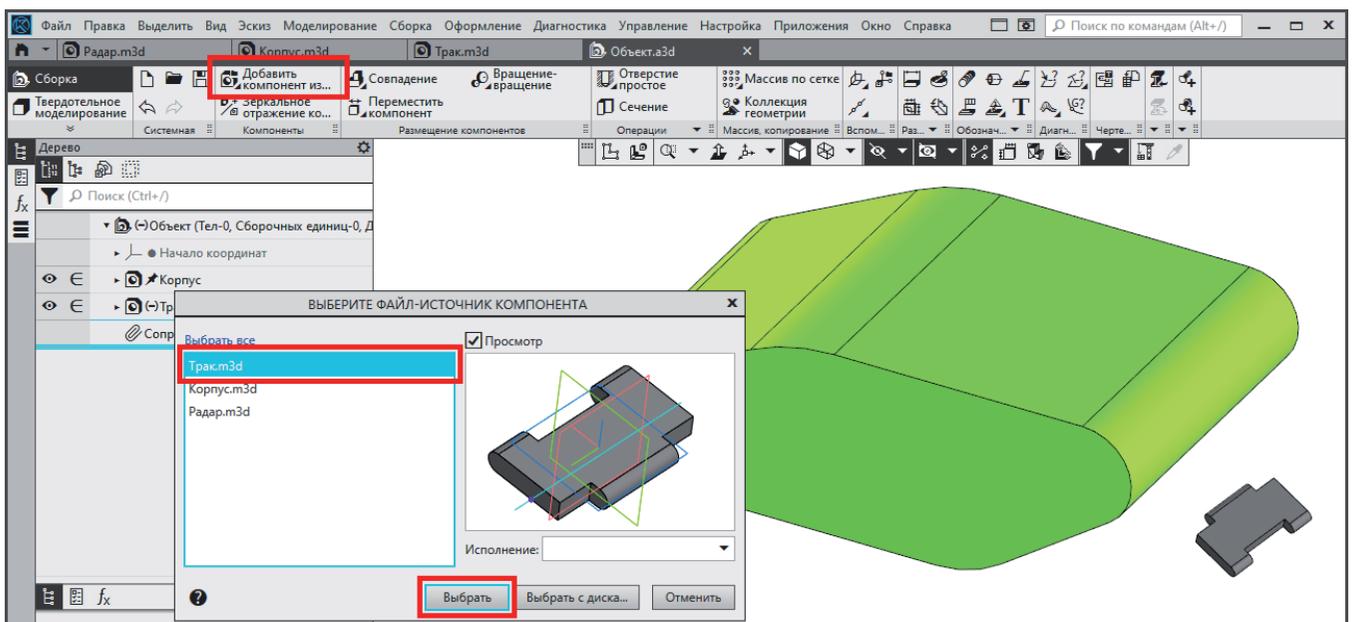


Рис. 4. Вставка деталей в модель сборки

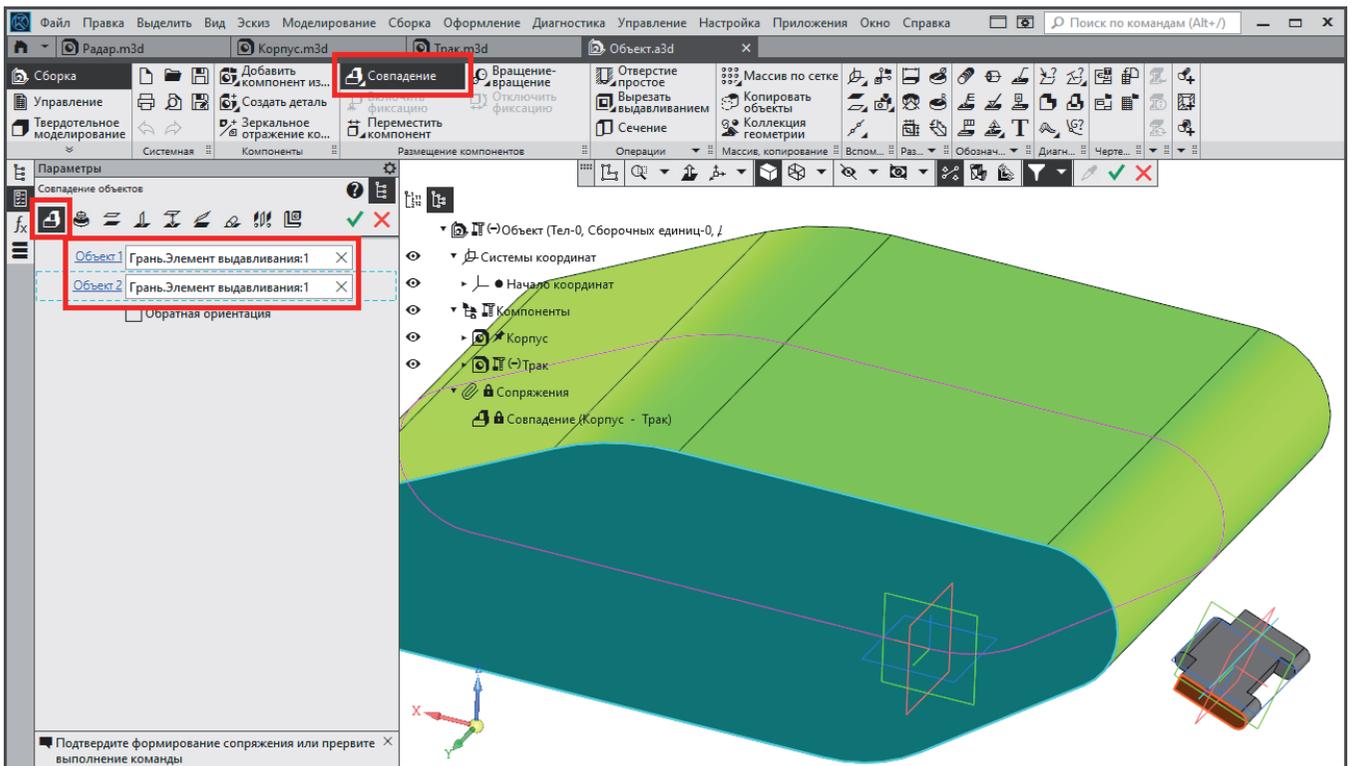


Рис. 5. Сборочное сопряжение-совпадение по граням двух деталей

На контуре-траектории для расположения трака задается рабочая точка, позиция которой устанавливается в данном случае процентом от длины контура (рис. 7).

В рабочей точке для задания угла поворота трака строится ось по касательной к контуру (рис. 8).

Подготовленные рабочие объекты (точка и ось) на корпусе совмещаются с соответствующими элементами трака при помощи сопряжений-совпадений (рис. 9).

Базовый трак второй гусеницы получается зеркальным копированием первого относительно продольной вертикальной плоскости модели (рис. 10).

Собственно гусеницы образуются массивом деталей-траков вдоль контурной кривой на корпусе (рис. 11). При этом указывается количество элементов-траков и задается доворот экземпляров по форме направляющего контура.

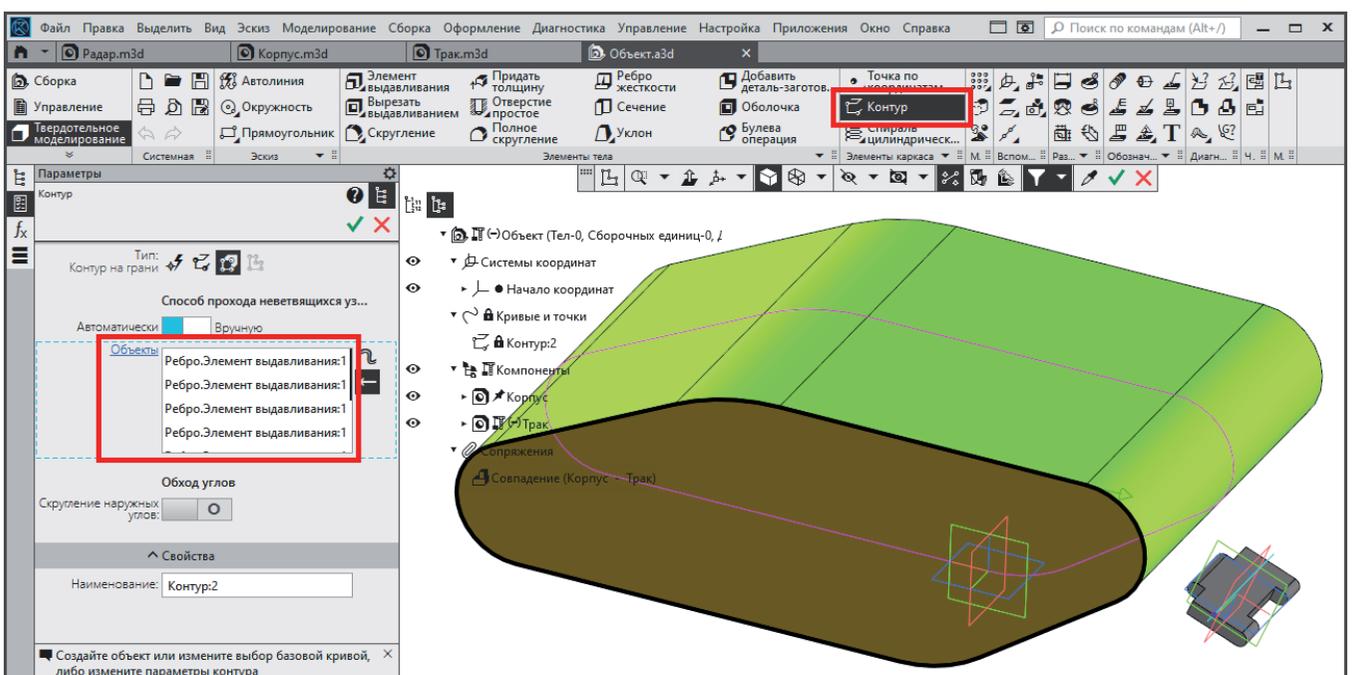


Рис. 6. Формирование контура из выбранных ребер

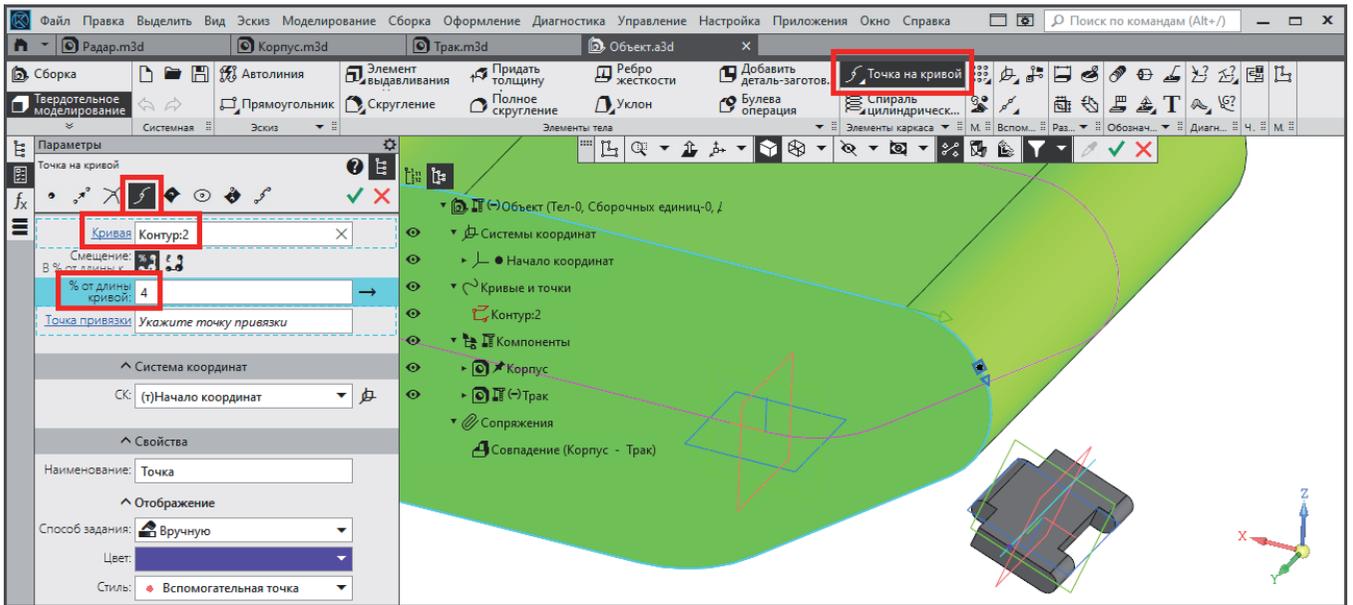


Рис. 7. Создание рабочей точки на контуре с процентной позицией по его длине

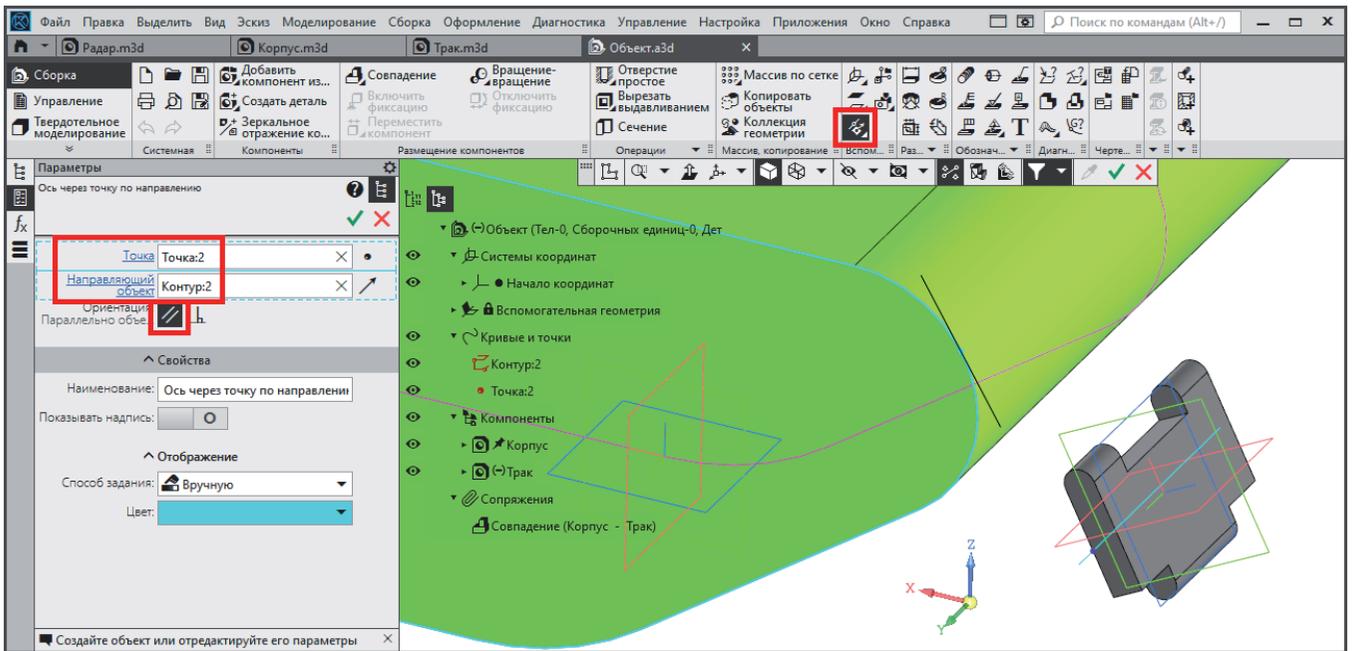


Рис. 8. Создание оси по касательной к контуру в точке

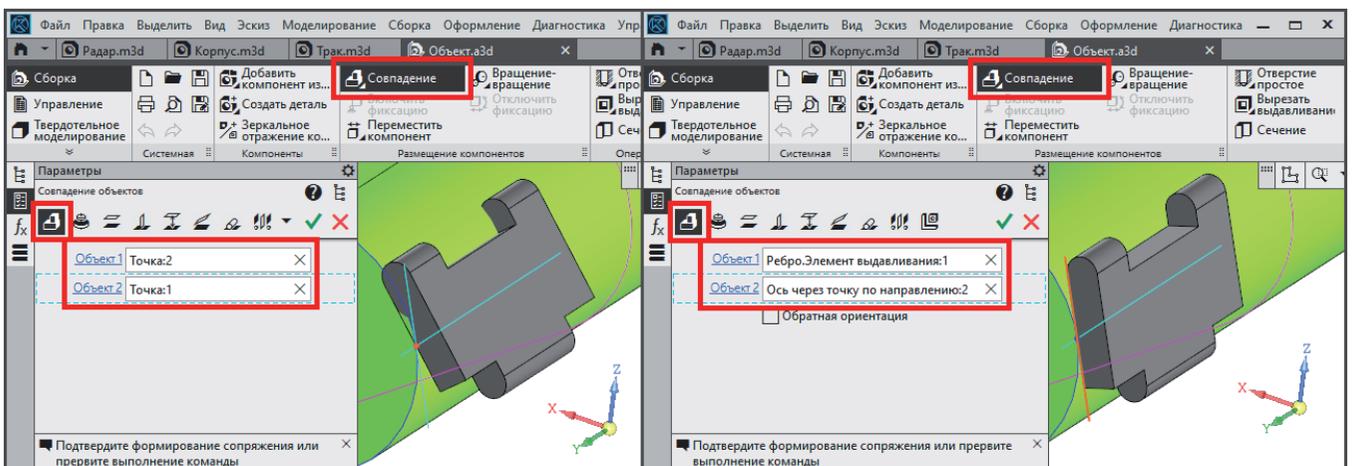


Рис. 9. Позиционирование детали-трака на корпусе по совпадению однотипных элементов: точек и осей (ребер)

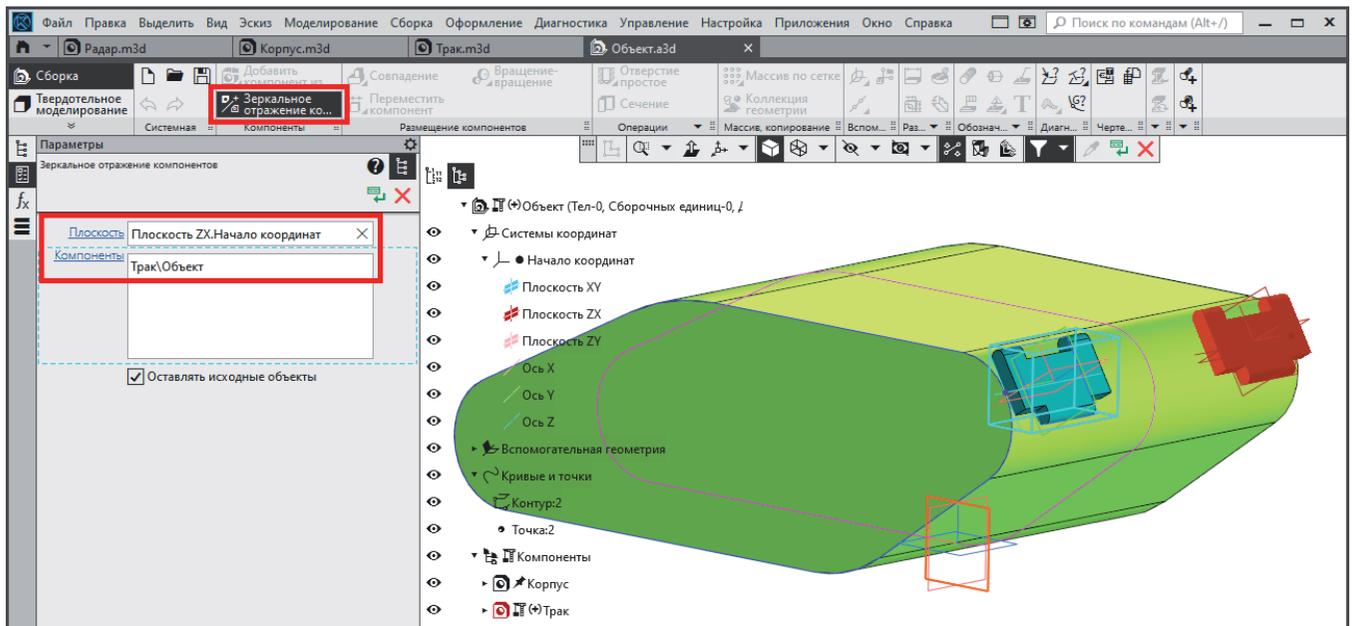


Рис. 10. Создание зеркальной копии детали-трака

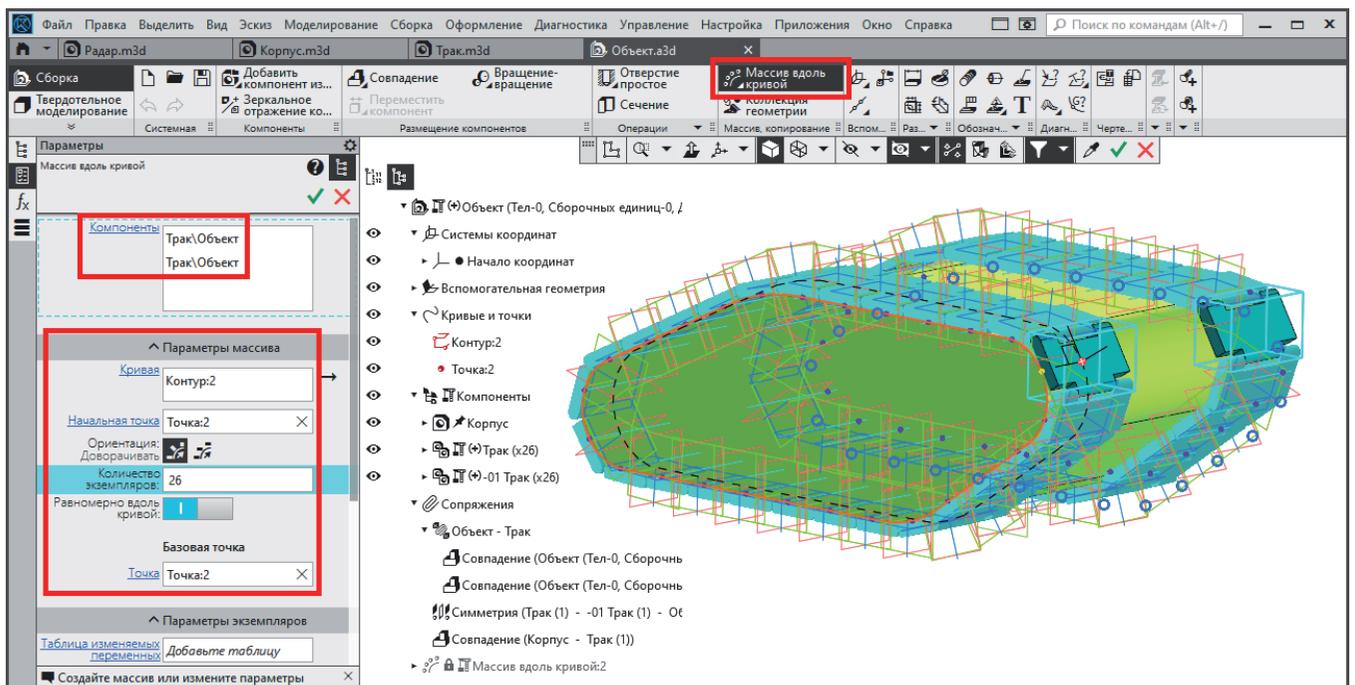


Рис. 11. Создание массива деталей-траков по траектории контура корпуса

В окне переменных программы создается параметр, который указывается в качестве величины процента смещения точки привязки базового трака по направлению к контуру (рис. 12) [4]. Теперь изменение значения этого параметра будет перемещать точку привязки, а вместе с ней ведущий трак и весь массив-гусеницу.

3. Анимация со связью параметров

Среда анимации КОМПАС-3D позволяет установить варьирование по времени указанных параметров [1, 3].

В нашем случае таким ключевым параметром является позиция ведущего трака на траектории гусеницы (рис. 13). Анимацию можно записать в видеофайл для контроля результата варьирования.

Далее в сборку помещается башня-антенна (рис. 14).

Сначала на башню накладываются два базовых сборочных сопряжения для ее размещения и фиксации на корпусе: соосность и совпадение (рис. 15).

Для ориентации антенны относительно корпуса применимо сборочное сопряжение-угол, операндами которого являются плоскости корпуса и башни, прохо-

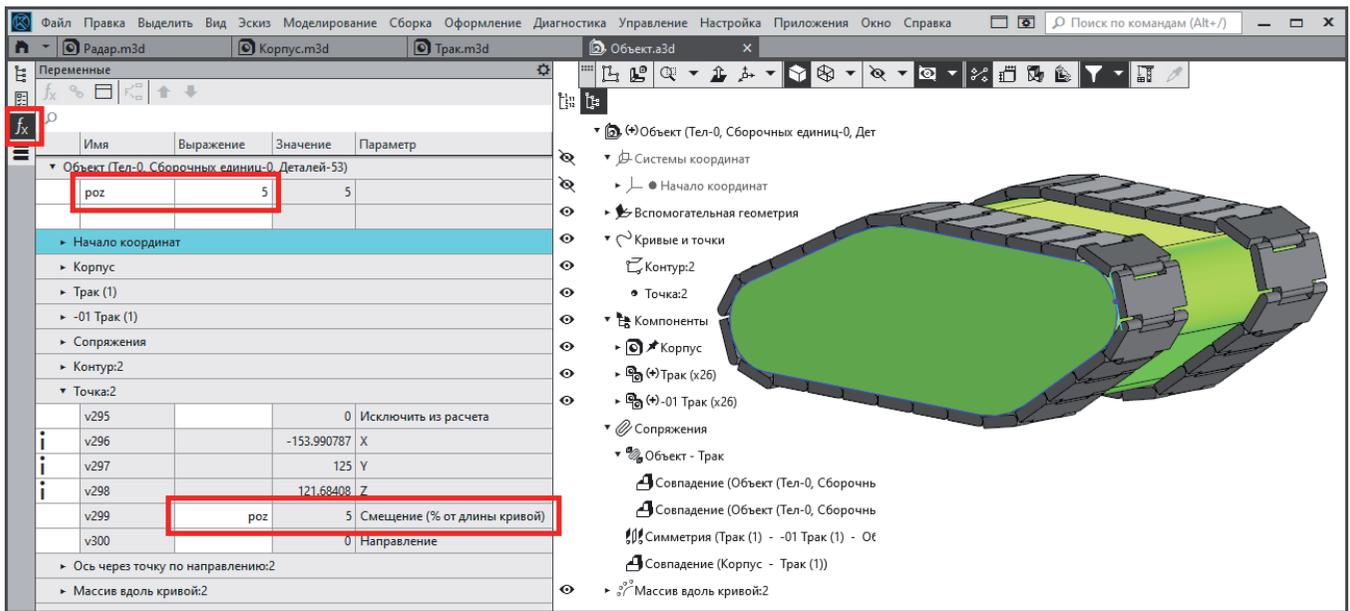


Рис. 12. Связывание пользовательского параметра с позицией точки на кривой

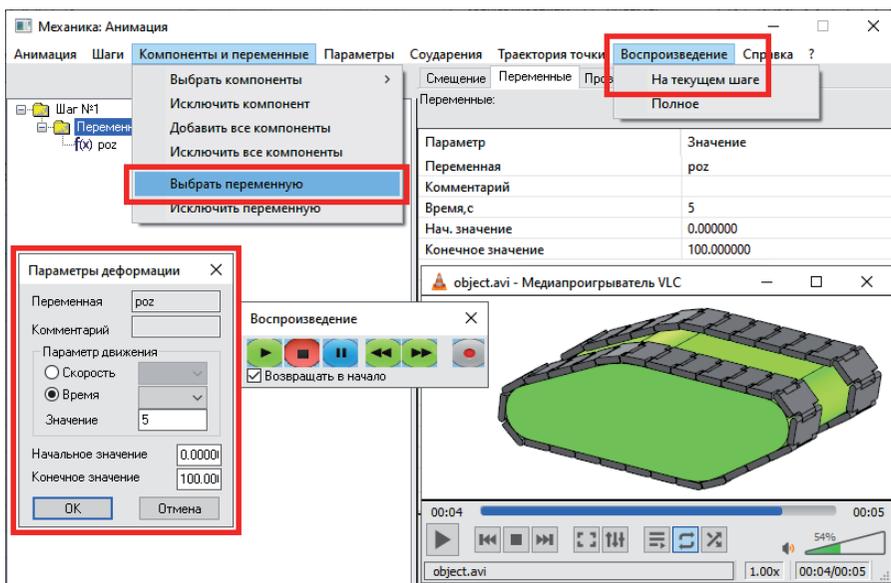


Рис. 13. Среда анимации с варьированием переменной — позицией ведущего трака

для чего через ось вращения антенны (рис. 16). Величина угла предварительно задается произвольной величиной.

Обратившись к панели переменных, следует найти параметр, соответствующий углу поворота башни-антенны (рис. 17). Его желательно связать с параметром позиции ведущего трака таким образом, чтобы при однонаправленном вращении гусениц башня в свою очередь циклически поворачивалась из стороны в сторону на определенный угол.

Для построения аналитического выражения, связывающего позицию трака на кривой траектории с углом поворота антенны, имеет смысл обратиться к электронным таблицам (рис. 18) [5]. Здесь в качестве искомой функциональной зависимости подойдет циклическая тригонометрическая функция, например, синус. Электронные таблицы позволяют визуализировать

связь параметров, используя график их зависимости друг от друга. При этом можно оперативно вносить изменения в соответствующую формулу, регулируя амплитуду и фазу угла, а также количество периодов полного поворота башни от одного крайнего положения до другого за полный оборот ведущего трака по траектории гусеницы.

Для найденного аналитического выражения в панели параметров КОМПАС-3D добавляются пользовательские параметры, отвечающие за количество периодов и амплитуду, а в поле для параметра сопряжения-угла вводится необходимая формула (рис. 19).

В результате повторного анимирования ключевого параметра движение гусеницы (см. рис. 13) будет осуществляться одновременно с вращением башни-антенны (рис. 20).

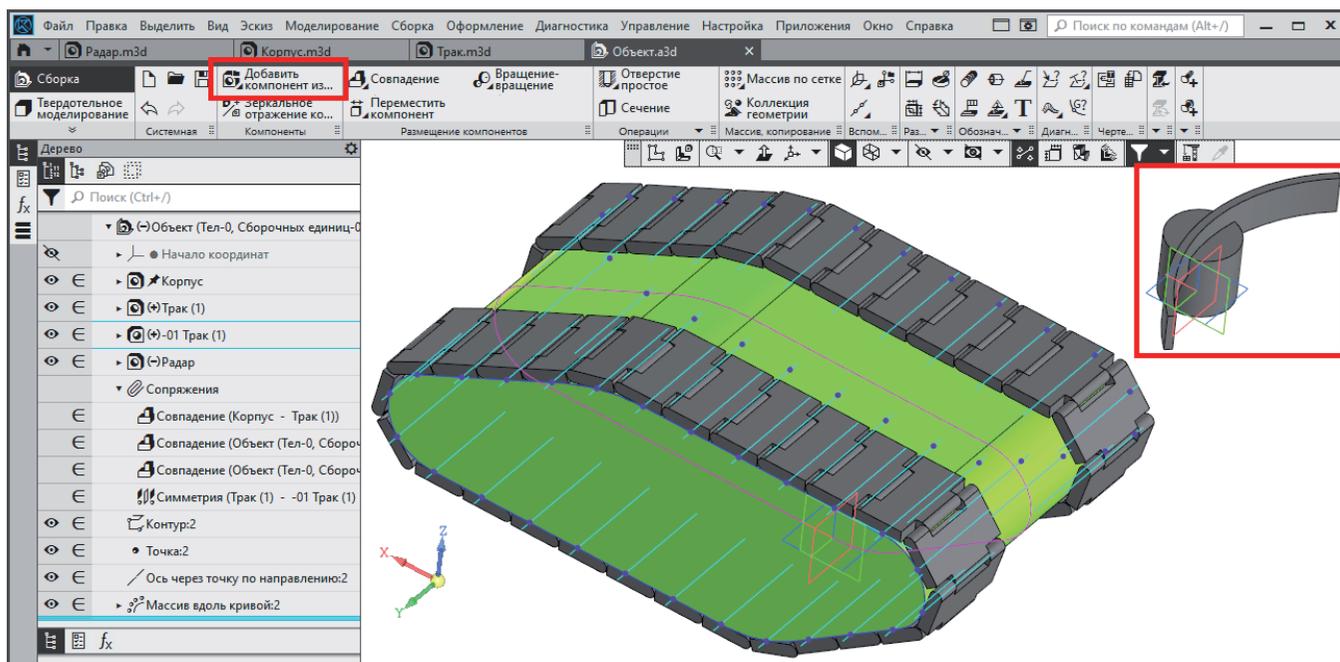


Рис. 14. Деталь-антенна добавлена в сборку

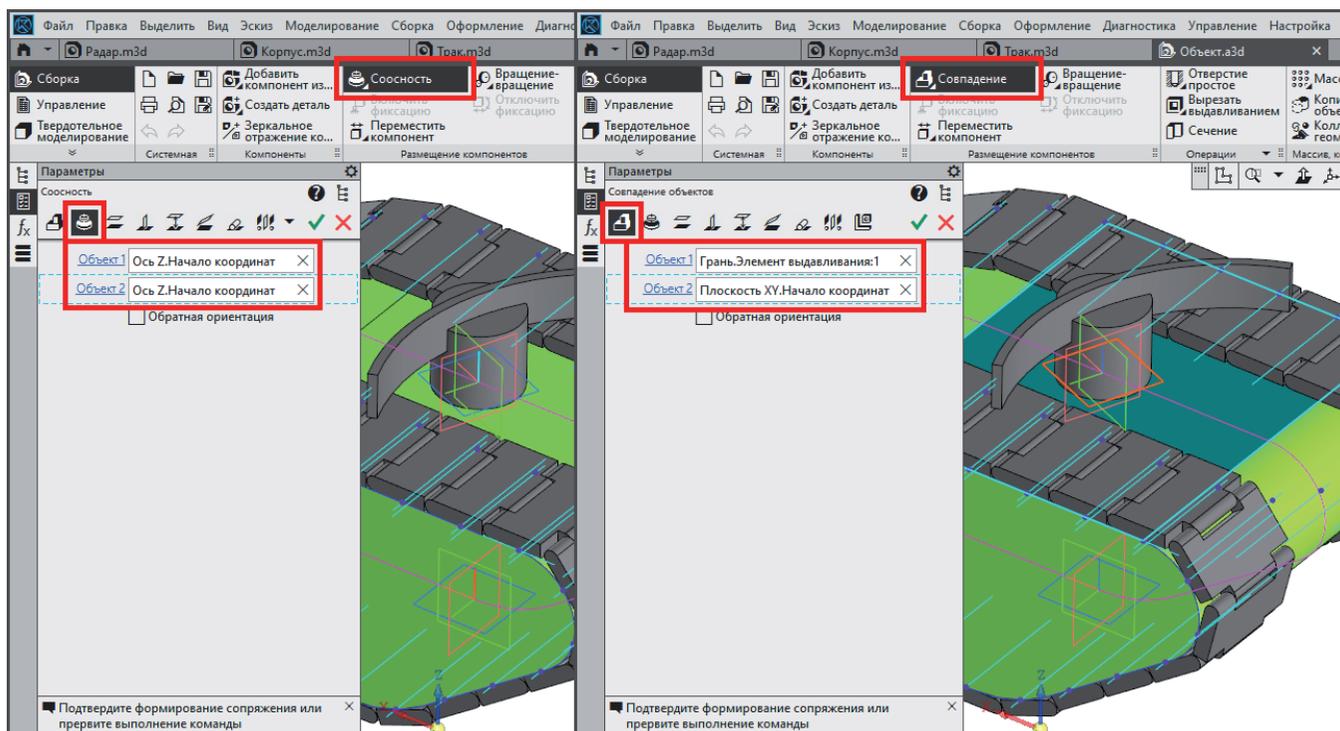


Рис. 15. Базовые сборочные сопряжения для вращающейся башни-антенны

4. Заключение

Мы рассмотрели, как САПР позволяет создать трехмерную модель прототипа в формате сборки, настроить соединения деталей между собой и организовать подвижность элементов с использованием функционально связанных параметров.

Возвращаясь к вопросу проектного обучения техническому конструированию, можно предложить следующий сценарий такого обучения: обучающиеся сначала

реализуют модель под руководством преподавателя, а затем в рамках самостоятельной работы выполняют индивидуальные «технические задания». Например, для рассмотренного прототипа это может быть изменение формы корпуса (гусеничного контура), модификация закона вращения антенны или добавление к модели подвижных элементов. При этом формулирование «заданий» самими обучаемыми с последующим обсуждением и «утверждением» педагогом придаст дополнительную творческую направленность процессу обучения [9].

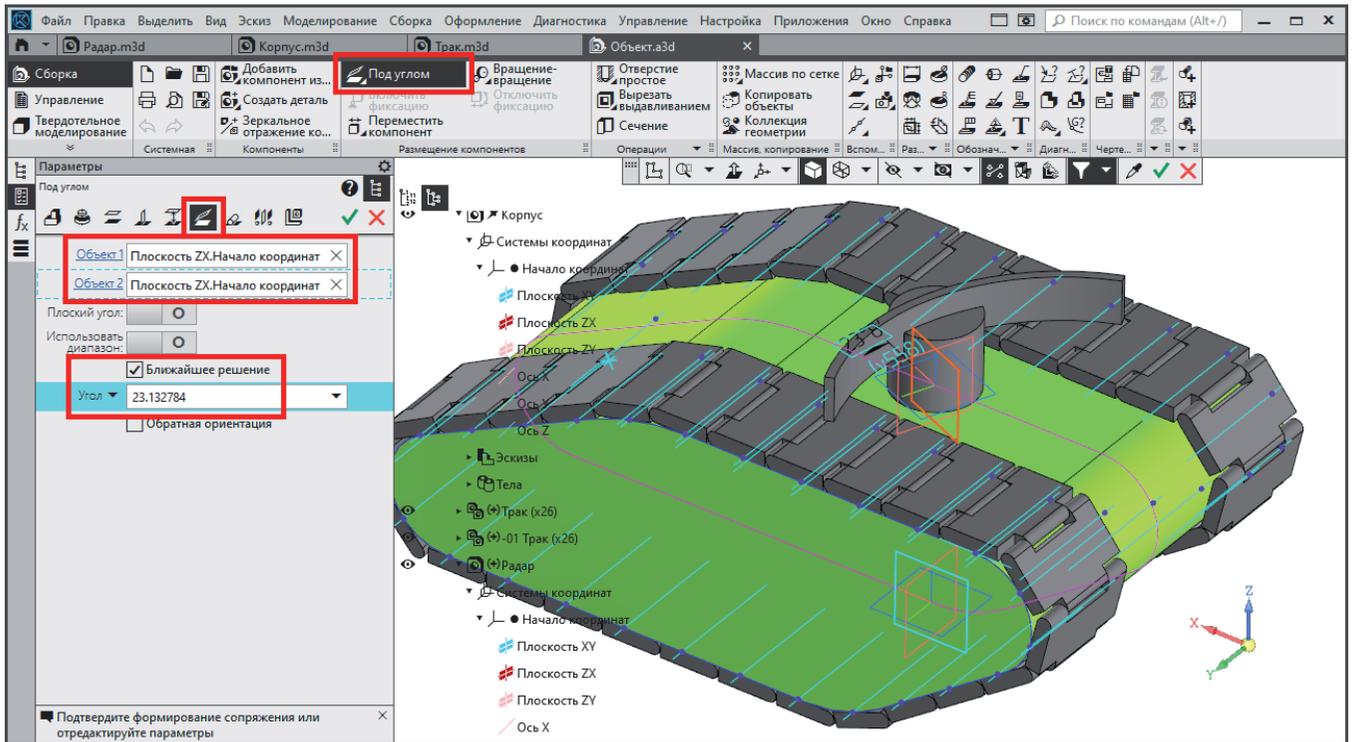


Рис. 16. Сопряжение для угловой ориентации башни-антенны

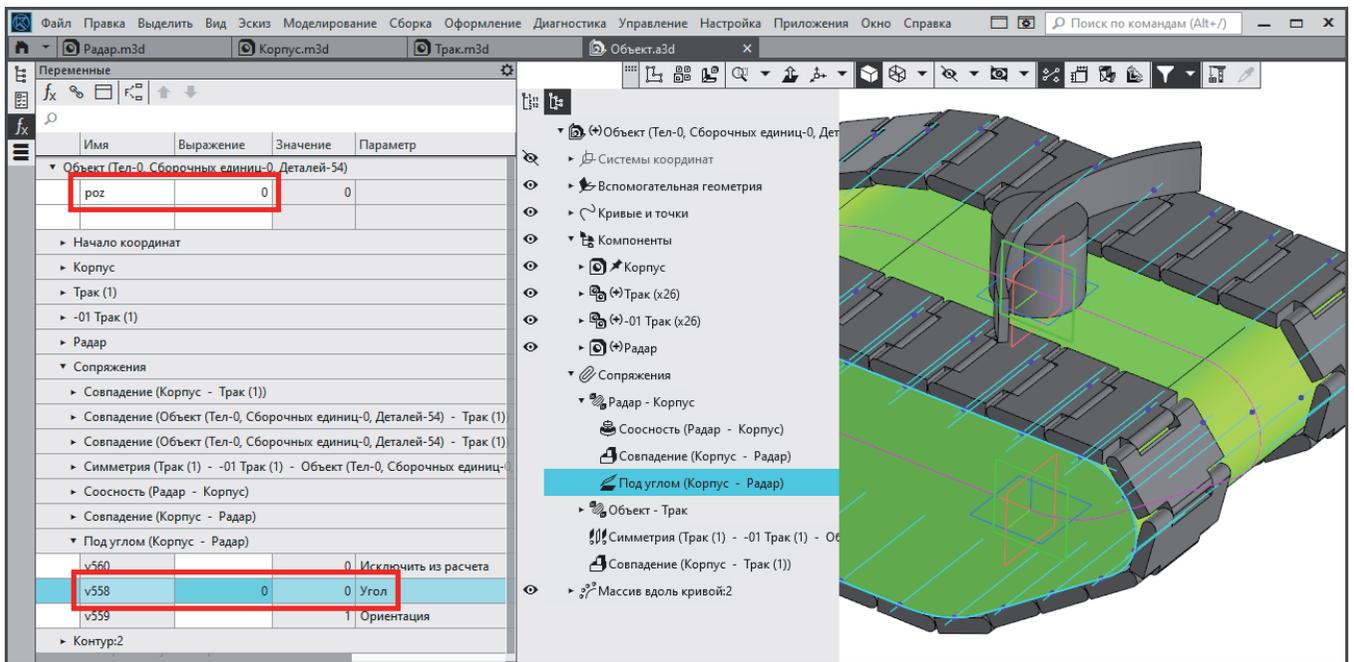


Рис. 17. Параметр угла поворота башни-антенны в панели параметров

Список источников

1. *Афонина Е. В., Басс Н. В.* Анимация проектируемого объекта в КОМПАС-3D на занятиях по инженерной графике // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. Сборник научных статей Всероссийской конференции (Брянск, 19 мая 2021 года). Брянск: Брянский государственный технический университет, 2021. С. 197–200. EDN: MOGDOV.

2. *Баранов В. Н.* О применении системы КОМПАС 3D в школе для обучения инженерной графике // Роль и место инженерных знаний в структуре общего образования. Сборник статей V межрегиональной очно-заочной научно-практической конференции с международным участием «Формирование престижа профессии инженера у современных школьников» (Санкт-Петербург, 30 марта 2017 года). СПб.: Лингвистический Центр «Тайкун», 2017. С. 146–148. EDN: YMSOFV.

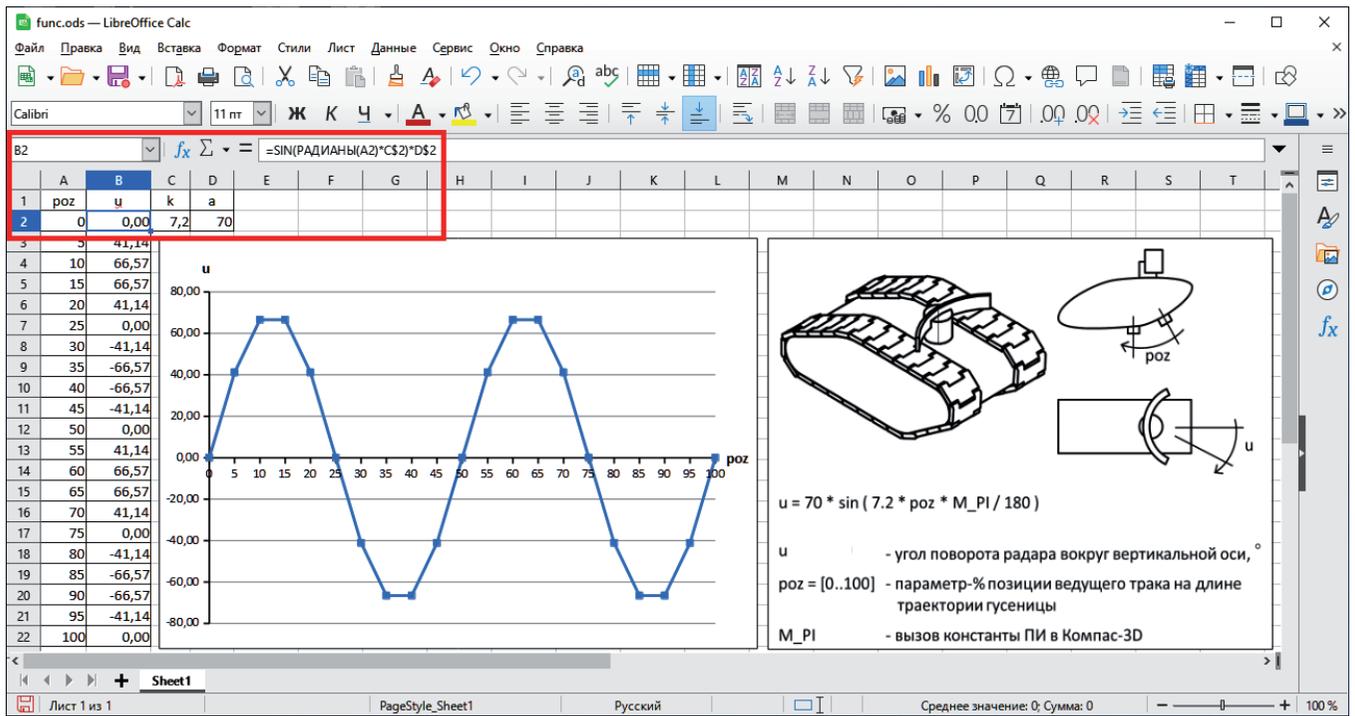


Рис. 18. Построение аналитического выражения для связи угла поворота антенны с положением ведущего трака на траектории движения гусеницы

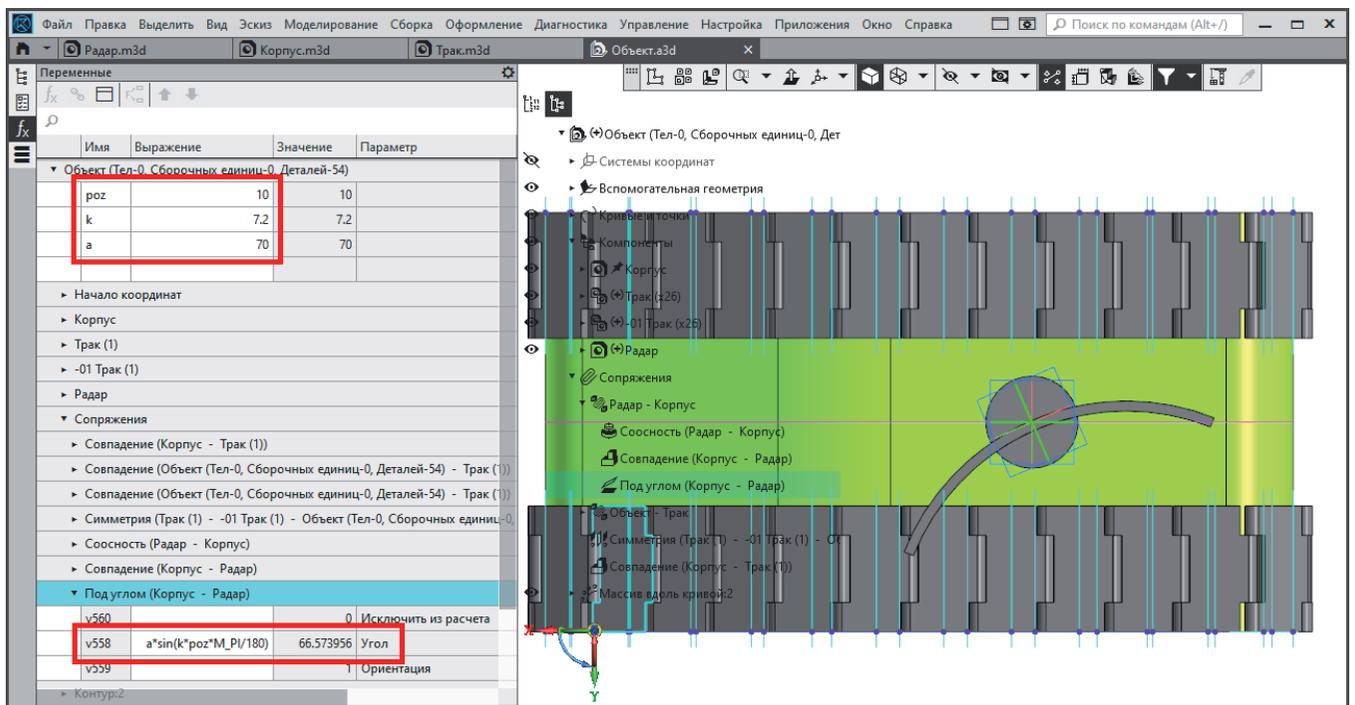


Рис. 19. Аналитическое выражение для связанного изменения параметров сборки

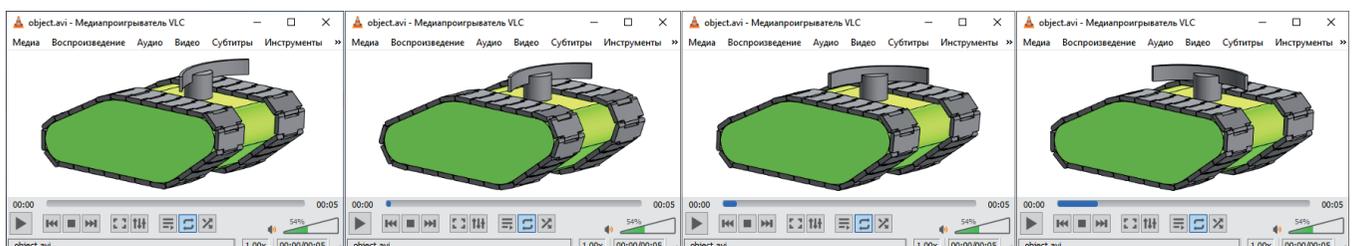


Рис. 20. Результат комбинированной анимации движения гусениц и вращения башни модели

3. *Гудименко З. А.* Проектирование, сборка и анимация передней подвески автомобиля в программе «КОМПАС-3D» // Студенческий вестник. 2020. № 26-3 (124). С. 21–23. EDN: OKHWSU.

4. *Дикуша И. А.* Создание 3d моделей деталей машин в КОМПАС-3D с использованием параметризации // Проблемы технического сервиса в АПК. Сборник научных трудов VI всероссийской научно-практической конференции (Самара, 16 марта 2023 года). Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. С. 185–189. EDN: PNDFTB.

5. *Коткин С. Д.* LibreOffice как дидактическое средство формирования профессиональных компетенций // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. 2016. № 8 (46). С. 107–113. EDN: YSSVXF.

6. *Никитина Т. С.* Моделирование детали «Корпус» различными способами в КОМПАС 3D // Научному прогрессу — творчество молодых. 2022. № 1. С. 101–103. EDN: LAVHVP.

7. Продукты КОМПАС-3D для учебы. <https://kompas.ru/solutions/education/>

8. Стремнев А. Ю. Гусеничный объект в КОМПАС-3D. <https://youtu.be/31bZZ41vI34>

9. Стремнев А. Ю. О кривых и точках в КОМПАС-3D // САПР и графика. 2023. № 5 (321). С. 60–64. EDN: RKRRYO.

10. *Чарикова И. Н.* Образовательная проектность как ресурс повышения качества подготовки будущего инженера // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9. № 1 (30). С. 293–300. EDN: LPGYSA. DOI: 10.24411/2309-4370-2020-11314.