

УДК 004.925.84

**УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ
МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ**

TRAINING COMPLEX FOR SELF-STUDY OF MECHANICAL GEARS

Захаров Н.М., Хуснутдинов И.Ш., Бабин А.Ю.

**ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», филиал, г. Салават, Российская Федерация**

N.M. Zakharov, I.Sh. Khusnutdinov, A.Yu. Babin

**FSBEI NPE “Ufa State Petroleum Technological University”, Branch,
Salavat the Russian Federation**

e-mail: nick.macs@yandex.ru

Аннотация. Важную роль в освоении нового материала играют электронные учебные комплексы, которые помогают понять обучающимся сложные процессы, зачастую скрытые от глаз. При самостоятельной работе различные операции, связанные с расчетами, чертежами и визуальным представлением объекта вызывают у обучающихся затруднения. Существует несколько видов электронных учебных комплексов, целью которых является систематизация учебного материала, проведение математических расчетов или моделирование механических и технологических процессов.

Благодаря трехмерному моделированию учебные комплексы доступно предоставляют сложную информацию, позволяют наблюдать за механическими процессами, заглядывать вглубь технического устройства машин и аппаратов.

Для решения проблемы визуализации механических передач предлагается вариант учебного комплекса, представляющий собой сборник видеодемонстраций разборок основных типов редукторов.

В работе проанализированы основные этапы разработки компьютерной программы, разработана методика создания трехмерной модели редуктора.

На основе метода трехмерного компьютерного моделирования были созданы модели редукторов в программе «КОМПАС-3D», при помощи которых производится демонстрация разборки механизмов. Разработан интерфейс комплекса, позволяющий пользователю без затруднений выбрать необходимый для визуализации редуктор.

Применение учебного комплекса позволит, в значительной мере, решить проблему пространственного представления механизмов, а также оптимизировать учебный процесс при изучении дисциплины «Детали машин и основы конструирования».

Abstract. Electronic training complexes play an important part understanding of new studying material. They help to understand the complicated processes that are often hidden from view. Various operations connected with the calculations, drawings and visual representation of the object cause difficulties. There are several types of electronic training complexes, their aim is to systematize educational material, mathematical calculations and modeling of mechanical and technological processes.

Owing to the three-dimensional modeling electronic training complexes give information, allow to observe the mechanical processes, to examine technical device of machines and apparatus.

For solving the problem of mechanical gears visualization the variant of training complex is suggested. It is a collection of the main types reducers' dismantling video demonstrations.

In the work the main stages of computer program are analyzed development.

The gear models were created in program “Compass 3D” with the help of three-dimensional computer modeling. Their usage helps to demonstrate mechanism dismantling. An interface of the complex, allows a user to select the desired gearbox for visualization.

An application of training complex will help to solve the problem of the mechanisms' spatial representation and to optimize the studying process of the subject "Machine parts and bases of designing".

Ключевые слова: редуктор, моделирование, компьютерная графика, компас, сборка, учебный комплекс, механическая передача, анимация, демонстрация.

Key words: gearbox, modeling, computer-generated graphics, kompas, assembling, practice complex, mechanical gear, animation, demonstration.

Электронные учебные комплексы играют большую роль в повышении качества обучения студентов. Использование электронных учебных комплексов позволяет более четко систематизировать материал по изучаемой дисциплине, быстро найти интересующий материал. Данные комплексы находят широкое применение в различных дисциплинах, требующих точных расчетов и детального проектирования. Одной из ведущих и старейших дисциплин инженерной подготовки является курс «Детали машин и основы конструирования».

«Детали машин и основы конструирования» – это научная дисциплина по теории, расчету и конструированию составных частей машин: деталей и узлов общемашиностроительного применения. Она завершает общетехническую подготовку и способствует подготовке инженерно-технических работников широкого профиля, поэтому требует особого внимания.

При выполнении индивидуальных заданий и при курсовом проектировании требуется подборка и расчет элементов механизмов, образующих, в конечном счете, машину. Для проведения расчетов студенту необходимо иметь полное представление о проектируемом объекте [1].

Предлагаемые в учебных пособиях и справочниках чертежи дают достаточный объем информации о конструкции, но не дают представления о трехмерных взаимодействиях и связях с другими объектами, о взаимосвязи компонентов конструкции. В результате чтение и разработка конструкторской документации, а также компоновка редукторов вызывают у студентов затруднения [2].

Трехмерное моделирование, как новый способ предоставления информации, в последнее время пользуется большой популярностью, находя применение во многих областях человеческой деятельности. Так и в данном случае построение трехмерных моделей редукторов с целью их более детального изучения позволяют студенту эффективно осваивать учебный материал. Однако 3Dмоделирование является очень трудоемким и ресурсоемким процессом, который, в то же время, требует от пользователя необходимых навыков.

Для оптимизации учебного процесса предлагается вариант учебного комплекса (УК-ДМ-1) для изучения конструкции механических передач, который представляет собой компьютерную программу, содержащую видеодемонстрации разборки основных типов редукторов:

- цилиндрический одноступенчатый с наружным зацеплением;
- цилиндрический одноступенчатый с внутренним зацеплением;
- конический одноступенчатый;
- червячный одноступенчатый;
- цилиндрический двухступенчатый;
- цилиндрический двухступенчатый соосный;
- цилиндрический двухступенчатый с раздвоенной быстроходной ступенью;
- коническо-цилиндрический;
- червячный двухступенчатый;
- червячно-цилиндрический.

Разработка компьютерной программы состоит из нескольких последовательных этапов:

- 1) создание трехмерных моделей деталей;
- 2) создание сборок скомпонованных редукторов из уже готовых деталей;
- 3) переформатирование сборок из системы «КОМПАС-3D» в систему «SolidWorks»;
- 4) создание анимированной разборки редукторов в системе «SolidWorks»;
- 5) создание видеодемонстраций разборки редукторов;
- 6) создание компьютерной программы комплекса на базе «Visual Studio 12».

Создание трехмерных моделей производилось в системе «КОМПАС 3-D» от российской компании «Аскон». Данная программа была выбрана по причине ее доступности, простоты интерфейса и возможностей импорта и экспорта моделей в другие среды. В свою очередь, наличие обширной внутренней базы параметрических типовых библиотек, содержащей большинство типовых моделей для проектирования деталей машин и механизмов, ускорило процесс создания сборки.

Система «КОМПАС-3D» предназначена для формирования 3D-моделей деталей и сборочных единиц, содержащих оригинальные и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология дает возможность быстро получать модели типовых изделий на основе спроектированного прототипа.

Общим порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций над объемными элементами. Создается такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого задает форму объемного элемента. Многократным выполнением этих операций над различными объемными элементами сформированы модели деталей, входящих в каждое из десяти изделий.

Сборка в системе «КОМПАС-3D» – это трехмерная модель, соединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию об общем расположении этих компонентов и связях между параметрами их элементов. Состав сборки задан добавлением в нее новых компонентов или исключением имеющихся. Модели компонентов хранятся в отдельных файлах, а в файле сборки – только ссылки на эти компоненты (рисунок 1). Показано взаимное положение компонентов сборки при задании сопряжений – параметрических связей между их гранями, ребрами и вершинами [3].

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
вал под ведомое.m3d	04.10.2015 16:35	КОМПАС-Деталь	274 КБ
колесо 2.m3d	02.10.2015 16:39	КОМПАС-Деталь	2 006 КБ
колесо.m3d	25.08.2015 1:36	КОМПАС-Деталь	1 916 КБ
Кольцо расп быст — копия.m3d	04.10.2015 14:01	КОМПАС-Деталь	84 КБ
Кольцо расп быст.m3d	04.10.2015 13:30	КОМПАС-Деталь	80 КБ
Кольцо расп тих — копия.m3d	04.10.2015 13:58	КОМПАС-Деталь	72 КБ
Кольцо расп тих.m3d	04.10.2015 13:40	КОМПАС-Деталь	83 КБ
кольцо расп.m3d	04.10.2015 12:34	КОМПАС-Деталь	96 КБ
корпус.m3d	04.10.2015 16:29	КОМПАС-Деталь	415 КБ
крышка быстрех с отверстием.m3d	07.04.2015 0:17	КОМПАС-Деталь	131 КБ
крышка быстрех.m3d	02.10.2015 16:07	КОМПАС-Деталь	142 КБ
крышка редуктора.m3d	04.10.2015 16:30	КОМПАС-Деталь	498 КБ
крышка тихих с отверстием.m3d	07.04.2015 0:18	КОМПАС-Деталь	116 КБ
крышка тихих.m3d	02.10.2015 11:56	КОМПАС-Деталь	127 КБ
Крышка торцевая быстр с отв.m3d	04.10.2015 13:13	КОМПАС-Деталь	195 КБ
стекло.m3d	07.04.2015 0:19	КОМПАС-Деталь	98 КБ
стол.m3d	07.04.2015 0:19	КОМПАС-Деталь	76 КБ
шестерня 2.m3d	05.10.2015 16:59	КОМПАС-Деталь	1 140 КБ
шпонка.m3d	07.04.2015 0:19	КОМПАС-Деталь	83 КБ
Сборка1.a3d	05.10.2015 23:21	КОМПАС-Сборка	2 637 КБ

Рисунок 1. Файлы моделей, входящих в сборку

Трехмерная модель редуктора является результатом следующих групп основных операций:

- 1) расчета и разработки зубчатых колес (рисунок 2);
- 2) построения валов в зависимости от размеров зубчатых колес (рисунок 3);
- 3) создания под сборки, включающей в себя построение зубчатого зацепления и посадку зубчатых колес на валы (рисунок 4);

- 4) подборки и установки подшипников (из библиотеки), создания распорных и уплотнительных колец (рисунок 5);
- 5) разработки корпуса, крышки редуктора, крышек валов в зависимости от размеров полученных деталей (рисунок 6);
- 6) установки готовой под сборки в корпус редуктора (рисунок 7);
- 7) фиксации фланцевого соединения, крышек валов, корпуса при помощи крепежных элементов (рисунок 8).

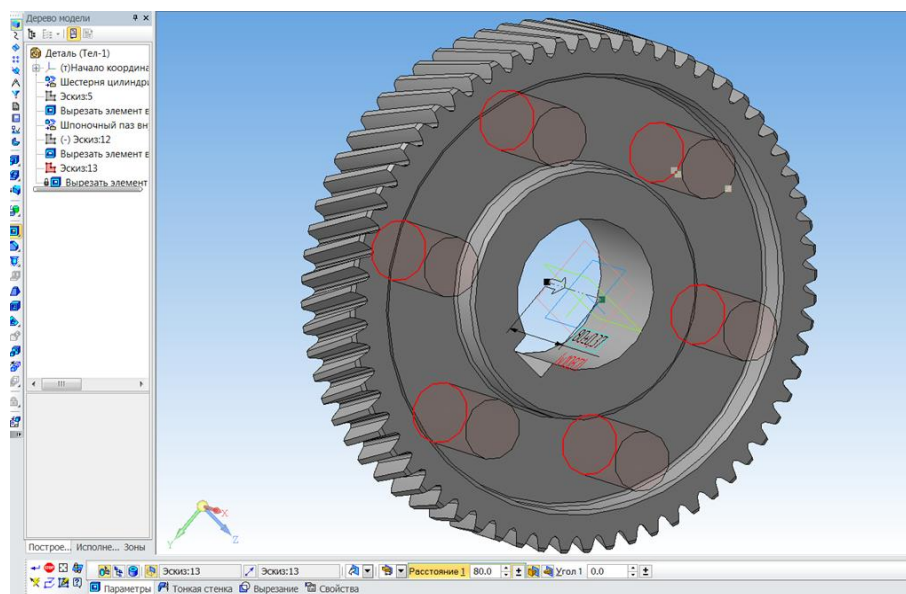


Рисунок 2. Снимок экрана при построении модели зубчатого колеса

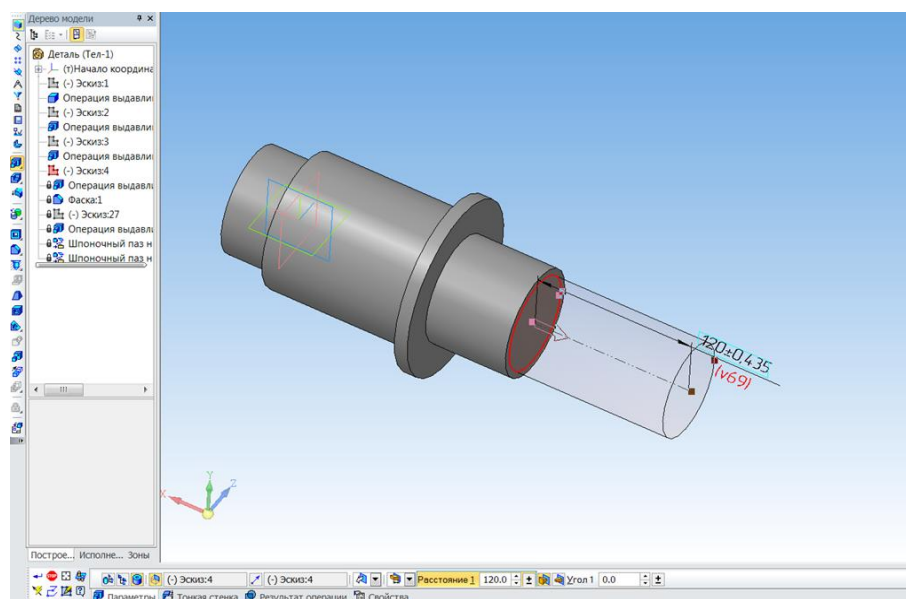


Рисунок 3. Снимок экрана при построении модели вала

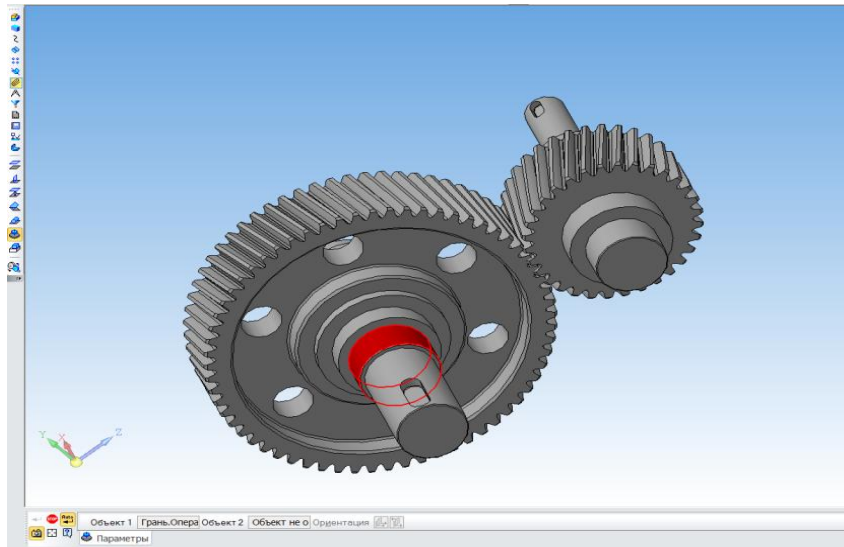


Рисунок 4. Снимок экрана при создании подсорки

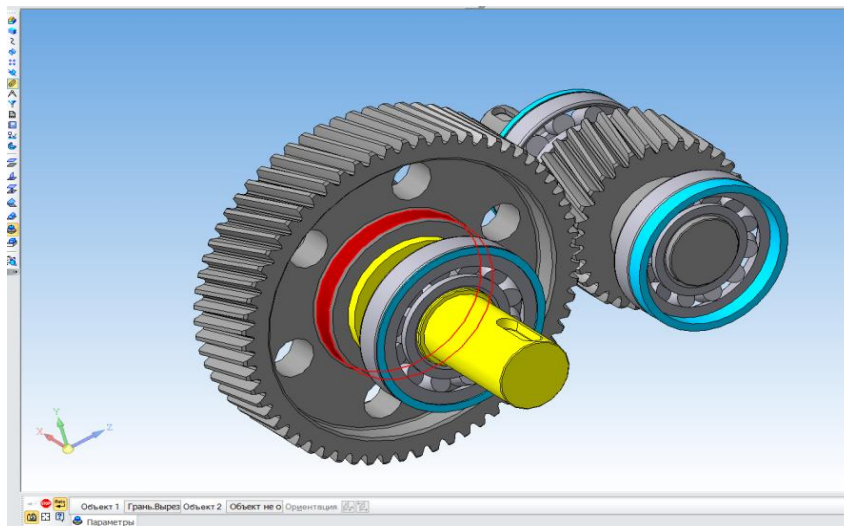


Рисунок 5. Снимок экрана при посадке подшипников

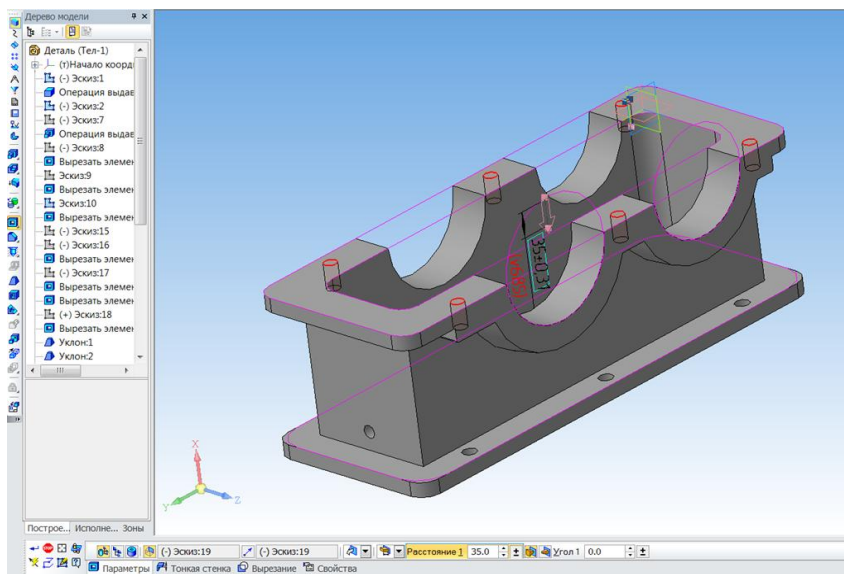


Рисунок 6. Снимок экрана при разработке корпуса редуктора

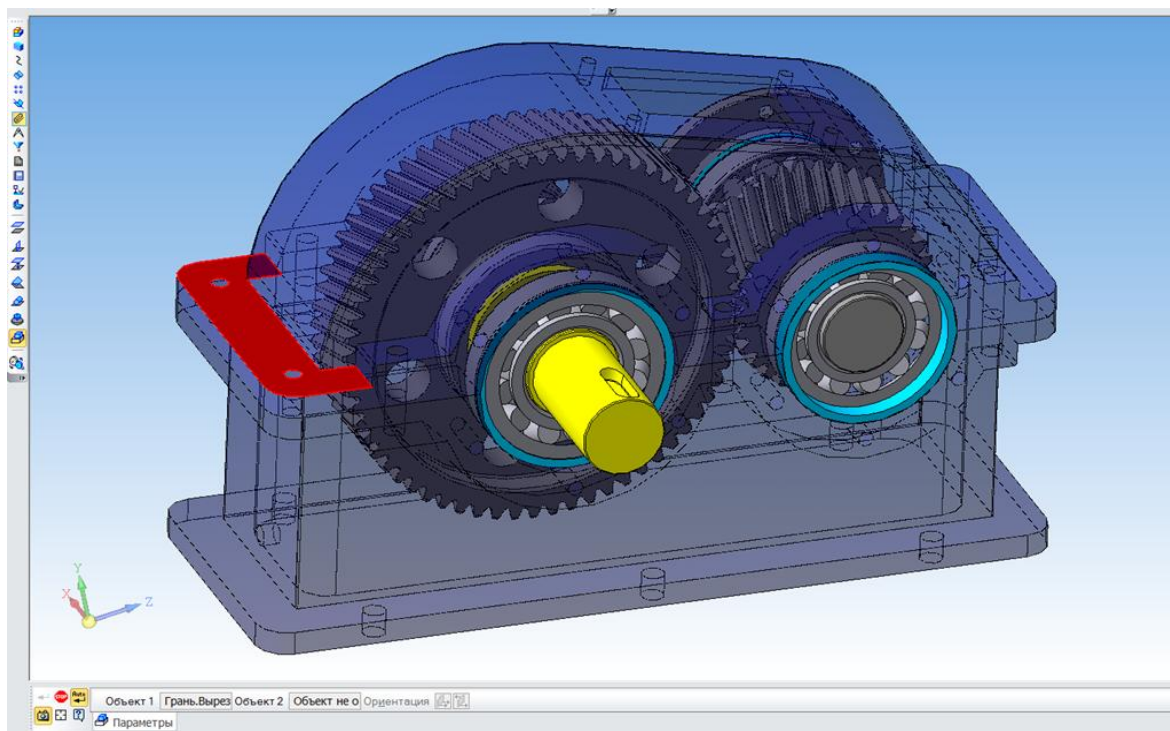


Рисунок 7. Снимок экрана при установке готовой под сборки в корпус редуктора

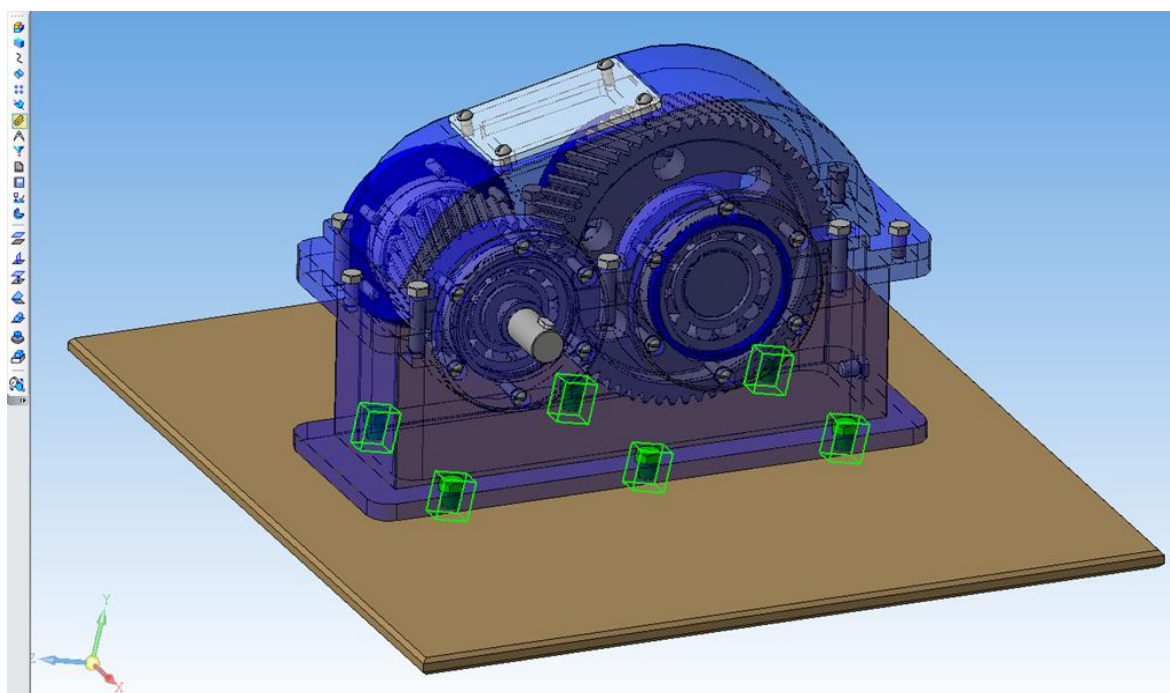


Рисунок 8. Снимок экрана при фиксации редуктора на опорной плите

С целью создания более детальных и качественных анимаций процесса разборки редукторов и получения реалистичных изображений механизмов производилось переформатирование сборок из системы «КОМПАС-3D» в систему «SolidWorks» (рисунок 9).

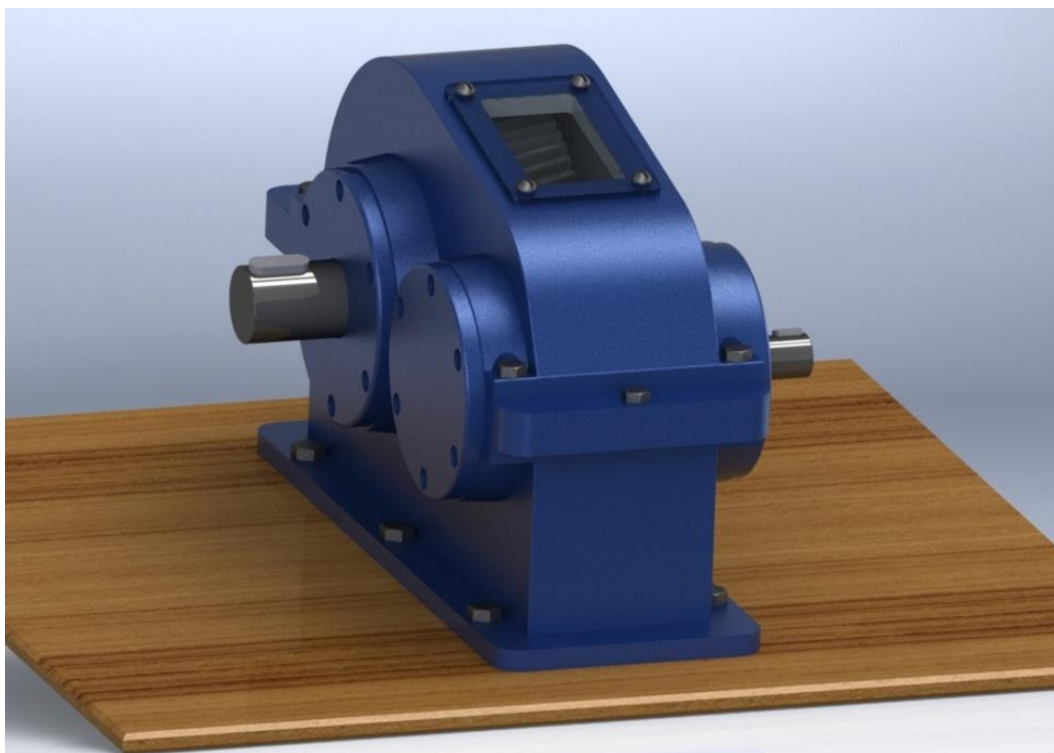


Рисунок 9. Реалистичное изображение редуктора

Создание компьютерной программы производилось на базе «Visual Studio 12». «Microsoft Visual Studio» – это разработка компании «Microsoft», позволяющая создавать приложения, работающие на платформе «.net». Особенность этой платформы заключается в широком наборе сервисов, которые доступны в различных языках программирования. При этом сервисы реализуются в виде промежуточного кода, который не зависит от базовой архитектуры. «Microsoft Visual Studio» - это обновленная и упрощенная программная среда, для которой характерна высокая производительность, независимо от особенностей оборудования [4].

Среда «Microsoft Visual Studio» была выбрана по следующим причинам:

- возможность создания приложений для Windows, Android и iOS;
- среда содержит интегрированные конструкторы, редакторы, отладчики и профилировщики;
- возможность программирования на C#, C++, JavaScript, Python, TypeScript, Visual Basic, F# и других языках [5].

Выводы

- 1 Определен состав учебного комплекса УК-ДМ-1.
 - 2 Выбраны электронные продукты «КОМПАС-3D», «Solid Works», «Visual Studio 12».
 - 3 Разработаны 3D-модели наиболее часто применяемых в машиностроении редукторов.
 - 4 На базе «Visual Studio 12» разработан комплекс УК-ДМ-1 для самостоятельной работы обучающихся.
 - 5 Разработан пользовательский интерфейс, включающий в себя десять 3D демонстраций, моделирующих порядок разборки механизмов.
- Дальнейшие разработки будут посвящены расширению данного комплекса путем создания демонстраций компоновки основных видов приводов на основе уже имеющихся редукторов.

Список используемых источников

- 1 Ступин А.В., Сарилов М.Ю. Детали машин и основы конструирования: учеб. пособие // Международный журнал экспериментального образования. 2011. №12. С. 3.
- 2 Землянов Г. С., Ермолаева В.В. 3D-моделирование // Молодой ученый. 2015. №11. С. 186-189.
- 3 Ваншина Е.А. 3D-моделирование сборок изделий в системе САПР //Технические науки – от теории к практике. 2013. № 21.
- 4 Microsoft Visual Studio. Описание программы: [Электронный ресурс]. //Чем открыть. 2011-2015. URL: <http://chem-otkrit.ru> (Дата обращения 10.10.2015).
- 5 Visual Studio – Microsoft Developer Tools: [Электронный ресурс]. Microsoft, 2015. URL: <https://www.visualstudio.com> (Дата обращения 10.10.2015).

6 Курмаз Л.В., Курмаз О.Л. Конструирование узлов и деталей машин: справоч.- учеб.-метод. пособие. М.: Высшая школа, 2007. 455 с.: ил.

7 Начертательная геометрия и инженерная графика – Обоснование выбора программных средств 3D-моделирования [Электронный ресурс]. StudFiles. URL: <http://www.studfiles.ru> (Дата обращения 26.10.2015).

References

1 Stupin A.V., Sarilov M.Ju. Detali mashin i osnovy konstruirovaniya: uchebnoe posobie // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovaniya. 2011. №12.S. 3. [in Russian].

2 Zemljanov G. S., Ermolaeva V.V. 3D-modelirovanie // Molodoj uchenyj. 2015. №11. S. 186-189. [in Russian].

3 Vanshina E.A. 3D-modelirovanie sborok izdelij v sisteme SAPR //Tehnicheskie nauki – ot teorii k praktike. 2013. № 21. [in Russian].

4 Microsoft Visual Studio. Opisanie programmy: [Jelektronnyj resurs]. «Chem otkryt'», 2011-2015. URL: <http://chem-otkrit.ru> (Data obrashheniya 10.10.2015).

5 Visual Studio – Microsoft Developer Tools: [Jelektronnyj resurs]. Microsoft, 2015.URL: <https://www.visualstudio.com> (Data obrashheniya 10.10.2015). [in Russian].

6 Kurmaz L.V., Kurmaz O.L. Konstruirovanie uzlov i detalej mashin: spravoch.- ucheb.-metod. posobie. M.: Vysshaja shkola, 2007. 455 s.: il. [in Russian].

7 Nachertatel'naya geometriya I ingenernaya grafika – Obosnovaniye vibora programmnikh sredstv 3D-modelirovaniya [Elelektronnii resurs]. StudFiles. URL: <http://www.studfiles.ru> (Data obrascheniya 26.10.2015). [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Захаров Н. М., канд. техн. наук, доцент кафедры «Оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки», ФГБОУ ВПО УГНТУ филиал, г. Салават, Российская Федерация

N. M. Zakharov, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, of the Chair “Equipment Petrochemical and Refining” FSBEI HPE USPTU, Branch, Salavat, the Russian Federation

e-mail: nick.macs@yandex.ru

Хуснутдинов И. Ш., студент группы БМА-12-21 ФГБОУ ВПО УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

I. Sh. Khusnutdinov, Student of Groups MA-12-21, FSBEI HPE USPTU, branch, Salavat, the Russian Federation

Бабин А. Ю., студент группы БМА-12-21 ФГБОУ ВПО УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

A. Yu. Babin, Student of Groups БМА-12-21, FSBEI HPE USPTU, Branch, Salavat, the Russian Federation