

УДК 658.512.22
DOI: 10.12737/22059

А.В. Аверченков, А.Н. Козленков, Д.В. Орехов

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МОДУЛЕЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАКАЗА ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА

Рассмотрен процесс создания специализированных модулей, реализующих формирование производственного заказа, на малом предприятии, занимающемся производством и ремонтом гидравлического оборудования, в частности место конструкторской подготовки в данном процессе. Предложен оптимизированный процесс формирования производственного заказа. Разработаны структура базы

данных для хранения комплектующих и алгоритм подбора уплотнений, основанный на методе аналитических иерархий.

Ключевые слова: гидравлическое оборудование, специализированные модули, конструкторская подготовка, малое предприятие, метод аналитических иерархий.

A. V. Averchenkov, A. N. Kozlenkov, D. V. Orekhov

DEVELOPMENT OF SPECIALIZED MODULES OF DESIGN PREPARATION FOR ORDER FORMATION OF VOLUMETRIC HYDRAULIC DRIVE

This paper reports the consideration of problems in the automation of an application formation for the design of a hydraulic drive and further automation of the design preparation of production.

The matter concerns the problems in the formation of an application for designing hydraulic equipment which arise mainly in small-scale and medium companies. The process of an application formation at the "Borox-Hydraulic" is under consideration before the appearance of specialized modules and after their occurrence. A database of all basic elements of a volumetric hydraulic drive is under development for the selection of optimum elements a method of analytical hierarchies is used.

The methods offered modules developed are applicable at small-scale enterprises engaged in repair and manufacturing hydraulic equipment. The application of modules developed reduces considerably the process of an application workup, and the libraries developed of elements allow a designer to create easily new products. With the aid of analytical hierarchies one chooses optimum elements which could be selected from the list of the most essential ones and use at the development of new equipment.

Key words: hydraulic equipment, specialized modules, design preparation, small-scale enterprise, method of analytical hierarchies.

Введение

На большинстве малых предприятий заявку на проектирование нового изделия не прорабатывают должным образом ввиду нехватки людей, отсутствия необходимого опыта или просто лени. Такая недоработанная заявка попадает в руки проектировщика, у которого в большинстве случаев возникает достаточное количество вопросов, требующих доработки, что приводит к увеличению времени на этапе подготовки заявки. Данное время очень негативно сказывается на предприятии, поэтому

необходимо оптимизировать процесс конструкторской подготовки за счет создания специализированных модулей проектирования [2; 3; 5].

Для наглядности описываемых подходов было выбрано малое предприятие по производству объемного гидропривода. Данное предприятие имеет короткий производственный цикл, что позволяет детально описать все подходы и показать наглядный пример оптимизации сроков формирования заказа.

Формирование заявки на проектирование объемного гидропривода

Структуру объемного гидропривода

можно разделить на подсистемы:

энергообеспечивающую, направляющую и исполнительную (рис. 1). К основным элементам относятся приводящий двигатель, насос и контрольно-регулирующая аппаратура, но для полного

функционирования станции необходимы еще элементы фильтрации, индикаторы уровня и загрязненности жидкости, аппаратно-регулирующие клапаны и др. [4].

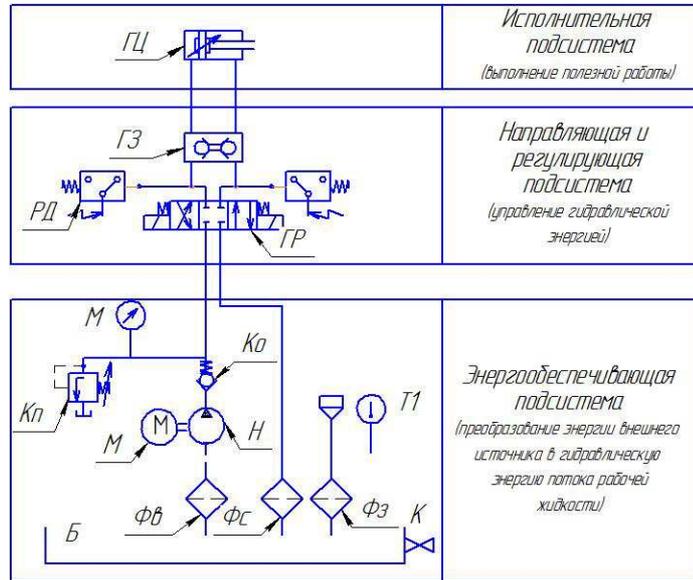


Рис. 1. Структура объемного гидропривода

Процесс формирования производственного заказа на предприятии, на котором детальным образом не

проработаны или вообще отсутствуют бланки заказов, представлен на рис. 2.

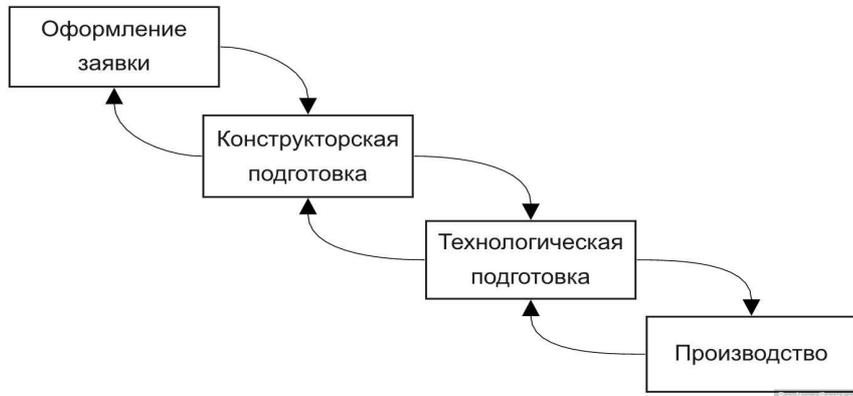


Рис. 2. Процесс формирования заказа

После неформализованной процедуры оформления заявки данные в нестандартно-зированном виде поступали на этап конструкторской подготовки, после чего следовал многоитерационный этап подготовки комплекта конструкторской документации (КД) и передача его на этап технологической подготовки, где также присутствовала итеративность при подготовке технологической документации. Результатом этого процесса

был заказ на производство.

Данный процесс был детально описан и оптимизирован (рис. 3). Формирование заявки было заменено на формализованный процесс создания заявки на основе бланка заказа и конфигуратора изделия. Выходы этого этапа являются входными данными для этапа конструкторской подготовки. На этапе конструкторской подготовки на основе данных из бланка заказа и

конфигуратора изделия разрабатывается электронная структура изделия (ЭСИ). ЭСИ передается на этап технологической подготовки производства, где разрабатывается технология изготовления на основе имеющихся производственных мощностей. Технология изготовления деталей попадает в систему планирования производства, где формируются связанные по времени заказы на производство.

Как изображено на рис. 3, процесс конструкторской подготовки на входе имеет бланк заказа и данные из конфигуратора изделия.

Бланк заказа представляет собой документ, который заказчик может получить через сеть Интернет, почтой или из каталога продукции, для оформления заказа в бумажном виде, а также через конфигуратор изделия.

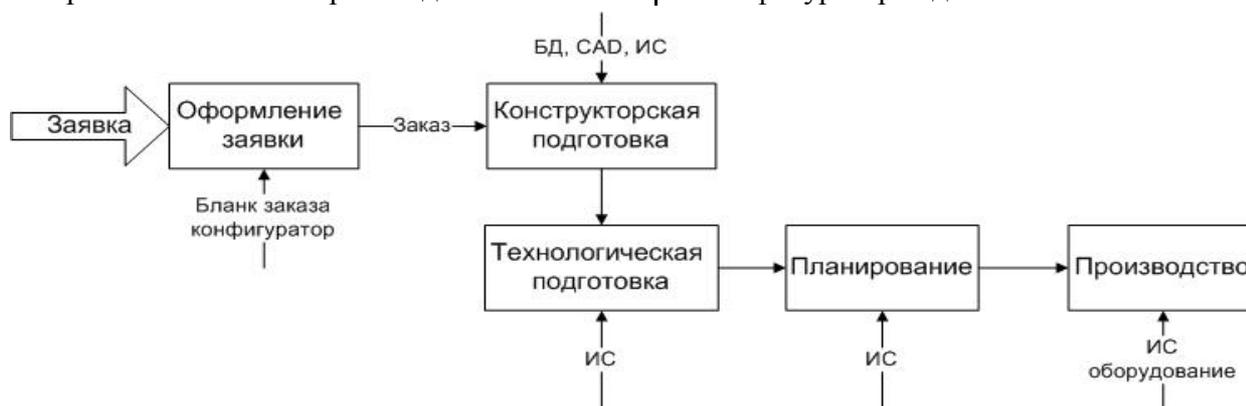


Рис. 3. Оптимизированный процесс формирования заказа

При получении бланка заказа конструктор должен занести в ЭСИ детали с обозначениями на все указанные уникальные изделия с применением конфигуратора изделия.

Конфигуратор изделия — это специализированный модуль,

позволяющий наглядным способом заполнить ЭСИ с возможностью просмотра результатов выбора указанных комплектующих для изделия, а также получить твердотельные модели изделия и конструкторскую документацию.

Разработка базы данных

ЭСИ включает в себя трехмерные модели, созданные по ним чертежи изделия и связанную с этими моделями атрибутивную информацию, которая может понадобиться на этапе технологической подготовки. Для обеспечения быстрого доступа к данным ЭСИ реализовано хранение с применением баз данных. Для обеспечения доступа к атрибутивным данным и файлам реализуется следующая архитектура данных: физически файлы размещаются по директориям, обозначающим id хранимого файла, а атрибутивная информация

хранится в реляционной базе данных и связана с тем же id хранимого файла. Такой подход позволяет обеспечить быстрый доступ к информации без увеличения ресурсных мощностей для хранения неструктурированной информации, использовать единую архитектуру для хранения информации для различных физических объектов (трехмерные модели или справочная информация по материалам или заготовкам).

Для хранения перечисленных данных была разработана схема таблиц БД (рис. 4).

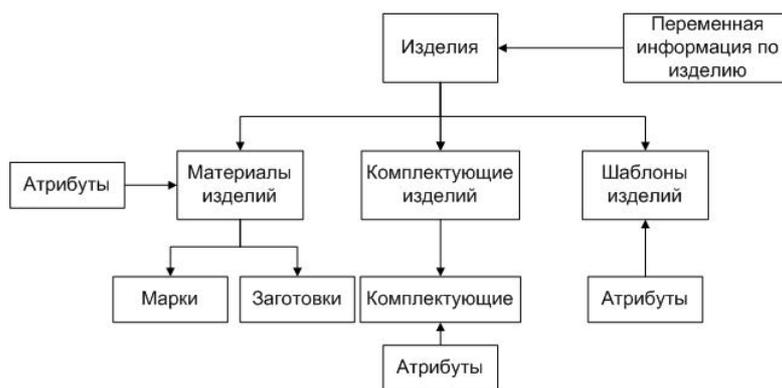


Рис. 4. Таблицы в БД

Подбор комплектующих при помощи метода аналитических иерархий

Для подбора комплектующих применяется подход, основанный на методе аналитических иерархий (МАИ). При добавлении новых комплектующих в БД необходимо ответить на ряд вопросов, которые описывают критерии подбора, в результате чего конкретному изделию присваивается коэффициент значимости 0 до 1 [6].

При подборе комплектующих для какого-то конкретного изделия конструктору необходимо ответить на ряд вопросов. На основе ответов рассчитывается коэффициент значимости для данного изделия и показываются результаты по конкретным комплектующим, которые лежат в окрестности рассчитанного коэффициента.

Критерии, по которым осуществляется заполнение и подбор, входят в две большие группы: объективные и субъективные. К объективным относятся критерии, имеющие конкретную количественную характеристику, которую можно измерить различными способами. Субъективные — это критерии, которые нельзя измерить.

Всего было выделено 3 группы критериев:

1. Качественные (K1):

- надежность (субъективный);
- удобство (субъективный);
- инструкции (субъективный);
- подбор (субъективный);
- диапазон давлений (объективный);

- удобство монтажа (субъективный);
- рабочие скорости (объективный);
- геометрические параметры (объективный);
- надежность поставщика (субъективный).

2. Стоимостные (K2):

- закупочная цена (объективный);
- цена замены (объективный);
- удобство оплаты (субъективный);
- способ заказа (субъективный).

3. Временные (K3):

- сроки доставки (объективный);
- срок изготовления (объективный);
- срок службы (объективный).

Для данных критериев были разработаны матрицы парных сравнений, которые определяют вклад каждого из критериев при подборе и оценке комплектующих [7].

На основании описанных критериев получено дерево иерархий (рис. 5):

Через интерфейс заполнения администратор баз данных заносит комплектующие, отвечая на вопросы. После ответов на все вопросы формируется суммарный критерий значимости.

Если необходимо подобрать комплектующие, конструктору достаточно заполнить форму поиска, ответив на ряд простых вопросов, после чего из БД выбирается множество, удовлетворяющее условиям запроса. Выбрав один из вариантов, система заносит его в ЭСИ.

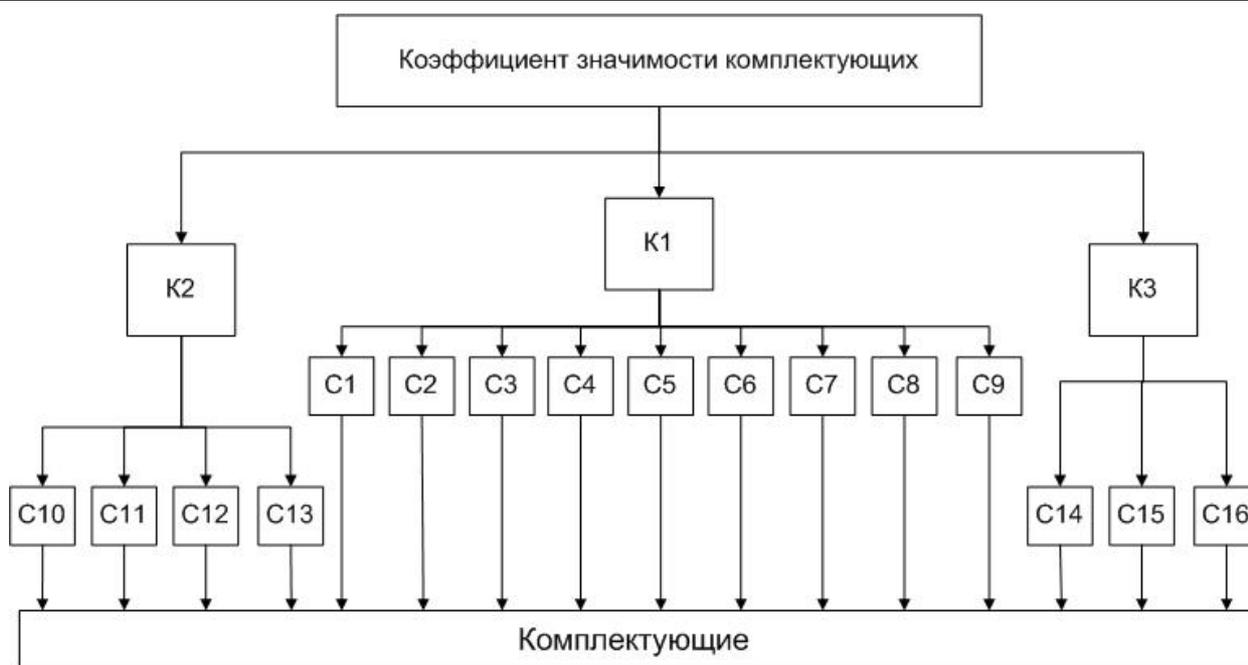


Рис. 5. Дерево иерархий

Для реализации описанного подхода к выбору комплектующих был разработан специализированный модуль, архитектура которого представлена на рисунке 6:

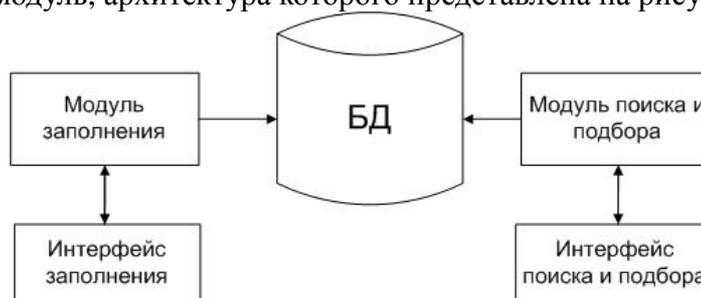


Рис. 6. Архитектура модуля подбора комплектующих

Модуль интеграции с САД-системами

На конструкторском этапе для создания комплекта КД используются различные САД-системы. Чтобы процесс формирования производственного заказа был сквозным, реализована интеграция с САД-системой по принципу использования библиотек стандартных изделий.

Для типовых изделий были разработаны шаблоны сборок с заранее определенным числом входящих комплектующих. Детали шаблона взаимосвязаны друг с другом через привязки локальных систем координат относительно глобальной системы координат, что позволяет разработать устойчивый к изменениям шаблон.

При инициализации шаблона в

локальные системы координат вставляются соответствующие шаблоны деталей. Такая реализация позволяет избежать проблем с сопряжениями деталей сборки и снизить общее количество шаблонов деталей. При использовании меньшего числа шаблонов сложность внесения изменений в детали снижается, что повышает удобство обслуживания шаблонов.

Подбор комплектующих существенно влияет на конструкцию изделия в целом, поэтому проектировщику предоставляется выбор необходимого элемента из нескольких. Эта возможность позволяет использовать уже имеющиеся на предприятии элементы. При проектировании домкратов одностороннего действия проектировщик

должен выбрать несколько видов уплотнений в диалоговом режиме.

Интерфейс выбора уплотнений показан на рис. 7 [1].

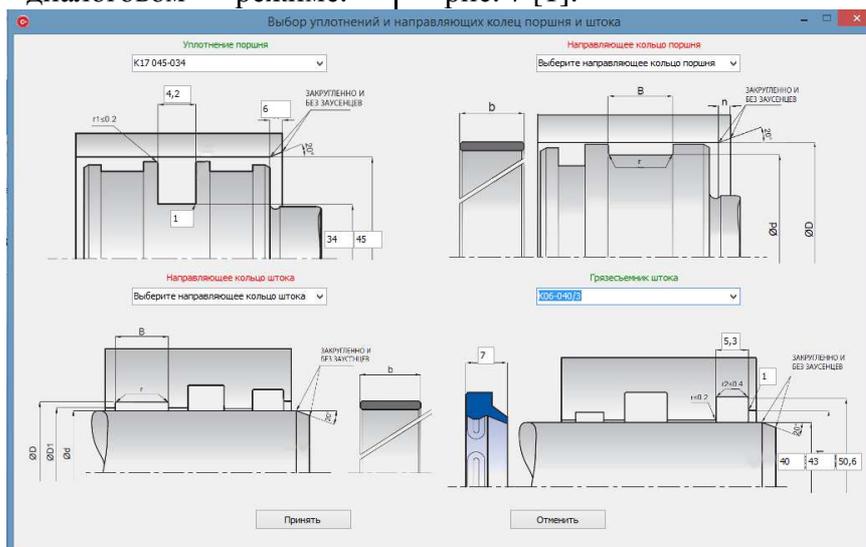


Рис. 7. Окно выбора уплотнений

Для наглядности в диалоговом окне выводятся основные размеры и геометрия уплотнения. После выбора уплотнений система переходит к расчету основных компонентов домкрата и подбирает из БД элементы, необходимые для построения сборочной модели.

Данные с этапов формирования заявки и конструкторской подготовки находятся в централизованном хранилище, из которого они попадают на этап технологической подготовки.

Для обеспечения качества выходных

данных этапа конструкторской подготовки был разработан модуль валидации данных. Для различных типов изделий были разработаны регулярные выражения проверки атрибутивной информации. Регулярные выражения записываются в XML-файл, откуда считываются модулем проверки, который применяет эти правила к входным данным. Такая проверка позволяет снизить риск возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором.

Заключение

Предложенные методы и разработанные модули применимы на малых предприятиях, занимающихся производством и ремонтом гидравлического оборудования. Применение данных модулей существенно сокращает процесс проработки заявки, а разработанные библиотеки элементов позволяют проектировщику легко создавать новые изделия. С помощью

метода аналитических иерархий подбираются оптимальные элементы, которые можно выбирать из списка наиболее необходимых и применять при разработке нового оборудования. В дальнейшем планируются доработка всех модулей и расширение модельного ряда гидравлического оборудования, а также разработка дополнительных модулей для обучения персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверченков, А.В. Автоматизация проектирования гидравлических домкратов в условиях малых инновационных предприятий / А.В. Аверченков, Д.В. Орехов, В.В. Колякин //

Молодой ученый. Технические науки – 2015 - № 21.2 (101.2).

2. Орехов, Д.В. Целесообразность внедрения САПР на малом предприятии / Д.В. Орехов, М.В. Терехов // Поколение будущего: взгляд

- молодых ученых: материалы 2-й междунар. молодеж. конф. – 2013. - №4. - С. 227-229.
- Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. пособие для вузов / И.П. Норенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
 - Экснер, Х. Гидропривод. Основы и компоненты / Х. Экснер, Р. Фрейтаг, Х. Гайс ; пер. с нем. Д.В. Горобец. – М. : Бош Рексрот АГ, 2003. – 323 с.
 - Averchenkov, A.V. Automation of designing hydraulic jacks under conditions of small-scale innovation enterprises / A.V. Averchenkov, D.V. Orekhov, V.V. Kolyakin // *Young Scientist. Technical Sciences* – 2015 - № 21.2 (101.2).
 - Orekhov, D.V. Purposefulness of CAD introduction at small-scale enterprise / D.V. Orekhov, M.V. Terekhov // *Generation of Future: Young Scientists' Glance: Proceedings of the 2-nd Inter. Youth.* – 2013. - №4. - pp. 227-229.
 - Norenkov, I.P. *Fundamentals of Automated Design: Textbook for colleges* / I.P. Norenkov. – 2-d Edition revised and supplemented. – М. : Publishing House of Bauman STU of Moscow, 2002. – pp. 336.
 - Аверченков, А.В. Особенности производственной деятельности малых инновационных предприятий / А.В. Аверченков, Е.Э. Аверченкова. – М., 2012. – 124 с.
 - Петровский, А.Б. Теория принятия решений. Прикладная математика и информатика / А.Б. Петровский. – М.: Академия, 2009. – 401 с.
 - Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М.: Стандарты и качество, 2004. – 408 с.
 - Exner, H. *Hydraulic Drive. Fundamentals and Components* / H. Exner, R. Freitag, H. Heiss; transl. from Germ. D.V. Gorobets. – М. : Bosch Rexrot AG, 2003. – pp. 323.
 - Averchenkov, A.V. *Peculiarities of Production Activities of Small-scale Innovation Enterprises* / A.V. Averchenkov, E.E. Averchenkova. – М., 2012. – pp. 124.
 - Petrovsky, A.B. *Theory of Decision-Making. Applied Mathematics and Informatics* / A.B. Petrovsky. – М.: Academy, 2009. – pp. 401.
 - Repin, V.V. Process approach to management. Business process modeling / V.V. Repin, V.G. Yeliferov. – М.: *Standards and Quality*, 2004. – pp. 408.

Статья поступила в редколлегию 11.07.2016.

Рецензент: д.т.н., профессор
Т.В. Карлова

Сведения об авторах:

Аверченков Андрей Владимирович, д.т.н., профессор кафедры «Компьютерные технологии и системы» Брянского государственного технического университета, e-mail: mahar@mail.ru.

Козленков Александр Николаевич, начальник бюро «САПР», АО Карачевский завод «Электродеталь», e-mail: kozlenkov@elektrodetal.com.

Орехов Дмитрий Вячеславович, аспирант Брянского государственного технического университета, e-mail: orekho.dv@yandex.ru.

Averchenkov Andrey Vladimirovich, D.Eng., Prof. of the Dep. “Computer Techniques and Systems” of Bryansk State Technical University, e-mail: mahar@mail.ru.

Kozlenkov Alexander Nikolayevich, Head of Bureau “CADs”, Karachevsky Plant “Electro-detail”, e-mail: kozlenkov@elektrodetal.com.

Orekhov Dmitry Vyacheslavovich, Post graduate student of Bryansk State Technical University, e-mail: orekho.dv@yandex.ru.