

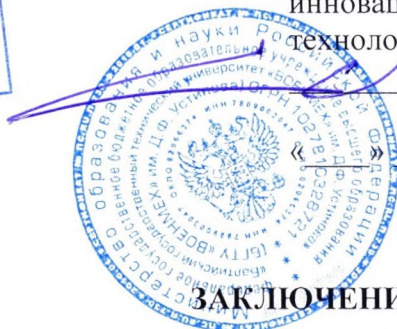
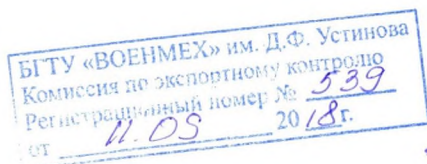
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и  
инновационно-коммуникационным  
технологиям

С. А. Матвеев

2018 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**о возможности открытого опубликования материалов статьи**  
**в II Международной научно-практической конференции**  
**«САПР И МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ»**

Руководитель-эксперт Санников В.А., заведующий кафедрой Е7, в период с «28» августа 2018г. по «30» августа 2018г. провел экспертизу материалов: статья «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР ДЛЯ ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ЧЕРВЯЧНОГО ШЕВЕРА» на 5 листах объемом 1267 КБ авторы - доц. Туркина Н.Р., доц. Бильдюк Н.А., магистрант Рак А.А. на предмет отсутствия (наличия) в них сведений, составляющих государственную тайну, и возможности (невозможности) их открытого опубликования.

Руководствуясь Законом Российской Федерации «О государственной тайне», Перечнем сведений, отнесённым к государственной тайне, утверждённым Указом Президента Российской Федерации от 30 ноября 1995 г. № 1203, Перечнем сведений, подлежащих засекречиванию Министерства образования и науки Российской Федерации, утверждённым приказом Минобрнауки России от 10 ноября 2014 г. № 36с, руководитель-эксперт установил:

- сведения, содержащиеся в рассматриваемых материалах, находятся в компетенции БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;

- сведения, содержащиеся в рассматриваемых материалах, не подпадают под действие Перечня сведений, составляющих государственную тайну (статья 5 Закона РФ «О государственной тайне»), не относятся к Перечню сведений, отнесённых к государственной тайне, утверждённому Указом Президента РФ от 30.11.1995 г. № 1203, не подлежат засекречиванию и данные материалы могут быть открыто опубликованы.

Руководитель-эксперт

В. А. Санников

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



# Сборник научных трудов

II Международной научно-практической конференции

«САПР и моделирование в современной электронике»

Брянск, 24-25 октября 2018 г.

Часть 1

Брянск  
2018





---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Брянский государственный технический университет**

---

# **САПР И МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ**

**Сборник научных трудов  
II Международной  
научно-практической конференции  
Брянск, 24 – 25 октября 2018 г.**

**Под ред. Л.А. Потапова,  
А.Ю. Дракина**

**Часть 1**

**Брянск  
2018**

УДК 621.37/.39:658.011.56

ББК 30.2-5-05

DOI: 10.30987/collection\_5c19e5de251a83.63771086

САПР и моделирование в современной электронике [Текст] + [Электронный ресурс]: сб. науч. тр. II Международной научно-практической конференции / под ред. Л.А. Потапова, А.Ю. Дракина. – Брянск: БГТУ, 2018. – Ч.1. – 249 с.

ISBN 978-5-907111-40-0

ISBN 978-5-907111-41-7

Приведены научные статьи участников II Международной научно-практической конференции «САПР и моделирование в современной электронике», отражающие результаты исследований в области применения моделирования и САПР в электронике, физике, радиотехнике, научных исследованиях и учебном процессе.

Сборник научных трудов предназначен для инженерно-технических работников промышленных предприятий, а также может быть полезен для аспирантов и студентов.

Конференция проведена в рамках выполнения работ по заданию Министерства образования и науки Российской Федерации № 8.1729.2017/ПЧ.

Редактор Т.И. Королева  
Компьютерный набор О.А. Топчий

Темплан 2018 г., п.56

---

Подписано в печать 07.12.18. Формат 60 x 84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 18,3. Уч.-изд. я. 18,3. Тираж 110 экз.

---

Издательство Брянского государственного технического университета.

Брянск, бульвар им. 50 лет Октября, д. 7. Телефон 58-82-49.

Типография ООО «Графика», переулок Осоевских, д. 14, оф. 1.

ISBN 978-5-907111-40-0

ISBN 978-5-907111-41-7

© Брянский государственный  
технический университет, 2018

Мингазов И.Ф., Майоров А.А., Галиев Э.Х., Умутбаев Р.Р., Солдаткин В.В. Трассировка печатной платы для канала измерения высотно-скоростных параметров на стартовых режимах вертолета в среде Ultiboard .....	67
Павлюков В.А., Ткаченко С.Н., Коваленко А.В. Способ обработки на ЭВМ электрических схем вторичных коммутаций основных элементов электроустановок .....	70
Рытиков А.С., Власов А.И. Цифровая система управления полумостовым преобразователем .....	75
Серебрянников А.В., Агеев И.Н. Моделирование инвертирующих импульсных преобразователей в программе LTspice .....	78
Тургунов Б.А., Халилов М.М. Роль волоконной оптики в сетях помещений .....	83
Туркина Н.Р., Бильдюк Н.А., Рак А.А. Использование САПР для прочностного расчета червячного шевера .....	87
Умурзакова Д.М. Системы массового обслуживания и их моделирование.....	90
Умутбаев Р.Р., Салимов Р.И., Мингазов И.Ф., Галиев Э.Х. Метод комбинированного применения современных высокопроизводительных трассировщиков для проектирования электронных устройств.....	94
Шаронов М.В., Неснов Д.В. Прототипирование часов с электромагнитным маятником в КОМПАС-3D.....	98
Школин А.Н., Дракин А.Ю. Разработка подходов к автопостроению поведенческих моделей интегральных микросхем регуляторов напряжения.....	104
Юриков А.Ю. Сравнительный анализ методов стабилизации крутизны входного каскада rail-to-rail КМОП операционного усилителя во всем диапазоне входного синфазного сигнала .....	109
Юхман М.Л., Малаханов А.А. Корректор коэффициента мощности на основе повышающего преобразователя с принципом управления «метод контроля за один цикл» .....	114
<b>СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»....</b>	<b>118</b>
Абзалилова Ю.Р., Токарев В.Н. Виброзащищенная измерительная система расхода топлива для ГТД.....	118
Акулов П.А., Петрескин Д.И. Автоматизированная система измерения силы сочленения и расчленения электрических разъемов .....	120
Балабанов А.В., Борздыко И.А. Генератор сигнала высокой частоты методом прямого цифрового синтеза .....	123
Бычков А.В. Обработка импульсных ультразвуковых сигналов при активном виброконтроле оборудования электроэнергетики.....	127

Н.Р. Туркина, Н.А. Бильдюк, А.А. Рак  
(г. Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР ДЛЯ ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ЧЕРВЯЧНОГО ШЕВЕРА

*Проведены расчеты с использованием САПР для прочностного расчета червячного шевера.*

*In the work calculations were made using CAD for the strength calculation of a worm shaver.*

*Ключевые слова: червячный шевер, напряжения, деформация.*

*Key words: worm shaver, tension, deformation.*

В данной работе представлены результаты напряженно-деформированного состояния червячного шевера. Практический аспект работы связаны с тем, что шеверы предназначены для чистовой обработки цилиндрических колес с прямыми и винтовыми зубьями наружного и внутреннего зацепления. Шевингование повышает точность колес, как правило, на одну степень, при этом исправляются профиль зубьев, шаг, направление зубьев, биение зубчатого венца, а шероховатость поверхности зубьев снижается.

При эксплуатации данной конструкции должны выполняться следующие условия: прочность, устойчивость и герметичность, также необходимо было провести расчет на собственные частоты и формы колебаний. Сложность форм и габариты конструкций делают трудным осуществление натурного эксперимента. Благодаря развитию ЭВМ стало возможным моделирование сложных физических явлений. Поэтому в этой работе мы проводили прочностной расчет червячного шевера в программе ANSYS Workbench.

Геометрическая модель шевера (рис. 1) была создана в программном комплексе САПР SolidWorks.

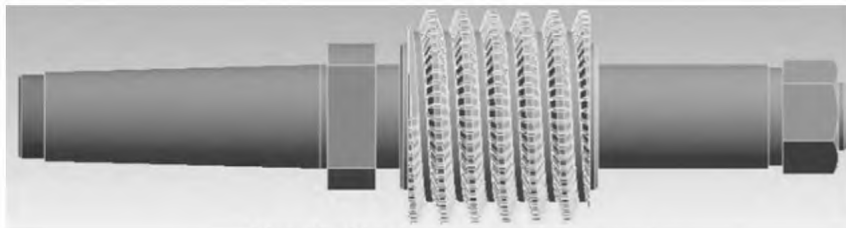


Рис. 1. 3D-модель червячного шевера

Затем в работе расчет производился в CAE ANSYS Workbench 16.0, тип расчета Static Structural. При этом модель червячного шевера разбивалась на конечные элементы посредством генерации сетки (рис. 2).

Для расчета деформаций шевера были заданы закрепления и нагрузки его поверхностей (рис. 3 – 4).

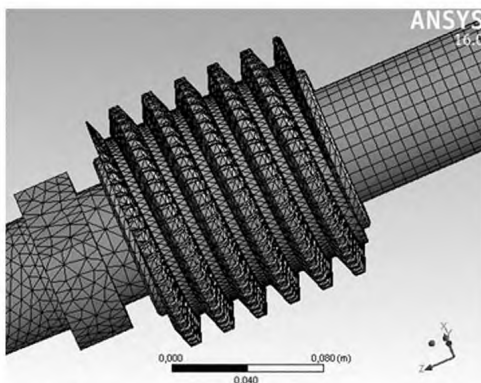


Рис. 2. Конечноэлементная модель червячного шевера

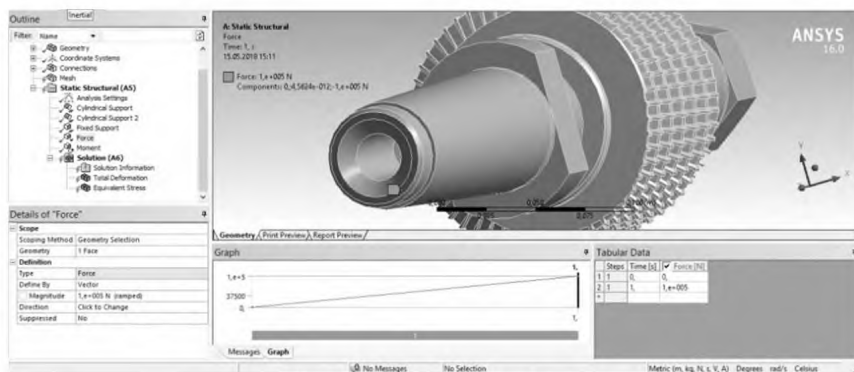


Рис. 3. Вращательный момент

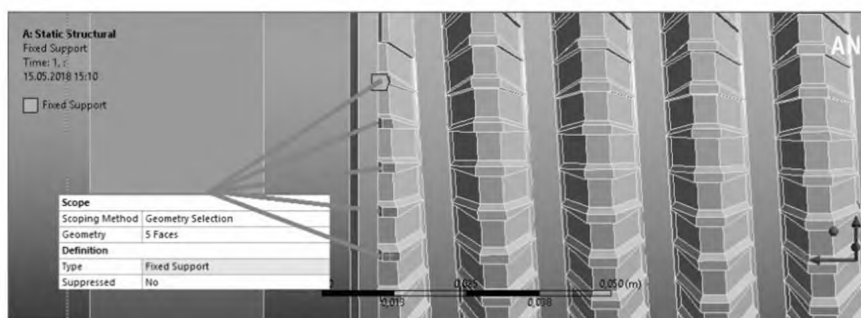


Рис. 4. Крепежная нагрузка шевера

При приложении усилий и вращающих моментов были получены следующие результаты перемещения и эквивалентного напряжения (рис. 5 – 6).



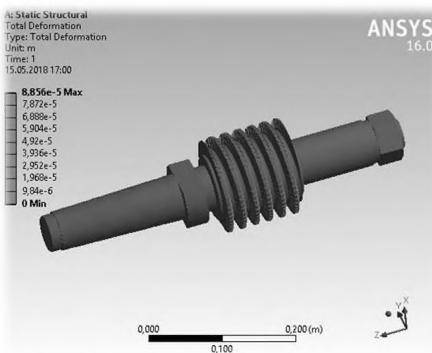


Рис. 5. Перемещение, количество закрепленных зубьев – 10

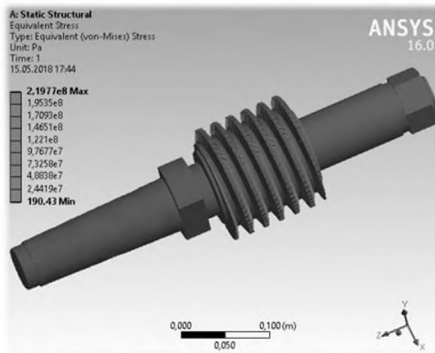


Рис. 6. Эквивалентное напряжение, количество закрепленных зубьев – 100

Расчет потери устойчивости формулируется в CAE ANSYS как задача на собственные значения:

$$([K] - \lambda_i [S]) \{\psi\}_i = \{0\}, \quad (1)$$

где  $[K]$  – матрица жесткости;  $\lambda_i$  – собственное значение;  $[S]$  – матрица жесткости напряжений;  $\psi_i$  – собственный вектор смещений.

По умолчанию в программе используются итерационные методы блок Ланцоша и Сабспейс для нахождения форм потери устойчивости в диапазоне от минус бесконечности до плюс бесконечности. Результат представлен на рис. 7.

Максимальная деформация составляет 0,75 мм и расположена в месте крепления шевера, что позволяет сделать вывод об устойчивости системы.

В работе был проведен расчет собственных частот для всех вариантов модели, было рассмотрено 6 форм колебаний. В результатах представлена 1 форма колебаний (рис. 8).

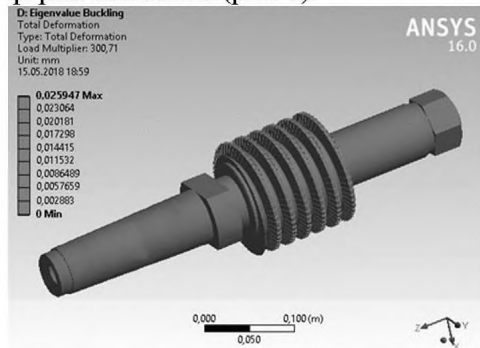


Рис. 7. Первая форма потери устойчивости

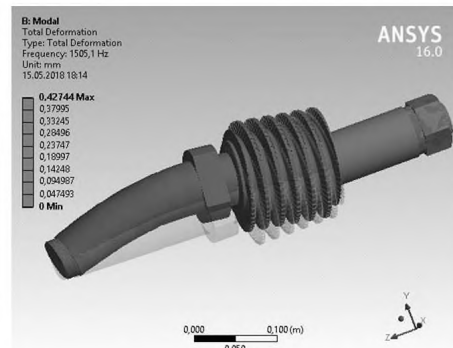


Рис. 8. Первая форма колебаний

Значения собственных частот составили от 1505 до 4169 Гц. Частота оборотов шеврных станков составляет, как правило, от 63 до 500 оборотов в минуту, что в переводе составляет от 1,5 Гц до 9 Гц. Следовательно,



собственные частоты шевера на два порядка превышают частоты, на которых он работает, что позволяет сделать вывод об устойчивости системы.

Таким образом, по результатам расчетов было установлено, что рассмотренная конструкция червячного шевера обладает достаточной прочностью и выдерживает действующие на нее нагрузки, которые не превышают допустимых.

*Материал поступил в редколлегию 17.10.18.*

УДК 004.946

DOI: 10.30987/conferencearticle\_5c19e5f4673b51.37493449

Д.М. Умурзакова

(Узбекистан, г. Фергана, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

## **СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

*Рассмотрены элементы модели массового обслуживания, Рассматривается многоканальная система массового обслуживания неделимых групповых заявок с очередью неограниченной длины, простым групповым потоком на входе, распределенным временем обслуживания.*

*The elements of a queuing model are considered. A multichannel queuing system of indivisible group calls with a queue of unlimited length, a simple group flow at the input and distributed service time is considered.*

*Ключевые слова: теория массового обслуживания, математическая модель, очередь, каналы, обслуживания.*

*Keywords: queuing theory, mathematical model, queue, channels, services.*

Современный этап развития науки и техники обуславливает острую необходимость в анализе сложных систем. Одной из математических дисциплин прикладного характера, обслуживающих эту потребность, является теория массового обслуживания (ТМО). ТМО занимается построением математических моделей специальных систем (СМО). Система массового обслуживания (СМО) — система, которая производит обслуживание поступающих в неё требований. Обслуживание требований в СМО выполняется обслуживающими приборами. Классическая СМО содержит от одного до бесконечного числа приборов. В зависимости от наличия возможности ожидания поступающими требованиями начала обслуживания СМО подразделяются:

- на системы с потерями, в которых требования, не нашедшие в момент поступления ни одного свободного прибора, теряются;