

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

**Методы анализа и синтеза механизмов**

Текст лекций

по дисциплине «Теория механизмов и машин»  
для студентов машиностроительных специальностей

Харьков  
2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

**Методы анализа и синтеза механизмов**

Текст лекций по дисциплине «Теория механизмов и машин»  
для студентов машиностроительных специальностей

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом НТУ «ХПИ»,  
протокол № 2 от 07.12.11

Харьков  
НТУ «ХПИ»  
2015

УДК 621  
ББК 34.41  
М54

Авторский коллектив:

Н. А. Ткачук, А. А. Зарубина, Е. И. Зинченко,  
Г. А. Кротенко, З. С. Сафонова

Рецензенты:

*В. В. Офий*, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»;  
*Н.Л. Рябчиков*, д-р техн. наук, проф. УИПА

У тексті лекцій розглядаються основні питання курсу ТММ. Призначено для студентів машинобудівних спеціальностей.

**Методы** анализа и синтеза механизмов : Текст лекций по дисциплине «Теория механизмов и машин» для студентов машиностроительных специальностей / Н.А. Ткачук, А.А. Зарубина, Е.И. Зинченко и др. - Х. : НТУ «ХПИ», 2015. - 144 с. - На рус. яз.

ISBN 978-617-05-0155-4

В тексте лекций рассматриваются основные вопросы курса ТММ. Предназначено для студентов машиностроительных специальностей.

Ил. 147. Табл. 11 Библиогр : 5 назв.

**УДК 621**  
**ББК 34.41**

**ISBN 978-617-05-0155-4**

©Авторский коллектив, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ТММ.....	6
1.1. Машина, виды машин, циклограмма работы.....	6
1.2. Механизмы и их классификация.....	8
1.3. Кинематические цепи и их классификация.....	12
Тема 2. СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ.....	13
2.1. Формула Сомова-Мальшева.....	13
2.2. Общие связи в механизме. Степень подвижности плоской кинематической цепи. Формула П.Л. Чебышева.....	14
2.3. Пассивные связи и лишние степени подвижности.....	15
2.4. Строение рычажных механизмов.....	15
Структурные группы Ассура.....	15
2.5. Классификация структурных групп (групп Ассура) И.И. Артоболевского. Виды групп Ассура второго класса второго порядка.....	16
2.6. Класс механизма.....	18
2.7. Структурная схема механизма.....	18
Тема 3. КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ.....	20
3.1. Задача кинематического исследования. Исходные данные.....	20
3.2. Последовательность кинематического анализа.....	21
3.3. Этапы кинематического исследования.....	21
3.4. Методы кинематического исследования механизмов.....	21
3.5. Кинематическое исследование графоаналитическим методом.....	22
3.6. Кинематическое исследование плоских шарнирно-рычажных механизмов аналитическим методом.....	30
Тема 4. ТРЕНИЕ В МАШИНАХ.....	33
4.1. Виды трения.....	34
4.2. Трение скольжения.....	34
4.3. Трение качения.....	48
Тема 5. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ.....	51
5.1. Задача силового расчета плоских рычажных механизмов. Основные предположения для расчета.....	51
5.2. Последовательность силового расчета плоского рычажного механизма.....	52
5.3. Силовой расчет структурных групп второго класса.....	53
5.4. Силовой расчет с учетом сил трения.....	57
5.5. Силовой расчет начального звена.....	59
5.6. Проверка правильности силового расчета.....	61
Тема 6. ДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАШИН.....	62
6.1. Основные задачи динамики машинного агрегата.....	62
6.2. Силы, действующие на звенья машинного агрегата.....	63
6.3. Механические характеристики сил.....	64
6.4. Жесткая модель машинного агрегата.....	65
6.5. Приведение сил и масс в машинных агрегатах с плоскими механизмами.....	65

6.6. Уравнения движения машинного агрегата.....	68
6.7. Определение мощности и коэффициента полезного действия машины.....	70
6.8. Режимы движения машинного агрегата.....	71
6.9. Исследование установившегося движения машинного агрегата.....	72
Тема 7. УРАВНОВЕШИВАНИЕ МАСС МАШИНЫ.....	80
7.1. Условия уравнивания масс механизма.....	80
7.2. Статическое уравнивание масс плоских механизмов по методу заменяющих масс.....	81
7.3. Уравнивание с помощью одного противовеса на кривошипе.....	82
Тема 8. КУЛАЧКОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ.....	84
8.1. Общие сведения о кулачковых механизмах.....	84
8.2. Типы кулачковых механизмов и их особенности.....	86
8.3. Требования, предъявляемые к кулачковым механизмам при их проектировании.....	88
8.4. Циклограмма работы кулачкового механизма.....	88
8.5. Законы движения толкателя.....	89
8.6. Центровой (теоретический) и рабочий профили кулачковых механизмов.....	93
8.7. Угол давления.....	94
8.8. Кривизна кулачка.....	96
8.9. Подрезание профиля в кулачковых механизмах.....	96
8.10. Определение основных параметров кулачковых механизмов.....	98
8.11. Синтез кулачковых механизмов с плоским толкателем (ПТ).....	99
8.12. Построение профиля кулачка.....	101
8.13. Определение жесткости замыкающей пружины.....	105
Тема 9. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ.....	106
9.1. Основная теорема зацепления (теорема Виллиса).....	107
9.2. Классификация зубчатых передач.....	108
9.3. Элементы зуба.....	111
9.4. Начальные окружности.....	111
9.5. Элементы и параметры зубчатых колес.....	112
9.6. Эвольвентные зубчатые колеса.....	116
9.7. Линия зацепления эвольвентных зубчатых колес.....	118
9.8. Методы нарезания зубчатых колес.....	119
9.9. Исходный производящий контур инструментальной рейки.....	120
9.10. Подрезание зуба при нарезании зубчатых колес рейкой.....	121
9.11. Геометрические параметры зубчатых колес.....	124
9.12. Межосевое расстояние пары зубчатых колес.....	125
9.13. Качественные показатели зацепления эвольвентных зубчатых колес.....	126
9.14. Требования, предъявляемые к зубчатой передаче.....	131
9.15. Корригирование зубчатых колес.....	132
9.16. Сложные зубчатые механизмы.....	135
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	143