

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра машиноведения, механики и инженерной графики**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**

**Б1.В.05**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Машины и оборудование лесного комплекса**

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	5
4.3 Практические занятия.....	7
4.4. Контрольные мероприятия: курсовой проект .....	8
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>11</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>11</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>12</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>13</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ .....	13
9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта .....	19
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>21</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>22</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>23</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>28</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>29</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>30</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому и производственно-технологическому видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Анализ и синтез типовых механизмов и их систем.

## Задачи дисциплины

-проектирование новых механизмов по заданным кинематическим и динамическим условиям (синтез механизмов);

-исследование существующих механизмов (анализ механизмов) с целью их усовершенствования и улучшения их эксплуатационных качеств, а также для получения данных для прочностных и технологических расчетов;

-разработка общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем;

-содействовать средствами данной дисциплины развитию личностных качеств, определяемых общими целями обучения и воспитания, изложенными в ООП (общей образовательной программе);

-привить навыки самообразования и самосовершенствования.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию, функциональные возможности и области применения основных видов механизмов;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, используемые в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса, при наличии их чертежа или доступного для разборки образца;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчёта несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</li> </ul>
ПК-5	способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оценивать основные качественные характеристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами проектирования машин и оборудования лесного комплекса, в том числе, с использованием трехмерных моделей.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.05 Теория механизмов и машин относится к базовой части.

Дисциплина теория механизмов и машин базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: инженерная графика, теоретическая механика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, теория механизмов и машин представляет основу для изучения дисциплин: основы проектирования; конструкция машин и оборудования лесного комплекса; гидрооборудование лесных машин; роботы и манипуляторы в лесном комплексе.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовой проект	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	3	72	34	17	-	17	38	КП	Зачёт
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	34	8	34
Лекции (Лк)	17	4	17
Практические занятия (ПЗ)	17	4	17
Курсовой проект	+	-	+

Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	38		38
Подготовка к практическим занятиям	8	-	8
Выполнение курсового проекта	20	-	20
Подготовка к зачёту	10		10
<b>III. Промежуточная аттестация</b> зачет	+	-	-
Общая трудоемкость дисциплины час.	72		72
зач. ед.	2	-	2

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	6	7
<b>1.</b>	<b>Механизмы с низшими кинематическими парами</b>	<b>44</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>20</b>
1.1.	Механизмы и машины. Структурный анализ механизмов	10	4	2	4
1.2.	Кинематический анализ	16	2	6	8
1.3.	Динамика. Кинетостатический анализ.	18	4	6	8
<b>2.</b>	<b>Механизмы с высшими кинематическими парами</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
2.1.	Зубчатые механизмы.	14	4	-	10
2.2.	Синтез зубчатых механизмов	14	3	3	8
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>38</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	<b>1. Механизмы с низшими кинематическими парами</b>		

1.1	Механизмы и машины. Структурный анализ механизмов	Тема 1. Машины. Виды машин. Механизмы и их виды. Типовые механизмы. Передаточное отношение. Передаточная функция. Коэффициент полезного действия. Тема 2. Элементы механизмов. Звенья. Виды звеньев. Кинематические пары и их виды. Кинематические цепи. Виды кинематических цепей. Структура механизмов и ее дефекты. Структурная схема. Механизмы с низшими кинематическими парами. Рычажные механизмы и их виды.	(2 час.) Лекция- презентация
1.2	Кинематический анализ механизмов	Тема 3. Цель и задачи кинематического анализа механизмов. Аналитические, графические и графоаналитические методы. План положений механизма. Крайние (граничные) положения. Метод кинематических диаграмм. Тема 4. Метод кинематических планов. План скоростей и его свойства. План ускорений и его свойства. Теорема подобия. Частные случаи кинематического анализа типовых рычажных механизмов.	(2 час.) лекция - презентация
1.3	Динамика. Кинетостатический анализ механизмов.	Тема 5. Цель и задачи динамики. Динамические параметры. Основные понятия динамики: работа, энергия, мощность. Силовые факторы и их виды. Внешние силовые факторы. Внутренние силовые факторы. Теоретические силовые факторы. Теоретические силовые факторы для частных случаев движения звеньев. Динамические модели и их параметры. Тема 6. Силовой анализ плоских механизмов. Методы силового анализа. Определение числа неизвестных при силовом анализе. Кинетостатический анализ структурных групп 2-го класса. Кинетостатический анализ первичного механизма. Теорема И. Е. Жуковского	-
2	<b>Механизмы с высшими кинематическими парами.</b>		
		Тема 7. Назначение и область применения зубчатых механизмов. Редукторы и мультипликаторы. Особенности структуры простых и сложных зубчатых механизмов. Виды простых зубчатых механизмов. Прямозубые, косозубые и шевронные простые зубчатые механизмы. Звенья простых зубчатых механизмов: зубчатое колесо и шестерня.	-

2.1	Зубчатые механизмы.	<p>Тема 8. Пространственные механизмы с высшей кинематической парой: конические и червячные механизмы. Виды передаточных отношений. Структурный и кинематический анализы пространственных механизмов с высшей кинематической парой.</p> <p>Тема 9. Плоские механизмы с зацеплением: цевочные, цилиндрические, торцевые, речные. Структурный и кинематический анализ плоских зубчатых механизмов. Виды зацепления. Эвольвента окружности и ее свойства. Эвольвентное зацепление и его свойства. Геометрические параметры эвольвентных зубчатых колес.</p> <p>Тема 10. Методы получения формообразующей поверхности профилей зубьев. Исходный контур и исходный производящий контур. Виды зубчатых колес. Интерференция зубчатых колес. Коррегирование (модифицирование) зубчатых колес. Блокирующий контур. Качественные показатели зубчатых механизмов: коэффициент полезного действия, коэффициент перекрытия, коэффициент формы зуба, коэффициент удельного давления, коэффициент удельного скольжения.</p>	-
2.2	Синтез зубчатых механизмов	<p>Тема 11. Синтез зубчатых механизмов. Цель, задачи, этапы и условия синтеза зубчатых механизмов. Синтез простых зубчатых механизмов. Синтез сложных зубчатых механизмов с неподвижными и подвижными геометрическими осями.</p> <p>Тема 12. Условия синтеза планетарных механизмов. Синтез однорядных планетарных механизмов. Метод сомножителей. Оптимизация при синтезе зубчатых механизмов.</p>	-

#### 4.3. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Структурный анализ механизмов: кривошипно-ползунного; шарнирного; кулисного; качающегося транспортера.	4	-
2	1.	Кинематический анализ плоского рычажного механизма: построение плана механизма; построение плана скоростей;	5	-

		построение плана ускорений.		
3	1.	Силовой анализ плоских рычажных механизмов: кривошипно-ползунного; шарнирного; кулисного; качающегося транспортера.	5	-
4	2.	Вычерчивание зубьев эвольвентного профиля методом обкатки	3	4 час. Дискуссия «Корректирование зубчатых колес»
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>4</b>

#### 4.4. Контрольные мероприятия: курсовой проект

Цель: закрепить и углубить знания студентов по основным разделам курса, содействовать развитию навыков комплексного исследования и проектирования механизмов и машин, а также научить пользоваться соответствующей научно-технической литературой.

Основная тематика: анализ и синтез рычажных и зубчатых механизмов.

Задания:

№ 1 «Лесопильная рама» - 10 вариантов;

№ 2 «Механическая ножовка» - 10 вариантов;

№ 3 «Двухтактный двигатель» - 10 вариантов.

Рекомендуемый объем: расчетно-пояснительная записка (35-40 листов) и графическая часть. Графическая часть состоит из двух листов формата А1. Расчетно-пояснительную записку выполняют на листах формата А4.

Лист 1: «Кинематический и силовой анализ рычажного механизма».

Лист 2: «Синтез эвольвентного зацепления».

Выдача задания, прием КП проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки курсового проекта
отлично	Курсовой проект выполнен в полном объеме в установленный срок и на высоком уровне. При написании проекта продемонстрировано умение правильно применять методы исследования, способность осуществлять необходимые расчеты и грамотное изложение их в отчетной документации; Графическое оформление проекта выполнено на высоком качественном уровне с соблюдением всех требований ЕСКД, СТО 4.2-07-2008 (ГОСТ 2.703-68 «Правила выполнения кинематических схем»). При защите студент успешно отвечает более чем на 80% заданных вопросов.
хорошо	Студент выполнил курсовой проект с незначительными замечаниями, с несущественными погрешностями в качестве графического исполнения. Отставание от сроков не более чем на одну неделю, при условии окончательной сдачи (без защиты) на 15 неделе; был менее самостоятелен и инициативен. При защите студент успешно отвечает более чем на 60% заданных вопросов.
удовлетворительно	Студент допускал просчеты и ошибки в работе. Выполнение графической части проекта на минимально допустимом по качеству уровне. Невыполнение промежуточных сроков, при условии окончательной сдачи (без защиты) на 18 неделе; при защите студент успешно отвечает более чем на 50% заданных вопросов
неудовлетворительно	Студент не выполнил курсовой проект, либо выполнил с грубыми нарушениями требований.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование</i> <i>разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во</i> <i>часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ</i> <i>комп.</i>	<i>тср, час</i>	<i>Вид</i> <i>учебной ра-</i> <i>боты</i>	<i>Оценка</i> <i>результатов</i>
		<i>ОК</i>	<i>ПК</i>				
		<b>7</b>	<b>5</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1. Механизмы с низшими кинематическими парами	44	+	+	2	22	Лк, ПЗ, СРС	Тесты, зачёт, КП
2. Механизмы с высшими кинематическими парами	28	+	+	2	14	Лк, ПЗ, СРС	Тесты, зачёт КП
<b>всего часов</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>36</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Синтез эвольвентного зацепления: методические указания к курсовому проекту / В.В. Шипилов, А.Б. Исько. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. – 48 с.
2. Ермаков А.И. Теория машин и механизмов: Лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. 71 с.
3. Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : практикум / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз./ чел.)</i>
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Теория механизмов и машин : учебное пособие / М. З. Коловский, А. Н. Евграфов [и др.]. - 3-е изд., испр. - М. : Академия, 2006. - 560 с.	Лк	35	1
2.	Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин : учеб. пособие для вузов / С. А. Попов, Г. А. Тимофеев ; Под ред. К. В. Фролова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 458 с.	КП	300	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Чмиль, В. П. Теория механизмов и машин : учебно-методическое пособие / В. П. Чмиль. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 288 с.	КП, ЛР	11	0,5
4.	Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К. и др. Теория механизмов и машин. М., 2004.-664с.	Лк	10	0,5
5.	Белоконев, И. М. Теория механизмов и машин. Конспект лекций : учеб. пособие для вузов / И. М. Белоконев, С. А. Балан, К. И. Белоконев. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Дрофа, 2004. - 172 с.	Лк	5	0,25
6.	Иванков, Р. П. Теория механизмов и машин : учеб. пособие для вузов / Р. П. Иванков. - М. : МГУЛ, 2001. - 192 с.	КП	15	0,7
7.	Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М., 1988 .- 639с	Лк	253	1
8.	Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин. М., 1985.	Лк, КП	38	1
9.	Коренько А.С. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. М., 1975. - 330с.: ил.	Лк, КП	6	0,3
10.	Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин. М., 1970. - 592с.: ил.	Лк, КП	12	0,6
11.	Артоболевский И.И., Эдельштейн В.В. Сборник задач по ТММ., М., 1973. - 256с.: ил.	Лк	8	0,4

12.	<a href="http://web.archive.org/web/20130512160919/http://users.kpi.kharkov.ua/tmm-sapr/zaocniki/books/Konspekt_lekcij_zaoch.pdf">http://web.archive.org/web/20130512160919/http://users.kpi.kharkov.ua/tmm-sapr/zaocniki/books/Konspekt_lekcij_zaoch.pdf</a>	Лк	1	1
13.	<a href="http://shador.ru/Timofeev.pdf">http://shador.ru/Timofeev.pdf</a>	Лк	1	1
14.	Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.	Лк	1	1
15.	Синтез эволюентного зацепления: методические указания к курсовому проекту / В.В. Шипилов, А.Б. Исько. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. – 48 с.	КП	149	1
16.	Ермаков А.И. Теория машин и механизмов: Лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. 71 с.	ЛР, ПЗ	185	1
17.	Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : практикум / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.	ПЗ	1	1

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru>
2. Электронно-библиотечная система «Издательства Лань»<http://e.landbook.com>
3. Научная электронная библиотека [www.elibrary](http://www.elibrary.ru)
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>
5. <http://www.teormach.ru/> электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения
6. <http://www.twirpx.com/> электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения.
7. <http://tmm.spbstu.ru/journal.html> - электронный журнал по теории механизмов и машин
8. <http://tmm.spbstu.ru/>
9. <http://kmoddl.library.cornell.edu/model.php?cat=S>

Базы данных:

1. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>
2. Справочно-правовая система «Консультант плюс».

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Требования к оформлению отчетов по выполнению практических работ**

Выполненные практические работы оформляются в виде отчета на листах белой бумаги форматом А4 и включает следующие разделы: титульный лист, задание, решение требуемых заданий и пояснения к ним, содержащие необходимые уравнения, выводы соответствующих зависимостей, теоремы и расчеты, сопровождаемые требуемыми графическими иллюстрациями, рисунками и чертежами. В конце отчета практической работы приводится список литературных источников, использованных студентом при ее выполнении, в том числе дается библиография методических указаний и пособий. При написании текста отчета используются чернила синего или черного цвета, при оформлении графического материала – простые карандаши и чертежные принадлежности. Использование цветных карандашей и фломастеров не допускается. Оформление как тестовой части отчета, так и требуемых графических построений выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД и СТО 4.2-07-2008. При оформлении отчетов практических работ допускается полное или частичное использование ПЭВМ. Использование ПЭВМ не является основанием для нарушения или несоблюдения требований и положений ЕСКД и СТО 4.2-07-2008.

Отчеты практических работ, оформленные небрежно и без соблюдения предъявляемых к ним требований, не рассматриваются и не засчитываются. Отчеты, оформленные не в соответствии с требованиями ЕСКД и СТО 4.2-07-2008, не проверяются и возвращаются студенту для переоформления. Выполненные и соответственно оформленные отчеты практических работ должны быть представлены преподавателю для проверки. Проверка правильности выполнения практических работ и оформления отчета осуществляется в течение семестра на аудиторных занятиях или консультациях, проводимых в соответствии с расписанием работы преподавателя.

### **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ**

#### **Практическое занятие №1**

Структурный анализ рычажных механизмов: кривошипно-ползунного; шарнирного; кулисного; качающегося транспортера.

#### **Цель работы:**

Ознакомиться с разновидностями элементов структуры и этапами синтеза основных видов механизмов и машин, а также научиться выполнять структурный анализ рычажных механизмов

#### **Задание:**

1. Выполнить структурный анализ: кривошипно-ползунного механизма; шарнирного механизма; кулисного механизма; качающегося транспортера.

#### **Порядок выполнения заданий:**

1. Начертить структурную схему рычажного механизма.
2. Начиная с ведущего звена, пронумеровать по порядку арабскими цифрами звенья, а буквами латинского алфавита обозначить все подвижные соединения, содержащиеся в структуре механизма.
3. Определить число подвижных звеньев, а также число, название, класс, подвижность, вид контакта и замыкания всех кинематических пар (в том числе разнесенных), результат представить в виде таблицы.
4. Определить число и вид кинематических цепей.
5. Выявить количество элементов стойки (число присоединений подвижных звеньев к стойке).

6. Выбрав соответствующую структурную формулу, определить подвижность (число или степень подвижности) механизма.
7. Считая выходное звено неподвижным, определить маневренность механизма.
8. Провести проверку полученных результатов.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить последовательность выполнения структурного анализа рычажных механизмов. [3](С. 3-15);
2. Выполнить структурный анализ рычажного механизма. [3] Схемы 1-30 (С.16-19).

#### Основная литература

1. Теория механизмов и машин : учебное пособие / М. З. Коловский, А. Н. Евграфов [и др.]. - 3-е изд., испр. - М. : Академия, 2006. - 560 с.

#### Дополнительная литература

2. Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
3. Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : практикум / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое техническая система и какие составляющие элементы технической системы вы знаете?
2. Дайте определение понятия «модель» технической системы. Какими критериями руководствуются при составлении моделей?
3. Что такое машина и какие виды машин вам известны?
4. Поясните принцип образования основных видов технических систем: привод, машинный агрегат и машина-автомат. Дайте определения этих понятий.
5. Что такое механизм и какие виды механизмов вы знаете?
6. Дайте определение понятия «звено». Какие виды звеньев механизмов вам известны?
7. Что такое кинематическая пара и какие виды кинематических пар вы знаете?
8. Поясните отличия, а также достоинства и недостатки высших и низших кинематических пар.
9. Что такое кинематическая цепь и какие виды кинематических цепей вам известны?
10. Дайте определения понятий «типовой» и «идеальный» механизмы.
11. Что такое структура механизма и какие дефекты структуры механизмов вы знаете?
12. Дайте определение понятия «подвижность» механизма. Какие основные структурные формулы используются для ее определения?
13. Поясните состав структуры механизмов по Ассуру и дайте определения понятий «структурная группа» и «первичный механизм».
14. Как определяются класс, вид и порядок структурной группы?
15. Какие задачи решаются при выполнении структурного анализа плоских рычажных механизмов?
16. Как определяется подвижность пространственных рычажных механизмов?
17. Как определяется маневренность пространственных рычажных механизмов?
18. Поясните отличия этапов синтеза механизмов.
19. Как выполняется структурный синтез рычажных механизмов?
20. Как выполняется метрический синтез рычажных механизмов?
21. Охарактеризуйте качественные показатели рычажных механизмов.
22. Поясните отличия понятий «масштаб» и «масштабный коэффициент».
23. Дайте определения понятий «структурная» и «кинематическая схема» и поясните их отличия.

## Практическое занятие №2

Кинематический анализ плоского рычажного механизма.

### Цель работы:

Изучить методы кинематического анализа, а также научиться выполнять кинематический анализ плоских рычажных механизмов, используя графоаналитические методы.

Задание 1: Построить план положений механизма.

### Порядок выполнения:

1. Проанализировать структурную схему плоского рычажного механизма для выявления взаимодействия его звеньев.
2. Выбрать масштабный коэффициент длин.
3. Перевести все заданные геометрические параметры механизма, имеющие размерность длин (м), в масштабный коэффициент.
4. По полученным значениям в выбранном масштабном коэффициенте определить крайние (граничные) положения выходного(ых) звена(ьев).
5. Построить кинематические схемы механизма для обоих крайних (граничных) положений выходного(ых) звена(ьев).
6. Считая одно из крайних положений начальным, построить план положений механизма для заданного количества положений ведущего (входного) звена.
7. Определить коэффициент неравномерности средней скорости и ход механизма.
8. Выявить положения ведущего звена механизма, в которых угол давления принимает максимальные и минимальные значения.

Задание 2: Построить план скоростей механизма.

### Порядок выполнения:

1. Проанализировать кинематическую схему плоского рычажного механизма.
2. Определить характерные точки механизма.
3. Выявить траектории движения всех характерных точек механизма.
4. Составить векторные уравнения, описывающие распределение скоростей между характерными точками механизма.
5. Выбрать масштабный коэффициент скоростей.
6. Решая векторные уравнения, построить план скоростей для заданного положения ведущего (входного) звена.
7. Определить значения скоростей характерных точек, а также величины и направления действия угловых скоростей всех звеньев механизма для заданного положения ведущего (входного) звена.

Задание 3: Построить план ускорений механизма.

### Порядок выполнения:

1. Проанализировать кинематическую схему плоского рычажного механизма.
2. Составить векторные уравнения, описывающие распределение ускорений между характерными точками механизма.
3. Выбрать масштабный коэффициент ускорений.
4. Решая векторные уравнения, построить план ускорений для заданного положения ведущего (входного) звена.
5. Определить значения ускорений характерных точек, а также величины и направления действия угловых ускорений всех звеньев механизма для заданного положения ведущего (входного) звена.

Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить последовательность выполнения кинематического анализа рычажных механизмов. [3](С. 41-69);
2. Выполнить кинематический анализ рычажного механизма. [3] Задачи 3.6, 3.7 (С.69-70).

#### Основная литература

1. Теория механизмов и машин : учебное пособие / М. З. Коловский, А. Н. Евграфов [и др.]. - 3-е изд., испр. - М. : Академия, 2006. - 560 с.

#### Дополнительная литература

2. Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

3. Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : практикум / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите цели и задачи кинематического анализа плоских рычажных механизмов.
2. Какие методы кинематического анализа механизмов вы знаете?
3. Поясните отличия графоаналитических методов кинематического анализа плоских рычажных механизмов.
4. Дайте определение понятия «план положений механизма» и поясните принцип его построения.
5. Как рассчитывается значение масштабного коэффициента плана положений механизма?
6. Какие положения выходного(ых) звена(ьев) называются «крайними» (граничными) положениями и как их определить?
7. Дайте определение понятий «коэффициент неравномерности средней скорости» и «ход механизма». Как определить их значения?
8. Поясните суть метода кинематических диаграмм.
9. Как определить значения масштабных коэффициентов осей времени, пути, аналогов скорости и ускорения?
10. Поясните суть и отличия графического дифференцирования и графического интегрирования.
11. Поясните суть метода кинематических планов.
12. Как построить план скоростей?
13. Как построить план ускорений?
14. Поясните принцип определения значений и направлений действия угловых скоростей звеньев механизма.
15. Поясните принцип определения значений и направлений действия угловых ускорений звеньев механизма.
16. Дайте формулировку теоремы подобия и поясните область ее применения.
17. В чем заключаются отличия метода кинематических диаграмм и метода планов?

#### **Практическое занятие №3**

Силовой анализ плоских рычажных механизмов: кривошипно-ползунного; шарнирного; кулисного; качающегося транспортера.

#### Цель работы:

Изучить методы силового анализа, а также научиться выполнять силовой анализ плоских рычажных механизмов.

Задание: Выполнить силовой расчет плоских рычажных механизмов. Изобразить в масштабе схемы структурных групп и показать силы, действующие на звенья групп со стороны отброшенных звеньев. Построить в масштабе план сил, действующих на группы. Определить реакции во всех кинематических парах.

### Порядок выполнения:

1. Проанализировать кинематическую схему плоского рычажного механизма.
2. Определить значения и направления внешних и теоретических силовых факторов, действующих на звенья механизма, т. е. сил тяжести, сил инерции и моментов пар сил инерции.
3. Составить расчетную модель (схему), установив для механизма квазистатическое равновесие.
4. Построить план сил для каждой структурной группы.
5. Построить повернутый план скоростей.
6. Используя теорему В. И. Жуковского, определить значение уравнивающей силы.
7. Рассчитать величину уравнивающего момента пары сил.

### Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить последовательность выполнения силового анализа рычажных механизмов. [3] (С. 71-77);
2. Выполнить силовой анализ рычажного механизма. [3] Задачи 4.5-4.7 (С.77-79).

#### Основная литература

1. Теория механизмов и машин : учебное пособие / М. З. Коловский, А. Н. Евграфов [и др.]. - 3-е изд., испр. - М. : Академия, 2006. - 560 с.

#### Дополнительная литература

2. Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
3. Теория механизмов и машин. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : практикум / П. Н. Сильченко, М. А. Мерко, М. В. Меснянкин и др. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Поясните цели и задачи, решаемые в разделе «Динамика». Какие основные динамические параметры механизмов вы знаете?
2. Какие виды анализа механизмов раздела «Динамика» вам известны?
3. Дайте определения понятия «динамическая модель». Какие методы обеспечения эквивалентности динамических моделей механизмов вы знаете?
4. Поясните принцип построения динамической модели, пригодной для выполнения силового анализа.
5. Дайте определения понятий «уравнивающая сила» и «уравнивающий момент пары сил».
6. Какие параметры динамической модели, пригодной для выполнения силового анализа, вам известны?
7. Приведите классификацию силовых факторов, действующих на звенья механизмов.
8. Дайте определения внешних силовых факторов, действующих на звенья механизмов, и поясните, как определить их значения.
9. Дайте определения внутренних силовых факторов и поясните, как определить их значения и направления действия.
10. Дайте определения теоретических силовых факторов и поясните, как определить их значения и направления действия.
11. Поясните формулировку принципа Даламбера и область его использования.
12. Дайте определение теоремы И. Е. Жуковского и поясните область ее применения.
13. Какие режимы движения технической системы вы знаете?

## Практическое занятие №4

### **Вычерчивание зубьев эвольвентного профиля методом обкатки**

Цель работы: изучение изготовления зубчатых колес методом обкатки.

Задание:

При выполнении практического задания на одном приборе выполняется два варианта, которые отличаются друг от друга количеством зубьев  $z$  и величина коэффициента смещения  $x$ .  
Номер прибора и варианта каждому студенту выдает преподаватель.

Порядок выполнения:

1. Ознакомление с устройством и принципом действия прибора.
2. Вычислить по формулам, приведенным в теоретической части, следующие параметры колеса: а) коэффициент смещения; б) радиусы делительной и основной окружностей; в) радиусы впадин и вершин зубьев, при различных смещениях; г) толщину зубьев по делительной окружности с заданными смещениями.
3. Нанести на заготовку делительную и основную окружность. Разделить бумажную заготовку на три равных сектора и нанести в каждый сектор окружности вершин и впадин с учетом величин смещений.
4. Оформленная заготовка показывается преподавателю, только после проверки, заготовка накладывается на диск 1, прижимается крышкой 9 и винтом 10.
5. Вычерчивание зубьев начинают с нулевого смещения рейки ( $xm = 0$ ). Вычерчивание выполняется следующим образом:
  - а) установить рейку 3 так, чтобы ее делительная линия касалась делительной окружности;
  - б) винтами 8 закрепить рейки в этом положении;
  - в) переместить рейку в крайнее левое положение;
  - г) повернуть диск 1 так, чтобы начало первого сектора заготовки совпало с правым зубом рейки. Для этого нужно повернуть ручку 6, что бы ослабило натяжение струны 5. После поворота струну необходимо натянуть;
  - д) делается проверка правильной установки рейки (может быть перекося рейки), для этого рейку с левого положения перемещают в правое, и проверяют, чтобы вершины зубьев рейки касались окружности впадин на заготовке.  
Рейку возвращают в крайнее левое положение.
6. Остро оточенным карандашом на заготовке прочерчивается контур зубьев рейки, для чего карандашом обводят зубья рейки, стараясь возможно ближе поставить острие карандаша к границам зубьев. После обведения зубьев, рейку передвигают вправо на 3 – 4 мм, а вместе с ней поворачивается заготовка вправо, и вновь очерчивают контур зубьев рейки. Так продолжают до тех пор, пока рейка 3 не придет в крайнее правое положение, а на заготовке получим 2 – 3 очерченных зуба колеса.
7. При вычерчивании зубьев со смещением необходимо отодвинуть рейку 3 от делительной окружности на величину  $xm$ , отмеряя величину сдвига по шкале 7 или по нормали между делительной линией рейки и делительной окружностью заготовки. Закрепляют рейку винтами 8 и переводят ее в крайнее левое положение. Для получения зубьев колеса со смещением, равным  $-2xm$  необходимо рейку соответственно отодвинуть на величину  $-xm$  (в итоге получается смещение равное  $-2xm$ ) и вычертить в третьем секторе 2-3 зуба по методу, указанному в п.6 (рис 2.5).
9. Снять с установки заготовку и показать его преподавателю.
10. В данной работе требуется измерить толщину зубьев по окружности вершин при различных смещениях.

Форма отчетности:

Выполненная практическая работа оформляется в виде отчета. В отчете приводятся результаты расчетов по приведенным формулам. Результаты расчетов и измерений заносятся в

таблицу. К отчету прилагают три бумажные заготовки с вычерченными профилями зубьев при различных смещениях.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. В ходе подготовки к практическому занятию необходимо познакомиться с основными теоретическими положениями изготовления зубчатых колес [2] (С.23-26);
2. Из теоретической части необходимо изучить описание прибора [2] (С.28-29);
3. Подготовиться к практическому занятию по контрольным вопросам [2] (С.36).

#### Основная литература

1. Теория механизмов и машин : учебное пособие / М. З. Коловский, А. Н. Евграфов [и др.]. - 3-е изд., испр. - М. : Академия, 2006. - 560 с.

#### Дополнительная литература

2. Ермаков А.И. Теория машин и механизмов: Лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2013. 71 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Объясните назначение делительной и основной окружности.
2. Как определить радиусы делительной и основной окружностей?
3. Объясните, почему появляется подрез ножки зуба при изготовлении колес методом обкатки?
4. Назовите, какие геометрические параметры колеса изменяются при изготовлении колес со смещением?
5. Объясните, как установить инструментальную рейку при изготовлении колес с нулевым, положительным и отрицательным?

## **9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта**

Курсовой проект по дисциплине «Теория механизмов и машин» состоит из аналитической и графической части. Аналитическая часть курсового проекта представляет собой расчетно-пояснительную записку (РПЗ), которая выполняется на стандартных листах писчей бумаги формата А4 и оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД предъявляемыми к текстовым документам. Разделы пояснительной записки должны содержать не только решение требуемых заданий, но и пояснения к ним, т. е. необходимые уравнения, выводы соответствующих зависимостей, теоремы и расчеты, сопровождаемые графическими иллюстрациями или рисунками. В конце пояснительной записки приводится библиографический список литературных источников, использованных студентом при выполнении курсового проекта, в том числе дается библиография методических указаний и пособий.

Графическая часть курсового проекта выполняется на чертежной бумаге формата А1. Масштабные коэффициенты выбираются в зависимости от габаритных размеров изображаемой модели или расчетных схем.

Общими требованиями к содержанию расчетно-пояснительной записки курсового проекта являются: краткость и логическая последовательность изложения материала; точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования; наличие расчетных схем, эскизов, графиков; обоснование выбора материалов, расчетных коэффициентов и допускаемых напряжений со ссылкой на литературный источник.

Аналитическая часть представляется в виде пояснительной записки (не менее 35–40 с. формата А4) и состоит из следующих разделов:

Задание.

Содержание.

1. Структурный анализ плоского рычажного механизма.
2. Метрический синтез кинематической схемы плоского рычажного механизма. Масштабный коэффициент. План положения механизма.

3. Кинематический анализ плоского рычажного механизма. Векторные уравнения, таблицы линейных и угловых скоростей звеньев механизма.

4. Кинетостатический (силовой) анализ плоского рычажного механизма. Синтез динамической модели: определение сил и моментов пар сил инерции, силовой анализ структурных групп. Определение уравновешивающей силы с помощью теоремы И. Е. Жуковского. Определение величины уравновешивающего момента пары сил.

5. Структурный анализ простого зубчатого механизма. Определение геометрических параметров и синтез эвольвентного зацепления зубчатого механизма.

Графическая часть состоит из двух листов формата А1:

Лист 1 формата А1 Кинематический и кинетостатический (силовой) анализ плоского рычажного механизма.

Лист 2 формата А1 Анализ и синтез механизмов с высшими кинематическими парами.

Графический материал подшивается к пояснительной записке после списка используемых литературных источников.

Выполнение разделов курсового проекта осуществляется в следующей последовательности.

Описание задания для комплексного анализа машинного агрегата.

Приводится описание составляющих машин и механизмов технической системы, а также кратко описывается принцип их работы и взаимодействия друг с другом. Задание оформляется на листах белой бумаги формата А4, содержащих соответствующую рамку (приложение), и входит в состав пояснительной записки.

*Раздел 1. Структурный анализ плоского рычажного механизма.*

- 1) вычертить структурную схему механизма;
- 2) определить число, вид совершаемого движения и количество вершин подвижных звеньев, а также выявить число, название, класс, подвижность, вид контакта и замыкания всех кинематических пар, в том числе разнесенных, результат представить в виде таблиц;
- 3) определить число и вид кинематической цепи, выявить количество элементов стойки (число присоединений подвижных звеньев к стойке);
- 4) выбрав соответствующую структурную формулу, определить подвижность (число или степень подвижности) механизма;
- 5) выявить число, класс, вид и порядок структурных групп звеньев, а также число и подвижность первичных механизмов (групп начальных звеньев);
- 6) записать формулу состава структуры и определить класс механизма;
- 7) провести проверку полученных результатов.

*Раздел 2. Синтез кинематической схемы плоского рычажного механизма.*

- 1) выбрать масштабный коэффициент длин;
- 2) перевести все заданные геометрические параметры механизма, имеющие размерность длин, м, в масштабный коэффициент;
- 3) по полученным значениям в выбранном масштабном коэффициенте определить крайние (граничные) положения выходного(ых) звена(ьев);
- 4) считая одно из крайних положений начальным, построить план положений плоского рычажного механизма для девяти положений ведущего (входного) звена;

*Раздел 3. Кинематический анализ плоского рычажного механизма.*

- 1) определить характерные точки механизма;
- 2) выявить траектории движения всех характерных точек механизма;
- 3) составить векторные уравнения, характеризующие распределение скоростей между характерными точками механизма;
- 4) выбрать масштабный коэффициент скоростей;
- 5) решая векторные уравнения, построить план скоростей для заданного положения ведущего (входного) звена;
- 6) определить значения скоростей характерных точек, а также величины и направления действия угловых скоростей всех звеньев механизма для заданного положения ведущего (входного) звена;
- 7) составить векторные уравнения, характеризующие распределение ускорений между характерными точками механизма;

- 8) выбрать масштабный коэффициент ускорений;
- 9) решая векторные уравнения, построить план ускорений для заданного положения ведущего (входного) звена;
- 10) определить значения ускорений характерных точек, а также величины и направления действия угловых ускорений всех звеньев механизма для заданного положения ведущего (входного) звена;
- 11) выявить значения углов положения ведущего (входного) звена, при которых скорость и ускорение характерной точки выходного звена достигает минимума и максимума.

*Раздел 4. Кинестатический (силовой) анализ плоского рычажного механизма.*

- 1) согласно составу структуры плоского рычажного механизма вычертить в масштабном коэффициенте длин структурные группы звеньев и первичный механизм для заданного положения ведущего звена;
- 2) приложить к звеньям структурных групп и первичного механизма вектора сил и моменты пар сил, сохраняя их направление и линии действия согласно расчетной модели (схемы) механизма;
- 3) для структурных групп и первичного механизма установить состояния силового равновесия, приложив к соответствующим характерным точкам необходимые виды реакции связей кинематических пар;
- 4) составить уравнения равновесия структурных групп и первичного механизма;
- 5) определить степень неопределимости структурных групп и первичного механизма, выявив количество неизвестных силовых факторов;
- 6) раскрыть неопределимость структурных групп и первичного механизма;
- 7) построить планы сил для каждой структурной группы и первичного механизма;
- 8) выполнить расчет значений реакций связей кинематических пар;
- 9) определить значения уравновешивающей силы и уравновешивающего момента пары сил.

*Силовой анализ плоского рычажного механизма с использованием теоремы В. Н. Жуковского:*

- 1) построить повернутый план скоростей;
- 2) используя теорему В. Н. Жуковского, перенести все силовые факторы с расчетной модели (схемы) в одноименные точки повернутого плана скоростей;
- 3) определить значение силового управляющего воздействия;
- 4) определить погрешность результатов расчетов, полученных по обоим выполненным видам силового анализа.

*Раздел 5. Синтез эвольвентного зацепления простого зубчатого механизма:*

- 1) по блокирующему контуру и исходным параметрам определить относительные коэффициенты смещения шестерни и колеса;
- 2) рассчитать по соответствующим формулам геометрические параметры зубчатых колёс;
- 3) выбрать масштабный коэффициент длин для построения эвольвентного зацепления и перевести все геометрические параметры зубчатых колёс в миллиметры с помощью данного коэффициента;
- 4) построить эвольвентное зацепление.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **1. Обязательное ПО для всех программ дисциплин и практик:**

1. Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7.
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level.
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
4. Adobe Reader.

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ  
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ № Лк</i>
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Лк	Лекционный кабинет	Компьютер, Интерактивная доска	№ 1- № 8
ПЗ	Лаборатория теории машин и механизмов (ПЗ)	Макеты рычажных механизмов: ТММ-03-М, ТММ03-11М, ТММ03-6М, ТММ03-4М, ТММ03-3М, ТММ03-10М, ТММ03-12М, ТММ03-7М, ТММ03-5М, ТММ03-8М, ТММ03-9М; приборы для вычерчивания зубьев зубчатых колес методом обкатки. (ТММ -42) , учебная мебель	№ 1- №4
СР	Читальный зал №1	Оборудование 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D, учебная мебель	-
КП	Читальный зал №1	Оборудование 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D, учебная мебель	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
<b>ОК-7</b>	способность к самоорганизации и самообразованию	<b>1.Механизмы с низшими кинематическими парами</b>	<b>1.1. Механизмы и машины. Структурный анализ механизмов.</b>	Вопросы к зачёту Тесты
		<b>2. Механизмы с высшими кинематическими парами.</b>	<b>2.2. Синтез механизмов.</b>	
<b>ПК-5</b>	способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<b>1.Механизмы с низшими кинематическими парами</b>	<b>1.2. Кинематический анализ.</b>	Вопросы к зачёту Тесты
			<b>1.3. Динамика. Кинетостатический анализ.</b>	
		<b>2. Механизмы с высшими кинематическими парами.</b>	<b>2.1. Зубчатые механизмы.</b>	

**2. Вопросы к зачёту**

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	<b>ОК-7</b>	способность к самоорганизации и самообразованию	<b>1.Машины. Виды машин. Примеры.</b> <b>2.Механизмы. Классификация механизмов. Примеры.</b> <b>3.Звенья механизмов. Виды звеньев механизмов. Примеры.</b> <b>4.Кинематические пары. Классификация кинематических пар. Высшие и низшие</b>	<b>1. Механизмы с высшими кинематическими парами</b>

			<p>кинематические пары. Их достоинства и недостатки.</p> <p><b>5.</b>Кинематические цепи. Виды кинематических цепей. Примеры.</p> <p><b>6.</b>Структура механизмов. Дефекты структуры механизмов.</p> <p><b>7.</b>Подвижность механизмов. Основные структурные формулы. Пример определения подвижности.</p> <p><b>8.</b>Состав структуры механизмов по Ассуру. Структурные группы и первичные механизмы. Примеры.</p> <p><b>9.</b>Структурные группы звеньев 2-го класса. Вид и порядок. Примеры.</p> <p><b>10.</b>Структурный анализ плоских рычажных механизмов. Пример.</p> <p><b>11.</b>Методы синтеза. Масштаб и масштабный коэффициент.</p>	
2.	<b>ПК-5</b>	<p>способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования</p>	<p><b>12.</b> Кинематический анализ. Цель, задачи и методы. Планы положения.</p> <p><b>13.</b>Метод планов. План скоростей. Теорема подобия. Угловые скорости звеньев. Пример.</p> <p><b>14.</b>Метод планов. План ускорений. Теорема подобия. Угловые ускорения звеньев. Пример.</p> <p><b>15.</b>Динамика механизмов. Цель, задачи и виды анализа. Основные динамические параметры механизмов.</p> <p><b>16.</b>Классификация силовых факторов, действующих на звенья механизмов.</p> <p><b>17.</b>Внешние силовые факторы, действующие на звенья механизмов. Примеры.</p> <p><b>18.</b>Внутренние силовые факторы, действующие на звенья механизмов. Примеры.</p> <p><b>19.</b>Теоретические силовые факторы, действующие на звенья механизмов. Примеры.</p> <p><b>20.</b>Силовой анализ плоских механизмов. Методы силового анализа.</p> <p><b>21.</b>Теорема И. Е. Жуковского.</p>	<b>1.</b> Механизмы с низшими кинематическими парами

			Пример.	
3.	<b>ПК-5</b>	способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p><b>1.</b>Зубчатые механизмы. Простые зубчатые механизмы. Редуктора и мультипликаторы. Примеры.</p> <p><b>2.</b>Классификация простых зубчатых механизмов. Примеры.</p> <p><b>3.</b>Пространственные механизмы с высшей кинематической парой. Примеры.</p> <p><b>4.</b>Эвольвента окружности. Свойства эвольвенты окружности.</p> <p><b>5.</b>Эвольвентное зацепление. Свойства эвольвентного зацепления.</p> <p><b>6.</b>Геометрические параметры эвольвентного зубчатого колеса.</p> <p><b>7.</b>Методы получения формирующей кривой зубьев.</p> <p><b>8.</b>Исходный контур и исходный производящий контур.</p> <p><b>9.</b>Виды зубчатых колес.</p> <p><b>10.</b>Интерференция зубчатых колес.</p> <p><b>11.</b>Блокирующие контура. Область назначения и применения.</p> <p><b>12.</b>Показатели качества зубчатых механизмов.</p>	<b>2.</b> Механизмы с высшими кинематическими парами.
4.	<b>ОК-7</b>	способность к самоорганизации и самообразованию	<p><b>1.</b> Синтез зубчатых механизмов. Этапы синтеза. Условия метрического синтеза зубчатых механизмов.</p> <p><b>2.</b>Условия метрического синтеза планетарных механизмов.</p>	

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>знать:</b> (ОК-7) – классификацию, функциональные возможности и области применения основных видов механизмов; (ПК-5) – методы расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов.</p> <p><b>уметь:</b> (ОК-7)</p>	<b>зачтено</b>	<p>Оценку «зачтено» заслуживает обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обнаруживший всестороннее, систематическое знание: классификации, функциональных возможностей и области применения основных видов механизмов; методов расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов.</li> <li>- умеющий идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, оценивать основные качественные харак-</li> </ul>

<p>– идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, используемые в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса, при наличии их чертежа или доступного для разборки образца;</p> <p><b>(ПК-5)</b></p> <p>– оценивать основные качественные характеристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса.</p>		<p>теристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса;</p> <p>- глубоко овладевший методами проектирования машин и оборудования лесного комплекса, в том числе, с использованием трехмерных моделей и методами расчёта несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</p>
<p><b>владеть:</b></p> <p><b>(ПК-5)</b></p> <p>– методами проектирования машин и оборудования лесного комплекса, в том числе, с использованием трехмерных моделей;</p> <p><b>(ОК-7)</b></p> <p>– методами расчёта несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</p>	<p><b>не зачтено</b></p>	<p>Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся:</p> <p>- обнаружившему пробелы в знаниях: классификации, функциональных возможностей и области применения основных видов механизмов; методов расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов;</p> <p>- не умеющему идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, оценивать основные качественные характеристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса;</p> <p>- допустившему принципиальные ошибки в проектировании машин и оборудования лесного комплекса и в расчётах несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</p>

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина теория механизмов и машин направлена на ознакомление с основами проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта механизмов и машин независимо от отрасли промышленности и транспорта. ТММ рассматривает общие методы и алгоритмы анализа и синтеза механизмов и машин. Дисциплина предусматривает формирование у будущих бакалавров общетехнических, конструкторских навыков, а также навыков эксплуатации механических систем, применяемых в конкретных отраслях производства и транспорта в целом. В результате изучения дисциплины завершается и реализуется общетехническая подготовка обучающихся. Изучение дисциплины предусматривает: лекции; практические занятия; курсовой проект; зачёт.

Приступая к изучению дисциплины теория механизмов и машин, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ФГБОУ ВО «БрГУ», получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

Практические занятия проводятся с целью закрепления и более тщательной проработки лекционного материала по основным разделам дисциплины «Теория механизмов и машин». Практическое занятие ограничено связью с другими формами организации учебно-воспитательного процесса, включая, прежде всего, самостоятельную работу обучающихся.

На практические занятия выносятся узловые темы курса, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки обучающихся.

Особенностью практического занятия является возможность равноправного и активного участия каждого обучающегося в обсуждении рассматриваемых вопросов.

С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов практического занятия устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, вынесенных на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю. Решение практических задач или тестов и призван выявить уровень знаний студента по всем темам дисциплины. Тестовые задания обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры машиноведения, механики и инженерной графики. Перечень вопросов, выносимых на зачет, выдается лектором потока.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная; внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторную самостоятельную работу необходимо начинать с освоения и проработка тем лекционного материала; выполнения и подготовки к защите курсового проекта.

Выполнение курсового проекта по дисциплине «Теория механизмов и машин» преследует цели, направленные на закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, способствует развитию творческой инициативы и самостоятельности при принятии решений технических задач анализа и синтеза механизмов, а также повышению интереса к изучению дисциплины и получению навыков научно-исследовательской работы.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы также являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др).

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

## **АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины**

### **Теория механизмов и машин**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: анализ и синтез типовых механизмов и их систем.

Задачей изучения дисциплины является:

-проектирование новых механизмов по заданным кинематическим и динамическим условиям (синтез механизмов);

-исследование существующих механизмов (анализ механизмов) с целью их усовершенствования и улучшения их эксплуатационных качеств, а также для получения данных для прочностных и технологических расчетов;

-разработка общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем;

-содействовать средствами данной дисциплины развитию личностных качеств, определяемых общими целями обучения и воспитания, изложенными в ООП (общей образовательной программе);

-привить навыки самообразования и самосовершенствования.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетные единицы

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Механизмы с низшими кинематическими парами

2. Механизмы с высшими кинематическими парами

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ПК-5 – способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

#### **4. Вид промежуточной аттестации: зачёт, КП**

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_\_-20\_\_\_ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	1. Механизмы с низшими кинематическими параметрами	1.1. Механизмы и машины. Структурный анализ механизмов.	Отчет по ПЗ; КП
		2. Механизмы с высшими кинематическими параметрами.	2.2. Синтез зубчатых механизмов.	Отчет по ПЗ; КП
ПК-5	способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	1. Механизмы с низшими кинематическими параметрами	1.2. Кинематический анализ.	Отчет по ПЗ; КП
			1.3. Динамика. Кинетостатический анализ.	
		2. Механизмы с высшими кинематическими параметрами.	2.1. Зубчатые механизмы.	Отчет по ПЗ; КП

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<b>знать:</b> <b>(ОК-7)</b> – классификацию, функциональные возможности и области применения основных видов механизмов; <b>(ПК-5)</b> – методы расчета кинематических и динамических параметров	<b>отлично</b>	Оценки «отлично» заслуживает обучающийся: - обнаруживший всестороннее, систематическое знание: классификации, функциональных возможностей и области применения основных видов механизмов; методов расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов. - умеющий идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, оценивать основные качества

<p>движения механизмов. <b>уметь:</b> <b>(ОК-7)</b> – идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, используемые в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса, при наличии их чертежа или доступного для разборки образца;</p>		<p>венные характеристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса; - глубоко овладевший методами проектирования машин и оборудования лесного комплекса, в том числе, с использованием трехмерных моделей и методами расчёта несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</p>
<p><b>(ПК-5)</b> – оценивать основные качественные характеристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса. <b>владеть:</b> <b>(ПК-5)</b> – методами проектирования машин и оборудования лесного комплекса, в том числе, с использованием трехмерных моделей; <b>(ОК-7)</b> – методами расчёта несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</p>	<p><b>хорошо</b></p>	<p>Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся: - обнаруживший полное знание: классификации, функциональных возможностей и области применения основных видов механизмов; методов расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов; - проявивший умение идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, оценивать основные качественные характеристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса, - успешно владеющий методами проектирования машин и оборудования лесного комплекса, в том числе, с использованием трехмерных моделей и методами расчёта несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</p>
	<p><b>удовлетворительно</b></p>	<p>Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся: - обнаруживший знания: классификации, функциональных возможностей и области применения основных видов механизмов; методов расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов достаточные для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии; - проявивший умение идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, оценивать основные качественные характеристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса в объеме, необхо-</p>

		<p>димом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- справляющийся с методами проектирования машин и оборудования лесного комплекса, в том числе, с использованием трехмерных моделей и методами расчёта несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</li> </ul>
	<p><b>неудовлетворительно</b></p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обнаружившему пробелы в знаниях: классификации, функциональных возможностей и области применения основных видов механизмов; методов расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов;</li> <li>- не умеющему идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, оценивать основные качественные характеристики механизмов и устройств, используемых в конструкциях машин и оборудования лесного комплекса;</li> <li>- допустившему принципиальные ошибки в проектировании машин и оборудования лесного комплекса и в расчётах несущей способности элементов и узлов машин и оборудования лесного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов.</li> </ul>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование от «20» октября 2015 г. № 1170

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «04» декабря 2015 г. № 769;

**для набора 2016 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429;

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. № 125;

**для набора 2018 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130.

**Программу составил:**

Кобзова И.О., ст.преподаватель кафедры ММиИГ

---

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ММиИГ

от «14» декабря 20 18 г., протокол №3

Заведующий кафедрой ММиИГ \_\_\_\_\_ Л.П. Григоревская

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Иванов

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией механического факультета

от «14»декабря 2018 г., протокол №4

Председатель методической комиссии МФ \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_

(методический отдел)

