

21.01.19

04.08-09/13

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»  
(национальный исследовательский университет)  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИСОТ

МГТУ им. Н.Э. Баумана

В.Г. Брекалов

2019г.



Дополнительное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Основы конструирования машин»

Регистрационный № 19011501

Автор: Зябликов В.М.

Москва - 2019 г.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

**1.1. Программа направлена на формирование научного мировоззрения, освоение методов научного познания мира, развитие исследовательских, прикладных, конструкторских, инженерных способностей обучающихся в области точных наук и технического творчества, а так же на совершенствование, систематизацию и углубление знаний учащихся учебных заведений СПО и студентов ВУЗов в области машиностроения.**

Сфера профессиональной деятельности «человек-техника».

**1.2. Цель программы - сформировать у слушателей базовые понятия, навыки и методы в области конструирования узлов и деталей машин, критериев их надежности и основных расчетных моделей и освоении базовых навыков их проектирования.**

### 1.3. Задачи программы:

- развитие пространственного представления, творческого воображения и исследовательского мышления;
- формирование способности к анализу конструкции машин, знаний принципов функционирования и области применения различных элементов машины;
- изучение основ проектирования механизмов, этапов и стадий разработки проекта, совокупность процедур и привлекаемых при этом технических средств;
- умение формировать требования к деталям машин, критерии работоспособности и анализировать факторы, влияющие на работоспособность составных частей и всего механизма

**1.4. Категория слушателей – учащиеся СПО и ВПО, а также выпускники ВУЗов непрофильных направлений и специальностей.**

**1.5. Трудоемкость обучения: 24 часа, из них 24 часа аудиторной работы.**

**1.6. Режим занятий: рекомендуемый формат проведения 6 занятий по 4 академических часа.**

**1.7. Форма обучения: очная.**

**1.8. Освоение данной программы не дает дополнительных преференций для студентов изучающих аналогичные дисциплины.**

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Слушатель, освоивший программу, должен:

### 2.1. Знать:

- характеристики основных и вспомогательных материалов, применяемых при изготовлении деталей и узлов машин, а также способы их изготовления;
- способы обеспечения технологичности изготовления деталей машин, способы контроля технологической дисциплины при их изготовлении;
- стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения
- способы и методика расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с заданием

### 2.2. Уметь:

- выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления деталей и узлов машин, а также способы их изготовления;
- выбирать способы изготовления деталей машин, а также способы контроля технологической дисциплины при их изготовлении;
- применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов машин;
- выполнять работу по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с заданием.

### 2.3. Владеть:

- методами оптимального выбора требуемых материалов для изготовления деталей и узлов машин, а также сравнительного анализа способов их изготовления;
- способами обеспечения технологии изготовления деталей машин, а также способами контроля технологической дисциплины при их изготовлении;

- стандартными методами расчета при проектировании деталей и узлов деталей машиностроения;
- способами и методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с заданием.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 3.1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Виды занятий	Объем занятий, час
Аудиторные занятия	24 аудиторных часа
из них:	
Лекции	24
Практические занятия	-
Самостоятельная работа	-
Итоговое мероприятие	-
<b>Всего:</b>	<b>24</b>

### 3.2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	в т. ч. аудиторная:		Самост. работа	Форма контроля
			Лекции	Практические занятия		
1.	Соединения	8	8	-	-	устный опрос
3.	Передачи	8	8	-	-	устный опрос
4.	Подшипники и муфты	8	8	-	-	устный опрос
5	Итоговое мероприятие	-	-	-	-	-
<b>ИТОГО</b>		<b>24</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Минимальный срок освоения программы - 3 дня.

### 3.3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование раздела	1 день	2 день	3 день
1	Соединения			
2	Передачи			
3	Подшипники и муфты			

### 3.4. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

№ п/п	Тема лекции, практических занятий, лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы слушателей	Содержание лекционных и практических занятий, используемых образовательных технологий и самостоятельной работы слушателей. перечень рекомендуемой литературы
1	Соединения	1. Резьба. Краткие сведения о резьбе. Резьбовые элементы. 2. Зависимость между моментом, приложенным к гайке и осевой силой винта. Выигрыш в силе 3. Отказы резьбовых элементов. 4. Расчет резьбы на прочность по напряжениям среза

и смятия. Условие выбора высоты гайки и глубины завинчивания винта.

5. Расчет винтов, нагруженных осевой силой затяжки и крутящим моментом в резьбе.

6. Механизм «винт-гайка». Назначение. Области применения. Достоинства и недостатки. Применяемые материалы. Критерии работоспособности.

7. Расчет резьбовых соединений, нагруженных силами в плоскости стыка. Условия работоспособности соединения. Болты поставлены с зазором. Болты поставлены без зазора.

8. Расчет резьбовых соединений, включающих группу болтов, под действием сдвигающей центральной силы и поворачивающего момента, приложенных в плоскости стыка. Условия работоспособности соединения. Болты поставлены с зазором.

9. Расчет резьбовых соединений при действии центральной отрывающей силы.

10. Расчет резьбового соединения при действии отрывающей силы и раскрывающего стык момента (стойка).

1. Сварные соединения. Краткие сведения о видах сварки. Типы сварных соединений. Расчет стыковых соединений. Расчет нахлесточных соединений.

2. Расчет нахлесточного соединения, выполненного лобовыми и фланговыми швами, при действии поворачивающего момента  $T$ .

3. Расчет сварного таврового соединения бруса, выполненного стыковым швом, угловыми швами при действии отрывающей силы и изгибающего момента  $M$ .

4. Соединения контактной сваркой. Технология сварки. Точечная сварка. Расчет на прочность такого соединения при действии сил в плоскости стыка.

5. Заклепочные соединения. Области применения. Расчет заклепочных соединений.

1. Соединение с натягом. Определение натяга. Эскиз посадки с натягом. Назначение соединений с натягом. Способы сборки соединений с натягом.

2. Несущая способность соединений с натягом (эскиз соединения «вал-ступица»). Определение необходимого давления для образования силы трения при передаче осевой силы и крутящего момента.

3. Определение расчетного натяга  $\delta$  в соединении для обеспечения требуемого давления  $P$  (формула Ламе). Определение измеренного натяга.

4. Порядок выбора стандартных посадок с натягом. Условие прочности соединения. Условие прочности деталей. Сила прессования.

1. Шпоночные соединения. Назначение.

Призматические шпонки. Расчет призматических

		<p>шпонок на напряжения смятия <math>\sigma_{см}</math>. Сегментные шпонки. Расчет на прочность. Круглые шпонки, расчет. Материалы шпонок. Достоинства и недостатки.</p> <p>2. Шлицевые соединения. Определение. Назначение. Типы шлицевых соединений (прямобочные, эвольвентные, треугольные). Технология изготовления шлиц. Прямобочные шлицы. Варианты центрирования. Стандартное обозначение шлиц.</p>
2	Передачи	<p>1. Механические передачи: определение, схема машины с передачей. Назначение передач. Классификация передач. Основные характеристики передач. Редуктор: его назначение. Пример одноступенчатого редуктора (схема редуктора).</p> <p>Контактные напряжения <math>\sigma_H</math>, их отличие от напряжений смятия <math>\sigma_{см}</math>. Расчеты контактных напряжений при сжатии двух цилиндров. Дать эскизы. Формула определения контактных напряжений для конструкционных материалов с одинаковым коэффициентом Пуассона (формула Герца). Эволюция усталостного выкрашивания.</p> <p>Зубчатые передачи: определение. Классификация зубчатых передач: по расположению валов; по расположению зубьев на колесах. Области применения зубчатых передач. Достоинства и недостатки зубчатых передач. Основные требования к профилям зубьев передач. Оптимальный профиль зубьев. Основные параметры зубчатых передач.</p> <p>Напряженное состояние зубьев передач. График изменения напряжений во времени. Основные виды разрушений и повреждений зубьев. Способы повышения нагрузочной способности</p> <p>2. Основные материалы для зубчатых колес. Требования к материалам зубчатых колес. Виды термической обработки, их характеристики. Виды отделочных операций зубьев.</p> <p>2. Степени точности зубчатых передач: стандартные нормы точности, их обозначение на чертеже.</p> <p>3. Типы цилиндрических зубчатых колес. Эскизы колес с основными размерами.</p> <p>4 Сравнение прямозубых и косозубых колес: преимущества и недостатки тех и других.</p> <p>5 Силы в зацеплении цилиндрических зубчатых колес (косозубых и прямозубых). Вывод формул.</p> <p>6. Критерии работоспособности зубчатых передач.</p> <p>1. Расчет прямозубых цилиндрических передач на контактную прочность. Вывод формулы для определения межосевого расстояния <math>a_w</math> в прямозубой цилиндрической передаче, используя выражение для контактного напряжения</p> <p>2. Расчет цилиндрических прямозубых передач на изгибную выносливость. График изменения <math>\sigma_F</math> во времени.</p>

		<p>3. Расчет допускаемых контактных напряжений при расчете <math>a_w</math> цилиндрических передач на основе кривой усталости.</p> <p>4. Расчет допускаемых изгибных напряжений при расчете зубьев колес на изгибную прочность и выносливость. Кривая усталости.</p> <p>1. Конические передачи: область применения; классификация колес по направлению зубьев. Схема конического одноступенчатого редуктора. Передаточное отношение. Регулировка конических передач.</p> <p>2. Червячные передачи (ЧП). Назначение передач. Принцип работы ЧП. Схема передачи. Основные элементы ЧП. Достоинства и недостатки ЧП.</p> <p>3. Эскиз червяка с основными размерами. Виды червяков. Угол подъема витка резьбы. Эскиз червячного колеса с основными размерами. Чем вызвана необходимость делать червячное колесо составным? Передаточное отношение ЧП. КПД червячной передачи. Способы увеличения КПД. Причины отказов ЧП. Расчет ЧП. Формула для определения <math>a_w</math>. Группы материалов для изготовления венцов червячных колес.</p> <p>4. Тепловой расчет ЧП. Способы снижения температуры масла в передаче.</p> <p>1. Планетарные передачи: определение. Схемы передач, их передаточные числа. Области применения. Достоинства и недостатки планетарных передач.</p> <p>2. Волновая передача. Принцип работы. Схема волновой передачи. Передаточное отношение. Области применения. Причины отказов. Достоинства и недостатки.</p> <p>3. Ременные передачи: определение. Схема передач. Область применения (примеры). Типы ремней. Достоинства и недостатки ременных передач. Нагрузка на валы передачи. Способы натяжения ремня (дать эскизы). Контроль натяжения.</p> <p>4. Цепные передачи: определение. Схема передач. Область применения (примеры).</p>
3	Подшипники и муфты	<p>1. Подшипники: определение, классификация по действующим в них силам трения. Подшипники качения (ПК): их классификация по основным признакам. Обозначение ПК. Достоинства и недостатки ПК. Наиболее вероятные причины отказа ПК. Расчет на долговечность ПК. Эквивалентная радиальная нагрузка.</p> <p>2. Распределение радиальной нагрузки по телам качения. Величина силы, действующей на самое нагруженное тело качения. Особенности расчета роликового конического радиально-упорного ПК.</p> <p>3. Подшипники скольжения (ПС): классификация по воспринимаемым нагрузкам (эскизы). Области</p>

		<p>применения. Конструкция ПС: типы корпусов, вкладышей (эскизы). Работа ПС в условиях жидкостной смазки.</p> <p>1 Муфты приводов: назначение, классификация. Муфты постоянные (фланцевые). Конструкция муфты. Расчет соединения полумуфт: болты поставлены с зазором; болты установлены без зазора.</p> <p>2. Муфты жесткие компенсирующие, муфты с упругими элементами, муфты управляемые, муфты автоматические.</p> <p>3. Валы и оси: определение, назначение.</p>
--	--	---

#### 4. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫ МАТЕРИАЛЫ

##### Текущие формы контроля

Текущий контроль определяет уровень усвоения слушателем изученного учебного материала.

##### Варианты вопросов для самоконтроля:

###### Раздел «Соединения»

1. Классификация резьбы.
- 2 Причины отказов резьбовых элементов.
3. Напряженное состояние завернутого винта.
4. Назначение механизма «винт-гайка».
5. Условие работоспособности резьбового соединения при действии сил в плоскости стыка.
6. Условие работоспособности резьбового соединения при действии отрывающей силы и раскрывающего стык момента.
7. Что такое коэффициент  $\chi$  «хи»?
8. Что такое «сварка»? Виды сварок. Типы сварных соединений.
9. Как образуется заклепочное соединение? Что такое заклепка?
10. Что такое «натяг»? Назначение соединений с натягом. Способы сборки соединений с натягом.
11. Условие работоспособности соединений с натягом. За счет чего это условие обеспечивается?
12. Шпонка - что это такое? Назначение шпоночных соединений.
13. Шлицевые соединения. Определение. Назначение. Типы шлицевых соединений.

###### Раздел «Передачи»

1. Схема машины с передачей.
2. Назначение передач (зачем нужны коробки передач в автомобилях, мотоциклах?)
3. Виды передач. Основные характеристики передач.
4. Зубчатые передачи: классификация.
5. Основные требования к профилям зубьев передач. Оптимальный профиль зубьев.
6. Редуктор: его назначение. Пример одноступенчатого цилиндрического редуктора (схема редуктора).
7. Напряженное состояние зубьев передач. График изменения напряжений во времени.
8. Основные виды разрушений и повреждений зубьев.
9. Материалы для зубчатых колес. Виды термической обработки.
10. Типы цилиндрических зубчатых колес.
11. Силы в зацеплении цилиндрических зубчатых колес (косозубых и прямозубых).
12. Критерии работоспособности зубчатых передач.
13. Кривая усталости для расчета допускаемых контактных и изгибных напряжений в зубьях передач.
14. Основные параметры зубчатых передач.
15. 2. Червячные передачи (ЧП). Принцип работы ЧП. Схема передачи. Основные элементы ЧП.
16. Причины отказов ЧП. Группы материалов для изготовления венцов червячных колес.
17. Тепловой расчет ЧП. Способы снижения температуры масла в передаче

18. Планетарные передачи: определение. Схемы передач, их передаточные числа. Области применения. Достоинства и недостатки планетарных передач.
19. Волновая передача. Принцип работы. Схема волновой передачи.
20. Ременные передачи: определение. Схема передач. Область применения (примеры). Типы ремней. Способы натяжения ремня (дать эскизы). Контроль натяжения.
21. Цепные передачи: определение. Схема передач. Область применения (примеры).

**Раздел «Подшипники и муфты»**

1. Подшипники: определение, классификация по действующим в них силам трения. Подшипники качения (ПК): их классификация по основным признакам. Наиболее вероятные причины отказа ПК. Расчет на долговечность ПК.
2. Подшипники скольжения (ПС): классификация по воспринимаемым нагрузкам (эскизы). Области применения. Конструкция ПС: типы корпусов, вкладышей (эскизы). Работа ПС в условиях жидкостной смазки.
3. Муфты приводов: назначение, классификация.
4. Валы и оси: определение, назначение.

**5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**


**5.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

При проведении занятий и защите итоговой работы используются: мультимедийный проектор, персональный компьютер, микрофон, наушники, динамики, веб-камера, экран, лазерная указка.

**5.2. КВАЛИФИКАЦИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, УЧАСТВУЮЩИХ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Образование	Должность, ученая степень, звание. Стаж работы в данной или аналогичной должности, лет
1	Владимир Михайлович Зябликов	МВТУ им. Н.Э. Баумана 1963 г.	к.т.н., доцент кафедры "Основы конструирования машин" МГТУ им. Н.Э. Баумана, автор более 40 научных работ в области динамических нагрузок в трансмиссиях транспортных машин.

Автор программы:

  
 \_\_\_\_\_ /Зябликов В.М./

**СОГЛАСОВАНО:**  
Начальник УМО ИСОТ

