

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания  
к самостоятельной работе студентов (курсантов)**

**Детали машин**  
(для всех специальностей и форм обучения)

Разработчик

Панкратов А.А., доцент

2019

## **Оглавление**

1. Общие организационно-методические указания .....	1
2. Наименование тем и содержание самостоятельной работы .....	4
3. Список рекомендуемой литературы .....	5
4. Методические указания к изучению тем дисциплины .....	6

## **1. Общие организационно-методические указания**

1.1. Самостоятельная работа проводится вне сетки расписания студентами самостоятельно на базе имеющегося библиотечного фонда и доступных электронных ресурсов на сайте МГТУ [www.mstu.edu.ru](http://www.mstu.edu.ru)

1.2. Целями самостоятельной работы являются: углубление практических навыков по изучаемым в сетке расписания вопросам и самостоятельное изучение ряда теоретических и практических вопросов, не изучавшихся на занятиях в сетке расписания.

1.3. Самостоятельная работа является неотъемлемой частью изучения дисциплины, так как общий объём её изучения в часах определяется с учётом объёма самостоятельной работы.

1.4. Важнейшим фактором успешного и эффективного проведения самостоятельной работы является её систематический и планомерный характер в соответствии с тематическим планом.

1.5. Настоящие методические указания предназначены для руководства в проведении самостоятельной работы и для оценки степени её эффективности.

1.6. В настоящих указаниях представлены темы, изучаемые студентами в процессе аудиторных занятий, а также некоторые дополнительные вопросы для более глубокого изучения дисциплины.

1.7. Дополнительные методические указания и разъяснения по конкретным вопросам могут быть получены непосредственно у преподавателя в часы индивидуальных вечерних консультаций.

## **2. Наименование тем и содержание самостоятельной работы**

1. Общие сведения о машинах и механизмах. Основные требования, предъявляемые к деталям и узлам машин и механизмов. Стадии конструирования машин.
2. Механические передачи. Классификация. Характеристики. Преимущества и недостатки различных видов передач.
3. Механический привод. Кинематический и силовой расчет привода.
4. Зубчатые передачи. Критерии работоспособности. Материалы зубчатых колес.
5. Расчет зубчатых передач на выносливость по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба.
6. Червячные передачи. Основные характеристики и расчет.
7. Цепные передачи. Критерии работоспособности. Выбор и проверка цепей по ГОСТ.
8. Ременные передачи. Критерии работоспособности. Расчет ременных передач.
9. Передача винт-гайка, исследование влияние геометрии резьбы и материала винтовой пары на ее КПД.
10. Валы и оси, конструкция. Предварительный и уточненный расчеты валов.
11. Подшипники качения. Подбор подшипников и расчет на выносливость.
12. Подшипники скольжения. Область применения и расчет.
13. Соединения деталей. Резьбовые соединения.
14. Заклепочные и сварные соединения.
15. Шпоночные и зубчатые соединения, подбор по ГОСТ. Проверочный расчёт.
16. Муфты механических приводов. Назначение и краткая классификация.
17. Корпусные детали механизмов.

### 3. Список рекомендуемой литературы

1. Детали машин : учеб. пособие для вузов / С. И. Тимофеев. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. - 572 с.
2. Детали машин : учебник / Н. В. Гулия, В. Г. Клоков, С. А. Юрков; под общ. ред. Н. В. Гулия. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. - 414 с.
3. Курсовое проектирование по курсу деталей машин: учеб. пособие для вузов / Чернавский П.А. и другие.- М.: Альянс, 2014. - 255 с.
4. Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для машиностроит. спец. вузов.- 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 2002.- 408с.
5. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. - 4-е изд. – М.: Высш. шк., 1987.-383 с.
6. А.И. Прыгунов, А.А. Коробицин, С.Д. Прежин. Детали машин и основы конструирования. Методические указания к практическим занятиям для студентов технических специальностей всех форм обучения. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012 г.
7. Ходяков И.В. Прикладная механика в лабораторных работах: Учебное пособие. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2002.

#### 4. Методические указания к изучению тем дисциплины

1. Общие сведения о машинах и механизмах. Основные требования, предъявляемые к деталям и узлам машин и механизмов. Стадии конструирования машин. Основное внимание уделить рассмотрению критериев работоспособности и надежности деталей и узлов механизмов и машин. ([1] стр. 9-13, 126-138, [2] стр. 5-24, [4] стр. 4-20)

##### Контрольные вопросы:

Дайте определение детали, узла. В чем отличие детали от звена механизма (машины)?

Дайте определение работоспособности. Назовите критерии работоспособности. В чем состоит каждый из них?

Дайте определение надежности. Назовите критерии надежности. В чем состоит каждый из них?

Какие еще требования предъявляются к деталям и узлам машин и механизмов?

В чем отличие проектного расчета от проверочного?

2. Механические передачи. Классификация. Характеристики. Преимущества и недостатки различных видов передач. Необходимо ознакомиться с конструкциями и принципом действия основных механических передач, их классификацией и сравнительными характеристиками. ([2] стр. 25-49, [3] стр. 9-26, [4] стр. 113-119, 198-204, 240-246, 251-253, 276-280)

##### Контрольные вопросы:

Какие типы механических передач вращения вы знаете?

Назовите основные характеристики механических передач.

Какие функции выполняют передачи в машинах?

Приведите примеры передач трением и зацеплением?

Приведите примеры передач с гибкой связью между звеньями. Какие из них относятся к передачам трением, какие – зацеплением?

3. Механический привод. Кинематический и силовой расчет привода. Следует изучить состав механических приводов, назначение их элементов, уяснить роль органов управления. ([3] стр. 4-8, [6] стр. 20-24, [7] стр. 46-52)

##### Контрольные вопросы:

Для чего предназначен механический привод?

Из каких частей состоит механический привод?

Какие параметры могут быть исходными для проектирования привода?

Почему на начальной стадии проектирования привода рекомендуется использовать наиболее быстроходные электродвигатели?

Приведите примеры органов управления механическими приводами?

Как найти передаточное число и КПД привода?

4. Зубчатые передачи. Критерии работоспособности. Материалы зубчатых колес. Рассмотреть возможные виды разрушения зубьев зубчатых колес и следующие отсюда критерии работоспособности. Особое внимание уделить технологиям термообработки колёс. ([1] стр. 297-316, [2] стр. 157-165, [3] стр. 27-29, [4] стр. 120-131, [6] стр. 24-30)

Контрольные вопросы:

Назовите достоинства и недостатки зубчатых передач и область их применения.

Какие виды разрушения зубьев зубчатых колес вы знаете?

Какие критерии работоспособности у закрытых и открытых зубчатых передач?

Какие стали применяются для изготовления зубчатых колёс?

Какие виды термообработки материалов зубчатых вы знаете?

Какой параметр твёрдости определяет допускаемые напряжения зубчатых колёс, не подвергнутых специальной термообработке? подвергнутых специальной термообработке?

Почему твердость зубьев шестерни берется больше, чем у колеса?

Почему не допустима объёмная закалка зубчатых колёс?

5. Расчет зубчатых передач на выносливость по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба. Следует изучить последовательность проектного и проверочного расчета. Обратит внимание на отличие расчета закрытых и открытых передач, а также на особенности расчета конических зубчатых передач. ([1] стр. 317-332, 348-359, [2] стр. 166-178, [3] стр. 29-53, [4] стр. 132-149, [6] стр. 30-34)

Контрольные вопросы:

Запишите формулу проектного расчета закрытой зубчатой передачи. Что определяют в ходе проектного расчёта?

Как влияет на размеры передачи выбор коэффициента  $\Psi_{ba}$  ?

Запишите формулу проверочного расчета закрытой зубчатой передачи. Какие величины в нее входят?

Что такое коэффициент нагрузки? Как его определяют?

Как назначают степень точности изготовления зубчатых колес?

Как влияет на работу косозубой цилиндрической зубчатой передачи

изменение угла  $\beta$ ? Почему контактная и изгибная прочность зубьев выше у косозубых колес, чем у прямозубых?

Какие силы действуют в цилиндрических прямозубых и косозубых зубчатых передачах? Запишите формулы для их определения?

Запишите формулы проектного и проверочного расчетов зубчатой передачи на выносливость при изгибе. Для каких передач проектный расчет выполняют по напряжениям изгиба?

Что такое коэффициент формы зуба? На что он влияет?

Назовите отличия в расчетах на прочность зубчатых цилиндрических и конических передач.

6. Червячные передачи. Основные характеристики и расчет. Необходимо рассмотреть геометрические и кинематические соотношения в червячной передаче, последовательность проектного и проверочного расчета передачи. Обратить внимание на необходимость теплового расчета червячного редуктора и расчета на жесткость вала червяка. ([1] стр. 365-382, [2] стр. 179-183, [3] стр. 54-68, [4] стр. 198-215, [7] стр. 60-69)

#### Контрольные вопросы:

Назовите достоинства и недостатки червячных передач и область их применения.

Назовите виды разрушения зубьев в червячных передачах и критерии работоспособности.

Почему червячную передачу не рекомендуют применять при больших мощностях?

Из каких материалов изготавливают червяки и червячные колеса? Как назначают допускаемые напряжения?

Запишите формулы проектного и проверочного расчетов червячной передачи. Поясните величины, входящие в формулы.

Почему расчет червячных передач на прочность ведется по зубу колеса, а не по витку червяка?

Какие силы действуют в червячных передачах? Запишите формулы для их определения?

Почему опасен перегрев червячной передачи?

В каких случаях прибегают к искусственному охлаждению червячной передачи и как оно осуществляется?

7. Цепные передачи. Критерии работоспособности. Выбор и проверка цепей по ГОСТ. Необходимо уяснить цели расчёта цепных передач, знать критерии их работоспособности и основные эксплуатационные характеристики.



([1] стр. 451-460, [2] стр. 71-81, [3] стр. 146-157, [4] стр. 276-291)

Контрольные вопросы:

Назовите достоинства и недостатки цепных передач и область их применения.

Укажите причины, по которым цепные передачи выходят из строя.

Почему нельзя принимать малое число зубьев малой звездочки и слишком большое число зубьев большой звездочки?

Запишите формулу для предварительного подбора шага цепи из расчета на износостойкость.

Из каких соображений назначают допустимое давление в шарнире цепи до определения её шага?

Объясните назначение натяжных устройств в цепных передачах.

8. Ременные передачи. Критерии работоспособности. Расчет ременных передач. Необходимо уяснить цели расчёта ременных передач, знать критерии их работоспособности и основные эксплуатационные характеристики. ([2] стр. 50-70, [3] стр. 118-145, [4] стр. 251-275, [7] стр. 78-88)

Контрольные вопросы:

Назовите достоинства и недостатки ременных передач и область их применения.

Укажите причины, по которым ременные передачи выходят из строя.

Что определяют в ходе проектного расчёта плоскоремённых и клиноремённых передач?

Что влияет на тяговую способность ремня?

Как влияет увеличение силы предварительного натяжения на срок службы передачи?

Какое максимальное число прокладок плоского ремня рекомендуется использовать и почему?

Какое максимальное число клиновых ремней допускается использовать в клиноремённых передачах и почему?

9. Передача винт-гайка, исследование влияние геометрии резьбы и материала винтовой пары на её КПД. Требуется рассмотреть теорию винтовой пары, назначение и область применения передачи винт-гайка. Обратить внимание на определение КПД и пути его повышения. ([1] стр. 461-469, [2] стр. 99 – 106, [4] стр. 28-33, 292-294)

Контрольные вопросы:

Дайте определение угла трения. Как он связан с коэффициентом трения?

Что такое угол подъема резьбы? От чего он зависит?

Как влияет профиль резьбы на трение? Что такое приведенный угол трения?

На какие силы раскладывают силу взаимодействия между звеньями в винтовой кинематической паре? Запишите формулу, определяющую соотношение между этими силами.

Чем объясняется большой выигрыш в силе в передаче винт-гайка?

Назовите критерии работоспособности передачи винт-гайка. Запишите расчетные формулы проектного и проверочного расчетов.

От чего зависит КПД винтовой пары? Запишите формулу, по которой он вычисляется.

Назовите способы повышения КПД винтовой пары.

Какие резьбы применяют для грузовых винтов?

10. Валы и оси, конструкция. Предварительный и уточненный расчеты валов. Уяснить отличие осей от валов, рассмотреть конструктивные особенности валов. Обратить внимание, что проектный (предварительный) расчет валов выполняется на статическую прочность при чистом кручении, а проверочный (уточненный) расчет – это расчет на выносливость при совместном действии кручения и изгиба. ([1] стр. 470 – 495, [2] стр. 195 – 201, [3] стр. 158-167, [4] стр. 295-307)

Контрольные вопросы:

В чем отличие вала от оси?

Какие различают виды валов?

Как называются опорные части вала?

Назовите критерии работоспособности валов и укажите, какими величинами они оцениваются.

Почему при проектировании вала сначала производят предварительный расчет, а затем уточненный?

Почему при проектном расчете валов допускаемые напряжения принимают заведомо заниженными?

Какое напряжение принимают за опасное при расчете на выносливость?

Какие факторы влияют на выносливость вала? Как они учитываются при расчете?

11. Подшипники качения. Подбор подшипников и расчет на выносливость. Рассмотреть конструкцию подшипников, критерии работоспособности и соответствующий им расчет. Уделить внимание изучению маркировки подшипников, конструкции подшипниковых узлов и их уплотнений. ([1] стр.

504 – 521, [2] стр. 210 – 219, [3] стр. 176-222, [4] стр. 325-340, [6] стр. 34-38, [7] стр. 69-77)

Контрольные вопросы:

Назовите достоинства и недостатки подшипников качения и область их применения.

Из каких деталей состоит подшипник качения?

Какие типы подшипников качения вы знаете?

Расшифруйте маркировку подшипников качения: 308, 7211.

Назовите виды разрушения и критерии работоспособности подшипников качения.

Что такое эквивалентная нагрузка подшипника?

Запишите формулу для проверочного расчета подшипника на долговечность.

В каких случаях подшипники качения рассчитывают на статическую грузоподъемность?

Почему наибольшее распространение получили шариковые радиальные однорядные подшипники?

Какие смазочные материалы применяются для смазки подшипников качения?

Какие типы уплотнений подшипниковых узлов вы знаете?

Какие виды стопорения подшипников в корпусе и на валах вы знаете?

В чём отличие постановки подшипников «в распор» от постановки подшипников «с плавающей опорой»?

С какой целью при постановке подшипников «в распор» сохраняют незначительный осевой зазор?

12. Подшипники скольжения. Область применения и расчет. Рассмотреть конструкцию подшипников, критерии работоспособности и соответствующий им расчет. Уделить внимание изучению конструкции подшипниковых узлов и их уплотнений. ([1] стр. 497 – 503, [2] стр. 204 – 209, [3] стр. 223 – 229, [4] стр. 308-324)

Контрольные вопросы:

Назовите достоинства и недостатки подшипников скольжения и область их применения.

Назовите виды разрушения и критерии работоспособности подшипников скольжения.

Что такое заедание и каковы его последствия в подшипниках скольжения?

Какие смазочные материалы применяются для смазки подшипников скольжения?

Какие факторы влияют на установление режима жидкостного трения в гидродинамических подшипниках скольжения?

Какое назначение имеют вкладыши и из каких материалов их изготавливают? Чем отличается конструкция сегментных вкладышей от обычных?

С какой целью в машинах применяются самоустанавливающиеся подшипники скольжения?

13. Соединения деталей. Резьбовые соединения. Ознакомиться с конструкцией резьбовых соединений, типами резьб, областью их применения, способами стопорения резьбовых соединений. Особое внимание уделить расчету резьбовых соединений при различных случаях нагружения. ([1] стр. 168 – 188, [2] стр. 267 – 280, [4] стр. 21-27, 33-57, [6] стр. 13-19)

Контрольные вопросы:

Назовите типы резьб и где их применяют.

Назовите критерии работоспособности крепежных и ходовых резьб.

Почему крепежные резьбы выполняют однозаходными с треугольным профилем?

Назовите способы стопорения резьбовых соединений.

В чем отличие расчета болтов, поставленных с зазором и без зазора в соединениях при сдвигающей нагрузке?

Для чего производится предварительная затяжка болта при сборке?

Почему в резьбовых соединениях недопустимы перекосы опорных поверхностей под гайки и головки болтов и винтов?

Как повысить равномерность распределения нагрузки по виткам резьбы?

14. Заклепочные и сварные соединения. Ознакомиться с конструкцией, достоинствами и недостатками соединений, областью применения, основами расчета. ([1] стр. 189-205, [2] стр.257-260, [4] стр. 58-77)

Контрольные вопросы:

Назовите виды заклепочных соединений, сварных соединений.

Назовите достоинства и недостатки заклепочных и сварных соединений и область их применения.

Назовите критерии работоспособности заклепочных и сварных соединений.

Как рассчитывают заклепочное соединение? Приведите расчетные формулы.

Что называется коэффициентом прочности заклепочного соединения?  
Назовите способы его увеличения.

Какие факторы влияют на прочность сварных соединений?

Чем отличается расчет сварных соединений встык и внахлестку?

15. Шпоночные и зубчатые соединения, подбор по ГОСТ. Проверочный расчёт. Изучить конструкции шпоночных и шлицевых соединений, обратив особое внимание на роль шпоночного паза как концентратора напряжений. ([1] стр. 211 – 218, [2] стр. 281 – 287, [3] стр. 168 – 175, [4] стр. 87-99, [6] стр. 10-13)

Контрольные вопросы:

Для чего применяются шпоночные и шлицевые соединения?

Какие виды шпонок вы знаете?

Назовите критерии работоспособности шлицевых и шпоночных соединений.

Почему на практике шире используются призматические шпонки со скруглёнными торцами?

Почему призматические шпонки рассчитывают по напряжениям смятия, а не среза?

В чём преимущество сегментных шпонок перед призматическими?

Какие шпоночные соединения можно отнести к напряжённым и почему?

Сравните шлицевые соединения со шпоночными.

16. Муфты механических приводов. Назначение и краткая классификация. Основное внимание уделить изучению графических материалов по конструкции муфт, особенно управляемых и предохранительных. ([1] стр. 545-571, [2] стр. 220-238, [3] стр. 268-288, [4] стр. 341-375)

Контрольные вопросы:

Для чего применяются муфты и какие функции выполняют различные типы муфт?

Как обеспечена жёсткость соединения в конструкции жёстких муфт?

Какие упругие элементы применяются в упругих муфтах?

Опишите конструкцию упругой оболочечной муфты.

Какие типы компенсационных муфт вы знаете?

Почему обгонная муфта может быть отнесена к предохранительным муфтам?

Опишите принцип действия управляемой фрикционной дисковой муфты.

17. Корпусные детали механизмов. Основное внимание уделить изучению графических материалов по конструкции корпусов редукторов и других

механизмов. ([3] стр. 238-256, [7] стр. 46-52, 60-69)

Контрольные вопросы:

Какое назначение корпуса редуктора?

Что должно быть обеспечено при конструировании корпуса?

Для чего служат ребра на корпусе зубчатого редуктора? Червячного редуктора?

Назовите материалы, из которых изготавливают корпус.

Каким образом фиксируется крышка корпуса относительно основания?

Как осуществляется смазка зубчатых (червячных) колес?

Что делают для предотвращения протекания масла? Почему для предотвращения протекания масла между основанием и крышкой корпуса нельзя ставить прокладку?

Что предусматривают для транспортировки редуктора?

Как проверяют уровень масла и удаляют загрязненное масло?

Что предусмотрено для крепления корпуса механизма к фундаменту?