***На правах рукописи***

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов

**Методические указания для обучающихся**

по дисциплине

*«Проектирование станков с числовым программным управлением»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*15.03.06 Мехатроника и робототехника*

(код и наименование направления подготовки)

*Мехатроника*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2023

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Н. Поляков

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Технология машиностроения, металлообрабатывающие станки и комплексы»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.Н. Поляков

Методические указания являются приложением к рабочей программе по дисциплине «Проектирование станков с числовым программным управлением», зарегистрированной в ЦИТ под учетным номером\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## Содержание

[Содержание 3](#_Toc76759058)

[**1 Общие сведения о курсе дисциплины** 4](#_Toc76759059)

[**2 Методические указания по лекционным занятиям** 4](#_Toc76759060)

[2.1 Общие требования к организации и проведению лекционных занятий 4](#_Toc76759061)

[2.2 Порядок проведения лекционного занятия 5](#_Toc76759062)

[2.3 Содержание лекций 5](#_Toc76759063)

[3 Методические указания по практическим занятиям 6](#_Toc76759064)

[4 Методические указания по самостоятельной работе 8](#_Toc76759065)

[4.1 Методические указания по выполнению курсовой работы 8](#_Toc76759066)

[4.2 Методические указания по самостоятельному изучению отдельных тем и разделов дисциплины 10](#_Toc76759067)

[4.3 Методические указания по самоподготовке 11](#_Toc76759068)

[4.4 Методические указания по подготовке к практическим занятиям 12](#_Toc76759069)

[4.5 Методические указания по подготовке к рубежному контролю 13](#_Toc76759070)

[5 Методические указания по промежуточной аттестации 13](#_Toc76759071)

**1 Общие сведения о курсе дисциплины**

Дисциплина «Проектирование станков с числовым программным управлением» содержит практико-ориентированный материал, необходимый для формирования у обучающихся комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для конструирования узлов, механизмов и деталей станков, основанных на инженерных расчетах..

Процесс изучения обучающимися дисциплины регламентируется рабочей программы дисциплины, в соответствии с которой должна быть организована их учебная деятельность. Обязательным условием реализации этой деятельности является посещение лекционных занятий и практических занятий в установленном объеме академических часов, а также осуществление различных видов самостоятельной работы.

**2 Методические указания по лекционным занятиям**

Методические рекомендации по организации и проведению лекционных занятий являются неотъемлемой частью образовательного процесса в вузе и должны обеспечивать преподавание дисциплины в соответствии с ГОС ВО и учебным планом. Методические рекомендации включают общие требования к организации и проведению лекционных занятий, к их содержанию и методике чтения. Также даются краткая характеристика основных видов лекций и критерии оценки лекционного занятия. Лекция в вузе – один из методов обучения, одна из основных системообразующих форм организации учебного процесса в вузе. Лекционное занятие представляет собой систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем-лектором учебного материала, как правило, теоретического характера. Такое занятие представляет собой элемент технологии представления учебного материала путем логически стройного, систематически последовательного и ясного изложения. Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины. Чтение курса лекций позволяет дать связанное, последовательное изложение материала в соответствии с новейшими данными науки, сообщить слушателям основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде. Задачи лекции заключаются в обеспечении формирования системы знаний по учебной дисциплине, в умении аргументировано излагать научный материал, в формировании профессионального кругозора и общей культуры, в отражении еще не получивших освещения в учебной литературе новых достижений науки, в оптимизации других форм организации учебного процесса.

## 2.1 Общие требования к организации и проведению лекционных занятий

Организационно-методической базой проведения лекционных занятий является рабочий учебный план направления. При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться учебными программами по дисциплинам кафедры. Характеристика отдельных тем дисциплины, которые недостаточно раскрываются в учебниках и учебных пособиях либо представляют трудности для освоения, требует дополнительных комментариев, советов, указаний по их изучению. При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Изучение дисциплины начинается с вводной лекции, в которой преподаватель знакомит обучающихся с целью и назначением курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин. Далее дается общий обзор курса, определяется его значение для практической будущей работы обучающихся. Затем преподаватель знакомит с общей методикой работы над курсом, дает характеристику учебников и учебных пособий, знакомит слушателей с обязательным списком литературы, рассказывает об требованиях при сдаче экзамена и дифференцированного зачета.

## 2.2 Порядок проведения лекционного занятия

Лекция как элемент образовательного процесса должна включать следующие этапы:

1. формулировку темы лекции;

2. указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;

3. изложение вводной части;

4. изложение основной части лекции;

5. краткие выводы по каждому из вопросов;

6. заключение;

7. рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающихся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ОГУ, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками

Проведение лекционных занятий предполагает обязательное конспектирование обучающимися предлагаемых учебных материалов. Необходимость конспектирования и его особенности доводятся до сведения обучающихся преподавателем на первом лекционном занятии. Конспектирование должно вестись в отдельной тетради достаточно большого объема в соответствии с порядком прочтения лекций. В случае пропуска лекции необходимо зарезервировать в тетради достаточное место, чтобы потом внести в него материал пропущенной лекции. При конспектировании каждой лекции рекомендуется записывать ее план и использовать цветное выделение названий тем, разделов и основных определений, что упрощает навигацию в конспекте при подготовке к контрольным мероприятиям. Поскольку в большинстве тем дисциплины используются одинаковые термины и определения, постольку для ускорения записи лекционных материалов рекомендуется самостоятельно разработать свою систему сокращений.

В ходе лекции могут возникать вопросы по ее содержанию. Вопросы следует записывать и, если ответы на них не получены, задавать преподавателю в конце лекции, в моменты перерыва или, когда преподаватель спросит о них. Прерывать лекцию вопросами не рекомендуется.

Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям, при подготовке к рубежному контролю, экзамену и дифференцированному зачету. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

## 2.3 Содержание лекций

Таблица 1 - Содержание разделов

- в пятом семестре

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Общая часть | Технико-экономические показатели, критерии работоспособности и их расчет. Базовые положения работы с автоматизированными системами Matlab и Autodesk inventor. Планирование вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных пакетов. |
| 2 | Компоновки станков | Компоновка станков, связь компоновки с технико-экономическими показателями, структурный анализ и синтез компоновок. Методика модернизации универсального оборудования |
| 3 | Приводы станков | Привод главного движения. Исходные данные. Привод со ступенчатым регулированием. Множительные структуры. Диапазоны рабочих скоростей и подач, расчетные нагрузки в станках. Проектирование привода главного движения. Особенности применения многоскоростных электродвигателей. Сложенные структуры. Структуры со связанными колесами. Приводы с бесступенчатым регулированием. Проектирование привода главного движения. Привод подач станков. Основные проектные критерии. Структура привода подач. Основные зависимости для расчета привода. Выбор типа двигателя и тягового устройства. Передача винт-гайка качения, конструкция, регулировка, расчет передач. Математические модели приводов мехатронных и робототехнических систем. |
| 4 | Шпиндельные узлы | Шпиндельные узлы /ШУ/. Основные характеристики. Конструкции ШУ. Материалы. Применение новых материалов в ШУ. Основные типы опор, применяемых в ШУ. Сравнительная характеристика. Опоры качения. Основные схемы установки. Основные типы опор, применяемых в ШУ. Сравнительная характеристика. Опоры качения. Основные схемы установки. Инженерные оценки точности ШУ. Податливость ШУ на опорах качения. Расчеты шпиндельных узлов станков. Расчет статических характеристик шпиндельных узлов. Определение оптимального межопорного расстояния. Опоры жидкостного трения. Гидростатические и гидродинамические опоры. Основные понятия. Требования, предъявляемые к данным типам опор. Конструктивное исполнение. Расчет гидростатических опор. Система питания насос-карман. Дроссельная система питания. Математические модели. |
| 5 | Направляющие станков | Направляющие металлорежущих станков. Классификация. Требования, предъявляемые к ним. Конструкции направляющих. Направляющие смешанного трения. Расчет на жесткость. Направляющие жидкостного трения. Расчет на жесткость. Направляющие качения. Конструктивное исполнение. Способы создания предварительного натяга. Защитные устройства для направляющих. Расчет давлений и упругих перемещений в направляющих. Математические модели. |
| 6 | Несущие системы станков | Основные требования, предъявляемые к несущей системе станка. Расчет на жесткость. Базовые детали станка. Станины. Коробчатые конструкции. Основные понятия. Расчет станин на жесткость. Расчет коробок на жесткость. Математические модели. |

# 3 Методические указания по практическим занятиям

В программе по изучаемой дисциплине предусмотрены групповые практические занятия.

При проведении практических занятий необходимо:

1. Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы.

2. Оценить работу обучающихся в лаборатории и полученные ими данные.

3. Проверить отчеты и оценить работу.

Методические материалы составлены с учетом того, что обучающиеся прослушали лекцию по рассматриваемой теме и должны знать содержание материала.

Для выполнения практических работ каждому студенту предоставляется задание, соответствующее курсовому проектированию.

Методика выполнения практических работ представлена в источниках, указанных в списке литературы в рабочей программе:

– Поляков, А. Н. Расчет привода главного движения с бесступенчатым регулированием :методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств, 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков, В. Н. Михайлов, К. С. Романенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Оренбург : ОГУ, 2013.

– Поляков, А. Н. Моделирование коробок скоростей: метод. указания / А. Н. Поляков и [др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос.образов. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Оренбург : ГОУ ОГУ,2009. - 66 с.

- Расчет и конструирование привода главного движения металлорежущего станка[Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и роботехника / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Электрон.текстовые дан. (1 файл: 18.80 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 208 с. - <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/74921_20180629.pdf> -электронный каталог научной библиотеки ОГУ.

Используемое программное обеспечение:

- Система трехмерного проектирования – учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D.

- Система трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования (САПР) компании Autodesk – Autodesk Inventor.

ПО для решения широкого спектра научных и прикладных задач - MathWorks MATLAB.

Таблица 2 - Содержание практических занятий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | № раздела | Наименование практических занятий | Кол-во часов |
| 1 | 2 | Разработка компоновки станка | 2 |
| 2 | 3 | Кинематический расчет коробки скоростей | 2 |
| 3 | 3 | Построение структурных сеток и графиков частот | 2 |
| 4 | 3 | Расчет прямозубой эвольвентой передачи | 2 |
| 5 | 3 | Построение свертки коробки скоростей | 2 |
| 6 | 3 | Расчет и подбор подшипников | 2 |
| 7 | 3 | Расчет сечения сплошного вала | 2 |
| 8 | 3 | Проектирование механизма переключения коробок передач в станках | 2 |
| 9 | 4 | Измерения сил резания на фрезерном станке с ЧПУ | 2 |
| 10 | 4 | Проект шпиндельного узла | 4 |
| 11 | 4 | Расчет статических характеристик шпиндельного узла | 4 |
| 12 | 5 | Подбор направляющих качения | 2 |
| 13 | 6 | Проектирование базовых деталей станка (горизонтальные или вертикальные станины) | 4 |
|  |  | Итого: | 32 |

# 4 Методические указания по самостоятельной работе

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного ознакомления обучающихся с определенными разделами курса по рекомендованным педагогом материалам.

Целью самостоятельной работы является:

- научить обучающихся осмысленно и самостоятельно работать с учебным материалом, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию;

- закрепление, расширение и углубление знаний, умений и навыков, полученных обучающимися на аудиторных занятиях под руководством преподавателей;

- изучение обучающимися дополнительных материалов по изучаемым дисциплинам и умение выбирать необходимый материал из различных источников;

- воспитание у обучающихся самостоятельности, организованности, самодисциплины, творческой активности, потребности развития познавательных способностей и упорства в достижении поставленных целей.

- формирования соответствующих компетенций:

Предлагаемый подход к освоению материала усиливает мотивацию к аудиторной и внеаудиторной активности, что обеспечивает необходимый уровень знаний по изучаемым дисциплинам и позволяет повысить готовность обучающихся к сдаче экзамена и дифференцированного зачета.

Видами самостоятельной работы при изучении дисциплины «Проектирование станков с ЧПУ» являются:

– выполнение курсового проекта;

– самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);

– подготовка к практическим занятиям;

– подготовка к рубежному контролю.

Подготовка к рубежному контролю заключается в повторении пройденного материала по всем изученным разделам дисциплины, проработке материала выполненных работ, определении пробелов в освоении каких-либо разделов и их восполнении.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях и при выполнении работ.

2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении курсового проекта.

3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении обучающимися учебных задач.

## 4.1 Методические указания по выполнению курсовой работы

Выполнение курсовой работы (КР) предполагает закрепление практических навыков самостоятельного решения инженерных задач, развитие творческих способностей; умение пользоваться технической, нормативной и справочной литературой, развитие умения обучающегося использовать теоретические знания при конструировании привода главного движения станка в автоматизированной системе Компас-3D или Autodesk Inventor.

Целью курсового проектирования является проект привода главного движения станка с бесступенчатым регулированием.

Примерные темы КР:

1) Проект модернизации привода главного движения станка 1К62;

2) Проект модернизации привода главного движения фрезерного станка 6Р82Г.

Особенностью проекта является использованием универсальных автоматизированных систем проектирования Autodesk Inventor и КОМПАС-3D. Autodesk Inventor используется для выполнения типовых расчетов и подбора стандартных конструктивных элементов привода: силовой расчет зубчатых передач, статический расчет валов, расчет шпоночных и шлицевых соединений.

Окончательный проект выполняется в системе КОМПАС-3D.

Объем курсовой работы дифференцирован и непосредственно привязан к итоговой оценке.

Максимальный объем КР составляет: до 100 страниц текста, содержащий не только распечатки электронных документов в виде результатов расчетов, но и краткое описание методики выполнения КР с поэтапным его представлением, в котором сочетаются теоретические и практические части; три – четыре листа графической части в зависимости от особенностей представления. Первый лист – кинематическая схема станка, может быть представлена или только для модернизированного станка, а может быть представлена в виде базовой и модернизированной компоновок. На этом же листе представляются механические характеристики привода с представлением энергетических затрат для реализуемых режимов резания. Второй лист – развертка привода. Третий лист свертка привода. Если на втором листе конструкция шпиндельного узла не представлена, то он представляется на четвертом листе. В отдельных случаях могут быть представлены два шпиндельных узла, как различные варианты конечного звена привода, или его альтернативные решения.

Минимальный объем курсовой работы определяется как кинематическое представление и сборочный чертеж привода. Формальные параметры – это 20-30 страниц записки и два листа графического материала.

Расчетно-пояснительная записка состоит из разделов:

1. Разработка кинематической схемы и кинематический расчет коробки скоростей

1.1. Выбор приводного электродвигателя на основании режимов резания

1.2. Определение общего диапазона регулирования привода на основании режимов резания

1.3. Определение общего числа ступеней скорости

1.4. Выбор конструктивных вариантов привода

1.5. Определение числа возможных кинематических вариантов

1.6.Определение максимальных передаточных отношений по группам передач

1.7. Выбор вариантов структурной формулы

1.8.Построение структурных сеток

1.9. Построение графиков частот вращения

1.10. Определение передаточных отношений в группах передач

1.11. Определение чисел зубьев передач

1.12. Определение крутящих моментов на валах коробки скоростей

2. Расчет прямозубой эвольвентой передачи

2.1. Определение модуля зубчатой передачи расчетом на контактную выносливость зубьев

2.2. Определение модуля зубчатой передачи расчетом на выносливость зубьев при изгибе

2.3. Определение стандартного модуля зубчатой передачи

2.4. Определение межосевого расстояния зубчатой передачи

3. Построение свертки коробки скоростей

3.1. Разработка компоновочной схемы коробки скоростей

3.2. Вычерчивание свертки коробки скоростей

3.3.Определение усилий действующих в зубчатых зацеплениях

4. Расчет и подбор подшипников

4.1. Определение реакций в опорах валов

4.2. Выбор подшипников по статической грузоподъемности

4.3. Выбор подшипников по динамической грузоподъемности

4.4. Выбор подшипников по диаметру вала

5. Расчет сечения сплошного вала

5.1.Определение диаметра средних участков вала

5.2. Силовой расчет валов

5.3. Расчет на прочность шпонок и шлицевых соединений

6. Проектирование шпинделя

6.1.Расчет шпинделя на жесткость

7. Выбор и обоснование посадок

7.1. Выбор посадок подшипников качения

7.2. Выбор посадок шлицевых соединений

7.3. Выбор посадок шпоночных соединений

Текущий контроль курсовой работы осуществляется в рамках консультаций, назначенных преподавателем. Итоговый контроль выполнения КР осуществляется в форме защиты, для чего ее текстовая и графическая часть представляются преподавателю на материальном носителе (на бумаге), а также на магнитном носителя для дальнейшего хранения в архиве кафедры. Защита предполагает опрос обучающегося преподавателем по различным разделам КР. КР должен быть защищен обучающимся в установленные сроки.

## 4.2 Методические указания по самостоятельному изучению отдельных тем и разделов дисциплины

Самостоятельное изучение отдельных тем и разделов дисциплины включает в себя самостоятельную проработку материала учебников и учебных пособий. Изучить материал, выписать в лекционную тетрадь основные понятия, определения и положения. Далее следует отметить вопросы, вызывающие затруднения для понимания. Нужно постараться найти ответы на вопросы, которые вызвали затруднения, в рекомендуемой литературе, периодических изданиях и Интернет-ресурсах. Если самостоятельно разобраться в материале не получилось, необходимо на ближайшем занятии или консультации обратиться с вопросами к преподавателю.

Таблица 3 - Самостоятельное изучение тем и разделов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование раздела | Тема |
| 1 | Общая часть | Базовые положения работы с автоматизированными системами Matlab и Autodesk inventor. Планирование вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных пакетов. |
| 2 | Компоновки станков | Методика модернизации универсального оборудования |
| 3 | Приводы станков | Математические модели приводов мехатронных и робототехнических систем. |
| 4 | Шпиндельные узлы | Математические модели. |
| 5 | Направляющие станков | Математические модели. |
| 6 | Несущие системы станков | Математические модели. |

Рекомендуемая литература:

-Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / Т. М. Авраамова, В. В. Бушуев, Л. Я. Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 1 — 2023. — 608 с. — ISBN 978-5-907523-30-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/307280. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / В. В. Бушуев, А. В. Ерёмин, А. А. Какойло [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 2 — 2023. — 586 с. — ISBN 978-5-907523-31-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/307283. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Поляков, А. Н. Моделирование коробок скоростей: метод.указания / А. Н. Поляков и [др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образов.учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 66 с.Режим доступа: <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/1739_20110823.pdf> - электронный каталог научной библиотеки ОГУ.

- Поляков, А. Н. Расчет привода главного движения с бесступенчатым регулированием : методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств, 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков, В. Н. Михайлов, К. С. Романенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Оренбург : ОГУ, 2013.

- Расчет и конструирование привода главного движения металлорежущего станка[Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и роботехника / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Электрон.текстовые дан. (1 файл: 18.80 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 208 с. - <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/74921_20180629.pdf> -электронный каталог научной библиотеки ОГУ.

## 4.3 Методические указания по самоподготовке

Самоподготовка включает в себя проработку и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий. Работу с конспектом лекций желательно начать в день ее проведения. Просмотрев конспект, выделить основные понятия, определения и положения. Далее следует отметить вопросы, вызывающие затруднения для понимания. Нужно постараться найти ответы на вопросы, которые вызвали затруднения, в рекомендуемой литературе, периодических изданиях и Интернет-ресурсах. Если самостоятельно разобраться в материале не получилось, необходимо на ближайшем занятии или консультации обратиться с данным вопросом к преподавателю. Также рекомендуется повторить пройденный материал перед следующей лекцией.

Рекомендуемая литература:

- Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / Т. М. Авраамова, В. В. Бушуев, Л. Я. Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 1 — 2023. — 608 с. — ISBN 978-5-907523-30-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/307280. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / В. В. Бушуев, А. В. Ерёмин, А. А. Какойло [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 2 — 2023. — 586 с. — ISBN 978-5-907523-31-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/307283. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Тюняев, А. В. Детали машин : учебник / А. В. Тюняев, В. П. Звездаков, В. А. Вагнер. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-1461-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211130 (дата обращения: 07.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Поляков, А. Н. Моделирование коробок скоростей: метод.указания / А. Н. Поляков и [др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образов.учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 66 с.Режим доступа: <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/1739_20110823.pdf> - электронный каталог научной библиотеки ОГУ.

- Поляков, А. Н. Расчет привода главного движения с бесступенчатым регулированием : методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств, 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков, В. Н. Михайлов, К. С. Романенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Оренбург : ОГУ, 2013.

- Расчет и конструирование привода главного движения металлорежущего станка[Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и роботехника / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Электрон.текстовые дан. (1 файл: 18.80 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 208 с. - <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/74921_20180629.pdf> -электронный каталог научной библиотеки ОГУ.

## 4.4 Методические указания по подготовке к практическим занятиям

Подготовка к практическим занятиям заключается в проработке вопросов, вынесенных на защиту работ.

Рекомендуемая литература для подготовки к практическим занятиям:

- Поляков, А. Н. Расчет привода главного движения с бесступенчатым регулированием : методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств, 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000 Мехатроника и робототехника / А. Н. Поляков, В. Н. Михайлов, К. С. Романенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Оренбург : ОГУ, 2013.

- Расчет и конструирование привода главного движения металлорежущего станка[Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и роботехника / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов. - Электрон.текстовые дан. (1 файл: 18.80 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 208 с. - <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/74921_20180629.pdf> -электронный каталог научной библиотеки ОГУ.

- Гулиа, Н. В. Детали машин : учебник / Н. В. Гулиа, В. Г. Клоков, С. А. Юрков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1091-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211154. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 4.5 Методические указания по подготовке к рубежному контролю

Рубежный контроль по дисциплине проводится в форме компьютерного тестирования дважды в течение каждого семестра. Формулировки всех тестовых заданий основаны на лекционном материале. Поэтому гарантией успешного прохождения тестирования является прочное овладение учебным материалом указанных видов занятий, предшествующих рубежному контролю. Однако на неделях рубежного контроля перед прохождением тестирования желательно повторить весь пройденный на данный момент учебный материал, изложенный в лекциях и учебно-методической литературе. Это способствует актуализации знаний, необходимых для прохождения тестирования.

Текущая аттестация проводится с использованием автоматизированной интерактивной системы сетевого тестирования АИССТ:

- в 5 семестре:

На восьмой неделе (1-ый рубежный контроль) проводится тестирование по следующим разделам:

– Раздел «Общая часть»

– Раздел «Компоновки станков»

На четырнадцатой неделе (2-ой рубежный контроль) проводится тестирование по следующим разделам:

– Раздел «Приводы станков».

- в 6 семестре:

На восьмой неделе (1-ый рубежный контроль) проводится тестирование по следующим разделам:

– Раздел «Шпиндельные узлы»;

На четырнадцатой неделе (2-ой рубежный контроль) проводится тестирование по следующим разделам:

– Раздел «Направляющие станков»;

– Раздел «Несущие системы станков»;

# 5 Методические указания по промежуточной аттестации

Подготовка к промежуточной аттестации заключается в повторении всего лекционного материала, предусмотренного рабочей программой, по лекциям и рекомендуемой литературе. Проведение промежуточной аттестации возможно с использованием автоматизированной интерактивной системы сетевого тестирования АИССТ и по билетам. Итоговый контроль знаний по дисциплине производится в форме дифференцированного зачета в патом семестре и экзамена - в шестом семестре.

Вопросы к дифференцированному зачету в 5 семестре:

1. Перечислите технико-экономические показатели.
2. Что понимается под эффективностью станка?
3. Как связаны термины «гибкость», «переналаживаемость» и «универсальность»?
4. Какие виды отказов Вы знаете?
5. Что такое ремонтопригодность станка?
6. Перечислите критерии работоспособности.
7. Что понимается под жесткостью?
8. Что такое теплоустойчивость станка?
9. Как упрощенно получить оценку жесткости станка?
10. Назовите виды изнашивания в станках.
11. Что понимается под виброустойчивостью станка.
12. Что такое компоновка станков?
13. Дайте связь компоновки с технико-экономическими показателями.
14. Проведите структурный анализ и синтез компоновок.
15. Расскажите о связи жесткости несущей системы станка от типа компоновки.
16. Как стоимость станка зависит от его компоновки.
17. Какая связь между производительностью станка и его компоновкой.
18. Перечислите основные требования к методам расчета характеристик качества компоновок.
19. Объясните принципы выбора исходных данных на проектирование.
20. Что такое множительные структуры?
21. Постройте структурную сетку по предложенной кинематической структуре привода.
22. Постройте график частот по предложенной кинематической структуре привода.
23. Постройте кинематическую структуру привода по предложенному варианту структурной сетки и графику частот вращения.
24. Дайте последовательность построения графика частот вращения и структурной сетки.
25. Объясните особенности применения многоскоростных электродвигателей.
26. Дайте описание структуры привода главного движения.
27. Какие принимаются исходные данные при проектировании привода главного движения.
28. Какую роль в приводах движения играет двигатель?
29. Можно ли отождествлять привод движения с двигателем?
30. В чем заключается отличие приводов со ступенчатым и бесступенчатым регулированием?
31. Почему при назначении частот вращения в приводах станков используется закон геометрической прогрессии?
32. Назовите достоинства привода со ступенчатым регулированием?
33. Назовите основные недостатки привода со ступенчатым регулированием?
34. Перечислите основные пути расширения диапазона регулирования с бесступенчатым регулированием?
35. В чем заключается особенность кинематического расчета привода с бесстепунчатым регулированием?
36. Как следует выбирать двигатель в приводе со ступенчатым регулированием?
37. Как следует выбирать электродвигатель в приводе с бесступенчатым регулированием?
38. Назовите особенности проектирования приводов подач.
39. Назовите особенности кинематического расчета привода с многоскоростными электродвигателями.
40. Что такое сложенные структуры?
41. Преимущества использования в приводах связанных колес.
42. Назовите основные элементы передачи винт-гайка качения. Достоинства и недостатки.

Вопросы к дифференцированному зачету в 6 семестре:

1. Назовите основные характеристики ШУ.
2. Назовите основные конструктивные элементы ШУ.
3. Назовите новые материалы в ШУ.
4. Дайте сравнительную характеристику основным типам опор, применяемых в ШУ.
5. Проведите инженерную оценку точности ШУ при заданных биения опор.
6. Покажите способы создания предварительного натяга в опорах качения.
7. Дайте понятия упруго-деформационной модели ШУ.
8. Определите оптимальное межопорное расстояния для конкретного варианта ШУ.
9. Проведите расчет жесткости подшипников качения.
10. Постройте расчетную схему ШУ для выполнения статического расчета.
11. Назовите принципиальные отличия гидростатических и гидродинамических опор.
12. Поясните различие двух систем питания гидростатических подшипников("насос-карман" и "дроссельная" ).
13. Для чего используют в конструкциях гидростатических подшипников дренажные канавки?
14. Что означает параметр быстроходности?
15. Перечислите основные системы смазывания, используемые в шпиндельных узлах.
16. Какой тип опор следует использовать для обеспечения предельной несущей способности?
17. Перечислите основные недостатки активных магнитных опор?
18. Как получить инженерную оценку жесткости шпиндельного узла?
19. Приведите динамические характеристики шпиндельного узла.
20. Что характеризуют формы колебаний?
21. Что означает баланс упругих перемещений на переднем конце шпиндельного узла?
22. В каких случаях следует применять смазку «масляный туман»?
23. Перечислите основные достоинства и недостатки приводных элементов шпиндельного узла?
24. Приведите типовую методику инженерного расчета на жесткость шпиндельного узла.
25. Приведите классификацию направляющих металлорежущих станков.
26. Покажите способы создания предварительного натяга.
27. Приведите защитные устройства для направляющих.
28. Расскажите о влиянии стыков на точность станков.
29. Приведите основные типы направляющих.
30. Приведите основные достоинства и недостатки направляющих скольжения.
31. Приведите основные достоинства и недостатки направляющих качения.
32. Приведите основные достоинства и недостатки бесконтактных направляющих.
33. Расскажите методику расчета направляющих скольжения.
34. Расскажите принцип работы гидростатических направляющих.
35. Расскажите принцип работы гидродинамических направляющих.
36. Расскажите принцип работы аэростатических направляющих.
37. Дайте классификацию гидростатических направляющих.
38. Что понимается под несущей системой станка?
39. Назовите основные требования, предъявляемые к несущей системе.
40. Назовите основные показатели качества станка.
41. Расскажите о влиянии характеристик несущей системы на показатели качества станка.
42. Назовите основные элементы несущей системы станка.
43. Из каких материалов выполняют элементы несущей системы станка?
44. Расскажите о конструктивных особенностях горизонтальных станин.
45. Расскажите о конструктивных особенностях вертикальных станин.
46. Сравните жесткость и массу станин П-образного сечения с окнами разной формы.
47. Приведите инженерную методику расчета на жесткость коробок.
48. Приведите инженерную методику расчета станин на жесткость.

Пример теста, предъявляемого обучающемуся, изучившему все темы дисциплины в 5 семестре (время выполнения теста – 63 минут), контролируемые разделы со 1 по 3:

1. Назовите технико-экономические показатели:

а) Эффективность, производительность, гибкость, надежность, точность

б) Эффективность, производительность формообразования, переналаживаемость, надежность, точность

в) Эффективность, универсальность, производительность резания, точность

г) Эффективность, производительность, гибкость, безотказность, точность

д) Эффективность, производительность, гибкость, долговечность, точность

2. Эффективность станка оценивается:

а) отношением программы выпуска к стоимости оборудования;

б) затратами изготовителя на выпуск одной партии деталей;

в) затратами изготовителя на выпуск одной детали;

г) затратами изготовителя на выпуск всей номенклатуры деталей;

д) отношением количества деталей, обрабатываемых на станке за год к сумме годовых затрат на их изготовление.

3. Под гибкостью станочного оборудования понимается:

1. Способность к изготовлению широкой номенклатуры деталей;
2. Способность к изготовлению деталей одной номенклатуры, но разного типоразмера;
3. Способность к быстрому переналаживанию для изготовления других деталей при допустимых затратах;
4. Высокий уровень автоматизации оборудования;
5. Возможность встраивания в ГПС.

…

21. Привод с комбинированным регулированием означает:

а) До расчетной частоты вращения обеспечивается регулирование с постоянным моментом;

б) после расчетной частоты вращения обеспечивается регулирование с постоянным моментом;

в) после расчетной частоты обеспечивается регулирование с постоянной мощностью;

г) До расчетной частоты вращения обеспечивается регулирование с постоянным моментом, а выше – с постоянной мощностью;

д) До расчетной частоты вращения обеспечивается регулирование с постоянной мощностью, а выше – с постоянным моментом.

Пример теста, предъявляемого обучающемуся, изучившему все темы дисциплины в 6 семестре (время выполнения теста – 63 минут), контролируемые разделы с 4 по 6:

1. Шпиндельный узел:

а) устройство, состоящее из шпинделя и опор;

б) устройство для реализации скорости резания;

в) устройство реализации движений формообразования, имеющее опоры качения;

г) конечное звено привода подачи, предназначенное для крепления приспособления с заготовкой или инструмента и реализует одно из движений формообразования;

д) конечное звено привода главного движения, предназначенное для крепления приспособления с заготовкой или инструмента и реализует одно из движений формообразования.

2. Нагрузочная способность шпиндельного узла определяется:

а) ;  - мощность привода; - диаметр передней шейки шпинделя;

б) ;  - момент на выходном валу привода; - диаметр передней шейки шпинделя;

в) ;  - мощность привода; - диаметр шпинделя;

г);  - момент на выходном валу привода; - диаметр шпинделя;

д) ;  - мощность привода; - диаметр передней шейки шпинделя.

3. Наибольшей несущей способностью обладают:

а) опоры качения;

б) активные магнитные опоры;

в) гидростатические опоры;

г) гидродинамические опоры;

д) газовые опоры.

…

21. Предпочтительным способом увеличения жесткости корпусных деталей станков является:

а) увеличение толщины стенок;

б) увеличение размеров сечения или введение дополнительных ребер жесткости;

в) замена материала;

г) использование адаптивных систем обеспечения размерной точности обработки;

д) применение на ранних этапах проектирования систем инженерного анализа.

Методика результирующей оценке по курсовому проекту и теоретической части представлена в ФОС к рабочей программы по дисциплине.