***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

*«Б1.Д.В.Э.2.1 Конструирование мехатронных модулей»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств*

(код и наименование направления подготовки)

*Технология машиностроения*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Заочная*

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 «*Б1.Д.В.Э.2.1 Конструирование мехатронных модулей*», зарегистрированной в ЦИТ под учетным номером\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## Содержание

[Содержание 3](#_Toc72615959)

[1 Общие сведения о курсе дисциплины 4](#_Toc72615960)

[2 Методические указания по лекционным занятиям 4](#_Toc72615961)

[2.1 Общие требования к организации и проведению лекционных занятий 4](#_Toc72615962)

[2.2 Порядок проведения лекционного занятия 5](#_Toc72615963)

[2.3 Содержание лекций 5](#_Toc72615964)

[3 Методические указания по практическим занятиям 6](#_Toc72615965)

[4 Методические указания по самостоятельной работе 7](#_Toc72615966)

[4.1 Методические указания по выполнению индивидуального задания 8](#_Toc72615967)

[4.2 Методические указания по самостоятельному изучению отдельных тем и разделов дисциплины 11](#_Toc72615968)

[4.3 Методические указания по самоподготовке 12](#_Toc72615969)

[4.4 Методические указания по подготовке к практическим занятиям 12](#_Toc72615970)

[4.5 Методические указания по подготовке к рубежному контролю 13](#_Toc72615971)

[5 Методические указания по промежуточной аттестации 13](#_Toc72615972)

## 1 Общие сведения о курсе дисциплины

Дисциплина «*Конструирование мехатронных модулей*» содержит практико-ориентированный материал, необходимых для формирования у обучающихся комплекса знаний современного состояния математического моделирования в машиностроении на примере металлорежущих станков как объекта машиностроительного производства.

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 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 о требованиях при сдаче экзамена и 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 лабораторным работам, при подготовке к рубежному контролю, экзамену и 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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Конструкции мехатронных модулей. | Основные термины и определения. Классификация мехатронных модулей. Электроприводные мехатронные модули. Гидроприводные мехатронные модули. |
| 2 | Двигатели мехатронных модулей | Электродаигатели. Гидравлические двигатели. Принципы работы. Достоинства и недостатки. Классификация. |
| 3 | Общие сведения о всех типах передач и устройствах, применяемых в мехатронных модулях. | Передачи с гибкой связью, планетарные передачи, червячные передачи, волновые механические, фрикционные, винт-гайка, рычажные механизмы, кулачковые, элементы гидропривода, тормозные устройства, датчики. Общие сведения, конструктивные особенности, достоинства, недостатки. |
| 4 | Редукторы на базе зубчатых передач. | Зубчатые передачи и редукторы на их основе. Общие сведения, достоинства и недостатки*.* Материалы зубчатых передач. Особенности кинематики.Червячные редукторы. Планетарные редукторы. Волновые зубчатые передачи. |
| 5 | Люфтовыбирающие механизмы. | Автономный механизм для выборки люфта в зубчатой передаче, червячной передаче. Безлюфтовый планетарный механизм. Выборка мертвого хода в винтовых преобразователях движения. Люфтовыбирающий механизм с разрезной гайкой. Варианты конструкций люфтовыбирающих механизмов. Механизмы для выборки осевой составляющей бокового зазора. |
| 6 | Направляющие в мехатронных модулях | Назначение и разновидности направляющих. Направляющие с трением скольжения и качения. Шариковые LM-направляющие. Шарикосплайновые направляющие. Расчеты и методика выбора. |

# 3 Методические указания по практическим занятиям

Практическое занятие – форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают тот или иной раздел определенной научной дисциплины, входящей в состав учебного плана. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

Варианты заданий на выполнение практических работ:

| № занятия | № раздела | Тема |
| --- | --- | --- |
| 1 | 4 | Разработка модели планетарного редуктора |
| 2 | 4 | Разработка модели червячного редуктора |
| 3 | 5 | Разработка модели планетарно-цевочного редуктора |
|  |  | Итого: |

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

- Моделирование несущей системы станка с использованием 3D-принтера Dimension Elite[Электронный ресурс] : учебное пособие 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 [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, 11 Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ОГУ, 2013. -Adobe Acrobat Reader 6.0

- Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159953. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Поляков, А. Н. Проектирование привода главного движения станков с ЧПУ с использованием CAD-систем [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 3 с.

- Поляков, А. Н. Конструирование мехатронных модулей [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2019. - 3 с.

Для проведения практических занятий предназначены специализированные лаборатории:

- лаборатория компьютерного моделирования станков (ауд. № 2010);

- лаборатория мехатронных систем, робототехники, станков с ЧПУ и автоматизированных измерений (ауд. № 2003). Практические занятия, проводимые в ауд. № 2010, выполняются на ПК .

Для проведения практических занятий предназначена специализированная лаборатория компьютерного моделирования станков (ауд. № 2110), оснащенная ПК, выполненных на базе многоядерных процессоров, а также лаборатория мехатронных систем, робототехники, станков с ЧПУ и автоматизированных измерений (ауд. № 2003).

Используемое специальное программное обеспечение:

– Система [трёхмерного](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D1%91%D1%85%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0) твердотельного и поверхностного [параметрического проектирования](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) ([САПР](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%90%D0%9F%D0%A0)) компании [Autodesk](https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk) – Autodesk Inventor.

- Система автоматизации конструкторского проектирования, технологической подготовки производства и инженерного анализа машиностроительных изделий различного назначения – учебный комплект программного обеспечения NX компании Siemens PLM Software.

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

Для выполнения практических занятий каждому студенту предоставляется персональный компьютер с установленным необходимым программным обеспечением.

# 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 изучаемой дисциплине и позволяет повысить готовность обучающихся к сдаче диф.зачета.

Видами самостоятельной работы при изучении дисциплины «*Конструирование мехатронных модулей*» являются:

– выполнение индивидуального задания;

– самостоятельное изучение разделов;

– 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 индивидуального задания.

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

## 4.1 Методические указания по выполнению индивидуального задания

Выполнение индивидуального задания предполагает закрепление практических навыков самостоятельного решения инженерных задач, развитие творческих способностей; практических навыков к научной деятельности в области конструирования мехатронных модулей.

Студенты выполняют индивидуальное задание: проект мехатронного модуля, включающий его кинематический и силовой расчет, а также разработку 2D- сборочных чертежей и 3D-моделей его компонентов и сборку.

Проектированию мехатронного модуля отводится семестр. В качестве итогового отчета контрольной работы представляется компоновка, эскизы, необходимые расчеты, отдельные фрагменты модуля (рисунки 1, 2), 3D-модели модуля, а также чертежи конструкции.

Методики проектирования и конструирования приведены в источниках, указанные ниже:

- Основы быстрого прототипирования [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.06 Мехатроника и робототехника, 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / А. Н. Поляков [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун- т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ОГУ, 2014. -Adobe Acrobat Reader 6.0

- Моделирование несущей системы станка с использованием 3D-принтера Dimension Elite[Электронный ресурс] : учебное пособие 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 [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, 11 Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ОГУ, 2013. -Adobe Acrobat Reader 6.0

- Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159953. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Поляков, А. Н. Проектирование привода главного движения станков с ЧПУ с использованием CAD-систем [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 3 с.

- Поляков, А. Н. Конструирование мехатронных модулей [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2019. - 3 с

Текущий контроль индивидуального задания осуществляется в рамках консультаций, назначенных преподавателем. Итоговый контроль выполнения индивидуального задания 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 индивидуального задания. Индивидуальное задание должно быть защищено обучающимся в установленные сроки.

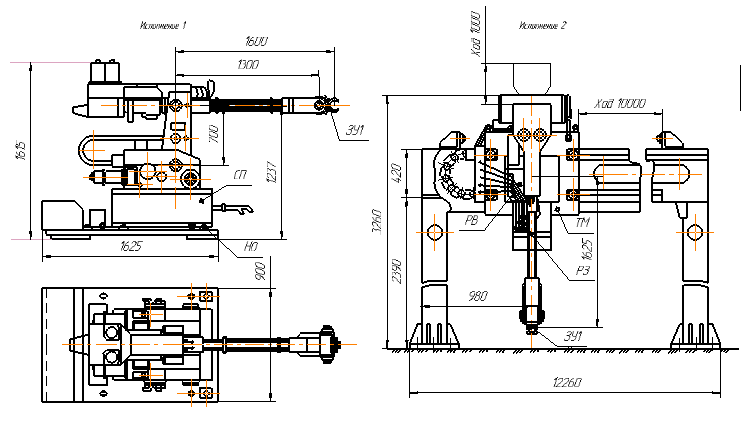
******

Рисунок 4 – Компоновка модуля

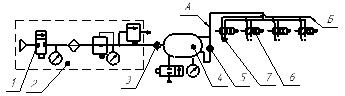
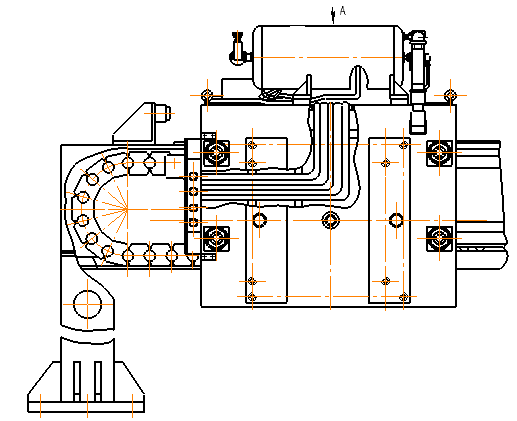
******

Рисунок 1 – Принципиальная гидравлическая схема управления



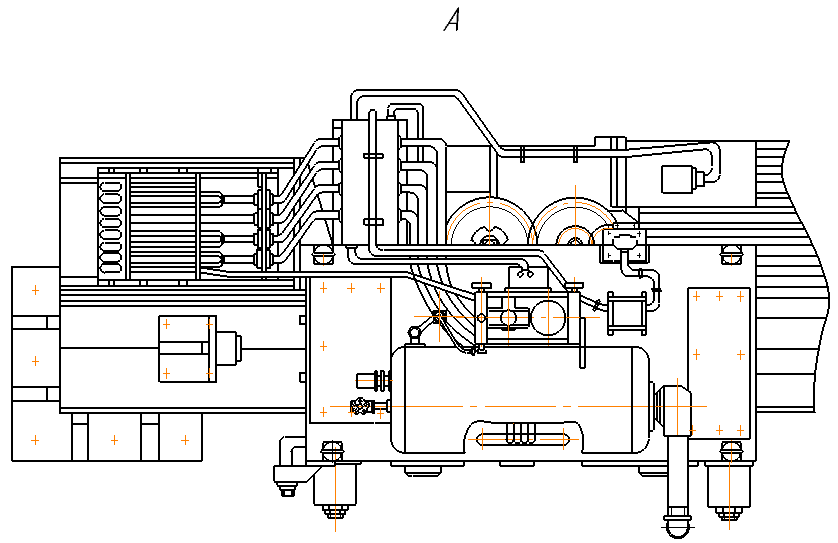


Рисунок 2 ­ – Фрагмент конструкции

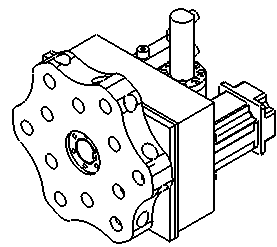


Рисунок 3 – 3D-модель мехатронного модуля (револьверная головка)

## 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.

Рекомендуемая литература:

- Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / Т. М. Авраамова, В. В. Бушуев, Л. Я. 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 Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том. — URL: https://e.lanbook.com/book/307283. — Режим доступа: для авториз. пользователей

- Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159953. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

-Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168366. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Щербинин, С. В. Проектирование мехатронных модулей движения в AutodeskInventor : учебное пособие / С. В. Щербинин. — Москва : ТУСУР, 2012. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/11059. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Чернусь, П. П. Моделирование мехатронных систем : учебное пособие / П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 54 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122100. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 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. 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 Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том. — URL: https://e.lanbook.com/book/307283. — Режим доступа: для авториз. пользователей

- Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159953. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

-Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168366. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Щербинин, С. В. Проектирование мехатронных модулей движения в AutodeskInventor : учебное пособие / С. В. Щербинин. — Москва : ТУСУР, 2012. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/11059. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Чернусь, П. П. Моделирование мехатронных систем : учебное пособие / П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 54 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122100. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 4.4 Методические указания по подготовке к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям следует использовать литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями.

Обучающемуся рекомендуется следующая схема подготовки к занятию:

1. Проработать конспект лекций;

2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;

4. Выполнить задание;

6. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

– Базовые принципы работы на 3D принтере Dimension Elite [Электронный ресурс] : 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, А. И. Сердюк, 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, металлообраб. станков и комплексов. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.19 Mb). - Оренбург : ОГУ, 2013. – режим доступа: <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3998_20131212.pdf>.

- Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159953. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Поляков, А. Н. Проектирование привода главного движения станков с ЧПУ с использованием CAD-систем [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 3 с.

- Поляков, А. Н. Конструирование мехатронных модулей [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Н. Поляков, И. П. Никитина; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2019. - 3 с

## 4.5 Методические указания по подготовке к рубежному контролю

Рубежный контроль по дисциплине проводится в форме компьютерного тестирования или устного опроса 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. На неделях рубежного контроля желательно повторить весь пройденный на данный момент учебный материал, изложенный в лекциях и учебно-методической литературе. Это способствует актуализации знаний, необходимых для прохождения тестирования или устного опроса.

# 5 Методические указания по промежуточной аттестации

Итоговый контроль знаний по дисциплине производится в форме дифференцированного зачета в 6 семестре.

Подготовка к промежуточной аттестации заключается в повторении всего лекционного материала, предусмотренного рабочей программой, по лекциям и рекомендуемой литературе. Проведение промежуточной аттестации проводится по билетам. Самостоятельная работа по подготовке к дифференцированному зачету во время сессии должна планироваться обучающимся, исходя из общего объема вопросов, вынесенных на дифференцированный зачет, так, чтобы за предоставленный срок он смог равномерно распределить приблизительно равное количество вопросов для ежедневного изучения (повторения). Важно, чтобы один последний день (либо часть его) был выделен для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет обучающемуся самостоятельно перепроверить усвоение материала.

*Вопросы к дифференцированному зачету*

1. Что понимается под мехатроникой?
2. Что составляет предмет мехатроники?
3. В чем заключается мехатронный подход к проектированию?
4. Чем вызвана рассматриваемая тенденция перехода «От Механики к Мехатронике»?
5. Назовите параметры технических характеристик современных станков?
6. Назовите требования, предъявляемые к функциональным характеристикам приводной техники технологических машин;
7. В чем заключается мехатронная концепция «встроенного проектирования»?
8. Чем обусловлено поступательное развитие от механики к мехатроники?
9. Назовите главные преимущества мехатронных систем и модулей;
10. Опишите обобщенную структуру мехатронной системы;
11. Что понимается под мехатронным модулем;
12. Назовите элементы различной физической природы, входящие в мехатронный модуль;
13. Какие задачи необходимо решать при проектировании мехатронных модулей?
14. Назовите общие положения проектирования мехатронных модулей;
15. Приведите общий алгоритм проек­тирования мехатронного модуля;
16. Перечислите основные этапы конструирования мехатронного модуля;
17. Приведите основные подходы к построению моделей сложных технических систем.
18. Назовите основную функциональную задачу мехатронной системы;
19. Как физически реализуется мехатронное информационно- механическое преобразование?
20. Сколько функциональных преобразований необходимо реализовать в мехатронном модуле?
21. Приведите структурную модель современного электропривода;
22. В чем заключается суть синергетической интеграции;
23. Поясните понятие «Функционально-структурная интеграция»;
24. Назовите преимущества мехатронных модулей с ВМД;
25. Дайте классификацию мехатронных модулей;
26. Что понимается под модулем движения
27. В чем преимущество мотор-редуктора в сравнении с традиционной конструкцией привода;
28. Как мотор-редуктор защищают от перегрузок;
29. Дайте описание планетарно-цевочного мотор-редуктора;
30. Дайте описание мотор-редуктора на основе волнового механизма с электромагнитным генератором волн;
31. Дайте описание мотор-вариатор-редуктора;
32. Дайте конструкцию мотор-барабана для наматывания троса;
33. Дайте описание типового электрошпинделя для металлорежущих станков;
34. Дайте описание мотор-колеса;
35. Приведите различные схемы шлифования различных типов поверхностей при использовании электрошпинделей;
36. Что понимают под мехатронным модулем движения;
37. Приведите пример мехатронного модуля движения;
38. Приведите пример мехатронного модуля линейного движения выходного звена;
39. Опишите безредукторный поворотный стол;
40. Дайте состав типового мехатронного модуля движения;
41. Как реализуется в мехатронном модуле информационное устройство;
42. Что понимают под интеллектуальными мехатронными устройствами;
43. Приведите пример интеллектуального мехатронного модуля;
44. Приведите основные преимущества применения интеллектуальных мехатронных модулей;
45. Приведите состав основных компонентов интеллектуального мехатронного модуля;
46. Приведите примеры интеллектуальных мехатронных модулей;
47. Дайте подробное описание интеллектуального мехатронного модуля SIMODRIVE POSMO SI фирмы SIEMENS;
48. Какую функцию выполняют электродвигатели в мехатронных модулях
49. Какие двигатели используют в мехатронных модулях;
50. Расскажите о двигателях постоянного тока;
51. К какому типу двигателей относят двигатели с малолинерционным дисковым якорем;
52. Расскажите о двигателях переменного тока;
53. Расскажите об особенностях синхронных двигателей;
54. Расскажите об особенностях асинхронных двигателей;
55. Какой из типов двигателей предпочтителен для использования в мехатронном модуле;
56. Расскажите о принципе действия линейного двигателя;
57. Насколько эффективно применение линейных двигателей в металлорежущих станках;
58. Перечислите станочные фирмы, использующие в своих конструкциях линейные двигатели;
59. Рассмотрите типовую конструкцию линейного двигателя;
60. Приведите основные этапы энергетического расчета универсального мехатронного модуля при незначительных динамических нагрузках;
61. Как рассчитать требуемую мощность электродвигателя для мехатронного модуля вращательного движения;
62. Как рассчитать требуемую мощность электродвигателя для мехатронного модуля поступательного движения;
63. Как определить передаточное отношение преобразователя движения универсального мехатронного модуля;
64. Что понимают под оптимизацией выбора силовых элементов для мехатронного модуля;
65. Назовите типовые критерии оптимизации выбора силовых элементов;
66. Расскажите о назначении преобразователей движения в мехатронном модуле;
67. Назовите типы передач, используемых в преобразователях движения;
68. Как реализуется реечная передача;
69. Назовите материал, используемый в реечной передаче;
70. Как определить угол поворота шестерни для реечной передачи;
71. Назовите диапазон рекомендуемых передаточных чисел для реечной передачи;
72. Как рассчитать перемещение рейки в реечной передаче;
73. Перечислите основные этапы расчета реечной передачи;
74. В чем идея геометрического расчета реечной передачи;
75. Назовите степени точности зубьев реечных зубчатых передач;
76. Как выполняется проверочный расчет зубьев шестерни и рейки на выносливость по напряжениям изгиба;
77. Как реализуется планетарная передача;
78. Назовите основные достоинства планетарных передач;
79. Назовите типовые компоненты планетарной передачи;
80. Приведите схемы типовых планетарных передач;
81. Что собой представляет цевочная передача;
82. Что понимают под многоступенчатым планетарным редуктором?
83. Как рассчитать вращающий момент в планетарной передаче;
84. Как рассчитывают силы, действующие в зацеплениях зубчатых колес планетарной передачи;
85. Как осуществляется выбор чисел зубьев в планетарной передаче;
86. Назовите основные этапы расчета планетарной передачи;
87. Назовите материалы, используемые для компонентов планетарного механизма;
88. Назовите последовательность геометрического расчета планетарной передачи;
89. Расскажите принцип работы волновой передачи;
90. Как рассчитывают передаточное отношение в волновой передаче;
91. Расскажите о материалах, применяемых для изготовления конструктивных элементов волновых передач;
92. Приведите основные этапы геометрического расчета волновой передачи;
93. Расскажите о передаче винт-гайка;
94. Что понимается под податливостью мехатронных модулей?
95. В чем заключается податливость преобразователей движения;
96. Как зависит податливость мехатронных модулей от типа соединения (параллельное или последовательное) образующих их элементов;
97. Как определить приведенную податливость последовательно соединенных зубчатых передач;
98. Можно ли определить податливость мехатронных модулей с использованием CAE-систем?
99. Какие необходимы исходные данные для расчета на жесткость?
100. В чем заключается отличие расчетов на жесткость с условиями жесткого и упругого закрепления?
101. Какие задаются специфические граничные условия в моделях статического расчета?
102. Как определяются параметры жесткости установочных опор станков.
103. Для чего используется в модели несущей системе станка элемент Combin14.
104. Как определяется нагрузка в модели несущей системе станка.
105. Объясните причину различия в результатах расчетов при различных способах моделирования закреплений?
106. Расскажите об использовании МКЭ в расчете податливости мехатронных модулей.
107. Что понимают под люфтовыбирающими механизмами;
108. Для чего выполняют выборку мертвого хода в зубчатых преобразователях движения;
109. Приведите конструктивную схему механизма выборки мертвого хода в зубчатых преобразователях движения;
110. Назовите основные недостатки выборки мертвого хода методом раздвоения колеса;
111. Приведите пример механизма выборки мертвого хода с дополнительной кинематической цепью;
112. Сравните методы выборки мертвого хода;
113. Приведите конструктивные схемы механизма выборки мертвого хода в винтовых преобразователях движения;
114. Какие устройства называют тормозными;
115. Назовите типы тормозных устройств, применяемых в мехатронных модулях;
116. Дайте описание механических тормозных устройств;
117. Как рассчитать силу сопротивления пружины, используемой в тормозном устройстве;
118. Назовите условие останова подвижного звена;
119. Дайте описание упруго-фрикционного тормозного устройства;
120. Расскажите о принципе действия электромагнитного тормозного устройства;
121. Как рассчитать тормозной момент электромагнитного порошкового тормоза;
122. Какие устройства называют направляющими;
123. Назовите требования, предъявляемые к направляющим;
124. Как различаются направляющие качения и скольжения;
125. Как различают направляющие по геометрии;
126. Приведите общую классификацию направляющих, применяемых в металлорежущих станках;
127. Расскажите о достоинствах и недостатках направляющих скольжения;
128. Назовите материал направляющих скольжения;
129. Как проводят проверочный расчет для проверки правильности выбора посадки и класса точности сопрягаемых деталей направляющих;
130. Назовите марку сплава, для которого температурный коэффициент линейного расширения меньше 10e10-6;
131. Назовите условие, при котором не происходит заклинивания направляющих скольжения;
132. Определите систему сил, при котором отсутствует заклинивание направляющих;
133. Назовите достоинства и недостатки направляющих качения;
134. Назовите материал направляющих качения;
135. Приведите конструктивные схемы роликовых направляющих закрытого типа;
136. Что такое LM-направляющие;
137. Расскажите о конструктивных особенностях LM- направляющих;
138. Какие направляющие называют шарикосплайновые;
139. Дайте конструкцию шарикосплайновой направляющей;
140. Что понимают под кинематической точностью мехатронных модулей;
141. Как рассчитать погрешность системы управления и двигателя;
142. Расскажите о кинематической погрешности цилиндрической зубчатой передачи;
143. Как определить мертвый ход цилиндрической зубчатой передачи;
144. Как определить мертвый ход конической зубчатой передачи;
145. Как определить кинематическую погрешность и мертвый ход реечной зубчатой передачи;
146. Как определить кинематическую погрешность волновой зубчатой передачи;
147. Как определить кинематическую погрешность и мертвый ход передачи винт-гайка скольжения;
148. Как определить кинематическую погрешность и мертвый ход шарико-винтовой передачи;
149. Что понимают под погрешностью, вызванной податливостью преобразователя движения;
150. Какие устройства называют информационными;
151. Какую функцию выполняют информационные устройства;
152. Как различаются выходные сигналы датчиков;
153. Что представляют собой датчики;
154. Расскажите о датчиках перемещения;
155. Расскажите о датчиках положения;
156. Назовите критерии, по которым выбирают датчики перемещения;
157. Назовите критерии, по которым выбирают датчики положения;
158. Какие датчики называют резистивными;
159. Какие датчики называют емкостные с подвижными обкладками;
160. Какие датчики называют аналоговыми;
161. Приведите конструкцию потенциометричесих датчиков;
162. Расскажите о цифровых датчиках положения;
163. Расскажите принцип действия фотоэлектрических датчиков;
164. Как различают кодовые датчики;
165. Что представляет собой импульсный датчик;
166. Расскажите принцип действия преобразователей перемещений;
167. Приведите конструкции датчиков;
168. Что такое УЦИ;
169. Для чего используют редуктосины;
170. Когда используют линейный индуктосин;
171. Для чего применяют датчики скорости;
172. Расскажите принцип действия тахогенераторов;
173. Что представляет собой асинхронный тахогенератор;
174. Как определить перемещение при вращательном движении звена;
175. Что понимают под надежностью;
176. Какие объекты рассматривают в теории надежности;
177. Что понимают в теории надежностью под изделием;
178. Что понимают в теории надежностью под элементом;
179. Что понимают в теории надежностью под системой;
180. Какими состояниями характеризуется надежность;
181. Что понимают под работоспособностью;
182. Что понимают под неисправностью;
183. Всякая ли неисправность приводит к отказам;
184. Какие различают отказы;
185. Назовите основные характеристики надежности;
186. Назовите показатели безотказности;
187. Как рассчитать интенсивность отказов;
188. Как рассчитать среднюю наработку на отказ;
189. Назовите показатели долговечности;
190. Что понимают под техническим ресурсом;
191. Что понимают под сроком службы;
192. Что понимают под ремонтопригодностью;
193. Как рассчитать надежность сложных систем;
194. Расскажите о назначении привода главного движения;
195. Как различаются приводы главного движения;
196. Что значит привод с бесступенчатым регулированием;
197. Назовите особенности привода с бесступенчатым регулированием;
198. Расскажите о типовой структуре привода главного движения с бесступенчатым регулированием;
199. Какие двигатели используют в приводах главного движения;
200. Можно ли не применять АКС в приводе главного движения с бесступенчатым регулированием;
201. Расскажите об особенностях кинематического расчета привода главного движения с бесступенчатым регулированием;
202. Поясните принцип построения графика частот;
203. Поясните принцип построения механических характеристик в приводе главного движения с бесступенчатом регулировании;
204. Какие конструктивные особенности можно отметить в приводе главного движения с бесступенчатым регулированием.

При проведении промежуточной аттестации обучающийся проходит или собеседование или тестирование (Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования http://aist.osu.ru) по всем пройденным темам разделов, представленным в рабочей программе дисциплины. На тестирование отводится не менее часа. При проведении диф.зачета в форме собеседования обучающемуся отводится не более 20 минут.

Результирующая оценка рассчитывается следующим образом:

*Орезульт = 0,1\* Отесты +0,2\*ОПЗ*+*0,3\*ОИЗ +0,4\*Одиф.зачет*

Интервал значений коэффициента *Орезульт*:

* от 4,5 до 5 соответствует оценке «Отлично»;
* от 3,5 до 4,4 соответствует оценке «Хорошо»;
* от 3 до 3,4 соответствует оценке «Удовлетворительно»;
* от 0 до 2,9 соответствует оценке «Неудовлетворительно».

Значения коэффициентов *ОПЗ, ОИЗ, Отесты, Одиф.зачет* формируются по четырехбальной шкале:

- «отлично» - оценка ставится за: выполнение всех требований, предусмотренных рабочей программой дисциплины, знание фактического материла по дисциплине, владение понятиями системы знаний по дисциплине, личную освоенность знаний, умение объяснять сущность понятий, умение выделять главное в учебном материале, готовность к самостоятельному выбору, решению, умение найти эффективный способ решения проблемной ситуации, умение использовать знания в стандартных и нестандартных ситуациях, логичное и доказательное изложение учебного материала, владение точной речью, умение аргументировано отвечать па вопросы; вступать в диалоговое общение;

- «хорошо» - оценка ставится за: выполнение всех требований, предусмотренных рабочей программой дисциплины, владение терминологией по дисциплине, умение обобщения, умозаключения, за теоретическое осмысление проблемной ситуации, умение найти решение проблемной задачи, владение языковыми средствами при ответе на поставленные вопросы;

- «удовлетворительно» - оценка ставится за: выполнение всех требований, предусмотренных рабочей программой дисциплины, в том числе за выполнение индивидуального задания, неполное знание терминологии по дисциплине, неполное владение терминологией, за неумение обобщать, делать вывод, за одностороннее решение задачи, неполное владение языковыми средствами, односторонний ответ на предложенные вопросы;

- «неудовлетворительно» - оценка ставится за: невыполнение требований, предусмотренных рабочей программой дисциплины, отсутствие знаний по дисциплине, непонимание материала по дисциплине, отсутствие умений выполнения заданий, предусмотренных данной дисциплиной, отсутствие ответа на предложенные вопросы.