

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Автомобильное отделение



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Расчет, моделирование и конструирование оборудования с компьютерным управлением

Направление подготовки: 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Хусаинов Р.М. (Кафедра конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств, Автомобильное отделение), rmh@inbox.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|------------------|--|
| ПК-2             | способностью участвовать в разработке проектов машиностроительных изделий и производств с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, разрабатывать обобщенные варианты решения проектных задач, анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия, планировать реализацию проектов, проводить патентные исследования, обеспечивающие чистоту и патентоспособность новых проектных решений и определять показатели технического уровня проектируемых процессов машиностроительных производств и изделий различного служебного назначения |
| ПК-3             | способностью составлять описания принципов действия проектируемых процессов, устройств, средств и систем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств, разрабатывать их эскизные, технические и рабочие проекты; проводить технические расчеты по выполняемым проектам, технико-экономическому и функционально-стоимостному анализу эффективности проектируемых машиностроительных производств, реализуемых ими технологий изготовления продукции, средствам и системам оснащения; проводить оценку инновационного потенциала выполняемых проектов и их риски  |
| ПК-4             | способностью выполнять разработку функциональной, логической, технической и экономической организации машиностроительных производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на основе современных методов, средств и технологий проектирования   |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- технико-экономические показатели, критерии работоспособности, компоновки современного оборудования с компьютерным управлением, тенденции его развития;
- методы конструирования, расчета, моделирования и оптимизации основных подсистем и узлов оборудования с компьютерным управлением;
- кинематическую структуру и компоновку станков, системы управления ими.

Должен уметь:

- анализировать конструкции и компоновки технологического оборудования с компьютерным управлением;
- рассчитывать основные технико-экономические показатели и критерии основных систем и подузлов оборудования;
- конструировать основные детали, узлы и подсистемы оборудования с компьютерным управлением на современной элементной базе, разрабатывать их математические модели;
- определять показатели качества функционирования оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы.

Должен владеть:

- навыками анализа конструкций, компоновок технологического оборудования с компьютерным управлением, конструирования его основных деталей, узлов и подсистем;
- навыками выбора оборудования для реализации технологических процессов изготовления продукции

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 44 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 64 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N  | Разделы дисциплины / модуля                       | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Техничко-экономические показатели станков | 1       | 2  | 2                    | 6                   | 16                     |
| 2. | Тема 2. Приводы главного движения станков         | 1       | 2  | 6                    | 4                   | 16                     |
| 3. | Тема 3. Приводы подачи станков                    | 1       | 2  | 6                    | 4                   | 16                     |
| 4. | Тема 4. Несущие системы станков                   | 1       | 2  | 4                    | 4                   | 16                     |
|    | Итого   |         | 8  | 18                   | 18                  | 64                     |

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. Техничко-экономические показатели станков

Техничко-экономические показатели станков: точность, жесткость, надежность, виброустойчивость, гибкость, производительность. Общие понятия. Классификация. Выбор станков по показателям в зависимости от требований технологического процесса. Критерии работоспособности металлорежущих станков. Геометрическая точность станков. Факторы, влияющие на снижение геометрической точности. Методы обеспечения геометрической точности. Кинематическая точность станков. Факторы, влияющие на снижение кинематической точности. Жесткость станков. Факторы, влияющие на снижение жесткости. Методы повышения жесткости. Виброустойчивость станков. Факторы, влияющие на виброустойчивость. Методы повышения виброустойчивости. Тепловые деформации. Факторы, влияющие на тепловые деформации. Методы повышения температурной стабильности. Износостойкость. Методы повышения износостойкости. Тенденции развития станков с точки зрения обеспечения критериев работоспособности.

#### Тема 2. Приводы главного движения станков

Приводы главного движения в станках. Анализ приводов главного движения, используемых в металлорежущих станках. Критерии работоспособности. Требования к приводам главного движения. Конструкция, состав и структура привода главного движения. Динамика привода главного движения. Двигатели в приводах главного движения. Моделирование и расчет приводов главного движения. Шпиндельные узлы. Требования к шпиндельным узлам, критерии работоспособности шпиндельных узлов. Конструкции шпиндельных узлов. Конструкции шпинделей, материалы шпинделей. Шпиндельные узлы на опорах качения. Конструкции опор качения. Роль предварительного натяга. Баланс жёсткости шпиндельных узлов. Моделирование шпиндельных узлов. Расчёт шпиндельных узлов на жёсткость. Расчёт шпиндельных узлов на точность. Расчёт шпиндельных узлов на виброустойчивость. Особенности высокоскоростных шпиндельных узлов. Потери в шпиндельных узлах на опорах качения, тепловыделение. Шпиндельные узлы на опорах с гидродинамической смазкой, конструкции, основы эксплуатации. Шпиндельные узлы на опорах с гидростатической смазкой, конструкции, основы эксплуатации. Обзор конструкций и область применения шпиндельных узлов на опорах с газовой смазкой и на магнитных опорах.

### Тема 3. Приводы подачи станков

Привод подачи в металлорежущих станках. Требования, критерии работоспособности, предъявляемые к приводом подачи. Приводы подачи в станках с ЧПУ, особенности конструкций. Кинематические схемы, компоновки. Характеристики двигателей, используемых в приводах подачи станков с ЧПУ. Расчет и моделирование приводов подачи. Направляющие металлорежущих станков. Требования, критерии работоспособности, предъявляемые к направляющим. Устойчивость движения исполнительного механизма по направляющим. Типы направляющих скольжения. Материалы в направляющих скольжения. Конструкции направляющих. Регулировка зазоров. Проектирование, расчёт и моделирование направляющих скольжения. Направляющие качения, конструкции, область применения, характеристики. Способы регулирования зазора. Проектирование, расчёт и монтаж направляющих качения. Гидростатические направляющие, проектирование, основы расчёта, эксплуатация.

### Тема 4. Несущие системы станков

Требования к корпусным деталям. Основы проектирования и расчета корпусных деталей. Материалы корпусных деталей. Жёсткость, виброустойчивость, температурная стабильность корпусных деталей. Инструментальные системы в металлорежущих станках. Механизмы крепления инструмента в шпинделях обрабатывающих центров. Способы автоматической смены инструмента. Конструкции систем автоматической смены инструментов. Инструментальные магазины, их конструкция, компоновки. Способы кодирования инструмента. Револьверные головки. Основы конструкции. Способы крепления инструмента. Основы расчета механизмов крепления инструмента.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

| Этап             | Форма контроля                | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины   |
|------------------|-------------------------------|-------------------------|---|
| <b>Семестр 1</b> |                               |                         |   |
|                  | <b>Текущий контроль</b>       |                         |   |
| 1                | Курсовая работа по дисциплине | ПК-2, ПК-3, ПК-4        | 1. Техничко-экономические показатели станков<br>2. Приводы главного движения станков<br>3. Приводы подачи станков<br>4. Несущие системы станков |
| 2                | Лабораторные работы           | ПК-2, ПК-3, ПК-4        | 1. Техничко-экономические показатели станков<br>2. Приводы главного движения станков<br>3. Приводы подачи станков<br>4. Несущие системы станков |
| 3                | Отчет                         | ПК-2, ПК-3, ПК-4        | 1. Техничко-экономические показатели станков  |
|                  | <b>Экзамен</b>                | ПК-2, ПК-3, ПК-4        |   |

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Форма контроля                | Критерии оценивания  |  |  |   | Этап |
|-------------------------------|--|--|--|---|------|
|                               | Отлично  | Хорошо   | Удовл.   | Неуд.   |      |
| <b>Семестр 1</b>              |  |  |  |   |      |
| <b>Текущий контроль</b>       |  |  |  |   |      |
| Курсовая работа по дисциплине | Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям. | Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям. | Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям. | 1    |
| Лабораторные работы           | Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.  | Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.  | Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.                 | Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.                           | 2    |
| Отчет                         | Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.  | Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.   | Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.   | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.  | 3    |

| Форма контроля | Критерии оценивания   |   |   |   | Этап |
|----------------|---|---|---|---|------|
|                | Отлично   | Хорошо  | Удовл.  | Неуд.   |      |
| <b>Экзамен</b> | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. | Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |      |

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Курсовая работа по дисциплине**

Темы 1, 2, 3, 4

Курсовой проект состоит из пояснительной записки порядка 25..30 страниц и 3 листов чертежей формата А1.

Тема: Моделирование выходной точности металлорежущего станка при обработке поверхности.

Содержание пояснительной записки:

1. Определение кинематической схемы движений при обработке поверхности.
2. Получение уравнения идеальной поверхности.
3. Определение погрешностей, действующих в узлах станка.
4. Моделирование погрешностей узлов станка.
5. Получение уравнения реальной поверхности.
6. Расчет показателей точности поверхности.

Содержание графической части:

1. Общий вид станка с обозначением действующих в узлах погрешностей.
2. Расчетная схема станка с уравнениями погрешностей.
3. Графики идеальной, реальной обрабатываемой поверхности.

**2. Лабораторные работы**

Темы 1, 2, 3, 4

Лабораторное занятие ♦ 1. Подготовка исходных данных для моделирования привода главного движения станка.

Содержание занятия:

1. Ознакомиться с правилами техники безопасности при работе на станке.
2. Ознакомиться с требованиями к исходным данным программного комплекса по моделированию приводов главного движения.
3. Определить необходимые размеры и параметры, необходимые для расчета.
4. Замерить на станке необходимые параметры.

5. Подготовить расчетную схему для ввода в программу.

Лабораторное занятие ♦ 2. Моделирование и анализ привода главного движения станка.

Содержание занятия:

1. Выполнить расчет системы привода главного движения на жесткость и вибро-устойчивость.
2. Оценить результаты расчета.
3. Определить оптимальные параметры привода для соответствия допустимым критериям работоспособности.
4. Наметить и выполнить мероприятия по обеспечению оптимизированных параметров на станке.

Лабораторное занятие ♦ 3. Моделирование и анализ динамической системы шпиндельного узла станка.

Содержание занятия:

1. Ознакомиться с правилами техники безопасности при работе на станке.
2. Ознакомиться с требованиями к исходным данным программного комплекса по моделированию шпиндельного узла.
3. Определить необходимые размеры и параметры, необходимые для расчета.
4. Замерить на станке необходимые параметры.
5. Подготовить расчетную схему для ввода в программу.
6. Выполнить расчет системы шпиндельного узла на жесткость и виброустойчивость.
7. Оценить результаты расчета.
8. Определить оптимальные параметры шпиндельного узла для соответствия допустимым критериям работоспособности.
9. Наметить и выполнить мероприятия по обеспечению оптимизированных параметров на станке.

Лабораторное занятие ♦ 4. Подготовка исходных данных для моделирования несущей системы станка.

Содержание занятия:

1. Ознакомиться с правилами техники безопасности при работе на станке.
2. Ознакомиться с требованиями к исходным данным программного комплекса по моделированию несущей системы.
3. Определить необходимые размеры и параметры, необходимые для расчета.
4. Замерить на станке необходимые параметры.
5. Подготовить расчетную схему для ввода в программу.

Лабораторное занятие ♦ 5. Моделирование и анализ несущей системы станка.

Содержание занятия:

1. Выполнить расчет несущей системы станка на жесткость и виброустойчивость.
2. Оценить результаты расчета.
3. Определить оптимальные параметры несущей системы для соответствия допустимым критериям работоспособности.
4. Наметить и выполнить мероприятия по обеспечению оптимизированных параметров на станке.

### 3. Отчет

Тема 1

Практическое занятие ♦ 1. Геометрическая точность металлорежущих станков.

1. Понятие геометрической точности.
2. Составляющие геометрической точности.
3. Моделирование выходной точности станка с учетом геометрических погрешностей.
4. Программная компенсация геометрических погрешностей.
5. Механическая компенсация геометрических погрешностей.

Практическое занятие ♦ 2. Расчет приводов главного движения станков с ЧПУ.

1. Кинематический расчет привода главного движения.
2. Подбор двигателя привода главного движения.
3. Выбор схемы шпиндельного узла.
4. Расчет величины предварительного натяга.
5. Расчет шпинделя на жесткость.
6. Расчет шпинделя на виброустойчивость.
7. Расчет шпинделя на точность.

Практическое занятие ♦ 3. Проектирование и расчет направляющих металлорежущих станков.

1. Выбор типа направляющих.
2. Выбор конструктивной схемы направляющих.
3. Построение расчетной схемы.
4. Расчет направляющих на долговечность.
5. Расчет направляющих на жесткость.
6. Конструирование элементов направляющих.

Практическое занятие ♦ 4. Проектирование и расчет приводов подачи станков с ЧПУ.

1. Выбор компоновочной схемы привода подачи.

2. Выбор конструктивной схемы шарико-винтовой передачи (ШВП).
3. Расчет ШВП.
4. Подбор электродвигателя привода подачи.
5. Расчет электродвигателя привода подачи.
6. Конструктивное оформление привода подачи.

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Техничко-экономические показатели станков: точность, жесткость, надежность, виброустойчивость, гибкость, производительность. Общие понятия.
2. Выбор станков по показателям в зависимости от требований технологического процесса.
3. Геометрическая точность станков.
4. Факторы, влияющие на снижение геометрической точности.
5. Методы обеспечения геометрической точности.
6. Кинематическая точность станков.
7. Факторы, влияющие на снижение кинематической точности.
8. Жесткость станков.
9. Факторы, влияющие на снижение жесткости.
10. Методы повышения жесткости.
11. Виброустойчивость станков.
12. Факторы, влияющие на виброустойчивость.
13. Методы повышения виброустойчивости.
14. Тепловые деформации.
15. Факторы, влияющие на тепловые деформации.
16. Методы повышения температурной стабильности.
17. Износостойкость.
18. Методы повышения износостойкости.
19. Требования к приводам главного движения.
20. Конструкция, состав и структура привода главного движения.
21. Динамика привода главного движения.
22. Двигатели в приводах главного движения.
23. Моделирование и расчет приводов главного движения.
24. Требования к шпиндельным узлам, критерии работоспособности шпиндельных узлов.
25. Конструкции шпиндельных узлов.
26. Конструкции шпинделей, материалы шпинделей. Шпиндельные узлы на опорах качения.
27. Конструкции опор качения. Роль предварительного натяга.
28. Баланс жёсткости шпиндельных узлов.
29. Моделирование шпиндельных узлов.
30. Расчёт шпиндельных узлов на жёсткость.
31. Расчёт шпиндельных узлов на точность.
32. Расчёт шпиндельных узлов на виброустойчивость.
33. Особенности высокоскоростных шпиндельных узлов. Потери в шпиндельных узлах на опорах качения, тепловыделение.
34. Шпиндельные узлы на опорах с гидродинамической смазкой, конструкции, осно-вы эксплуатации.
35. Шпиндельные узлы на опорах с гидростатической смазкой, конструкции, основы эксплуатации.
36. Обзор конструкций и область применения шпиндельных узлов на опорах с газовой смазкой и на магнитных опорах.
37. Требования, критерии работоспособности, предъявляемые к направляющим.
38. Устойчивость движения исполнительного механизма по направляющим.
39. Типы направляющих скольжения.
40. Материалы в направляющих скольжения.
41. Конструкции направляющих. Регулировка зазоров.
42. Проектирование, расчёт и моделирование направляющих скольжения.
43. Направляющие качения, конструкции, область применения, характеристики.
44. Способы регулирования зазора.
45. Проектирование, расчёт и монтаж направляющих качения.
46. Гидростатические направляющие, проектирование, основы расчёта, эксплуатация.
47. Обзор конструкций направляющих с гидродинамической, газовой смазкой. Ис-пользование гидро- и аэроагрузки при перемещении узлов станка по направляющим.
48. Требования, критерии работоспособности, предъявляемые к приводам подачи.
49. Приводы подачи в станках с ЧПУ, особенности конструкций.
50. Кинематические схемы, компоновки.

51. Характеристики двигателей, используемых в приводах подачи станков с ЧПУ.
52. Расчет и моделирование приводов подачи.
53. Требования к корпусным деталям.
54. Конструкции, основы проектирования, расчета и моделирования корпусных деталей.
55. Материалы корпусных деталей.
56. Жёсткость, виброустойчивость, температурная стабильность корпусных деталей.
57. Современные тенденции в компоновках МРС.
58. Механизмы крепления инструмента в шпинделях обрабатывающих центров.
59. Способы автоматической смены инструмента.
60. Конструкции систем автоматической смены инструментов.
61. Инструментальные магазины, их конструкция, компоновки.
62. Способы кодирования инструмента.
63. Револьверные головки. Основы конструкции. Способы крепления инструмента.
64. Основы расчета механизмов крепления инструмента

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

| Форма контроля                | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций  | Этап | Количество баллов |
|-------------------------------|--|------|-------------------|
| <b>Семестр 1</b>              |  |      |                   |
| <b>Текущий контроль</b>       |  |      |                   |
| Курсовая работа по дисциплине | Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. | 1    | 20                |
| Лабораторные работы           | В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.  | 2    | 15                |
| Отчет                         | Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.   | 3    | 15                |
| <b>Экзамен</b>                | Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.   |      | 50                |

#### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Всё о станках с ЧПУ на одном сайте - <http://strujki.net>.
2. Металлический форум - <http://www.chipmaker.ru/>
3. Мир станочника - <http://www.mirstan.ru/>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ              | Методические рекомендации   |
|------------------------|---|
| лекции                 | Перед лекцией необходимо бегло ознакомиться с вопросами, освещаемыми на лекции, по основной и дополнительной литературе, чтобы получить общее понятие о рассматриваемом материале, а также вспомнить материал предыдущей лекции. Лекции студентами изучаются очно на занятиях, слушая выступления преподавателя. Преподаватель излагает свои мысли в виде слайдов, акцентируя внимание на некоторых аспектах, при этом используя доску меловую. Во время лекционных занятий также просматриваются обучающие видеоролики, где поясняются физические принципы изучаемых на лекции объектов и явлений.   |
| практические занятия   | В подготовку к практическим занятиям входит: ознакомление с теоретической частью занятий согласно лекциям и основной и дополнительной литературе, при этом особое внимание следует обратить на вопросы по конкретному занятию, освоение программных средств моделирования и расчета, подготовка форм для отчета.<br>Все практические занятия выполняются строго в компьютерной аудитории во время отведенного для этого времени.  |
| лабораторные работы    | Работа на лабораторных и практических занятиях предполагает усвоение выдвинутых в рамках тем вопросов и решение проблем, возникающих в производственных условиях. К каждой лабораторной работе необходимо подготовиться: ознакомиться с теоретической частью работы, наметить план действий по работе с моделью, подготовить форму для отчета.  |
| самостоятельная работа | Самостоятельная работа студентов включает следующие виды работ:<br>- изучение теоретического лекционного материала;<br>- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература).<br>При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые применялись на лекционных занятиях.<br>- самостоятельное изучение тем, заданных преподавателем (научно-технические журналы, реферативные сборники, Интернет-ресурсы);<br>- посещение ежегодных выставок Машиностроение. металлообработка. Металлургия. Сварка ЭКСПО-Кама;<br>- подготовка к лабораторным занятиям. |

| Вид работ                     | Методические рекомендации   |
|-------------------------------|---|
| курсовая работа по дисциплине | Курсовая работа должна выполняться в следующем порядке:<br>1. Ознакомиться с теоретической частью работы, уяснить основные термины и определения, принцип работы, параметры, характеризующие функционирование, взаимосвязь между параметрами.<br>2. Определить основные методы расчета, принцип их выполнения, их достоинства и недостатки. Выбрать наиболее оптимальный метод для решения данной задачи.<br>3. Подготовить исходные данные для расчета.<br>4. Выполнить расчет.<br>5. Проверить результаты расчета.<br>6. Выполнить графическую часть работы.<br>7. Оформить пояснительную записку и чертежи и защитить курсовую работу перед комиссией. |
| отчет                         | Отчет оформляется по результатам практических и лабораторных работ. В отчете должны быть указаны:<br>1. Краткие теоретические сведения по теме занятия.<br>2. Краткое описание выполненных работ.<br>3. Данные, необходимые для выполнения работы.<br>4. Результаты выполненной работы и их анализ.<br>5. Заключение, в котором должно содержаться практическое значение выполненной работы.  |
| экзамен                       | При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на лабораторных занятиях в течение семестра, в особенности на источники, указанные в основной и дополнительной литературе. Рекомендуется следующий порядок подготовки к экзамену:<br>1. Беглый просмотр всего изученного материала.<br>2. Детальное освоение и запоминание материала по отдельным вопросам. Для лучшего освоения рекомендуется сочетать прочтение текста с просмотром видеоматериалов на рекомендованных сайтах.<br>3. Повтор освоенного материала по вопросам.<br>Экзамен проводится в форме устной сдачи по билетам.   |

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" и магистерской программе "Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.8 Расчет, моделирование и конструирование  
оборудования с компьютерным управлением

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / Скрябин В.А., Схиртладзе А.Г., Зверовщиков А.Е. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 320 с. ISBN 978-5-906818-60-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/752393>
2. Металлорежущие станки с ЧПУ : учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. М. : ИНФРА-М, 2018. 336 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=946956>
3. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие/А.О.Харченко - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 260 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=502151>
4. Металлообрабатывающие станки : учебник / Л.И. Вереина. М. : ИНФРА-М, 2016. 440 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=504764>

**Дополнительная литература:**

1. Блочно-матричный метод математического моделирования поверхностей: Учебное пособие / Нартя В.И. - М.:Инфра-Инженерия, 2016. - 236 с.: ISBN 978-5-9729-0119-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/759903>
2. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие / А.А. Иванов. 2-е изд., испр. и доп. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. 224 с.. - Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=473074>
3. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: Учебное пособие / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2015. - 235 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-009922-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/461918>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.8 Расчет, моделирование и конструирование  
оборудования с компьютерным управлением

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.