

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.09.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ С КОМПЬЮТЕРНЫМ  
УПРАВЛЕНИЕМ**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

**15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

направленность (профиль)

**ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	8	<b>8</b>
Лабораторные		
Практические	32	<b>32</b>
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	<b>0,35</b>
Контактная работа	40,35	<b>40,35</b>
Самостоятельная работа	176	<b>176</b>
Контроль	35,65	<b>35,65</b>
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>252</b>

Рабочую программу составил:

Доцент, к.т.н., Левашкин Д.Г

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки магистра 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

---

Срок действия рабочей программы дисциплины до « 30 » августа 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

---

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2022 г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать у студента компетенции для выполнения расчетов, моделирования и конструирования автоматизированного оборудования как инструмента профессиональной деятельности

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Цифровые системы управления производственными процессами»; «Управление технологической наследственностью».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: подготовка и защита магистерской диссертации.

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
- способен подготавливать научно-исследовательские отчеты и обзоры по результатам выполненных исследований и проектно-конструкторских работ в области машиностроения (ОПК-4);	ОПК-4.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений в области машиностроения ОПК-4.2. Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов по итогам исследований в области машиностроения	Знать: Соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений в области машиностроения
		Уметь: Организовывать исследовательскую деятельность в области расчета современного оборудования, а также подготавливать научно-исследовательские отчеты и обзоры по результатам выполненных исследований и проектно-конструкторских работ
		Владеть: Технологиями формализации данных области экспериментального исследования современного оборудования, а также при составлении научно-исследовательских отчетов по результатам выполненных исследований и проектно-конструкторских работ
- способен разрабатывать и	ОПК-6.1. Умеет	Знать: Научные основы и

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств (ОПК-6);	применять современные системы автоматизированного проектирования для формирования конструкторско-технологической документации машиностроительных производств ОПК-6.2. Умеет применять разрабатывать алгоритмы для формирования производственной документации машиностроительных производств ОПК-6.3. Составляет модели деталей и сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования	стандарты применения современных систем автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.
		Уметь: Организовывать проектную деятельность, вести разработку алгоритмов по проектированию оборудования с компьютерным управлением на основе использования автоматизированных систем компьютерного моделирования
		Владеть: Технологиями формализации исходных данных об оборудовании с компьютерным управлением. Навыками моделирования деталей и сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер- актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
1. Введение. Предмет и задачи курса.	Лек	1.1. Состав, и структура станочных систем с компьютерным управлением.	3	0,5	-	-	Реферат
	СР	1.1. Состав, и структура станочных систем с компьютерным управлением.	3	22			
2. Расчетные схемы оборудования, характеристики систем с компьютерным управлением.	Лек	2.1. Статические и динамические характеристики станочных систем с компьютерным управлением.	3	1,0	-	-	Практическая работа
	СР	2.1. Статические и динамические характеристики станочных систем с компьютерным управлением.	3	22			
	Пр	2.2. Расчетное и экспериментальное определение характеристик станочных систем с компьютерным управлением.	3	3,5	-	-	Практическая работа
	Пр	2.3. Компьютерное моделирование характеристик станочных систем с компьютерным управлением.	3	3,5	-	-	Практическая работа
3. Сущность динамических процессов и процедур производствен- ных системах машин с компьютерным управлением	Лек	3.1. Рабочие процессы в производственных системах машин с компьютерным управлением.	3	1,0	-	-	Реферат
	СР	3.1. Рабочие процессы в производственных системах машин с компьютерным управлением.	3	22			
	Пр	3.2. Моделирование процессов резания в производственных системах машин с компьютерным управлением.	3	7,5	-	-	Практическая работа
4. Устойчивость систем.	Лек	4.1. Влияние упругих колебаний и автоколебаний на устойчивость производственных систем машин	3	1,0	-	-	Реферат

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер- актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Моделирование упругих колебаний и автоколебаний, их влияние на устойчивость производствен- ных систем машин	СР	4.1. Влияние упругих колебаний и автоколебаний на устойчивость производственных систем машин	3	22			
	Пр	4.2. Влияние компоновки упругой системы производственных систем машин на устойчивость движения узлов.	3	7,5	-	-	Практическая работа
5. Моделирование станочных систем при внешнем воздействии, вынужденные колебания производствен- ных систем машин	Лек	5.1. Моделирование стационарных и переходных процессы в производственных систем машин, с учетом внешних воздействий.	3	1,0	-	-	Реферат
	СР	5.1. Моделирование стационарных и переходных процессы в производственных систем машин, с учетом внешних воздействий	3	22			
	Пр	5.2. Моделирование вынужденных колебаний при обработке резанием и при перемещении узлов производственных систем машин.	3	7,0	-	-	Практическая работа
6. Моделирование динамических характеристик производствен- ных систем машин	Лек	6.1. Моделирование и расчет АФЧХ несущих и других систем производственных систем машин.	3	1,0	-	-	Реферат
	СР	6.1. Моделирование и расчет АФЧХ несущих и других систем производственных систем машин.	3	22			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер- актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	6.2. Алгоритмы расчета АФЧХ для типовых технологических процессов автоматизированного производства	3	7,0	-	-	Практическая работа
7. Расчет и конструирование производственных систем	Лек	7.1. Методы конструирования и расчета процессов динамики и определения устойчивости производственных систем машин	3	1,0	-	-	Реферат
	СР	7.1. Методы конструирования и расчета процессов динамики и определения устойчивости производственных систем машин	3	22			
	Пр	7.2. Изучение методов проектирования и средств моделирования элементов и узлов производственных систем машин	3	2,0	-	-	Практическая работа
8. Определение динамических характеристик производственных систем	Лек	8.1. Методы динамических расчетов и моделирование при проектировании производственных систем машин.	3	1,0	-	-	Реферат
	СР	8.1. Методы динамических расчетов и моделирование при проектировании производственных систем машин.	3	22			
	Пр	8.2. Динамические расчеты и моделирование производственных систем машин	3	2,0	-	-	Практическая работа
Заключение	Лек	9.1 Обобщение содержания изложенного курса	3	0,5	-	-	Реферат
Промежуточная	ПА		3	0,35			

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интер- актив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
аттестация							
<b>Итого:</b>				<b>252</b>	<b>-</b>		



## **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины используется технология традиционного обучения (лекции, практические работы, самостоятельная работа студента)

Ведущей деятельностью в процессе обучения является учебная деятельность студентов, характеризующаяся действующей системой познавательных процессов, начиная с восприятия информации и заканчивая сложнейшими творческими процессами, способностями общего и частного характера, эмоциональными явлениями, которые мотивируют многие системы учебных действий, а так же общими и частными мотивациями.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

К особенностям обучения дисциплине Расчет, конструирование и моделирование оборудования с компьютерным управлением можно отнести постоянное взаимодействие между студентами и преподавателями, а так же максимальную приближенность языкового материала к профессиональной деятельности, что выражается в моделировании профессиональных ситуаций.

Подготовка к практическим занятиям заключается в работе с конспектом лекций по данной теме, в изучении соответствующего раздела учебника или учебно-методического пособия, в просмотре дополнительной литературы. Практическая работа выполняется в аудитории. Отчет о выполненной работе подготавливается и заполняется студентом самостоятельно.

Цель практических работ: закрепить приобретённые на лекциях теоретические знания, научиться пользоваться основными средствами расчета и моделирования оборудования с компьютерным управлением. Для проведения лабораторных работ используются:

- методические рекомендации по выполнению практических работ для студентов всех форм обучения;
- лабораторное оборудование, программные пакеты.

Промежуточный контроль знаний студентов проводится на основании проведения контрольных опросов при защите практических работ, выполнения и защиты рефератов и курсовой работы.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-4	<p>Реферат, темы № 1-20</p> <p>Отчет по практической работе «Расчетное и экспериментальное определение характеристик станочных систем с компьютерным управлением»</p> <p>Отчет по практической работе «Компьютерное моделирование характеристик станочных систем с компьютерным управлением»</p> <p>Отчет по практической работе «Моделирование процессов резания в производственных системах машин»</p> <p>Отчет по практической работе «Влияние компоновки упругой системы производственных систем машин на устойчивость движения узлов»</p> <p>Вопросы к экзамену №1- 20</p>
3	ОПК-6	<p>Реферат, темы № 21-46</p> <p>Отчет по практической работе «Моделирование вынужденных колебаний при обработке резанием и при перемещении узлов производственных систем машин»</p> <p>Отчет по практической работе «Алгоритмы расчета для типовых технологических процессов автоматизированного производства»</p> <p>Отчет по практической работе «Изучение методов проектирования и средств моделирования элементов и узлов производственных систем машин»</p> <p>Отчет по практической работе «Динамические расчеты и моделирование производственных систем машин»</p> <p>Вопросы к экзамену №21- 48</p>

## **7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля**

### **7.2.1. Тематика рефератов**

**Тема 1.** Методики и расчета и моделирования производственных систем машин с компьютерным управлением

**Тема 2.** Технологии расчета и моделирования производственных систем машин с компьютерным управлением

**Тема 3.** Динамическая система производственных систем машин, расчет и моделирование ее показателей

**Тема 4.** Статический расчет и моделирование элементов производственных систем машин и систем с компьютерным управлением

**Тема 5.** Методы моделирования станочной производственных систем машин

**Тема 6.** Методы расчета динамических систем производственных систем машин и связей в ней

**Тема 7.** Основы расчета параметров упругой системы производственных систем машин

**Тема 8.** Упругая система производственных систем машин, основные характеристики

**Тема 9.** Расчетное и экспериментальное определение характеристик упругой системы производственных систем машин

**Тема 10.** Моделирование процессов демпфирования в межузловых соединениях производственных систем машин

**Тема 11.** Расчетные характеристики рабочих процессов в производственных системах

**Тема 12.** Моделирование процесса деформирования в замкнутых производственных системах

**Тема 13.** Моделирование процесса резания и его динамической характеристики

**Тема 14.** Моделирование процесса трения, его статические и динамические характеристики

**Тема 15.** Моделирование перемещении узлов производственных систем без учета силовых факторов процессов резания

**Тема 16.** Моделирование автоколебаний в производственных системах

**Тема 17.** Компьютерные методы оценки влияния компоновки узлов производственных систем на устойчивость движения его узлов

**Тема 18.** Моделирование фрикционных автоколебания в производственных системах

**Тема 19.** Моделирование параметров производственных систем при различных видах обработки резанием

**Тема 20.** Моделирование автоколебаний производственных системах при резании

**Тема 21.** Моделирование стационарных и переходных процессов в производственных системах

**Тема 22.** Моделирование внешних воздействий на динамическую систему производственных систем.

**Тема 23.** Моделирование вынужденных колебаний при обработке резанием и при перемещении узлов производственных систем.

**Тема 24.** Расчет частотные характеристик производственных систем.

**Тема 25.** Алгоритмы расчета станочных производственных системах с компьютерным управлением

**Тема 26.** Методы расчета динамических показателей устойчивости производственных систем.

**Тема 27.** Расчет и проектирование методов и средств оценки уровня колебаний элементов и узлов производственных систем.

**Тема 28.** Методы расчетов упругих деформаций при проектировании производственных систем.

**Тема 29.** Методы моделирования перемещения узлов производственных систем с целью понижения вынужденных колебаний.

- Тема 30.** Основные положения организации научных исследований производственных систем
- Тема 31.** Основные направления моделирования технологических процессов производственных систем;
- Тема 32.** Методы расчета технико-экономических показателей и критериев работоспособности производственных систем.
- Тема 33.** Динамическая система производственных систем и расчет ее показателей.
- Тема 34.** Расчет статических и динамических характеристик элементов производственных систем с цифровым управлением;
- Тема 35.** Методы проектирования устойчивых производственных систем.
- Тема 36.** Эквивалентные динамические системы, методы расчета и моделирования.
- Тема 37.** Основные положения теории упругости производственных систем.
- Тема 38.** Упругая система в теории компоновок производственных систем,
- Тема 39.** Расчетное и экспериментальное определение характеристик упругой системы.
- Тема 40.** Моделирование процессов демпфирования в незатянутых соединениях производственных систем.
- Тема 41.** Рабочие процессы в производственных системах, расчет и моделирование.
- Тема 42.** Моделирование процесса деформирования в замкнутых производственных системах.
- Тема 43.** Собственная устойчивость процесса резания, моделирование его динамических характеристик.
- Тема 44.** Собственная устойчивость процесса трения, моделирование его статических и динамических характеристик.
- Тема 45.** Моделирование упругих перемещений узлов производственных систем при резании.
- Тема 46.** Моделирование влияния компоновки узлов производственных систем на устойчивость процесса резания.

**Результаты расчетов и исходные данные для работы** «Расчетное и экспериментальное определение характеристик станочных систем с цифровым управлением» используется для исходных данных практической работы № 1. «Воспроизведение движения реального объекта» курса «Компьютерные технологии производственных процессов»; Влияние компоновки упругой системы производственных систем машин на устойчивость движения узлов для практической работы «Обновление цифрового двойника»; Расчетное и экспериментальное определение характеристик станочных систем с цифровым управлением и Компьютерное моделирование характеристик станочных систем с цифровым управлением для практической работы «Применение цифрового двойника для оптимизации работы физического объекта»;

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Тема реферата выбирается преподавателем, в том числе, с учетом тематики магистерской работы студента.

Выбранная тема студентом изложена в соответствии с регламентом выполнения. В рефератах должны быть освещены актуальные вопросы по рассматриваемым темам, проанализирован современный уровень исследований в рамках тематики на основе отечественных и зарубежных работ в данной области. Реферат необходимо структурировать по следующему содержанию: введение, актуальность, современное состояние рассматриваемого вопроса и перспективные направления его развития, области применения, выводы, список используемых источников. Общий объем реферата не должен превышать 30 страниц машинописного текста. Оформление – лист формат А4, поля верхние, нижние – 2

см, левое 3, правое – 1,5; шрифт Times New Roman 14 кегель, интервал одинарный; отступ – 1,5 см.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если реферат выполнен в срок, отражена актуальность темы, содержание соответствует теме, материал проработан глубоко, использовано достаточное количество источников по тематике реферата, оформление реферата соответствует стандартам.
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.

## **7.2.2. Типовые примеры заданий для практических работ**

### **Типовые задания по практическим работам**

#### **Практическая работа №1: Расчет гибкой производственной системы**

##### **1. Цель занятия:** Расчет гибкой производственной системы

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл, Руководство FESTO

##### **2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Выбрать комплект изделий по варианту
2. Выполнить расчет и моделирование режимов функционирования оборудования
3. Выполнить расчет станкоемкости гибкой производственной системы
4. Выполнить расчет технико-экономических показателей функционирования рабочих позиций гибкой производственной системы
5. Спроектировать компоночно-функциональную схему рабочих позиций гибкой производственной системы
6. Оформить расчетно-пояснительную записку и приложения

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 1.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение существующих характеристик гибкой производственной системы	1. 2. ....
Определение режима функционирования гибкой производственной системы	1. 2. ....
Определение технико-экономических показателей гибкой производственной системы	1. 2. ....

Определение компоночно-функциональной схемы гибкой производственной системы	1. 2. ....
Выявите разницу понятий компоновочная схема и функциональная схема гибкой производственной системы	1. 2. ....

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Практическая работа №2.:** Расчет параметров производительности рабочих позиций загрузки и сортировки установки ФЕСТО.

**1. Цель занятия:** Расчет параметров производительности рабочих позиций загрузки и сортировки установки ФЕСТО.

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл, Руководство FESTO

## 2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Выполнить расчет показателей функционирования рабочих позиций загрузки
2. Спроектировать компоночно-функциональную схему рабочих позиций загрузки
3. Разработать алгоритм загрузки заготовок
4. Разработать управляющую программу для загрузки заготовок
5. Загрузить управляющую программу в память контроллера
6. Провести контроль цикла загрузки заготовок
7. Выполнить расчет производительности
- 8.. Оформить расчетно-пояснительную записку и приложения

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 1.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение существующих характеристик рабочих позиций загрузки	1. 2. ....
Определение существующих характеристик рабочих позиций сортировки	1. 2. ....
Приведите алгоритм загрузки заготовок	1. 2. ....
Приведите алгоритм сортировки заготовок	1. 2. ....
Выявите разницу понятий компоновочная схема и	1. 2.

функциональная схема позиций загрузки заготовок	....
Выявите разницу понятий компоновочная схема и функциональная схема позиций сортировки заготовок	

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в срок, без ошибок и замечаний и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.....

**Практическая работа №3.:** Моделирование процессов резания в производственных системах машин.

**1. Цель занятия:** Моделирование процессов резания в производственных системах машин.

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл, Руководство FESTO

### 2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Выполнить расчет показателей процесса резания в производственных системах машин
2. Построить компоночно-функциональную схему процесса резания
3. Выполнить моделирование режущих кромок инструмента
4. Выполнить моделирование результирующих поверхностей заготовки
5. Выполнить расчеты рациональных углов резания инструмента
6. Провести расчет координат точек касания главной режущей кромки инструмента и вершины по передней и задней поверхности инструмента
7. Выполнить моделирование функции описывающей профиль режущих кромок инструмента в пространстве
- 8.. Оформить расчетно-пояснительную записку и приложения

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 1.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение существующих характеристик процесса резания	1. 2. ....
Определение существующих характеристик инструмента	1. 2. ....

Моеделирование поверхности заготовки	1. 2. ....
Моделирование рациональных углов резания инструмента	1. 2. ....
Результаты расчета координат точек касания главной режущей кромки инструмента и вершины	1. 2. ....
Модель функции описывающей профиль режущих кромок инструмента в пространстве в общем виде	

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в срок, без ошибок и замечаний и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.....

**Практическая работа №4.:** Моделирование упругой системы производственных систем машин.

**1. Цель занятия:** Моделирование упругой системы производственных систем машин на примере процесса формообразования.

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл, Руководство FESTO

### 2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Выполнить расчет показателей процесса резания в производственных системах машин используя данные работы 2 и 3.
2. Построить компоночно-функциональную схему процесса резания используя данные работы 2 и 3
3. Выполнить моделирование траектории движения рабочей кромки инструмента (используя координаты опорного контура детали)
4. Выполнить моделирование исполнительных перемещений узлов станка относительно поверхностей заготовки
5. Выполнить построение поверхности резания при обработке согласно компоновочной формулы станка
6. Провести построение поверхности резания относительно поверхности детали
7. Выполнить моделирование поверхности резания относительно поверхности детали (в динамике: поиск пересечения фиксированного значения динамического Т-параметра)
- 8.. Оформить расчетно-пояснительную записку и приложения



**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 1.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение существующих характеристик процесса резания	1. 2. ....
Определение компоночно-функциональной схемы процесса резания	1. 2. ....
Моеделирование исполнительных перемещений узлов станка относительно поверхностей заготовки	1. 2. ....
Моделирование поверхности резания при обработке согласное компоновки станка	1. 2. ....
Результаты моделирования поверхности резания относительно поверхности детали	1. 2. ....
Модель поверхности резания относительно поверхности детали	

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в срок, без ошибок и замечаний и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.....

**Практическая работа №5.:** Моделирование вынужденных колебаний при обработке резанием и при перемещении узлов производственных систем машин

**1. Цель занятия:** Моделирование вынужденных колебаний при обработке резанием и при перемещении узлов производственных систем машин.

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл, Руководство FESTO

### 2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Выполнить расчет показателей процесса резания в производственных системах машин используя данные работы 4.

2. Построить компоночно-функциональную схему процесса резания используя данные работы 4
3. Изучить модели вынужденных колебаний при кинематическом возбуждении
4. Выполнить моделирование вынужденных колебаний линейной системы с разным типом возбуждения
5. Выполнить построение расчетной схемы объекта колебательной системы
6. Определить резонансную зону колебательной системы объекта
7. Выполнить моделирование колебательной системы для разных характеристик действия внешней силы (отсутствует, постоянна, меняется по постоянному закону, меняется по переменному закону)
- 8.. Оформить расчетно-пояснительную записку и приложения

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 1.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение существующих характеристик процесса резания	1. 2. ....
Определение модели вынужденных колебаний при кинематическом возбуждении	1. 2. ....
Мое моделирование вынужденных колебаний линейной системы с разным типом возбуждения	1. 2. ....
Результат построения расчетной схемы объекта колебательной системы	1. 2. ....
Результаты моделирования резонансной частоты колебательной системы для разных характеристик действия внешней силы	1. 2. ....
Модель колебательной системы для разных характеристик действия внешней силы	

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в срок, без ошибок и замечаний и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.....

**Практическая работа №6.:** Алгоритмы расчета АФЧХ для типовых технологических процессов автоматизированного производства

**1. Цель занятия:** Приобретение практических навыков определения частотных характеристик типовых технологических процессов автоматизированного производства.

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл, Руководство FESTO

## 2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Подготовить таблицы экспериментальных и расчетных данных для исследования одно и двухмассовой систем.
2. Построить компоночно-функциональную схему процесса резания используя исходные данные таблицы 2.1.

Таблица 2.1. Экспериментальные и расчетные данные

№	Частота, рад/с	Амплитуда входа	Амплитуда выхода	Отставание	Период	A	φ град
1	30	0,69	0,70	0,0	0,74	1,01	0
2	100	0,69	0,83	0,0	0,25	1,20	0
3	150	0,69	1,09	0,05	0,35	1,58	-61
4	200	0,69	1,58	0,10	0,59	2,29	-66
5	250	0,69	2,47	0,10	0,44	3,58	-82
6	300	0,69	1,63	0,40	0,74	2,36	-120
7	350	0,69	0,79	0,25	0,64	1,14	-167

3. Изучить модели вынужденных колебаний при кинематическом возбуждении
4. Выполнить моделирование вынужденных колебаний линейной системы с разным типом возбуждения
5. Выполнить построение расчетной схемы объекта колебательной системы
6. Провести исследование и построить АФЧХ системы
7. Выполнить моделирование колебательной системы для разных характеристик действия внешней силы (изменение амплитуды входа, выхода, изменения периода, изменение отставания)
- 8.. Оформить расчетно-пояснительную записку и приложения

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 3.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 3.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение существующих характеристик процесса резания	1. 2. ....
Определение модели вынужденных колебаний при кинематическом возбуждении	1. 2. ....
Моделирование вынужденных колебаний линейной системы с разным типом возбуждения	1. 2. ....
Результаты исследования и	1.

построения АФЧХ системы	2. ....
Результаты моделирования колебательной системы для разных характеристик действия внешней силы (изменение амплитуды входа, выхода, изменения периода, изменение отставания)	1. 2. ....
Модель колебательной системы для разных характеристик действия внешней силы	

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в срок, без ошибок и замечаний и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.....

**Практическая работа №7.:** Изучение методов проектирования и средств моделирования элементов и узлов производственных систем машин

**1. Цель занятия:** Получить практические навыки проектирования и применения средств моделирования элементов и узлов производственных систем машин.

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл, Руководство FESTO, Руководство работы в САПР «Вертикаль»

### 2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Выполнить расчет показателей процесса резания в производственных системах машин используя данные работы 4.
2. Построить компоночно-функциональную структуру процесса резания
3. Выполнить создание проекта в САПР «Вертикаль»
4. Выполнить моделирование технологических этапов изготовления элемента производственной системы
5. Выполнить построение расчетной схемы межпереходных размеров.
6. Выполнить моделирование режимов обработки межпереходных размеров
7. Сформировать комплект технологической документации
- 8.. Оформить расчетно-пояснительную записку и приложения

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 1.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основопологающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
------------------------------------	-----------------------------------------------------

Определение существующих характеристик процесса резания	1. 2. ....
Определение компоночно-функциональной структуры процесса резания	1. 2. ....
Выполнить создание проекта	1. 2. ....
Результат моделирования\ технологических этапов изготовления элемента производственной системы	1. 2. ....
Результаты построения расчетной схемы межпереходных размеров	1. 2. ....
Комплект технологической документации по проекту	

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в срок, без ошибок и замечаний и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.....

### **Практическая работа №8.: Динамические расчеты и моделирование производственных систем машин**

**1. Цель занятия:** Получить практические навыки проектирования элементов и узлов производственных систем машин на основе применения результатов расчета их динамических показателей.

**Нормативные документы:** Руководство оператора системы ЧПУ Интеграл, Руководство программиста системы ЧПУ Интеграл, Руководство FESTO, Руководство работы в САПР «Вертикаль»

#### **2. Алгоритм выполнения практического занятия**

1. Выполнить расчет показателей процесса резания в производственных системах машин используя данные работы 5.
2. Построить систему нагружения элемента производственной системы
3. Выполнить создание проекта в САПР
4. Выполнить моделирование технологических этапов нагружения модели элемента производственной системы
5. Выполнить построение расчетной схемы нагружения модели элемента производственной системы
6. Выполнить моделирование конечно-элементной модели элемента производственной системы
7. Сделать выводы по результатам моделирования, и выполнить перерасчет в случае необходимости скорректировав исходную геометрию расчетной модели.

## 8.. Оформить расчетно-пояснительную записку и приложения

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** оформление структуры представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя таблица 1.1 - Бланк выполнения задания №1.

Таблица 1.1 – Структура представления о приведении моментов инерции и масс к валу двигателя

Основополагающие позиции структуры	Элементы обоснования позиций структуры <sup>1</sup>
Определение существующих характеристик процесса резания	1. 2. ....
Определение системы нагружения элемента производственной системы	1. 2. ....
Выполнить создание проекта	1. 2. ....
Результат моделирования технологических этапов нагружения модели элемента производственной системы	1. 2. ....
Результаты построения построение расчетной схемы нагружения модели элемента производственной системы	1. 2. ....
Конечная геометрия расчетной модели элемента производственной системы	

<sup>1</sup> Количество элементов обоснования разное от 2 до 10.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в срок, без ошибок и замечаний и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.....

## 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Направления развития методов моделирования и проектирования производственных систем с компьютерным управлением;
2.	Расчет технико-экономических показателей и показателей производительности производственных систем.
3.	Динамическая модель производственных систем и ее расчетные показатели.

№ п/п	Вопросы к экзамену
4.	Статические и динамические характеристики станочных узлов, моделирование и расчет;
5.	Расчет устойчивости производственных систем.
6.	Расчет эквивалентной динамической системы станка, моделирование связей в ней.
7.	Упругая система оборудования, расчет и моделирование основных характеристик
8.	Расчетное и компьютерное определение характеристик упругой системы производственных систем.
9.	Расчет и моделирование демпфирования в незатянутых соединениях производственных систем.
10.	Расчет и моделирование рабочих процессов производственных систем.
11.	Расчет и моделирование деформирования для замкнутых производственных систем.
12.	Расчет и моделирование процесса резания для производственных систем;
13.	Расчет и моделирование процесса трения производственных систем, его статических и динамических характеристики.
14.	Расчет и моделирование динамики перемещения узлов производственных систем без учета силовых факторов процесса резания.
15.	Расчет и моделирование процессов автоколебаний производственных систем.
16.	Моделирование структуры упругой системы оборудования на устойчивость движения его узлов при резании.
17.	Расчет и моделирование фрикционных автоколебаний в динамической системе.
18.	Расчет и моделирование динамических процессов производственных систем при различных видах обработки.
19.	Расчет и моделирование процессов автоколебаний при резании.
20.	Расчет и моделирование переходных процессов для производственных систем;
21.	Моделирование процессов внешних воздействий на динамическую систему производственных систем.
22.	Расчет и моделирование вынужденных колебаний при обработке резанием и при перемещении узлов производственных систем.
23.	Моделирование частотных характеристик вспомогательных узлов производственных систем.
24.	Моделирование частотных характеристик несущих узлов производственных систем.
25.	Расчет и моделирование исследование динамики и устойчивости производственных систем.
26.	Расчет и моделирование уровня колебаний элементов и узлов производственных систем.
27.	Методы динамических расчетов при проектировании производственных систем.
28.	Методы повышения плавности перемещения узлов, уменьшения вынужденных колебаний производственных систем.
29.	Методы моделирования, устройства и приборы экспериментальных исследований узлов производственных систем.
30.	Организация и планирование научных исследований производственных систем с компьютерным управлением.
31.	Расчет и моделирование технологических процессов производственных систем с компьютерным управлением.
32.	Динамическая система станка, расчет и моделирование ее показателей.
33.	Особенности расчета и моделирования статических и динамических характеристик элементов производственных систем с компьютерным управлением.;
34.	Расчет и моделирование параметров устойчивости производственных систем с

№ п/п	Вопросы к экзамену
	компьютерным управлением..
35.	Эквивалентные динамические системы, моделирование внутренних и внешних кинематических связей в ней.
36.	Основные положения теории упругости при проектировании производственных систем с компьютерным управлением..
37.	Упругая система, основные характеристики, расчет и моделирование;
38.	Расчетное и компьютерное определение характеристик упругой системы производственных систем с компьютерным управлением..
39.	Расчет и моделирование процессов демпфирования в незатянутых межузловых соединений производственных систем с компьютерным управлением..
40.	Методики моделирования рабочих процессов в производственных систем с компьютерным управлением.
41.	Методы расчета упругих деформаций в узлах для замкнутых динамических системах.
42.	Собственная устойчивость процесса резания, моделирование его динамических характеристик.
43.	Собственная устойчивость процесса трения, моделирование его статических и динамических характеристик.
44.	Методика расчета устойчивости перемещения узлов производственных систем с компьютерным управлением, без учета резания.
45.	Прикладные задачи теории релаксационных автоколебаний при проектировании станочных систем.
46.	Основные положения теории компоновок производственных систем с компьютерным управлением в аспекте вопросов их проектирования и моделирования.
47.	Методика моделирования фрикционных автоколебаний в динамической системе.
48.	Моделирование устойчивости динамической системы при различных видах обработки для производственных систем с компьютерным управлением.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Экзамен	«отлично»	исчерпывающие ответы на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы
		«хорошо»	правильные ответы на вопросы билета с незначительными недочетами
		«удовлетворительно»	правильные ответы на вопросы билета с существенными недочетами
		«неудовлетворительно»	неправильные ответы на вопросы экзаменационного билета



## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов	Металлорежущие станки с ЧПУ	Учебное пособие	2017	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий	Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
	В. А. Авроров	Инженерные расчеты деталей и узлов при проектировании технологического оборудования пищевых производств	Учебное пособие	2022	ЭБС "IPRbooks"
	В. И. Семеновых, А. А. Перминов.	Проектирование автоматизированных систем	Учебное пособие	2022	ЭБС "IPRbooks"
	С. Г. Селиванов, А. Ф. Шайхулова, С. Н. Поезжалова, А. И. Яхин	Инновационное проектирование цифрового производства в машиностроении	Лабораторный практикум	2022	ЭБС "IPRbooks"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко	Автоматизация технологических процессов и производств	Учебник	2015	ЭБС "IPRbooks"
2	А. А. Иванов	Автоматизация технологических процессов и производств	Учебное пособие	2018	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов	САПР технолога машиностроителя	Учебник	2015	ЭБС "ZNANIUM.COM"
4	Д. Г. Левашкин,	Управление мехатронными системами	Учебное пособие	2016	Репозиторий ТГУ

<b>№ п/ п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
	А. С. Селиванов, С. А. Мальцев	распределения и сортировки на базе модульной учебной станции FESTO			

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Google Scholar – поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. Ищет статьи, в том числе и на русском языке. Что не маловажно, рассчитывает индекс цитирования публикаций и позволяет находить статьи, содержащие ссылки на те, что уже найдены.
2. Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.
4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>
5. Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – Режим доступа: <http://www.pnb.rsl.ru>;
6. Российская государственная библиотека. г. Москва. Диссертации – Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru>;
7. Российская национальная библиотека (РНБ), г. Санкт-Петербург – Режим доступа: <http://www.nlr.ru>;
8. Открытая русская электронная библиотека РГБ (OREL) – Режим доступа: <http://www.orel.rsl.ru>;
9. Сайт Всероссийского научно-исследовательского конъюнктурного института - старейшего в России научного учреждения, имеющего прямое отношение к маркетингу – Режим доступа: [www.vniki.ru](http://www.vniki.ru).
10. Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru> .
11. Scopus [Электронный ресурс] библиографическая и реферативная база данных и инструмент для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях. - Режим доступа: <http://www.scopus.com>;
12. Web of Science [Электронный ресурс] поисковая интернет-платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов, в том числе базы, учитывающие взаимное цитирование публикаций. Web of Science охватывает материалы по естественным, техническим, общественным, гуманитарным наукам и искусству. - Режим доступа: <http://www.webofknowledge.com>.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard:	

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование ПО</b>	<b>Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)</b>
	Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
	Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно
	Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	КОМПАС-3D v 18 (Проектирование и конструирование в машиностроении)	контракт № 1198 от 18.11.2019, срок действия – бессрочно

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-306)	Переносной проектор, экран, компьютерные Столы, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная, Столы ученические двухместные, ПК
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-309)	Стол преподавательский, Столы ученические двухместные (моноблок) , стулья, доска аудиторная (меловая), кафедра, проектор, экран, процессор, шкафы
3	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы	Доска аудиторная (меловая), столы

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	обучающихся (С-508)	ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.