

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института



А.И. Елкин

« 31 »

20 22 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль) подготовки Цифровые технологии в машиностроительном производстве

г. Владимир  
2022

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение знаний об общих принципах проектирования технологического оборудования.

Задачи: изучение требований к проектируемому оборудованию; формирование умений определения требований к конструкции технологического оборудования; формирование навыков проектирования технологического оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Проектирование технологического оборудования» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, профиль «Конструкторское обеспечение машиностроительных производств».

### Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечивающими (последующими) дисциплинами

Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин и обеспечивающих (последующих) дисциплин	Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин													
	5 семестр									6 семестр				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Предшествующие дисциплины</b>														
1. Теоретическая механика.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Инженерная графика.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Введение в инженерную деятельность.	+		+		+	+				+	+	+	+	+
4. Теория механизмов и машин.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5. Детали машин и основы конструирования.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Последующие дисциплины</b>														
1. Оборудование машиностроительного производства.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Технология машиностроения.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Преддипломная практика.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4. Выпускная квалификационная работа.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций):

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности	<p>ПК-1.1. Знает типы производства машиностроительных изделий средней сложности, разновидности технологического оборудования, стандартных инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной оснастки.</p> <p>ПК-1.2. Умеет анализировать технические требования, предъявляемые к машиностроительным изделиям средней сложности.</p> <p>ПК-1.3. Умеет выбирать схемы и средства контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности.</p> <p>ПК-1.4. Умеет выбирать схемы базирования и закрепления заготовок деталей машиностроительных изделий средней сложности.</p> <p>ПК-1.5. Умеет разрабатывать технологические маршруты и технологические операции изготовления деталей машиностроительных изделий средней сложности.</p> <p>ПК-1.6. Умеет рассчитывать точность обработки при проектировании операций изготовления деталей машиностроительных изделий средней сложности.</p> <p>ПК-1.7. Владеет навыками выбора технологического оборудования, стандартных инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной оснастки, необходимых для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроительных изделий средней сложности.</p> <p>ПК-1.8. Владеет навыками разработки технических заданий на проектирование специальных приспособлений и контрольно-измерительной оснастки для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроительных изделий средней сложности.</p> <p>ПК-1.9. Владеет навыками разработки и согласования технологической документации на технологические процессы изготовления деталей машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы проектирования машин непрерывного механического транспорта;</li> <li>- основы расчета и конструирования приводов главного движения;</li> <li>- основы расчета и конструирования шпиндельных узлов;</li> <li>- основы расчета и конструирования приводов подач;</li> <li>- основы расчета и конструирования направляющих.</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчет главного движения со ступенчатым регулированием скоростей;</li> <li>- выполнять расчет приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе регулируемых электродвигателей;</li> <li>- выбирать и рассчитывать опоры шпинделя;</li> <li>- выполнять расчет зависимого и независимого привода подач;</li> <li>- выполнить прочностной расчет приводов подач;</li> <li>- сконструировать смазочную систему и назначить режимы смазывания трущихся поверхностей.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчета ленточного конвейера;</li> <li>- навыками чтения кинематических схем разработки типового привода подач станка с ЧПУ;</li> <li>- навыками и приёмами расчёта шпиндельного узла на жесткость и точность вращения, расчёт направляющих на износостойкость и долговечность.</li> </ul>	Тестовые вопросы Отчёт по практической работе Курсовая работа

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

##### 4.1. Тематический план (форма обучения - очная)

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки	СРП		
1	Методология и принципы проектирования.	5	1-2	2	2	-		1	3	Рейтинг-контроль №1
2	Контактная и циклическая прочность. Жесткость конструкции.		3-4	2	2	-		1	3	
3	Конструирование узлов. Конструирование механически обрабатываемых деталей.		5-6	2	2	-		1	3	
4	Опоры качения и скольжения.		7-8	2	2	-		1	3	Рейтинг-контроль №2
5	Проектирование станков с ЧПУ.		9-10	2	2	-		1	3	
6	Проектирование машин непрерывного механического транспорта.		11-12	2	2	-		1	3	
7	Промышленные роботы.		13-14	2	2	-		1	3	Рейтинг-контроль №3
8	Роботизированные технологические комплексы.		15-16	2	2	-		1	3	
9	Станки с параллельной кинематикой.		17-18	2	2	-		1	3	
Всего за 5 семестр:				18	18	-		9	27	Зачет с оценкой

10	Этапы проектирования станков и станочных систем.	6	1-2	2	2	-	3	9	Рейтинг-контроль №1
11	Приводы главного движения: расчёт и конструирование.		3-6	4	4	-	6	18	
12	Шпиндельные узлы.		7-10	4	4	-	6	18	Рейтинг-контроль №2
13	Приводы подач.		11-14	4	4	-	6	18	Рейтинг-контроль №3
14	Паправляющие.		15-18	4	4	-	6	18	
Всего за 6 семестр:				18	18	-	27	81	Экзамен (36 часов)
Наличие в дисциплине КИ/КР					+				КР
Итого по дисциплине				36	36	-	36	108	Зачет с оценкой, Экзамен (36 часов)

#### 4.2. Тематический план (форма обучения - заочная, ускоренное обучение на базе СПО)

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки	СРП		
1	Методология и принципы проектирования.	5	1-2	0,25	0,25	-		-	11	Рейтинг-контроль №1
2	Контактная и циклическая прочность. Жесткость конструкции.		3-4	0,25	0,25	-	0,2	-	11	
3	Конструирование узлов. Конструирование механически обрабатываемых деталей.		5-6	0,5	0,5	-		-	11	
4	Опоры качения и скольжения.		7-8	0,5	0,5	-	0,2	-	11	Рейтинг-контроль №2
5	Проектирование станков с ЧПУ.		9-10	0,5	0,5	-		-	11	
6	Проектирование машин непрерывного механического транспорта.		11-12	0,5	0,5	-		-	11	
7	Промышленные роботы.		13-14	0,5	0,5	-	0,2	-	12	

8	Роботизированные технологические комплексы.		15-16	0,5	0,5	-	-	11		
9	Станки с параллельной кинематикой.		17-18	0,5	0,5	-	0,2	-	11	
Всего за 5 семестр:				4	4	-	0,8	-	100	Зачет с оценкой
10	Этапы проектирования станков и станочных систем.	6	1-2	0,4	0,4	-	0,2	-	19	Рейтинг-контроль №1
11	Приводы главного движения: расчёт и конструирование.		3-6	0,9	0,9	-	0,2	-	22	
12	Шпиндельные узлы.		7-10	0,9	0,9	-	0,2	-	22	Рейтинг-контроль №2
13	Приводы подач.		11-14	0,9	0,9	-	0,2	-	23	Рейтинг-контроль №3
14	Направляющие.		15-18	0,9	0,9	-	-	-	23	
Всего за 6 семестр:				4	4	-	0,8	-	109	Экзамен (27 часов)
Наличие в дисциплине КП/КР					+					Курсовая работа
Итого по дисциплине				8	8	-	1,6	-	209	Зачет с оценкой, Экзамен (27 часов)

#### 4.3. Содержание лекционных занятий по дисциплине 5 семестр

Раздел 1. Методология и принципы проектирования.

Содержание раздела по темам: Долговечность. Эксплуатационная надежность. Образование производных машин на базе унификации. Параметрические ряды.

Раздел 2. Контактная и циклическая прочность. Жесткость конструкции.

Содержание раздела по темам: Сферические и цилиндрические сочленения. Материалы. Сочленения, работающие под ударной нагрузкой. Циклы напряжений. Пределы выносливости. Природа усталостного разрушения. Концентрация напряжений. Конструирование циклически нагружаемых деталей.

Раздел 3. Конструирование узлов. Конструирование механически обрабатываемых деталей.

Содержание раздела по темам: Унификация конструктивных элементов. Принцип агрегатности. Рациональность силовой схемы. Влияние упругости на распределение нагрузок. Осевая фиксация деталей. Составные конструкции.

Раздел 4. Опоры качения и скольжения.

Содержание раздела по темам: Жидкостное, полужидкостное и полусухое трение. Характеристики режимов трения в опорах скольжения. Расчёт геометрических параметров. Организация смазки в опорах скольжения. Подшипниковые материалы.

Раздел 5. Проектирование станков с ЧПУ.

Содержание раздела по темам: Основные требования, предъявляемые к станочному оборудованию с ЧПУ. Компонировка станков с ЧПУ, ее особенности, характеристики. Привод главного движения, узел шпинделя. Привод подачи, его структура, элементы конструкции, характеристика.

Раздел 6. Проектирование машин непрерывного механического транспорта.

Содержание раздела по темам: Характеристики транспортируемого материала. Расчёт сил трения. Сопротивления движению тягового элемента. Натяжения гибкого тягового элемента. Сопротивление на выпуклых направляющих.

Раздел 7. Промышленные роботы.

Содержание раздела по темам: Основные понятия и определения роботов и робототехнических устройств. Классификация промышленных роботов. Структура промышленных роботов.

Раздел 8. Роботизированные технологические комплексы.

Содержание раздела по темам: Термины и определения РТК. Общие требования, предъявляемые к РТК. Структура и состав РТК.

Раздел 9. Станки с параллельной кинематикой.

Содержание раздела по темам: Понятие станков с параллельной кинематической структурой. Промышленное использование параллельных механизмов.

### **6 семестр**

Раздел 10. Этапы проектирования станков и станочных систем.

Содержание раздела по темам: Этапы проектирования станков. Расчет и выбор основных параметров станка.

Раздел 11. Приводы главного движения: расчёт и конструирование.

Содержание раздела по темам: Ряды частот вращения шпинделя. Проектирование приводов со ступенчатым регулированием скорости. Расчёт и проектирование приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе механических вариаторов.

Раздел 12. Шпиндельные узлы.

Содержание раздела по темам: Разработка структурно-компоновочного решения шпиндельного узла. Выбор и расчёт опор шпинделя. Конструирование и расчёт шпиндельного узла на стадии эскизного проекта. Расчёт шпиндельного узла на радиальную и осевую жёсткость.

Раздел 13. Приводы подачи.

Содержание раздела по темам: Разработка структурно-компоновочной схемы. Оптимизация привода подачи. Оптимизация кинематической структуры привода подачи со ступенчатым регулированием. Расчёт и проектирование деталей и механизмов приводов со ступенчатым и бесступенчатым регулированием на стадии эскизного и рабочего проектирования.

Раздел 14. Направляющие.

Содержание раздела по темам: Выбор конструкции направляющих по типу требования. Обоснование выбора конструктивной формы и параметров направляющих. Проектирование и расчёт направляющих смешанного трения. Гидродинамические и гидростатические направляющие.

## **4.3. Содержание практических занятий по дисциплине**

### **5 семестр**

Раздел 1. Методология и принципы проектирования.

Практическая работа №1. Применение метода инверсии при проектировании типовых машиностроительных узлов.

Содержание практических занятий:

При выполнении практической работы студенты научатся пользоваться методом инвертирования, что значительно облегчит процесс поисков решений, в результате которых будет выбрана рациональная конструкция.

Раздел 2. Контактная и циклическая прочность. Жёсткость конструкции

Практическая работа №2. Формирование расчетной схемы и расчет матрицы жёсткости конструкции.

Содержание практических занятий:

Практическая работа позволит ознакомиться с математической процедурой расчета, допущениями и ограничениями при расчете матрицы жёсткости конструкции.

Раздел 3. Конструирование узлов. Конструирование механически обрабатываемых деталей.

Практическая работа №3. Анализ и расчет технологичности детали.

Содержание практических занятий:

Практическая работа позволит сформировать знания и умения при качественной оценке технологичности конструкции детали по коэффициентам точности, шероховатости и унификации, а также сделать общий вывод о конструкции детали.

Раздел 4. Опоры качения и скольжения.

Практическая работа №4. Принцип расчет опор качения и скольжения.

Содержание практических занятий:

Практическая работа направлена на формирование и развитие умений и навыков при расчете и выборе опор качения и скольжения.

Раздел 5. Проектирование станков с ЧПУ.

Практическая работа №5. Графоаналитический метод расчета приводов со ступенчатым регулированием.

Содержание практических занятий:

Практическая работа позволит изучить кинематику и конструкцию коробки скоростей приводов, а также приобрести навыки по составлению кинематической схемы и выполнить расчёт кинематики привода.

Раздел 6. Проектирование машин непрерывного механического транспорта.

Практическая работа №6. Расчёт скребковых конвейеров.

Содержание практических занятий:

Практическая работа поможет изучить конструкцию скребковых конвейеров и выполнить его расчет.

Раздел 7. Промышленные роботы.

Практическая работа №7. Выбор конструкции промышленного робота и расчет схвата руки.

Содержание практических занятий:

Практическая работа посвящена анализу исходных данных для выбора модели промышленного робота, расчету грузоподъемности, определению числа степеней свободы и системы координат, а также выбору и расчету схвата руки промышленного робота.

Раздел 8. Роботизированные технологические комплексы.

Практическая работа №8. Принцип проектирования роботизированного технологического комплекса на базе токарного полуавтомата с ЧПУ.

Содержание практических занятий:

Практическая работа построена на получении первичных навыков при проектировании роботизированного технологического комплекса на базе токарного полуавтомата с ЧПУ и промышленного робота портального и напольного типов.

Раздел 9. Станки с параллельной кинематикой.

Практическая работа №9. Эскизная проработка станков с параллельной кинематикой.

Содержание практических занятий:

В практической работе будет проведена эскизная проработка станка с параллельной кинематикой на примере веерообразного расположения приводов.

## **6 семестр**

Раздел 10. Этапы проектирования станков и станочных систем.

Практическая работа №10. Составление и расчет кинематических схем станков.

Содержание практических занятий:

Практическая работа посвящена решению обратной задачи кинематических расчетов, при которой производится определение параметров и характеристик отдельных элементов кинематической схемы по известным значениям входных и выходных параметров и характеристик, что способствует



получению навыков в составлении и расчете кинематических схем металлообрабатывающих станков.

Раздел 11. Приводы главного движения: расчёт и конструирование.

Практическая работа №11. Расчет главного движения со ступенчатым регулированием скоростей.

Содержание практических занятий:

В практической работе будут рассмотрены источники движения приводов главного движения со ступенчатым регулированием частот вращения шпинделя, а так же их расчет.

Практическая работа №12. Расчет приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе регулируемых электродвигателей.

Содержание практических занятий:

В практической работе рассмотрены основные моменты расчета приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе регулируемых электродвигателей.

Раздел 12. Шпиндельные узлы.

Практическая работа №13. Выбор и расчет опор шпинделя.

Содержание практических занятий:

Практическая работа посвящена получению навыка в выборе и расчете опор в шпиндельных узлах современных станков.

Практическая работа №14. Составление алгоритма прогнозирования динамического качества шпиндельного узла.

Содержание практических занятий:

В практической работе будет рассмотрен алгоритм прогнозирования динамического качества шпиндельного узла, который позволит дать оценку качества и параметрической надежности узла.

Раздел 13. Приводы подач.

Практическая работа №15. Расчет зависимого и независимого привода подач.

Содержание практических занятий:

В практической работе будут выполняться расчеты зависимого и независимого привода подач, в которых конечными звеньями кинематической цепи могут быть: - для зависимых приводов подач шпиндель станка-вал ременной шестерни, шпиндель станка-ходовой винт; - для независимых приводов подач вал электродвигателя привода подач-вал ременной шестерни, вал электродвигателя-ходовой винт.

Практическая работа №16. Прочностной расчет приводов подач.

Содержание практических занятий:

В практической работе будут получены навыки по выполнению прочностного расчета отдельных элементов привода.

Раздел 14. Направляющие.

Практическая работа №17. Расчет направляющих смешенного трения.

Содержание практических занятий:

Практическая работа будет посвящена методике расчета направляющих смешенного трения, а также расчету размеров направляющих.

Практическая работа №18. Конструирование смазочной системы и режимы смазывания трущихся поверхностей.

Содержание практических занятий:

Практическая работа построена на получение первичных навыков по конструированию смазочной системы и выбору режимов смазывания трущихся поверхностей.

#### 4.5. Развёрнутый тематический план дисциплины (форма обучения - очная)

Раздел дисциплины	Аудиторные занятия				Самостоятельная работа студентов							
	Лекции		Практические занятия		Проработка теоретического материала. Подготовка к рейтинговому контролю			Выполнение контрольных заданий			Выполнение курсовой работы	
	Темы	ч	Темы	ч	Темы	СРП, ч	СР, ч	Задания	СРП, ч	Задания	СРП, ч	СР, ч
1. Методология и принципы проектирования.	– Долговечность. – Эксплуатационная надежность. – Образование производных машин на базе унификации. – Параметрические ряды.	2	Применение метода инверсии при проектировании типовых машиностроительных узлов.	2	– Конструктивная преемственность. – Выбор конструкции. – Метод инверсии. – Компонование.	0,5	1	Инверсия типовой схемы машины-строительного узла.	0,5	2	-	-
	– Циклы напряжений. – Пределы выносливости. – Природа усталостного разрушения. – Концентрация напряжений. – Конструирование циклически нагружаемых деталей. – Сферические и цилиндрические сочленения. – Материалы. – Соединения, работающие под ударной нагрузкой.	2	Формирование расчетной схемы и расчет матрицы жёсткости конструкции.	2	– Критерии жёсткости. – Конструктивные способы повышения жёсткости. – Жесткость машиностроительных конструкций (корпусные детали, плиты, тонкостенные конструкции).	0,5	1	Построение графика изменения момента сопротивления инерции и массы детали.	0,5	2	-	-
3. Конструирование узлов. Конструирование механически обрабатываемых деталей.	– Унификация конструктивных элементов. – Принцип агрегатности. – Рациональность силовой схемы. – Влияние упругости на распределение нагрузок. – Осевая фиксация	2	Анализ и расчет технологичности детали.	2	– Сокращение объёма механической обработки. – Разделение поперечностей, обрабатываемых с разной точностью. – Согласование формы деталей с условиями обработки.	0,5	1	Уменьшение габаритных размеров детали.	0,5	2	-	-



	жению тягового элемента. – Натяжения гибкого тягового элемента. – Сопротивление на выпуклых направляющих.				вейера. – Проектирование продольного цепного транспортера. – Проектирование роликового транспортера.				нированной трассой для перемещения насыпных и штучных грузов.						
7. Промышленные роботы.	– Основные понятия и определения роботов и робототехнических устройств. – Классификация промышленных роботов. – Структура промышленных роботов.	2	Выбор конструкции промышленного робота и расчет схвата руки.	2	– Основные технические характеристики промышленных роботов. – Унификация технических решений и модульный принцип конструирования промышленных роботов.	0,5	1	0,5	Расчет траектории перемещения промышленного робота.	2					
8. Роботизированные технологические комплексы.	– Термины и определения РТК. – Общие требования, предъявляемые к РТК. – Структура и состав РТК.	2	Принцип проектирования роботизированного технологического комплекса на базе токарного полуавтомата с ЧПУ.	2	– Типовые компоненты РТК. – Особенности роботизации технологических процессов механической обработки. – Области применения РТК.	0,5	1	0,5	Подготовка реферата по теме «Роботизированные технологические комплексы».	2					
9. Станки с параллельной кинематикой.	– Понятие станков с параллельной кинематической структурой. – Промышленное использование параллельных механизмов.	2	Эскизная проработка станков с параллельной кинематикой.	2	– Классификация станков с параллельной кинематикой. – Механизм гексапода. Компоненты гексаподов. – Основные конструктивные элементы гексаподов. – Характеристики гексаподов.	0,5	1	0,5	Анализ количества степеней свободы механизмов с параллельной кинематикой.	2					
10. Этапы проектирования станков и станочных систем.	– Этапы проектирования станков. – Расчет и выбор основных параметров станка.	2	Составление и расчет кинематических схем станков.	2	– Выбор метода формообразования. – Проектирование кинематической схемы станка. – Обоснование выбора структуры.	1	2	1	Алгоритм проектирования и освоения станков.	3			1. Обоснование технических характеристик проектируемых приводов. 2. Разработка кинематиче-	9	36

					Механизмы станков.				ской схемы проектируемого привода.	
11. Приводы главного движения, расчёт и конструирование.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ряды частот вращения шпинделя.</li> <li>– Проектирование приводов со ступенчатым регулированием скорости.</li> <li>– Расчёт и проектирование приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе ступенчатых регуляторов.</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расчет главного движения со ступенчатым регулированием скоростей.</li> <li>– Расчет приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе регулируемых электродвигателей.</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расчет и проектирование приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе регулируемых электродвигателей.</li> <li>– Особенности проектирования и расчёта главного привода движения.</li> </ul>	2	4	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Условные обозначения деталей и механизмов металлообработочных станков.</li> <li>– Типовые приводы и механизмы МРС</li> </ul>	6
12. Шпиндельные узлы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Разработка структурно-компоновочного решения шпиндельного узла.</li> <li>– Выбор и расчёт опор шпинделя.</li> <li>– Конструирование и расчёт шпиндельного узла на стадии эскизного проекта.</li> <li>– Расчёт шпиндельного узла на радиальную и осевую жёсткость.</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Выбор и расчет опор шпинделя.</li> <li>– Составление алгоритма прогнозирования динамического качества шпиндельного узла.</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Обеспечение динамического качества шпиндельного узла.</li> <li>– Обоснование выбора материала шпинделя.</li> <li>– Обоснование технических требований и разработка методов технологического обеспечения качества шпиндельного узла.</li> </ul>	2	4	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расчет шпиндельного узла на жесткость.</li> <li>– Расчет шпиндельного узла металлорежущего станка на точность вращения.</li> </ul>	6
13. Приводы подачи.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Разработка структурно-компоновочной схемы.</li> <li>– Оптимизация привода подачи.</li> <li>– Оптимизация кинематической структуры привода подачи со ступенчатым регулированием</li> <li>– Расчёт и проектирование деталей и механизмов приводов со ступенчатым и бесступенчатым регулированием на стадии эскизного и рабочего</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расчет зависимо-го и независимого привода подачи.</li> <li>– Прочностной расчет приводов подачи.</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Обоснование технических требований и методов технологического обеспечения качества привода.</li> <li>– Расчёт и проектирование механизмов прямолинейного и кругового перемещения с трением скольжения и трением качения.</li> <li>– Конструкции устройств для микроперемещений.</li> </ul>	2	4	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Разработка конструкции типового привода подачи станка с ЧПУ.</li> </ul>	6



## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### 5 семестр

##### Вопросы для рейтинг-контроля №1

1. Что такое долговечность, от чего она зависит? Перечислите основные критерии долговечности.
2. Как определяется расчетная долговечность? Какие методы применяют для определения долговечности?
3. Перечислите и поясните основные средства повышения долговечности. Как определяются пределы повышения долговечности?
4. Что такое техническое устаревание, его признаки? Какие существуют средства предупреждения технического устаревания?
5. Что такое надежность машины, ее признаки? Какой критерий чаще всего используют при определении надежности?
6. Какие существуют пути повышения надежности? Как происходит доводка машин в эксплуатации?
7. Какие существуют способы снижения стоимости машин?
8. Что такое унификация, чему она способствует? Что такое стандартизация, для чего она применяется?
9. Что такое методы секционирования и изменения линейных размеров при создании производственных унифицированных машин?
10. В чем сущность методов базового агрегата и конвертирования в создании производственных унифицированных машин?
11. Что такое методы компаундирования и модифицирования при создании производственных унифицированных машин?
12. В чем сущность методов агрегатирования и комплексной стандартизации в создании производственных унифицированных машин?
13. Что такое унифицированные и параметрические ряды, для чего они применяются?
14. Что такое конструктивная преемственность? Какие факторы влияют на выбор конструкции?
15. В чем сущность метода инверсии, применяемого для облегчения конструирования?
16. Из каких этапов обычно состоит компонование конструкции машины?
17. Какие существуют циклы напряжений, их характеристика? Что такое ограниченная долговечность, для чего она рассчитывается?
18. Что такое предел выносливости, от чего он зависит? Из каких стадий состоит процесс возникновения усталостной трещины?
19. Что имеет определяющее значение для сопротивления усталости, почему?
20. Нарисуйте и поясните схемы концентрации напряжений. Чем может быть вызвана концентрация напряжений?
21. Чем характеризуется повышение напряжений на участках местных ослаблений? Как возможно снизить максимальные напряжения на участке ослабления?
22. Какие существуют основные правила конструирования циклически нагруженных деталей?
23. Как определяются максимальное напряжение и несущая способность сферического и цилиндрического соединений?
24. Какие материалы используются для изготовления деталей различных соединений?
25. Как влияет зазор на условия работы циклически нагруженных соединений?
26. Какие существуют способы увеличения работоспособности соединений, испытывающих ударные нагрузки?

27. Что позволяет сделать замена изгиба растяжением-сжатием? Как возможно заблокировать деформации?
28. Для чего применяются консольные и двухопорные системы? Как увеличить жесткость и прочность консольных конструкций?
29. Какие существуют способы рационального расположения опор? Что такое рациональное сечение, как оно влияет на жесткость конструкции?
30. Для чего применяют орребрение? Какие бывают разновидности ребер?
31. Какие существуют средства повышения жесткости корпусных деталей? Перечислите основные способы усиления литых плит. Как повысить жесткость тонкостенных конструкций?
32. Для чего и как проводится унификация конструктивных элементов?
33. В чем заключается принцип агрегатности?
34. Какая силовая схема называется рациональной?
35. Как влияет упругость на распределение нагрузки?
36. Как следует фиксировать детали в осевом направлении?
37. Для чего применяют составные конструкции?
38. Какие существуют способы сокращения объема механической обработки?
39. Зачем необходимо разделять поверхности, обрабатываемые с разной точностью?
40. С какими параметрами должна быть согласована форма обрабатываемых деталей?

### Вопросы для рейтинг-контроля №2

1. Что такое жидкостная смазка в подшипниках скольжения, ее обязательное условие?
2. Когда возникает полужидкостная смазка в подшипниках скольжения, в чем ее сущность? Что такое граничная смазка в подшипниках скольжения, когда она возникает?
3. Какой должен быть зазор в точке наибольшего сближения вала и подшипника? От чего зависят относительная минимальная толщина и относительный эксцентриситет масляного слоя?
4. Что такое «критическая характеристика режима» подшипника? Как определяется коэффициент надежности подшипника? Для чего нужны расчетные номограммы подшипников?
5. Как определяется диаметр подшипника скольжения? Как влияет отношение  $l/d$  на несущую способность подшипников скольжения?
6. Как осуществляется смазка подшипников скольжения при нагрузке постоянного и переменного направлений? Какими способами обеспечивается проточная циркуляция масла в подшипниках скольжения? Как осуществляется смазка подшипников скольжения в пусковые периоды?
7. Какие металлические и неметаллические материалы и сплавы могут применяться для изготовления подшипников скольжения?
8. Какие преимущества имеют подшипники качения по сравнению с подшипниками скольжения?
9. Перечислите основные виды радиальных подшипников, дайте их характеристику. Какие существуют основные разновидности упорных подшипников качения?
10. В каких случаях применяются подшипники качения с разъемными обоймами? Какие типы радиальных шариковых подшипников с встроенными уплотнениями выпускает промышленность?
11. На какие классы по точности разделяются подшипники качения?
12. Какие главные источники потерь в подшипниках скольжения? Как определяют коэффициент трения подшипников качения, от чего он зависит?
13. Как определяются несущая способность и долговечность подшипников качения? Что такое циркуляционное нагружение подшипников качения? В чем заключается местное нагружение подшипников качения?
14. Какие существуют способы осевой сборки опор качения? Как осуществляется радиальная сборки опор качения? Какие существуют способы монтажа парных установок опор качения? Когда применяются самоустанавливающиеся подшипники качения?
15. Какие существуют способы повышения точности кинематических цепей станка? Как обеспечивается геометрическая точность станков?
16. Какие требования жесткости предъявляются к станкам? Какие существуют способы повышения жесткости станков? Что такое теплостойкость станков, как она обеспечивается?



17. По каким направлениям может быть проведено улучшение шумовых характеристик (снижения уровня шума) металлорежущего станка?
18. Что такое надежность, какими показателями она характеризуется? Какие существуют способы обеспечения надежности станочного оборудования на стадии проектирования?
19. Из каких материалов могут изготавливаться базовые детали современных станков с ЧПУ?
20. Какая компоновка шпинделя применяется в современных многоцелевых станках с ЧПУ? В чем заключается модульный принцип построения станков с ЧПУ? Что позволяет применение модульного принципа построения станков с ЧПУ?
21. Что должен обеспечивать привод главного движения? Поясните типовые структурные схемы построения приводов главного движения станков с ЧПУ.
22. Что должен обеспечивать шпиндельный узел станка? Какие параметры являются критериями работоспособности шпиндельного узла?
23. Какие требования предъявляются к приводам подачи? Поясните наиболее распространенные структурные схемы построения приводов подачи.
24. Какие основные требования предъявляются к направляющим станков с ЧПУ? Какие виды направляющих применяются в станках с ЧПУ? Из каких материалов изготавливают направляющие для станков с ЧПУ?
25. Какие основные требования предъявляются к системам автоматической смены инструментов? Нарисуйте и поясните классификацию систем автоматической смены инструмента.
26. Какие требования предъявляются к режущим и вспомогательным инструментам при их автоматической смене, их характеристики? Как используются магазины для накопления и транспортировки инструментов?
27. Какими способами может производиться автоматическая смена инструмента на станках с ЧПУ? Какие устройства автоматической смены обрабатываемых заготовок применяются на станках с ЧПУ?
28. Какие устройства для сбора и транспортировки стружки применяются на станках с ЧПУ?
29. Какие системы смазывания деталей и узлов применяются в станках с ЧПУ? Какие смазочно-охлаждающие технологические среды применяются в станках с ЧПУ?
30. Что такое транспортер и конвейер?
31. Что может быть рабочими органами транспортеров?
32. Какие материалы могут транспортироваться транспортерами, их характеристики?
33. Как рассчитываются силы трения в транспортных устройствах?
34. Как определяется сопротивление движению тягового элемента?
35. Как рассчитывается натяжение гибкого тягового элемента в характерных точках?
36. Как определяется сопротивление на выпуклых направляющих?
37. Как проводится расчет ленточного конвейера?
38. Нарисуйте и поясните расчетную схему скребкового транспортера.
39. Как проводится расчет продольного цепного транспортера?
40. Какие существуют виды роликовых транспортеров, где они применяются?
41. Как проводится расчет роликового транспортера?

### **Вопросы для рейтинг-контроля №3**

1. Что такое робот и промышленный робот?
2. Дайте определение: манипулятор, объект манипулирования, автооператор.
3. Что такое интегрированная производственная система?
4. Расшифруйте и дайте определение ГПС, РТК, РПК.
5. Какие области применения промышленных роботов?
6. Какие роботы называют роботами первого, второго и третьего поколения?
7. По каким признакам можно классифицировать промышленные роботы?
8. Из чего состоит типовое робототехническое устройство?
9. Какие кинематические пары наиболее распространены в промышленных роботах?
10. Что такое число степеней подвижности кинематической цепи?
11. Какими основными техническими характеристиками присущи для промышленных роботов?
12. Какие узлы входят в группу унифицированных функциональных узлов технологического оборудования?

13. Что позволяет сделать унификация технических решений и принцип модульного конструирования технических средств?
14. Чего позволяет достигать концепция модульного конструирования промышленных роботов? Как можно классифицировать модульные конструкции промышленных роботов по компоновочным возможностям?
15. Дайте определения: РТК, промышленный робот.
16. На какие две категории можно разделить промышленные роботы, их функции?
17. Что такое роботизированный технологический участок и роботизированная технологическая линия?
18. Какие требования предъявляются к созданию и применению РТК?
19. Какие задачи включает в себя разработка структуры РТК?
20. Какие три разновидности РТК различают в зависимости от сочетания количества промышленных роботов и обслуживаемого технологического оборудования?
21. На какие виды делятся РТК по организационному признаку?
22. Поясните основные компоновки РТК.
23. В чем особенности механообрабатывающего производства?
24. Что должно быть проанализировано при построении робототехнических комплексов механической обработки?
25. Какие факторы влияют на выбор промышленных роботов и компоновку РТК?
26. Какие обязательные требования предъявляются при построении РТК?
27. Какие основные экономические и социальные факторы следует учитывать при изучении возможности создания РТК?
28. Где могут применяться РТК?
29. Какую кинематическую структуру имеют большинство применяемого в промышленности металлообрабатывающего оборудования, их преимущества и недостатки?
30. Какие особенности имеют станки, основанные на замкнутой параллельной кинематике?
31. Какие концепции механизмов с параллельной кинематикой наиболее распространены в настоящее время?
32. В каких областях обработки могут использоваться гексаподы?
33. Какие факторы сдерживают применение станков, основанных на параллельной структуре? Какие основные направления улучшения параллельных станков?
34. В чем состоит потенциал использования параллельных структур в области станкостроения?
35. Как параллельные механизмы могут применяться в позиционирующих устройствах?
36. Какие преимущества имеет координатно-измерительная техника с параллельной кинематикой?
37. Как параллельные механизмы могут применяться в промышленных роботах?
38. Как можно классифицировать станки с параллельной кинематикой?
39. Из каких элементов состоит механизм гексапода?
40. За счет чего обеспечивается перемещение подвижной платформы гексапода?
41. Нарисуйте и поясните три схемы возможных компоновок гексаподов.
42. Перечислите основные достоинства гексаподов.
43. Какие ограничения существуют при использовании гексаподов?

## 6 семестр

### **Вопросы для рейтинг-контроля №1**

1. Какие исходные данные необходимы для проектирования станков?
2. Из каких этапов состоит процесс конструирования станков и станочных систем?
3. Какая работа выполняется и какой результат должен быть получен на этапе технического задания?
4. Для чего нужен этап технического предложения?
5. Какая работа выполняется на этапе эскизного проекта?
6. Для чего нужен этап технического проекта?
7. Какая работа выполняется и какой результат должен быть получен на этапе рабочего проекта?
8. Какие принципы и правила используются при проектировании станков и станочных систем?

9. Перечислите основные параметры, характеризующие проектируемый станок. Как они определяются?
10. Что является главным условием для компоновки станка? На что влияет компоновка станка?
11. Нарисуйте и поясните основные схемы образования поверхностей.
12. Нарисуйте и поясните схему кинематической связи.
13. Приведите примеры внутренней и внешней кинематической цепи.
14. Что представляет собой частота вращения шпинделя? Как определяется диапазон регулирования привода?
15. Где применяется ступенчатый привод главного движения?
16. Где применяется бесступенчатый привод главного движения?
17. Что такое бесступенчатое и ступенчатое регулирование?
18. Как определяются предельные частоты вращения шпинделя для станков с вращательным движением? Как рассчитывается диапазон регулирования?
19. Перечислите основные зависимости геометрического ряда со знаменателем  $\phi$ . Какие значения  $\phi$  и  $n$  предусмотрены нормалью станкостроения?
20. Что такое группа передач, чем она характеризуется?
21. Чем определяется число структурных (конструктивных) вариантов? Чему равно общее количество кинематических вариантов?
22. Какой вариант структуры кинематической схемы называется оптимальным? Какими соображениями руководствуются при определении оптимальной структуры кинематической схемы?
23. Перечислите основные достоинства бесступенчатого регулирования скоростей. Какие существуют способы бесступенчатого регулирования?
24. Нарисуйте и поясните схему механического способа бесступенчатого регулирования скорости. Каких видов бывают механические вариаторы?
25. К чему необходимо стремиться в приводах с бесступенчатым регулированием? В каком случае крутящий момент в приводе, определяющий размер всех элементов привода, будет наибольшим?
26. Какие двигатели в основном применяют для бесступенчатого регулирования скорости?
27. Какие параметры необходимо рассчитать при проектировании приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе регулируемых электродвигателей?
28. Какие особенности имеют современные электроприводы главного движения?
29. Какие системы переключения передач скоростей могут использоваться в станках?
30. В чем преимущества и недостатки применения электромагнитных фрикционных и зубчатых муфт для передачи скоростей в станках?
31. Что должен знать конструктор проектируя станок или какую-то его часть?

### Вопросы для рейтинг-контроля №2

1. Какие факторы влияют на конструкцию шпиндельного узла?
2. От чего в большей степени зависит компоновка шпиндельных узлов в станке?
3. Нарисуйте и поясните применение различных компоновок шпиндельных узлов многошпиндельных станков.
4. Какую специфику имеет компоновка шпиндельных узлов многошпиндельных станков?
5. Какие подшипники в основном применяются в шпиндельных узлах современных станков, чем характеризуется их несущая способность?
6. Какие типовые компоновки шпиндельных узлов применяются в основных видах металлорежущих станков?
7. Что определяют при принятии концепции шпиндельного узла?
8. Как рассчитывается шпиндельный узел на жесткость?
9. Перечислите важнейшие динамические характеристики шпиндельного узла.
10. Как обеспечивается динамическое качество шпиндельного узла?
11. Какие стали применяют для изготовления шпинделей? Какими способами упрочняют ответственные участки шпинделей?
12. Как осуществляется выбор подшипников качения в шпиндельных узлах?
13. Нарисуйте и поясните структуры приводов со ступенчатым регулированием, их применение.

14. На какие виды делятся электрические приводы с бесступенчатым регулированием, их применение?
15. Какие условия необходимо соблюдать для сохранения оптимальных свойств электропривода при соединении с механической частью?
16. Что является исходными данными для проектирования привода подачи со ступенчатым регулированием?
17. Из каких этапов состоит расчет привода подачи?
18. На основании каких данных производится эскизная компоновка коробок скоростей и подач?
19. Из каких этапов состоит эскизная компоновка коробок скоростей и подач?
20. Какие технические требования к коробкам подач назначаются и обосновываются в зависимости от вида станка, конструкции коробки подач, способа регулирования?

### **Вопросы для рейтинг-контроля №3**

1. Какие существуют способы повышения технологичности деталей коробок подачи скоростей?
2. В каких станках применяются передачи винт-гайка скольжения и винт-гайка качения?
3. Какие профили резьбы применяются в передачах винт-гайка скольжения и винт-гайка качения?
4. Перечислите основные преимущества передачи винт-гайка качения.
5. Нарисуйте и поясните конструкцию упругосилового привода микроперемещений.
6. Какие требования предъявляются к направляющим станка?
7. Какие типы направляющих выделяют, в каких станках они применяются?
8. В каких видах можно конструктивно выполнять направляющие?
9. Какими преимуществами и недостатками обладают прямоугольные, треугольные и трапециевидные направляющие?
10. От каких факторов зависит выбор определенных конструктивных параметров направляющих?
11. Из каких материалов изготавливают направляющие?
12. Какими преимуществами и недостатками обладают гидродинамические направляющие?
13. Какими преимуществами и недостатками обладают гидростатические направляющие?
14. Нарисуйте и поясните конструктивное оформление аэростатических направляющих.
15. Какими достоинствами обладают направляющие качения?
16. Из каких материалов обычно изготавливают направляющие качения?
17. Нарисуйте и поясните основные схемы направляющих качения.
18. Нарисуйте и поясните основные варианты конструкции направляющих качения.
19. Для чего необходим предварительный натяг в направляющих качения, как он обеспечивается?
20. Какими преимуществами обладают комбинированные направляющие качения и скольжения, комбинированные гидростатические и гидродинамические направляющие, комбинированные гидростатические и аэростатические направляющие?
21. Какие защитные устройства, предохраняющие от попадания на рабочие поверхности грязи, мелкой стружки и абразивной пыли необходимы для надежной работы направляющих?
22. Какие технические требования предъявляются к направляющим?

**5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет с оценкой, экзамен).**

### **5 семестр**

#### **Вопросы к зачету с оценкой**

1. Основные критерии долговечности.
2. Расчетная долговечность. Теория долговечности.
3. Средства повышения долговечности.
4. Пределы повышения долговечности. Техническое устаревание.
5. Эксплуатационная надежность: признаки и пути повышения.
6. Применение унификации и стандартизации для повышения эксплуатационной надежности машин.
7. Основные методы создания производственных унифицированных машин.
8. Параметрические ряды.

9. Конструктивная приемственность.
10. Факторы и этапы выбора конструкции.
11. Применение метода инверсии для облегчения конструирования.
12. Этапы компоновки конструкции машины.
13. Основные циклы напряжений, их характеристика.
14. Пределы выносливости.
15. Природа усталостного разрушения.
16. Схемы концентрации напряжений.
17. Снижение максимальных напряжений на участке ослаблений.
18. Конструирование циклически нагруженных деталей.
19. Сферические и цилиндрические соединения: максимальное напряжение и несущая способность.
20. Материалы для изготовления деталей различных соединений.
21. Соединения, работающие под ударной нагрузкой.
22. Критерии жесткости.
23. Основные конструктивные способы повышения жесткости.
24. Средства повышения жесткости корпусных деталей.
25. Основные способы усиления литых плит.
26. Повышение жесткости тонкостенных конструкций.
27. Унификация конструктивных элементов.
28. Принцип агрегатности.
29. Рациональность силовой схемы.
30. Влияние упругости на распределение нагрузки.
31. Осевая фиксация деталей.
32. Области применения составных конструкций.
33. Способы сокращения объема механической обработки/
34. Разделение поверхностей, обрабатываемых с разной точностью.
35. Согласование формы деталей с условиями обработки.
36. Что такое жидкостная смазка в подшипниках скольжения, ее обязательное условие?
37. Когда возникает полужидкостная смазка в подшипниках скольжения, в чем ее сущность? Что такое граничная смазка в подшипниках скольжения, когда она возникает?
38. Какой должен быть зазор в точке наибольшего сближения вала и подшипника? От чего зависят относительная минимальная толщина и относительный эксцентриситет масляного слоя?
39. Что такое «критическая характеристика режима» подшипника? Как определяется коэффициент надежности подшипника? Для чего нужны расчетные номограммы подшипников?
40. Как определяется диаметр подшипника скольжения? Как влияет отношение  $l/d$  на несущую способность подшипников скольжения?
41. Как осуществляется смазка подшипников скольжения при нагрузке постоянного и переменного направлений? Какими способами обеспечивается проточная циркуляция масла в подшипниках скольжения? Как осуществляется смазка подшипников скольжения в пусковые периоды?
42. Какие металлические и неметаллические материалы и сплавы могут применяться для изготовления подшипников скольжения?
43. Какие преимущества имеют подшипники качения по сравнению с подшипниками скольжения?
44. Перечислите основные виды радиальных подшипников, дайте их характеристику. Какие существуют основные разновидности упорных подшипников качения?
45. В каких случаях применяются подшипники качения с разъемными обоймами? Какие типы радиальных шариковых подшипников с встроенными уплотнениями выпускает промышленность?
46. На какие классы по точности разделяются подшипники качения?
47. Какие главные источники потерь в подшипниках скольжения? Как определяют коэффициент трения подшипников качения, от чего он зависит?

48. Как определяются несущая способность и долговечность подшипников качения? Что такое циркуляционное нагружение подшипников качения? В чем заключается местное нагружение подшипников качения?
  49. Какие существуют способы осевой сборки опор качения? Как осуществляется радиальная сборки опор качения? Какие существуют способы монтажа парных установок опор качения? Когда применяются самоустанавливающиеся подшипники качения?
  50. Какие существуют способы повышения точности кинематических цепей станка? Как обеспечивается геометрическая точность станков?
  51. Какие требования жесткости предъявляются к станкам? Какие существуют способы повышения жесткости станков? Что такое теплостойкость станков, как она обеспечивается?
  52. По каким направлениям может быть проведено улучшение шумовых характеристик (снижения уровня шума) металлорежущего станка?
  53. Что такое надежность, какими показателями она характеризуется? Какие существуют способы обеспечения надежности станочного оборудования на стадии проектирования?
  54. Из каких материалов могут изготавливаться базовые детали современных станков с ЧПУ?
  55. Какая компоновка шпинделя применяется в современных многоцелевых станках с ЧПУ? В чем заключается модульный принцип построения станков с ЧПУ? Что позволяет применение модульного принципа построения станков с ЧПУ?
  56. Что должен обеспечивать привод главного движения? Поясните типовые структурные схемы построения приводов главного движения станков с ЧПУ.
  57. Что должен обеспечивать шпиндельный узел станка? Какие параметры являются критериями работоспособности шпиндельного узла?
  58. Какие требования предъявляются к приводам подач? Поясните наиболее распространенные структурные схемы построения приводов подач.
  59. Какие основные требования предъявляются к направляющим станков с ЧПУ? Какие виды направляющих применяются в станках с ЧПУ? Из каких материалов изготавливают направляющие для станков с ЧПУ?
  60. Какие основные требования предъявляются к системам автоматической смены инструментов? Нарисуйте и поясните классификацию систем автоматической смены инструмента.
  61. Какие требования предъявляются к режущим и вспомогательным инструментам при их автоматической смене, их характеристики? Как используются магазины для накопления и транспортировки инструментов?
  62. Какими способами может производиться автоматическая смена инструмента на станках с ЧПУ? Какие устройства автоматической смены обрабатываемых заготовок применяются на станках с ЧПУ?
  63. Какие устройства для сбора и транспортировки стружки применяются на станках с ЧПУ? Какие системы смазывания деталей и узлов применяются в станках с ЧПУ? Какие смазочно-охлаждающие технологические среды применяются в станках с ЧПУ?
1. Что такое транспортер и конвейер?
  2. Что может быть рабочими органами транспортеров?
  3. Какие материалы могут транспортироваться транспортерами, их характеристики?
  4. Как рассчитываются силы трения в транспортных устройствах?
  5. Как определяется сопротивление движению тягового элемента?
  6. Как рассчитывается натяжение гибкого тягового элемента в характерных точках?
  7. Как определяется сопротивление на выпуклых направляющих?
  8. Как проводится расчет ленточного конвейера?
  9. Нарисуйте и поясните расчетную схему скребкового транспортера.
  10. Как проводится расчет продольного цепного транспортера?
  11. Какие существуют виды роликовых транспортеров, где они применяются?
  12. Как проводится расчет роликового транспортера?
  13. Что такое робот и промышленный робот?
  14. Дайте определение: манипулятор, объект манипулирования, автооператор.
  15. Что такое интегрированная производственная система?
  16. Расшифруйте и дайте определение ГПС, РТК, РПК.
  17. Какие области применения промышленных роботов?

18. Какие роботы называют роботами первого, второго и третьего поколения?
19. По каким признакам можно классифицировать промышленные роботы?
20. Из чего состоит типовое робототехническое устройство?
21. Какие кинематические пары наиболее распространены в промышленных роботах?
22. Что такое число степеней подвижности кинематической цепи?
23. Какими основными техническими характеристиками обладают для промышленных роботов?
24. Какие узлы входят в группу унифицированных функциональных узлов технологического оборудования?
25. Что позволяет сделать унификация технических решений и принцип модульного конструирования технических средств?
26. Чего позволяет достигать концепция модульного конструирования промышленных роботов? Как можно классифицировать модульные конструкции промышленных роботов по компоновочным возможностям?
27. Дайте определения: РТК, промышленный робот.
28. На какие две категории можно разделить промышленные роботы, их функции?
29. Что такое роботизированный технологический участок и роботизированная технологическая линия?
30. Какие требования предъявляются к созданию и применению РТК?
31. Какие задачи включает в себя разработка структуры РТК?
32. Какие три разновидности РТК различают в зависимости от сочетания количества промышленных роботов и обслуживаемого технологического оборудования?
33. На какие виды делятся РТК по организационному признаку?
34. Поясните основные компоновки РТК.
35. В чем особенности механообрабатывающего производства?
36. Что должно быть проанализировано при построении робототехнических комплексов механической обработки?
37. Какие факторы влияют на выбор промышленных роботов и компоновку РТК?
38. Какие обязательные требования предъявляются при построении РТК?
39. Какие основные экономические и социальные факторы следует учитывать при изучении возможности создания РТК?
40. Где могут применяться РТК?
41. Какую кинематическую структуру имеют большинство применяемого в промышленности металлообрабатывающего оборудования, их преимущества и недостатки?
42. Какие особенности имеют станки, основанные на замкнутой параллельной кинематике?
43. Какие концепции механизмов с параллельной кинематикой наиболее распространены в настоящее время?
44. В каких областях обработки могут использоваться гексаподы?
45. Какие факторы сдерживают применение станков, основанных на параллельной структуре? Какие основные направления улучшения параллельных станков?
46. В чем состоит потенциал использования параллельных структур в области станкостроения?
47. Как параллельные механизмы могут применяться в позиционирующих устройствах?
48. Какие преимущества имеет координатно-измерительная техника с параллельной кинематикой?
49. Как параллельные механизмы могут применяться в промышленных роботах?
50. Как можно классифицировать станки с параллельной кинематикой?
51. Из каких элементов состоит механизм гексапода?
52. За счет чего обеспечивается перемещение подвижной платформы гексапода?
53. Нарисуйте и поясните три схемы возможных компоновок гексаподов.
54. Перечислите основные достоинства гексаподов.
55. Какие ограничения существуют при использовании гексаподов?

### **6 семестр**

#### **Вопросы к экзамену**

1. Этапы проектирования станков.
2. Расчет и выбор основных параметров станка.

3. Выбор метода формообразования.
4. Проектирование кинематической схемы станка.
5. Обоснование выбора структуры. Механизмы станков.
6. Ряды частот вращения шпинделя.
7. Проектирование приводов со ступенчатым регулированием скорости.
8. Расчёт и проектирование приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе механических вариаторов.
9. Расчёт и проектирование приводов с бесступенчатым регулированием скорости на основе регулируемых электродвигателей.
10. Особенности проектирования и расчёта главного привода движения.
11. Факторы, определяющие конструкцию шпинделя.
12. Компонировки шпиндельных узлов многошпиндельных станков.
13. Выбор и расчёт опор шпинделя.
14. Конструирование и расчёт шпиндельного узла на стадии эскизного проекта.
15. Расчёт шпиндельного узла на радиальную и осевую жёсткость.
16. Важнейшие динамические характеристики шпиндельного узла.
17. Обеспечение динамического качества шпиндельного узла.
18. Обоснование выбора материала шпинделя.
19. Обоснование технических требований и разработка методов технологического обеспечения качества шпиндельного узла.
20. Разработка структурно-компоновочной схемы.
21. Оптимизация привода подачи.
22. Оптимизация кинематической структуры привода подачи со ступенчатым регулированием
23. Расчёт и проектирование деталей и механизмов приводов со ступенчатым и бесступенчатым регулированием на стадии эскизного и рабочего проектирования.
24. Обоснование технических требований и методов технологического обеспечения качества привода.
25. Расчёт и проектирование механизмов прямолинейного и кругового перемещения с трением скольжения и трением качения.
26. Конструкции устройств для микроперемещений.
27. Выбор конструкции направляющих по типу требования.
28. Обоснование выбора конструктивной формы и параметров направляющих.
29. Проектирование и расчёт направляющих смешанного трения.
30. Преимущества и недостатки гидродинамических и гидростатических направляющих.
31. Аэростатические направляющие.
32. Комбинированные направляющие.
33. Конструирование смазочной системы и защиты направляющих.
34. Обоснование технических требований и методов технологического обеспечения качества направляющих.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов (выполнения курсовой работы, самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по лекционному материалу, подготовки к практическим занятиям) рекомендуются учебно-методические пособия и указания из основного и дополнительного списка, перечисленные в разделе 6 настоящей рабочей программы.

#### Курсовая работа

Задание на курсовую работу должно включать проектирование и разработку узлов металлорежущего оборудования на примере существующего оборудования.

#### Соответствие содержания курсовой работы формируемым компетенциям

<i>Компетенция</i>	<i>Структурные составляющие курсовой работы</i>
ПК-1. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных из-	Обоснование технических характеристик проектируемых приводов.



делий средней сложности	Разработка кинематической схемы проектируемого привода.
	Геометрический и силовой расчет привода.
	Описание узла станка.

### **Примерная тематика курсовой работы:**

1. Проектирование привода главного движения с расширенным диапазоном регулирования на основе станка модели 1525.
2. Разработка привода главного движения горизонтально-фрезерного станка на примере станка модели 6Т83Г.
3. Проектирование привода главного движения с бесступенчатым регулированием скоростей на основе станка модели 1К62.

### **Учебно-методическое обеспечение СР и СРП**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов приводится в методических рекомендациях по выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине «Проектирование технологического оборудования».

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1. Кравцов, А.Г. Современные многофункциональные и многоцелевые металлорежущие станки с ЧПУ и обеспечение точности и стабильности реализации на них технологических процессов: учебное пособие / А.Г. Кравцов, А.А. Серегин, А.И. Сердюк; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 113 с. – ISBN 978-5-7410-1881-1.	2017	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=78837">http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=78837</a>
2. Мешерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мешерякова, В.С. Стародубов. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 336 с. – (Высшее образование: бакалавриат). – <a href="http://www.dx.doi.org/10.12737/5721">www.dx.doi.org/10.12737/5721</a> . – ISBN 978-5-16-102068-5 (online).	2018	Режим доступа: <a href="https://znanium.com/bookread2.php?book=946956">https://znanium.com/bookread2.php?book=946956</a>
3. Вереина Л.И. Металлорежущее технологическое оборудование: учеб. пособие / Л.И. Вереина, А.Г. Ягопольский; под. общ. ред. Л.И. Вереиной. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 435 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – <a href="http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5c21d8251f0a54.61253865">www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5c21d8251f0a54.61253865</a> . – ISBN 978-5-16-106304-0.	2019	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=78837">http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=78837</a>
4. Иванов А.А. Основы робототехники: учеб. пособие / А.А. Иванов. – 2-е изд., испр. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 223 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – <a href="http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_58e7460f93d2e6.7688379">www.dx.doi.org/10.12737/textbook_58e7460f93d2e6.7688379</a> . – ISBN 978-5-16-105516-8.	2018	Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=947031">http://znanium.com/bookread2.php?book=947031</a>
5. Каменев С.В. Основы построения станков с параллельной кинематикой: учебное пособие / С.В. Каменев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 127 с. – ISBN 978-5-7410-1662-6.	2017	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=71304">http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=71304</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Чернянский П.М. Проектирование и ремонт шпиндельных узлов: Учебное пособие / П.М. Чернянский, А.Г. Схиртладзе. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 272 с.: ил.; – (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-005361-5. – Текст: электронный.	2014	Режим доступа: <a href="https://znanium.com/catalog/product/363834">https://znanium.com/catalog/product/363834</a>
2. Гуртяков А.М. Расчет и проектирование металлорежущих станков: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – Томск: Томский политехнический университет, 2014. – 136 с. – ISBN 978-5-4387-0396-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS.	2014	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/34708.html">http://www.iprbookshop.ru/34708.html</a> . – <a href="http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=34708">http://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=34708</a>

### 6.2. Периодические издания

1. СТИН: научно-технический журнал. – Москва: ООО "СТИН".
2. Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал. Москва: Технология машиностроения.
3. Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал. – Москва: Машиностроение.

### 6.3. Интернет-ресурсы

- Портал машиностроения: <http://www.mashportal.ru/>
- «Единое окно» доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования: <http://elibrary.ru/>

- «Лекториум», образовательные курсы нового поколения (Massive Open Online Course), подготовленные ведущими вузами России специально для онлайн образования: <https://www.lektorium.tv/>
- «Универсариум», межвузовская площадка открытого электронного образования: <http://universarium.org/>
- «OpenEdu», открытое образование, курсы ведущих вузов России: <https://openedu.ru/>

#### **Учебно-методические издания**

1. Морозов В.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Проектирование технологического оборудования» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Морозов В.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2022. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

2. Жданов А.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Проектирование технологического оборудования» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Жданов А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2022. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

3. Морозов В.В. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Проектирование технологического оборудования» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Морозов В.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2022. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

4. Новикова Е.А. Оценочные средства по дисциплине «Проектирование технологического оборудования» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Новикова Е.А.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2022. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
<http://op.vlsu.ru/index.php?id=4563>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Проектирование технологического оборудования» предусмотрено использование следующих лабораторий кафедры ТМС ВлГУ:

1. Лекционная ауд. 118-2, «Учебная аудитория», количество студенческих мест – 25, площадь 52 м<sup>2</sup>, оснащение: мультимедийное оборудование (проектор, экран).

2. Лаборатория высокоэффективных методов обработки в машиностроении (ауд.121-2, 114-2, 115а-2):

В состав лаборатории входят 9 уникальных высокоскоростных многоосевых станков с ЧПУ повышенной жесткости и точности: Пятиосевой вертикальный обрабатывающий фрезерный центр повышенной точности QUASER MV204U (на базе NC HEIDENHAIN 530) со скоростью вращения шпинделя 15 тыс. мин-1 с дополнительной скоростной головкой 90 тыс. мин-1; токарно-фрезерный станок EMCO CONCEPT TURN 155 с эмуляторами 11 стоек с ЧПУ (FANUC 21F, SIEMENS SINUMERIC 820/840D, HEIDENHAIN TNT 230); трехосевой вертикально-фрезерный станок HAAS TM1-NE (на базе NC FANUC) со скоростью вращения шпинделя 4,5 тыс. мин-1 с дополнительной скоростной головкой 20 тыс. мин-1; токарный станок АТПУ 125 (на базе NC SIEMENS SINUMERIC 802D); пятиосевой заточной станок для осевого инструмента Sebit WS54; четырехосевой эрозионный прошивной станок CHMER CM-A53C + 75N; пятиосевой эрозионный вырезной станок Mitsubishi VA-8; лазерно-вырезной комплекс; лазерный комплекс для термоупрочнения.

3. Лаборатория жизненного цикла продукции (ауд. 235-2).

*Оборудование:*

Компьютерный класс с 15 рабочими станциями Athlon 64 3000+ и Core 2 Quad, с выходом в Internet, на которых установлено лицензионное программное обеспечение.

4. Аудитория 227-2 для самостоятельной работы студентов.

В состав аудитории входят 12 графических станций с установленным необходимым программным обеспечением: Creo, КОМПАС и др.

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

### 8.1. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 8.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ОВЗ

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видео-техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### 8.3. Требования к фонду оценочных средств для лиц с ОВЗ

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные лабораторные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показателям	Тесты, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### 8.4. Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы.

Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплинам предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Рабочую программу составил Журавов А.В., доцент  
(ФИО, должность, подпись)  
Резотов В.В., доцент

Рецензент (представитель работодателя):  
Генеральный директор ООО "ИТЦ Композит"  
к.т.н., доцент



Прусов Е.С.  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»  
Протокол № 1 от 31.08.2022 года  
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
Протокол № 1 от 31.08.2022 года  
Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.  
(ФИО, должность, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_