

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра технологии и организации машиностроительного производства



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебной
работе

Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология автоматизированного машиностроения

(наименование дисциплины)

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств

(код, наименование направления)

Технология машиностроения

(профиль подготовки)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, очно-заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины является обучение студентов осознанному применению методов разработки технологических процессов изготовления деталей машин с использованием станков с числовым программным управлением и обрабатывающих центров в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение технологии обработки деталей на станках с ЧПУ различных типов, особенностей разработки маршрутных технологических процессов для станков с ЧПУ, современных компоновок станков с ЧПУ и основных направлений их развития, технологических возможностей применяемых на станках с ЧПУ инструментальных блоков, требований к оформлению технологической документации для станков с ЧПУ;

- обучение выбору структуры операции для обработки детали на станке с ЧПУ, подбору оптимальной схемы снятия припуска на переходе, выбору оптимальной для заданных условий модели технологического оборудования, подбору необходимых для выполнения операции инструментальных блоков, разработке расчётно-технологических карт и карт эскизов на операции, выполняемые на станках с ЧПУ;

- формирование навыков технологического проектирования операций для токарных, фрезерных, сверлильных, сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ, приобретение опыта использования нормативной литературы (стандартов, справочников, каталогов) при выборе оборудования и технологической оснастки, наработка навыков работы со стандартами Единой системы технологической документации (ЕСТД).

Дисциплина направлена на формирование профессиональных (ПК-7, ПК-14) компетенций выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины — курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть, формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (магистерская программа «Технология машиностроения»).

Дисциплина реализуется кафедрой технологии и организации машиностроительного производства. Основывается на базе дисциплин: «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов», «Проектирование и производство технологической оснастки (ППТО)», «Инструментальные системы автоматизированного машиностроения».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Размерное моделирование и анализ технологических процессов», «Технологическая оснастка для оборудования с числовым программным управлением», «Робототехнические комплексы в машиностроении», «Подготовка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением», «Технологическая подготовка производства на базе CAD-CAM систем», «Технологическая практика», «Преддипломная практика», выпускная квалификационная работа (магистерская работа).

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с осуществлением проектно-конструкторской и организационно-управленческой деятельности.

Курс является фундаментом для ориентации студентов в сфере технологий автоматизированного механообрабатывающего производства.

Общая трудоёмкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак. ч.), практические (18 ак. ч.), лабораторные (18 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак. ч.).

Общая трудоёмкость освоения дисциплины для очно-заочной формы обучения составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (8 ак. ч.), практические (4 ак. ч.), лабораторные (6 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа студента (126 ак. ч.).

Дисциплина изучается на 1-м курсе во 2-м семестре. Форма промежуточной аттестации — экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Технология автоматизированного машиностроения» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 — Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен организовать работы по проектированию новых и модернизации действующих машиностроительных производств, производить выбор технологий, инструментальных средств оснащения при реализации процессов проектирования, производства, диагностирования и промышленных испытаний изделий машиностроения, осуществлять поиск оптимальных решений с учётом требований качества, надёжности и технико-экономических показателей	ПК-7	ПК-7.4. Знает технологические основы обработки на станках с ЧПУ различных типов: токарных, сверлильных, фрезерных, фрезерно-сверлильных; особенности проектирования операций механической обработки заготовок деталей машин на станках с ЧПУ; методы обеспечения точности размеров при обработке на станках с ЧПУ ПК-7.9. Умеет разрабатывать технологические маршруты и технологические операции, реализуемые на станках с ЧПУ; в зависимости от внешних условий выбирать наиболее эффективный метод обеспечения точности размеров при обработке партии деталей на станке с ЧПУ ПК-7.14. Владеет навыками размерной привязки инструмента в двух- и трёхкоординатных системах ЧПУ; навыками отладки управляющих программ для станков с ЧПУ
Способен разрабатывать технические задания на создание новых эффективных технологий изготовления изделий машиностроительного производства, на модернизацию и автоматизацию производственных и технологических процессов, средств и систем на основе анализа при заданных критериях, целевых функциях и ограничениях	ПК-14	ПК-14.3. Знает технологические возможности современного металлообрабатывающего оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), основные показатели эффективности применения станков с ЧПУ для автоматизации технологических процессов в условиях современного машиностроительного производства; тенденции развития основных групп металлорежущих станков с ЧПУ: токарных, сверлильно-фрезерных, шлифовальных. ПК-14.4. Знает требования, предъявляемые к деталям, изготовление которых планируется на оборудовании с ЧПУ (по технологичности, серийности выпуска, конструкторско-технологической проработке чертежей) ПК-14.8. Умеет выбирать оборудование с ЧПУ и соответствующее технологическое оснащение, необходимые для реализации технологических процессов механической обработки заготовок деталей машин ПК-14.9. Умеет анализировать технические требования и технологичность конструкции деталей

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		с точки зрения обеспечения эффективности их обработки на станках с ЧПУ, разрабатывать конструкторско-технологические мероприятия для обеспечения целесообразности обработки партий деталей на станках с ЧПУ ПК-14.13. Владеет навыками поиска информации и работы с технической документацией, необходимой для проектирования технологических процессов, реализуемых на станках с ЧПУ (паспорта оборудования, каталоги технологического оснащения, нормативно-справочные материалы по режимам обработки и нормированию трудоёмкости)

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единиц, 144 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 — Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего академических часов	Академические часы по семестрам
		2-й семестр
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	—	—
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	—	—
Расчётно-графическая работа (РГР)	—	—
Реферат	—	—
Домашнее задание	—	—
Подготовка к контрольной работе	—	—
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	—	—
Работа в библиотеке	—	—
Подготовка к экзамену	21	21
Промежуточная аттестация — экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3, дисциплина разбита на 6 тем:

- тема 1. Роль станков с ЧПУ в автоматизации производства;
- тема 2. Токарная обработка на станках с ЧПУ;
- тема 3. Фрезерная обработка на станках с ЧПУ;
- тема 4. Обработка отверстий на станках с ЧПУ;
- тема 5. Размерная наладка станков с ЧПУ;
- тема 6. Проектирование маршрутных технологических процессов для станков с ЧПУ.

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и очно-заочной формы обучения приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 — Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудо- ёмкость в ак.ч.
1	Роль станков с ЧПУ в автоматизации производства	Цели и задачи дисциплины Станки с ЧПУ как новый вид рабочих машин. Краткая история развития автоматизации технологического оборудования в машиностроении. Появление и развитие станков с ЧПУ. Классификация систем программного управления и станков с ЧПУ: по методу задания программы, по способу управления; по принципу управления перемещением; по виду выполняемых операций; по количеству применяемых инструментов. Основные преимущества применения станков с ЧПУ Показатели работы станков с ЧПУ: геометрические параметры рабочего пространства; рабочие параметры исполнительных органов. Производительность станков с ЧПУ, пути её повышения. Точность, надёжность и универсальность станков с ЧПУ. Выбор величины оптимальной партии деталей для обработки на станке с ЧПУ. Выбор оборудования в зависимости от объёмов производства деталей Тенденция развития станков с ЧПУ различных групп. Основные требования к станкам с ЧПУ токарной группы. Современные компоновки токарных станков с ЧПУ с горизонтальным и вертикальным шпинделем. Тенденции развития станков с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы. Многоцелевые станки-гексаподы. Преимущества и недостатки станков-гексаподов, оптимальная область их применения. Основные тенденции развития шлифовальных станков с ЧПУ	8	<i>1 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса обработки деталей типа тел вращения</i> 1.1 Анализ технических требований, предъявляемых к детали 1.2 Определение типа производства и анализ технологичности конструкции детали	2	<i>1 Программирование обработки на токарных станках с ЧПУ</i> 1.1 Анализ детали и выбор исходной заготовки 1.2 Разработка черновых переходов для обработки главных поверхностей детали	2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудо- ёмкость в ак.ч.
2	Токарная обработка на станках с ЧПУ	Технологические основы обработки на токарных станках с ЧПУ. Контур детали, основные и дополнительные элементы контура. Заготовки для обработки на токарных станках с ЧПУ. Припуски на обработку, распределение припусков в контуре заготовки. Зоны обработки: открытые, полуоткрытые, закрытые и комбинированные. Системы координат токарного станка с ЧПУ, инструмента, детали. Нуль программы, выбор положения нуля программы. Резцы для обработки элементарных поверхностей. Выбор инструментов для токарной обработки. Разработка черновых переходов при обработке главных поверхностей. Типовые схемы переходов: «петля», «виток», «спуск». Схемы обработки полуоткрытых зон: черновая с подборкой, черновая с зачистным проходом, эквидистантная и контурная. Сравнительная характеристика схем зачистных переходов. Разделение припуска на зоны при черновой обработке: формирование зоны черновой обработки и разделение припуска на уровни для ступенчатых валов. Последовательность удаления припуска при черновой обработке: по циклам вертикалей, по циклам горизонталей чернового контура, по циклам уровней. Типовые схемы переходов токарной обработки дополнительных поверхностей: канавок под ремни клиноременной передачи, канавок для выхода инструмента; канавок под стопорные кольца, широких канавок. Схемы нарезания резьб на токарных станках с ЧПУ. Обобщённая последовательность токарной обработки заготовки при закреплении в центрах и при закреплении в патроне	8	1.3 Выбор заготовки и определение её технико-экономических показателей 1.4 Разработка эскиза заготовки	2	1.3 Разработка переходов для обработки дополнительных поверхностей детали 1.4 Выбор технологического оборудования и оснастки (режущий, вспомогательный инструмент)	2
				1.5 Выбор планов обработки элементарных поверхностей. Определение припусков на обработку 1.6 Выбор схем базирования и определение общей последовательности обработки	2	1.5 Определение режимов резания по переходам и нормы времени на операцию 1.6 Разработка управляющей программы обработки детали на токарном станке с ЧПУ	2
				1.7 Формирование структуры операций из элементарных переходов обработки 1.8 Оформление технологической документации	2		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудо- ёмкость в ак.ч.
3	Фрезерная обработка на станках с ЧПУ	Технологические основы обработки на фрезерных станках с ЧПУ. Система координат детали, выбор точки начала координат детали. Зоны обработки при фрезеровании: открытые, полуоткрытые, закрытые и комбинированные. Обработываемые области. Припуски на обработку поверхностей детали	4	2 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса обработки деталей — не тел вращения	2	1.7 Размерная привязка режущего инструмента на токарном станке с ЧПУ	2
		Типовые траектории фрезы: зигзаг и его разновидности, спираль, схема Ш-образного типа. Способы врезания инструмента. Определение расстояния между соседними переходами фрезы. Определение длины рабочих ходов при различных траекториях фрезы. Выбор параметров фрезы: тип, диаметр, длина режущей части. Выбор подачи для контурного фрезерования на станке с ЧПУ. Объёмное фрезерование. Особенности пятикоординатной обработки				1.8 Отладка и отработка управляющей программы обработки детали на токарном станке с ЧПУ	2
4	Обработка отверстий на станках с ЧПУ	Технологическая классификация отверстий. Основные и дополнительные элементы отверстий. Заготовки под обработку отверстий Типовые переходы обработки отверстий: центрование, черновая обработка, обработка торца, коническое зенкование, прямое и коническое зенкование, резобонарезание, полуступовая обработка отверстий, обработка канавок, чистовая обработка Формирование структуры операций при обработке отверстий: принцип постоянства обрабатываемых отверстий, инструмента в пределах стороны детали, инструмента в границах детали, группы отверстий в границах детали. Общее машинно-вспомогательное время при параллельной и последовательной обработке отверстий. Принципы выбора последовательности обработки отверстий	4	2.1 Анализ технических требований, предъявляемых к детали 2.2 Определение типа производства и анализ технологичности конструкции детали	2	2 Программирование обработки на многоцелевом станке с ЧПУ 2.1 Анализ детали и выбор исходной заготовки 2.2 Выбор схемы установки и последовательности обработки на операции	2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудо- ёмкость в ак.ч.
		Этапы проектирования операции обработки отверстий: 1) с использованием осевого инструмента; 2) с использо- ванием расточного инструмента. Методы повышения про- изводительности обработки отверстий. Особенности разработки траектории движения инстру- мента при обработке отверстий. Выбор системы коорди- нат. Определение наладочного размера.					
5	Размерная наладка станков с ЧПУ	Стандартная система координат станка с ЧПУ. Правила определения положительного направления координатных осей. Базовые точки исполнительных органов станков с ЧПУ различных типов. Начало станочной системы коор- динат. Рабочая зона станка. Система координат инструмента. Базовая точка инстру- ментального блока. Система координат детали и система координат програм- мы. Исходная точка обработки детали по программе (нуль программы). Правила выбора нуля программы при одно- инструментальной и многоинструментальной обработке. Связь систем координат станка, инструмента и заготовки. Размерная настройка инструмента на станках с ЧПУ. Обеспечение точности размера методами полной и непол- ной взаимозаменяемости. Размерная цепь настройки ин- струмента на размер. Автоматическая настройка и область её применения. Настройка инструмента на размер вне станка. Недостатки метода размерной настройки инстру- мента вне станка. Обеспечение точности размеров мето- дами пригонки и регулирования. Последовательность настройки. Измерение детали с применением собственной измерительной системы станка с ЧПУ.	8	2.3 Выбор заготов- ки и определение её техничко- экономических по- казателей 2.4 Разработка эски- за заготовки	2	2.3 Выбор типовых схем выполнения переходов обработ- ки 2.4 Выбор техноло- гического оборудо- вания и технологи- ческого оснащения операции	2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудо- ёмкость в ак.ч.
		Измерительные головки. Последовательность измерений с применением измерительной головки. Учёт размерного изнашивания инструмента. Последовательность измерения изнашивания и вылета инструмента. Выбор момента измерения изнашивания. Определение износа инструмента методом пробных проходов. Настройка станка и измерение износа инструмента с помощью пороговых датчиков. Преимущества и недостатки метода.		2.5 Выбор планов обработки элементарных поверхностей. Определение припусков на обработку 2.6 Разработка схем базирования. Определение общей последовательности обработки	2	2.5 Определение режимов резания по переходам и нормы времени на выполнение операции 2.6 Разработка эскизов обработки по переходам. Разработка управляющей программы	2
6	Проектирование маршрутных технологических процессов для станков с ЧПУ	Особенности проектирования маршрутных технологических процессов для станков с ЧПУ. Специфика понятия «переход» для операций, выполняемых на станках с ЧПУ: элементарный, инструментальный, вспомогательный и позиционный переходы. Последовательность технологического проектирования обработки на станках с ЧПУ. Выбор номенклатуры заготовок для обработки на станках с ЧПУ. Критерии целесообразности перевода детали на станок с ЧПУ. Требования технологичности к деталям, обрабатываемым на станках с ЧПУ. Технологичность деталей, обрабатываемых на станках токарной группы, фрезерной группы. Расчётно-технологическая карта операции, выполняемой на станке с ЧПУ. Информация, приводимая на расчётно-технологической карте. Порядок составления расчётно-технологической карты	4	2.7 Формирование операций из переходов обработки 2.8 Оформление технологической документации	2 2	2.7 Размерная привязка режущего инструмента в трёхкоординатной системе ЧПУ 2.8 Отладка и отработка управляющей программы обработки детали на многоцелевом или фрезерном станке с ЧПУ	2
Всего аудиторных часов:			36		18		18

Таблица 4 — Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудо- ёмкость в ак.ч.
5	Размерная наладка станков с ЧПУ	Стандартная система координат станка с ЧПУ. Правила определения положительного направления координатных осей. Базовые точки исполнительных органов станков с ЧПУ различных типов. Начало станочной системы координат. Рабочая зона станка. Система координат инструмента. Базовая точка инструментального блока. Система координат детали и система координат программы. Исходная точка обработки детали по программе (нуль программы). Правила выбора нуля программы при одноинструментальной и многоинструментальной обработке. Связь систем координат станка, инструмента и заготовки. Размерная настройка инструмента на станках с ЧПУ. Обеспечение точности размера методами полной и неполной взаимозаменяемости. Размерная цепь настройки инструмента на размер. Автоматическая настройка и область её применения. Настройка инструмента на размер вне станка. Недостатки метода размерной настройки инструмента вне станка. Обеспечение точности размеров методами пригонки и регулирования. Последовательность настройки. Измерение детали с применением собственной измерительной системы станка с ЧПУ. Измерительные головки. Последовательность измерений с применением измерительной головки. Учёт размерного изнашивания инструмента. Последовательность измерения изнашивания и вылета инструмента. Выбор момента измерения изнашивания. Определение износа инструмента методом пробных проходов. Настройка станка и измерение износа инструмента с помощью пороговых датчиков. Преимущества метода.	8	1 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса обработки деталей типа тел вращения 1.6 Выбор схем базирования и определение общей последовательности обработки 1.7 Формирование структуры операций из элементарных переходов обработки	2	1 Программирование обработки на токарных станках с ЧПУ 1.7 Размерная привязка режущего инструмента на токарном станке с ЧПУ	2
				2 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса обработки деталей — не тел вращения. 2.6 Разработка схем базирования. Определение общей последовательности	2	2 Программирование обработки на многоцелевом станке с ЧПУ 2.7 Размерная привязка режущего инструмента в трёхкоординатной системе ЧПУ	2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо- ёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудо- ёмкость в ак.ч.
				обработки 2.7 Формирование операций из пере- ходов обработки			
Всего аудиторных часов			8		4		6

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень работ по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Перечень работ по дисциплине и способы оценивания знаний

Вид учебной работы	Способ оценивания	Количество баллов
Выполнение работ на практических занятиях	Предоставление отчётов по практическим работам	18–30
Выполнение лабораторных работ	Защита отчётов по лабораторным работам	24–40
Прохождение тестов 1, 2	Более 60% правильных ответов	18–30
ИТОГО:		60–100

Экзамен по дисциплине проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального количества баллов. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, студент имеет право повысить итоговую оценку на экзамене. Экзамен по дисциплине проводится либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.5), либо в форме тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 — Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале экзамен
0—59	неудовлетворительно
60—73	удовлетворительно
74—89	хорошо
90—100	отлично

6.2 Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусматривают выполнение двух практических работ.

Практическая работа 1 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса обработки деталей типа тел вращения.

Цель работы: разработать технологию обработки детали с использованием токарного патронно-центрового или токарно-револьверного станка с ЧПУ. Выполнить соответствующие расчёты и оформить технологическую документацию.

Исходные данные:

- чертёж детали. Пример чертежа детали для практической работы приведен на рисунке 1;
- годовая программа выпуска. Задаётся преподавателем в пределах 300...1 200 шт. в год.

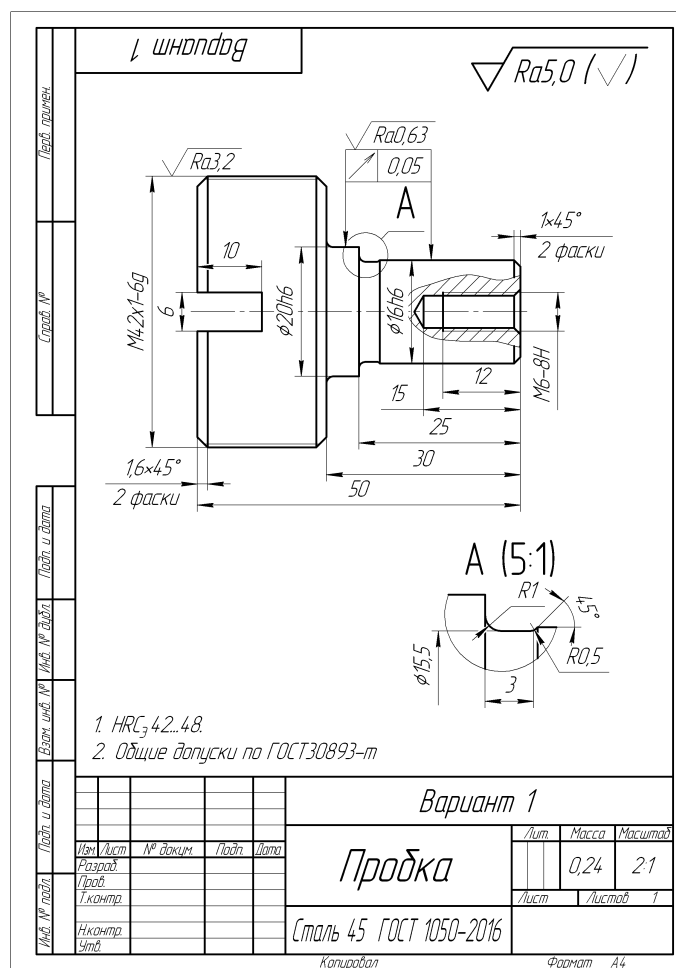


Рисунок 1 — Пример чертежа детали к практической работе 1

Форма отчётности: отчёт о практической работе должен содержать пояснительную записку, в которой освещены все этапы выполнения работы и оформленную в соответствии с ЕСТД технологическую документацию.

Практическая работа 2 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса обработки деталей – не тел вращения.

Цель работы: разработать технологию обработки детали с использованием оборудования с ЧПУ. Выполнить соответствующие расчёты и оформить технологическую документацию.

Исходные данные:

- чертёж детали. Пример чертежа детали для практической работы приведен на рисунке 2.
- базовый вариант технологического процесса изготовления детали. Пример приведен в таблице 7;
- годовая программа выпуска. Задаётся преподавателем в пределах 300...1 200 шт. в год.

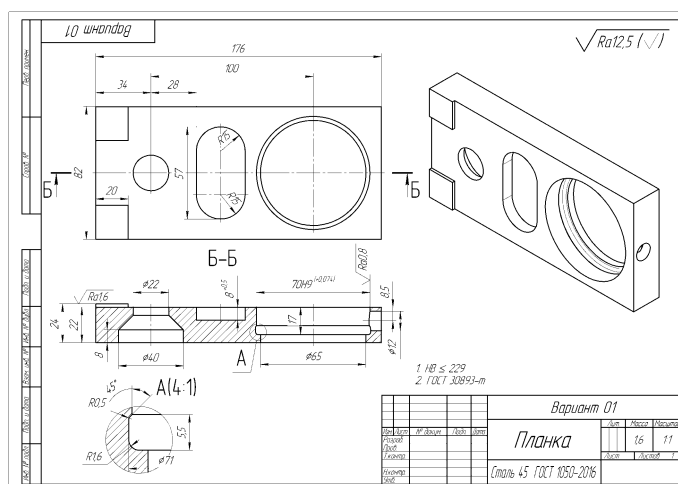


Рисунок 2 — Пример чертежа детали к практической работе 2

Таблица 7 — Пример базового технологического процесса к практической работе 2

Операция	Содержание и наименование операции	Станок, оборудование	Оснастка
005	Отрезать заготовку из полосы	Абразивно-отрезной автомат 8В262	Тиски
010	Навесить бирку с номером детали на тару	—	—
015	Фрезеровать две широкие поверхности в размер 24,3 под шлифование и две поверхности в размер 82 окончательно	Вертикально-фрезерный 6Т12	Гидротиски. Двухпозиционная наладка
020	Фрезеровать два торца в размер 175 окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Универсально-наладочное приспособление с гидравлическим зажимом
025	Зачистить заусенцы после фрезерования	Машина для снятия заусенцев	—
030	Шлифовать две широкие поверхности в размер 24 окончательно	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Магнитная плита
035	Зачистить заусенцы и притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	—
040	Фрезеровать два платика в размер 20×40×2 окончательно. Сверлить, расточить и развернуть одно отверстие Ø65/Ø71/Ø70Н9 окончательно, фрезе-	Расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином 2254ВМФ4	Наладка УСПО двухпозиционная

Операция	Содержание и наименование операции	Станок, оборудование	Оснастка
	ровать паз $B = 30$ и $h = 8^{+0,5}$ окончательно, сверлить и зенкеровать одно отверстие $\varnothing 22/\varnothing 45$ окончательно		
045	Сверлить одно отверстие $\varnothing 12$	Вертикально-сверлильный 2Н125–1	Кондуктор
050	Зачистить заусенцы	Машина для снятия заусенцев	—
055	Промыть деталь	Машина моечная	—
060	Технический контроль	Стол ОТК	—
065	Химическое оксидирование	—	—
070	Нанесение антикоррозионного покрытия	—	—

Форма отчётности: отчёт о практической работе должен содержать пояснительную записку, в которой освещены все этапы выполнения работы и оформленную в соответствии с ЕСТД технологическую документацию.

6.3 Лабораторные работы

При изучении дисциплины предусмотрено выполнение двух лабораторных работ.

Лабораторная работа 1 Программирование обработки на токарных станках с ЧПУ.

Цель работы: изучение последовательности разработки технологической операции, выполняемой на станках с ЧПУ токарной группы, формирование практических навыков наладки станка и отладки управляющей программы.

Исходные данные:

- чертёж детали (совпадает с исходными данными к практической работе 1);
- вид заготовки: прокат горячекатаный.

Форма отчётности: отчёт о лабораторной работе должен содержать пояснительную записку, в которой освещены все этапы выполнения работы.

Лабораторная работа 2 Программирование обработки на многоцелевом станке с ЧПУ.

Цель работы: изучение последовательности разработки технологической операции, выполняемой на фрезерных и многооперационных станках с ЧПУ, формирование практических навыков наладки станка и отладки управляющей программы.

Исходные данные: чертёж детали (совпадает с исходными данными к практической работе 2).

Форма отчётности: отчёт о лабораторной работе должен содержать пояснительную записку, в которой освещены все этапы выполнения работы.

6.4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий (на протяжении семестра) контроль качества освоения студентами теоретической части дисциплины осуществляется в форме электронного тестирования.

Для подготовки тестов, организации и проведения тестирования используется программа тестирования знаний «Айрен» (текущая стабильная версия 2.3.1), распространяемая на условиях freeware. Сайт программы: <https://irenproject.ru>.

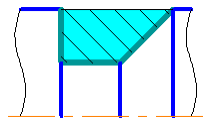
Количественная характеристика тестов приведена в таблице 8.

Таблица 8 — Количественная характеристика тестов

Наименование темы	Количество вопросов в базе теста	Количество вопросов в тесте	Баллы, max
<i>Тест 1</i>			
Роль станков с ЧПУ в автоматизации производства	53	12	5
Токарная обработка на станках с ЧПУ	66	12	5
Фрезерная обработка на станках с ЧПУ	45	12	5
<i>Тест 2</i>			
Обработка отверстий на станках с ЧПУ	29	12	5
Размерная наладка станков с ЧПУ	30	12	5
Проектирование маршрутных технологических процессов для станков с ЧПУ	29	12	5

В тестах использованы следующие типы вопросов:

1) Вопросы с выбором единственного правильного ответа.



Пример. Какая зона обработки представлена на рисунке?

Варианты ответов:

- открытая зона;
- полуоткрытая зона;
- закрытая зона (правильный ответ);
- комбинированная зона.

2) Вопросы с выбором нескольких вариантов правильных ответов.

Пример. Какие ограничения накладывают закрытые зоны на геометрию резца?

Варианты ответов:

- не накладывают никаких ограничений на геометрию резца;
- регламентируют главный угол в плане (правильный ответ);
- регламентируют вспомогательный угол в плане (правильный ответ);

- регламентируют передний угол;
- регламентируют задний угол.

3) Вопросы с вводом ответа с клавиатуры.

Пример. Время обхода всех отверстий одним инструментом 0,9 мин, время смены инструмента 0,1 мин. Количество инструментов для полной обработки отверстия: 4; количество отверстий: 10. Определите время на холостые перемещения при параллельном методе обработки (введите только число, без указания единиц измерения)

Правильный ответ: 4

4) Вопросы на соответствие.

Пример. Установите соответствие между направлениями совершенствования сверлильно-фрезерно-расточных станков и конструкторскими решениями, эти направления обеспечивающими.

Правильный ответ:

Повышение надёжности работы станка	→	Широкое использование систем периодической и непрерывной диагностики работоспособности станка
Сокращение времени смены инструмента и обрабатываемой детали	→	Применение новых механизмов замены паллет с изделиями и режущих инструментов Замена в приводах главного движения традиционных кинематических цепей электродвигателями
Повышение скорости резания	→	Замена в цепях подачи традиционных двигателей постоянного или переменного тока линейными двигателями
Повышение скоростей рабочих и установочных подач	→	Компьютеризация расчётов и визуализация компоновки станка при проектировании
Повышение статической, динамической и термической жёсткости конструкции станка	→	

5) Вопросы на упорядочение.

Пример. Расположите приведенные модели станков по мере возрастания степени автоматизации.

Правильный ответ:

1К62

16К20Т1

1Д118

6) Вопросы на классификацию.

Пример. Сгруппируйте приведенные модели станков по типам систем управления.

Правильный ответ:

Станки с ручным управлением	1A734 2H135 676П
Станки с программным управлением	1734Ф3 2P135Ф2-01 6Б76ПФ2
Станки с цикловым программным управлением	11Т16В 6520К

6.5 Оценочные средства для самостоятельной работы

Тема 1 Роль станков с ЧПУ в автоматизации производства

- 1) Когда был изготовлен первый действующий экземпляр станка с ЧПУ?
- 2) Кто является изобретателем первого станка с программным управлением?
- 3) Что послужило импульсом к развитию современной автоматизации производства?
- 4) Какие виды систем программного управления по методу задания программы существуют?
- 5) Каким индексом в модели обозначаются станки с цикловым программным управлением?
- 6) Каким индексом в шифре модели обозначаются станки с цифровой индикацией положения рабочих органов или станки с цифровой индикацией и ручным вводом данных?
- 7) Каким индексом в шифре модели обозначаются станки с позиционной системой программного управления?
- 8) Каким индексом в шифре модели обозначаются станки с контурной системой программного управления?
- 9) Каким индексом в шифре модели обозначаются многоцелевые станки с универсальной (смешанной) системой управления?
- 10) Каким индексом в шифре модели обозначаются обрабатывающие центры с контурной системой управления?
- 11) Каким индексом в шифре модели обозначаются станки с микропроцессорной системой управления?
- 12) Каким индексом в шифре модели обозначаются станки с ЧПУ, оснащённые для смены инструмента revolverной головкой?
- 13) Каким индексом в шифре модели обозначаются станки с ЧПУ, оснащённые для смены инструмента инструментальным магазином?
- 14) Какие станки относятся к многоинструментальным?
- 15) Какие станки относятся к многоцелевым?
- 16) Какие факторы обеспечивают удешевление продукции при обработке деталей машины на станках с ЧПУ?

17) Как применение в технологическом процессе станков с ЧПУ влияет на требования, предъявляемые к квалификации работников?

18) В чём заключаются преимущества применения в технологическом процессе станков с ЧПУ?

19) Какое металлообрабатывающее оборудование позволяет разрешить противоречие между степенью автоматизации и гибкостью производства?

20) Какую конфигурацию может иметь рабочее пространство станков с ЧПУ?

21) В каких станках с ЧПУ рабочее пространство цилиндрическое?

22) В каких станках с ЧПУ рабочее пространство прямоугольное?

23) Чему равна производительность станка с ЧПУ, если среднее штучное время обработки деталей на нём составляет 10 минут?

24) Чему равно среднее штучное время обработки деталей на станке с ЧПУ, если его производительность составляет 0,2 детали в минуту?

25) Какие мероприятия позволяют сократить подготовительно-заключительное время при применении в технологическом процессе станков с ЧПУ?

26) Сколько наименований деталей в год оптимально закреплять за станком с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства?

27) Сколько в среднем занимает смена инструмента в современных станках с ЧПУ, оснащённых системой автоматизированной смены инструмента?

28) Какими путями обеспечивается сокращение вспомогательного времени в современных станках с ЧПУ?

29) Какими путями обеспечивается сокращение основного времени в современных станках с ЧПУ?

30) Какую точность обработки контура обеспечивают современные фрезерные станки с ЧПУ?

31) Чему равна ожидаемая погрешность обработки на станках типа «обрабатывающий центр» нормальной точности?

32) Каково среднее значение погрешности настройки токарного станка с ЧПУ при настройке инструмента на размер по оптическому устройству?

33) Чему равна удельная длительность восстановления станка с ЧПУ, если при суммарной наработке 1 000 суммарное время, затрачиваемое на обнаружение причины и устранение последствий отказа, составляет 10 часов?

34) Чему равно время, затрачиваемое на обнаружение причин и устранение последствий отказов станка с ЧПУ, если при наработке в 5 000 часов удельная длительность восстановления составила 0,05?

35) Какими методами обеспечивается быстрота и гибкость переоснащения и наладки для обработки новых деталей у современных токарных станков с ЧПУ?

36) Какими методами обеспечивается снижение себестоимости обработки на современных токарных станках с ЧПУ?

37) Чем обеспечивается высокая точность обработки в современных токарных станках с ЧПУ?

38) Чем обеспечивается повышение производительности и надёжности обработки в современных токарных станках с ЧПУ?

39) Чем обеспечивается комплексная обработка деталей на современных токарных станках с ЧПУ?

40) Чем обеспечивается экологичность и безопасность работы современных токарных станков с ЧПУ?

41) Какие конструкторские решения обеспечивают повышение надёжности работы современных сверлильно-фрезерно-расточных станков?

42) Какие конструкторские решения обеспечивают сокращение времени смены инструмента и обработанной детали в современных сверлильно-фрезерно-расточных станках?

43) Какие конструкторские решения обеспечивают повышение скорости резания в современных сверлильно-фрезерно-расточных станках?

44) Какие конструкторские решения обеспечивают повышение скоростей рабочих и установочных подач в современных сверлильно-фрезерно-расточных станках?

45) Какие конструкторские решения обеспечивают повышение статической, динамической и термической жёсткости современных сверлильно-фрезерно-расточных станков?

46) Перечислите основные преимущества станков-гексаподов.

47) Перечислите основные недостатки станков-гексаподов.

48) Охарактеризуйте оптимальные области применения станков-гексаподов.

49) Сколько степеней свободы имеет рабочий орган станка-гексапода?

50) Перечислите основные узлы станка-гексапода.

51) Перечислите основные тенденции развития шлифовальных станков с ЧПУ.

52) Какие конструкторские решения обеспечивают повышение точности обработки на современных шлифовальных станках с ЧПУ?

53) Какими конструкторскими решениями обеспечивается исключение влияния на процесс обработки износа шлифовального круга, вибраций, тепловых и механических деформаций узлов станка?

54) Какие конструкторские решения обеспечивают сокращение трассы перехода от быстрой к рабочей подаче?

Тема 2 Токарная обработка на станках с ЧПУ

1) Какие поверхности относят к основным элементам контура детали при обработке на токарных станках с ЧПУ?

2) Какие геометрические элементы контура детали выделяют при обработке на токарных станках с ЧПУ с технологической точки зрения?

3) Какие зоны обработки выделяют при обработке на токарных станках с ЧПУ?

4) Какие ограничения накладывает открытая зона на геометрию резца в плане при обработке?

5) Какие ограничения накладывают полуоткрытые зоны на геометрию резца в плане при обработке?

6) Какие ограничения накладывают закрытые зоны на геометрию резца в плане?

7) Какие заготовки чаще всего используются для изготовления деталей диаметром более 50 мм на токарных станках с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства?

8) Какие заготовки чаще всего используют для изготовления деталей диаметром менее 40 мм на токарных станках с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства?

9) Какие требования предъявляются к заготовкам, обрабатываемым на токарных станках с ЧПУ при установке их в центрах?

10) Какие требования предъявляются к отливкам, обрабатываемым на токарных станках с ЧПУ?

11) Что представляет собой область черновой обработки основных поверхностей?

12) Что представляет собой область обработки дополнительных поверхностей?

13) Что представляет собой область чистовой обработки основных поверхностей детали?

14) Предложите схему врезания резца при нарезании резьбы с шагом 0,8 мм.

15) Предложите схему врезания резца при нарезании резьбы с шагом 2,5 мм.

16) Как называется типовая схема черновой токарной обработки основных поверхностей, характеризующаяся тем, что по окончании рабочего хода резец отводится на небольшое расстояние от обработанной поверхности и возвращается во время вспомогательного хода назад?

17) Какая схема снятия припуска при черновой токарной обработке чаще всего применяется при обработке открытых и полуоткрытых зон?

18) Как называется схема снятия чернового припуска, предусматривающая работу на прямой и обратной подаче?

19) Как называется схема снятия чернового припуска при токарной обработке, характеризующаяся тем, что припуск снимается при радиальном перемещении резца?

20) Какая схема снятия чернового припуска при токарной обработке чаще всего используется для закрытых зон?

21) Как называется схема снятия чернового припуска при токарной обработке, отличающаяся тем, что после прямолинейного рабочего хода инструмент движется вдоль чернового контура детали вплоть до уровня предыдущего перехода?

22) Какое качество обработанной поверхности обеспечивает снятие припуска по схеме "черновая с подборкой"?

23) Как называется схема снятия чернового припуска при токарной обработке, характеризующаяся тем, что после выполнения последнего (предпоследнего) чернового хода инструменту задают движение вдоль контура детали?

24) Как называется схема снятия чернового припуска при токарной обработке, формируемая путём повторения рабочих ходов инструмента вдоль контура обрабатываемой детали, причём каждый рабочий ход совместно с вспомогательным, образует траекторию в виде замкнутого цикла, начальная точка которого смещается вдоль прямой, приближаясь к центру заготовки?

25) Приведите последовательность переходов при обработке деталей в центрах на токарном станке с ЧПУ.

26) Приведите последовательность переходов при обработке деталей в патроне на токарном станке с ЧПУ.

27) В каких случаях выполняется переход центрования при обработке отверстия (деталь закреплена в патроне)?

28) Как уменьшить глубину сверления при обработке ступенчатых отверстий (сверление ведут в два перехода)?

29) В каких случаях все дополнительные поверхности детали, закреплённой в патроне, обрабатывают после выполнения чистовых проходов?

30) Какие параметры резца определяют его технологические возможности?

Тема 3 Фрезерная обработка на станках с ЧПУ

1) Чем обеспечивается универсальность фрезерования, как метода обработки практически любых поверхностей, при использовании фрезерных станков с ЧПУ?

2) На какие виды делятся операции, выполняемые на фрезерных станках с ЧПУ?

3) Какой вид обработки на фрезерных станках с ЧПУ предназначен для объёмной обработки любых поверхностей, доступных для подхода инструмента при неизменном направлении его оси в пространстве?

4) Какой вид обработки на фрезерных станках с ЧПУ является специализированным технологическим процессом?

5) Какой вид обработки на фрезерных станках с ЧПУ характеризуется одновременным использованием двух координатных осей?

6) Как при фрезеровании на станках с ЧПУ называются области, не налагающие ограничений на перемещение инструмента вдоль его оси или в плоскости, перпендикулярной этой оси?

7) Как при фрезерной обработке на станках с ЧПУ называются области, в которых перемещения инструмента ограничены как вдоль оси, так и в плоскости, ей перпендикулярной?

8) Как при фрезерной обработке на станках с ЧПУ называются области, в которых перемещение инструмента ограничено по всем направлениям?

9) Какие виды обрабатываемых областей различают при фрезерной обработке на станках с ЧПУ?

10) Как называется обрабатываемая область, состоящая из открытых зон, получаемых при обработке боковой поверхностью фрезы наружных контуров детали и контуров окон, а также при обработке торцом фрезы узких рёбер?

11) Какие обрабатываемые области при фрезерной обработке относятся к двумерным областям?

12) Какие обрабатываемые области при фрезерной обработке относятся к одномерным областям?

13) Что принимается в качестве типового базового элемента при разработке операций фрезерования на станках с ЧПУ?

14) Что принимается в качестве типового базового элемента при разработке операций фрезерования на станках с ЧПУ?

15) Предложите вид фрезерной обработки для одномерной обрабатываемой области.

16) Предложите виды фрезерной обработки для двумерной обрабатываемой области.

17) Укажите наиболее слабый (в большинстве случаев) элемент технологической системы при фрезеровании на станке с ЧПУ.

18) Какой вид фрезерования позволяет снизить деформации фрезы и детали?

- 19) Какой вид фрезерования обеспечивает получение поверхности с меньшей шероховатостью?
- 20) В чём заключаются недостатки зигзагообразного метода фрезерования?
- 21) Предложите оптимальную схему фрезерования для обработки углубления с тонким дном в детали из алюминиевого сплава.
- 22) В чём заключается главный недостаток применения схем фрезерования Ш-образного типа?
- 23) Какой из способов врезания концевой фрезы обеспечивает наиболее плавное изменение сил резания?
- 24) Как повысить эффективность врезания концевой фрезы с подачей вдоль оси инструмента?
- 25) Какой вид режущего инструмента является наиболее употребительным для фрезерных станков с ЧПУ?
- 26) Из каких соображений следует выбирать диаметр фрезы D при обработке открытых плоских областей?
- 27) Какому условию должен удовлетворять диаметр фрезы для обеспечения жёсткости инструмента?
- 28) Из каких условий следует выбирать диаметр (радиус) фрезы при обработке полуоткрытых, закрытых и комбинированных зон?
- 29) Из каких соображений выбирается диаметр фрезы при черновой обработке внутренних радиусов сопряжений на контуре?
- 30) Какому условию должна соответствовать длина режущей части фрезы при обработке полуоткрытых и закрытых зон?
- 31) Какому условию должна соответствовать длина режущей части концевой фрезы для обработки наружных и внутренних открытых контуров?
- 32) Приведите формулу для расчёта суммарной длины ходов фрезы при обработке контура по зигзагообразной схеме без обхода границ контура.
- 33) Приведите формул для расчёта суммарной длины рабочих ходов фрезы при обработке контура по зигзагообразной схеме с проходом вдоль границ контура.
- 34) Приведите формулу для расчёта суммарной длины рабочих ходов фрезы при обработке контура по спиралевидной схеме.
- 35) Чему равна суммарная длина рабочих ходов при фрезеровании по зигзагообразной схеме без обхода границ, если площадь обрабатываемой зоны составляет 100 мм^2 , периметр обрабатываемой зоны 100 мм и глубина фрезерования 1 мм ?
- 36) Чему равна суммарная длина рабочих ходов при фрезеровании по зигзагообразной схеме с проходом вдоль границ, если площадь обрабатываемой

мой зоны составляет 100 мм², периметр обрабатываемой зоны 100 мм и глубина фрезерования 1 мм?

Тема 4 Обработка отверстий на станках с ЧПУ

- 1) Какими режущими инструментами может осуществляться центровка отверстий при обработке на сверлильных станках с ЧПУ?
- 2) Какими способами может быть выполнена черновая обработка отверстий на сверлильных станках с ЧПУ?
- 3) Какими способами может быть выполнена обработка торца, прилегающего к отверстию, на сверлильных станках с ЧПУ?
- 4) Какими способами может быть выполнено прямое зенкование при обработке отверстий на сверлильных станках с ЧПУ?
- 5) Какими способами может быть выполнена обработка фасок отверстий на сверлильных станках с ЧПУ?
- 6) Какими способами может быть выполнена получистовая обработка отверстий на сверлильных станках с ЧПУ?
- 7) Как обработать радиальную канавку в отверстии на сверлильном станке с ЧПУ?
- 8) Какими способами может быть выполнена чистовая обработка отверстий на сверлильных станках с ЧПУ?
- 9) В чём заключается принцип постоянства обрабатываемых отверстий при формировании структуры операции обработки отверстий?
- 10) В чём заключается принцип постоянства инструмента в пределах стороны детали при формировании структуры операции обработки отверстий?
- 11) В чём заключается принцип постоянства инструмента в границах детали при формировании структуры операции обработки отверстий?
- 12) В чём заключается принцип постоянства группы отверстий в пределах детали при формировании структуры операции обработки отверстий?
- 13) К какому методу относятся схемы операций обработки отверстий, при которых инструмент обходит все отверстия, подлежащие обработке этим инструментом, а затем инструмент меняют?
- 14) К какому методу относятся схемы операций обработки отверстий, при которых каждое отверстие обрабатывают всеми необходимыми инструментами, затем, после позиционирования заготовки, переходят к обработке следующего отверстия?
- 15) В каких случаях при обработке группы отверстий целесообразно на черновых переходах применять параллельный метод обработки, а на чистовых переходах — последовательный?
- 16) Чему равно время на холостые перемещения при параллельном методе обработки группы отверстий, если время обхода всех отверстий одним

инструментом составляет 0,9 мин, время смены инструмента равно 0,1 мин, количество инструментов, необходимых для полной обработки отверстия — 4, а количество отверстий — 10?

17) Чему равно время на холостые перемещения при последовательном методе обработки группы отверстий, если время обхода всех обрабатываемых отверстий одним инструментом 1 мин, время смены инструмента 0,1 мин, количество инструментов, необходимых для полной обработки одного отверстия — 4, а количество обрабатываемых отверстий — 10?

18) В каких случаях при обработке отверстия на сверлильном станке с ЧПУ необходим переход центrovания?

19) Какие отверстия допускается не центровать?

20) Какую экономическую точность и качество поверхности обеспечивает переход сверления?

21) Какие отверстия рекомендуется сверлить в два перехода (сверление и рассверливание)?

22) В какой последовательности рекомендуется сверлить глубокие отверстия?

24) Какова должна быть максимальная длина хода сверла до вывода из отверстия с целью удаления стружки?

25) Выберите переходы механической обработки для получения отверстия $\varnothing 30H14$ на сверлильном станке с ЧПУ.

26) В каких случаях при обработке отверстий применяется зенкерование?

27) Какую экономическую точность и качество поверхности обеспечивает развёртывание при обработке на сверлильных станках с ЧПУ?

28) Предложите наиболее целесообразный способ нарезания внутренней резьбы с шагом 0,8 мм на сверлильном станке с ЧПУ.

29) В чём заключается преимущество применения расточного инструмента для обработки отверстий на сверлильных станках с ЧПУ?

30) Какое условие должно соблюдаться при обработке ступенчатых отверстий многолезцовыми оправками на сверлильных и расточных станках с ЧПУ?

Тема 5 Размерная наладка станков с ЧПУ

1) Какая система координат принята для станков ЧПУ всех типов?

2) Как определить положительные направления перемещения подвижных узлов станков с ЧПУ?

3) Как определить положительные направления вращения вращающихся узлов станков с ЧПУ?

4) Как определяется положение базовой точки шпиндельного узла станка с ЧПУ?

- 5) Как определяется положение базовой точки суппорта токарного станка с ЧПУ?
- 6) Как определяется положение базовой точки крестового стола станка с ЧПУ?
- 7) Как определяется положение базовой точки поворотного стола станка с ЧПУ?
- 8) Что называется рабочей зоной станка с ЧПУ?
- 9) Для чего предназначена система координат инструмента?
- 10) Как обеспечивается положение настроенной точки инструмента относительно начала системы координат инструмента?
- 11) Что служит расчётной точкой при вычислении криволинейной траектории движения инструмента при обработке на станке с ЧПУ?
- 12) Что представляет собой система координат детали?
- 13) Что такое «нуль программы» при программировании обработки на станке с ЧПУ?
- 14) Сформулируйте критерии выбора положения нуля программы.
- 15) Какими методами может вестись размерная настройка станка с ЧПУ?
- 16) Приведите размерную цепь настройки режущего инструмента при токарной обработке с использованием метода полной (неполной) взаимозаменяемости.
- 17) С помощью какого метода можно сократить длину размерной цепи настройки режущего инструмента?
- 18) В чём заключаются недостатки размерной настройки инструмента вне станка?
- 19) Приведите последовательность действий при размерной настройке режущего инструмента методами пригонки и регулирования.
- 20) В чём заключается недостаток применения методов пригонки и регулирования при размерной настройке режущего инструмента на станках с ЧПУ в ручном режиме?
- 21) Что требуется для реализации методов пригонки и регулирования при размерной настройке режущего инструмента на станках с ЧПУ в автоматическом цикле?
- 22) Приведите последовательность действий при измерении диаметрального размера детали на токарном станке с ЧПУ с помощью измерительной головки.
- 23) Приведите последовательность действий при измерении износа и вылета резца на токарном станке с ЧПУ с помощью стационарно установленной измерительной головки.

24) Как определить размерный износ резца с помощью подвижной измерительной головки?

25) Как определить момент времени, в который следует проводить измерение износа резца?

26) Что представляет собой пороговый датчик?

27) В какой последовательности выполняется размерная настройка режущего инструмента на станках с ЧПУ с помощью пороговых датчиков?

28) В чём преимущества размерной настройки режущего инструмента на станках с ЧПУ с использованием пороговых датчиков?

Тема 6 Проектирование маршрутных технологических процессов для станков с ЧПУ

1) Что называется элементарным переходом при обработке на станках с ЧПУ?

2) Что называется инструментальным переходом при обработке на станках с ЧПУ?

3) Что называется вспомогательным переходом при обработке на станках с ЧПУ?

4) Что называется позиционным переходом при обработке на станках с ЧПУ?

5) Приведите последовательность технологического проектирования обработки на станках с ЧПУ.

6) За счёт чего обеспечивается сокращение штучно-калькуляционного времени при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

7) За счёт чего обеспечивается сокращение машинного времени при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

8) За счёт чего обеспечивается сокращение вспомогательного времени при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

9) За счёт чего обеспечивается снижение трудоёмкости сборочных работ и пригоночных операций при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

10) За счёт чего обеспечивается снижение расходов на силовую электроэнергию при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

11) За счёт чего обеспечивается снижение расходов на заработную плату производственных рабочих при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

12) Какие факторы обуславливают снижение себестоимости продукции при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

13) Какие факторы обуславливают повышение качества продукции при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

14) Какие факторы обуславливают повышение производительности труда при переводе обработки детали на станки с ЧПУ?

15) Какие требования технологичности предъявляются к конструкции детали (заготовки) для её обработки на станках с ЧПУ токарной группы?

16) Какие требования технологичности предъявляются к конструкции детали (заготовки) для её обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы?

6.6 Вопросы для подготовки к экзамену

Для оценки знаний, приобретённых студентом в процессе освоения дисциплины, используются следующие вопросы:

1) Назовите основные этапы развития автоматизации машиностроительного производства и дайте их краткую характеристику.

2) Охарактеризуйте роль станков с ЧПУ в автоматизации машиностроительного производства.

3) Как классифицируют системы ЧПУ по методу задания программы?

4) Как классифицируют системы ЧПУ по способу управления станком?

5) Как классифицируют системы ЧПУ по принципу управления перемещением рабочих органов станка?

6) Как классифицируют станки с ЧПУ по виду выполняемых операций и по количеству применяемых инструментов?

7) Перечислите основные преимущества применения станков с ЧПУ при изготовлении деталей машин.

8) Какими геометрическими параметрами характеризуются рабочие зоны станков с ЧПУ?

9) Как можно повысить производительность станков с ЧПУ?

10) Какие параметры характеризуют точность и надёжность станков с ЧПУ?

11) Охарактеризуйте оптимальную область применения оборудования с программным управлением.

12) Какие требования предъявляются к станкам с ЧПУ токарной группы? Какие варианты компоновок токарных станков с ЧПУ существуют?

13) Сформулируйте основные тенденции развития современных станков с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы.

14) Что представляют собой многоцелевые станки-гексаподы? В чём заключаются их преимущества, недостатки? Какова область применения этих станков?

15) Сформулируйте тенденции развития шлифовальных станков с ЧПУ.

16) Какие элементы относят к основным, а какие — к вспомогательным элементам контура детали при проектировании операции обработки на токарном станке с ЧПУ?

17) Какие заготовки используют для обработки на токарных станках с ЧПУ? Как определяется припуск на обработку? Как классифицируют зоны обработки?

18) Как выбирают систему координат детали и «нуль программы» при проектировании операции обработки на токарном станке с ЧПУ?

19) Какие резцы используются для обработки типовых поверхностей на станках с ЧПУ?

20) Проведите сравнительный анализ типовых схем черновых переходов обработки на токарных станках с ЧПУ.

21) Какие схемы удаления припуска при черновой обработке на токарных станках с ЧПУ применяются на практике?

22) Какие схемы переходов обработки дополнительных поверхностей применяются при разработке операций для токарных станков с ЧПУ?

23) Приведите обобщённую последовательность выполнения переходов при токарной обработке на станке с ЧПУ и базировании заготовки в патроне.

24) Приведите обобщённую последовательность выполнения переходов при токарной обработке на станке с ЧПУ и базировании заготовки в центрах.

25) Сформулируйте критерии выбора инструмента для токарной обработки на станках с ЧПУ.

26) Как классифицируется фрезерная обработка на станках с ЧПУ по количеству одновременно управляемых координат?

27) Сформулируйте требования к выбору системы координат детали для фрезерной обработки на станке с ЧПУ.

28) Как классифицируют зоны обработки при фрезеровании на станках с ЧПУ?

29) Охарактеризуйте типовые схемы снятия припуска при фрезеровании на станках с ЧПУ.

30) Как выбирают и определяют параметры фрезерования на станках с ЧПУ?

31) В чём заключаются особенности пятикоординатной обработки на фрезерных станках с ЧПУ?

32) Как классифицируют отверстия с точки зрения обработки на станках с ЧПУ? Какие элементы отверстий относят к основным, а какие — к дополнительным?

33) Охарактеризуйте типовые переходы обработки отверстий на станках с ЧПУ.

34) Какие принципы лежат в основе формирования структуры операций обработки отверстий на станках с ЧПУ?

35) Перечислите последовательность этапов проектирования операций обработки отверстий осевым инструментом на станках с ЧПУ.

36) Перечислите последовательность этапов проектирования обработки отверстий расточным инструментом на станках с ЧПУ.

37) Какие особенности следует учитывать при разработке траекторий движения режущего инструмента при обработке отверстий на станках с ЧПУ?

38) Что такое система координат станка с ЧПУ? Какие разновидности систем координат характерны для станков с ЧПУ различных типов?

39) Что такое система координат инструмента?

40) Как выбирается система координат детали при обработке на токарных станках с ЧПУ?

41) Покажите связь систем координат станка, инструмента и детали при обработке на токарном станке с ЧПУ с вертикальной осью вращения револьверной головки.

42) Как осуществляется размерная настройка инструмента на станках с ЧПУ методами полной (неполной) взаимозаменяемости?

43) Какими преимуществами и недостатками характеризуется метод настройки режущего инструмента вне станка? Какова область применения этого метода?

44) Как осуществляется размерная настройка инструмента на станках с ЧПУ методами пригонки и регулирования?

45) Как учитывают износ режущего инструмента при размерной поднастройке станка с ЧПУ?

46) Какие методы автоматизации размерной настройки и поднастройки станка с ЧПУ существуют?

47) Какие виды переходов выделяют при проектировании технологических процессов обработки на станках с ЧПУ?

48) Приведите последовательность технологического проектирования обработки на станках с ЧПУ.

49) Какие факторы обуславливают экономическую эффективность перевода обработки детали на оборудование с программным управлением?

50) Какие требования к технологичности конструкции детали (заготовки) предъявляются при планировании их обработки на токарных станках с ЧПУ?

51) Какие требования к технологичности конструкции детали (заготовки) предъявляются при планировании их обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы?

52) Какую информацию содержит расчётно-технологическая карта на операцию, выполняемую на станке с ЧПУ?

53) Какова последовательность составления расчётно-технологической карты на операцию, выполняемую на станке с ЧПУ?

54) Какие требования к оформлению предъявляются к расчётно-технологической карте на операцию, выполняемую на станке с ЧПУ?

Для оценки уровня сформированности умений и навыков, приобретённых студентом в процессе изучения дисциплины, на экзамене используются следующие виды практических заданий:

Задание 1 Для заданной детали предложить технологический маршрут обработки. Для операции, выполняемой на токарном станке с ЧПУ, выбрать схему установки и разработать последовательность выполнения переходов. Вид заготовки — прокат горячекатаный. Пример исходных данных к заданию приведен на рисунке 3.

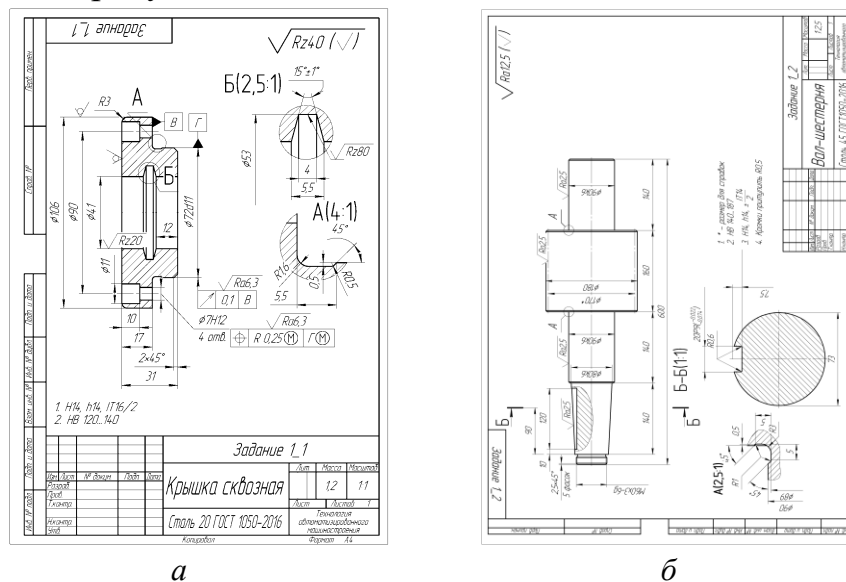


Рисунок 3 — Пример исходных данных к заданиям 1 и 3

Задание 2 Для заданной детали, обрабатываемой на станке с ЧПУ, определить зону черновой обработки, разработать и обосновать схему снятия чернового припуска. Вид заготовки — прокат горячекатаный. Пример исходных данных к заданию приведен на рисунке 4.

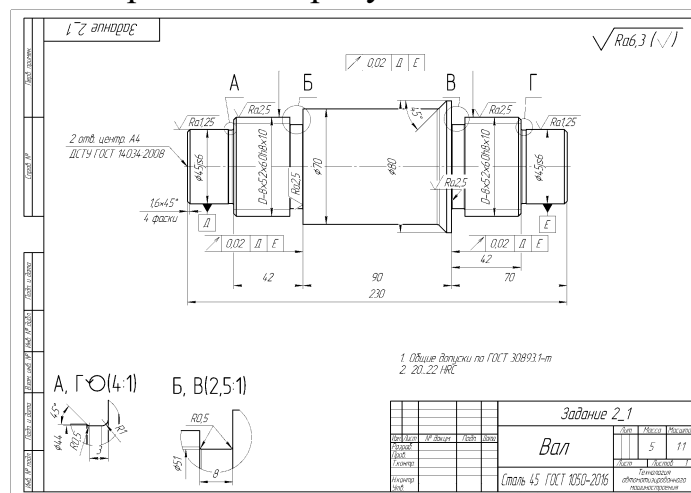


Рисунок 4 — Пример исходных данных к заданиям 2 и 3

Задание 3 Для заданного дополнительного элемента контура детали, обрабатываемого на станке с ЧПУ, выбрать режущий инструмент, разработать траекторию его движения, определить координаты опорных точек и написать фрагмент управляющей программы. Примеры исходных данных:

- обработка канавки Б (рис. 3,а);
- обработка канавки А (рис. 3,б);
- обработка канавок Б и В (рис. 4)

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Кормилицин, С. И. Обработка на станках с ЧПУ : учебное пособие / С. И. Кормилицин, В. А. Солодков. — Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2020. — 120 с. — <https://elibrary.ru/item.asp?id=43995291>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : для авторизованных пользователей.
2. Фролов, Е. М. Технология обработки на станках с ЧПУ : учебное пособие / Е. М. Фролов, Ж. С. Тихонова. — Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2020. — 64 с. — <https://elibrary.ru/item.asp?id=43995292>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : для авторизованных пользователей.
3. Сергеев, С. В. Руководство к практическому применению автоматизированного и универсального оборудования машиностроительного производства : учебное пособие / С. В. Сергеев [и др.]. — Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2021. — Ч. 3. — 76 с. — <https://elibrary.ru/item.asp?id=48357875>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : для авторизованных пользователей.
4. Сергеев, С. В. Руководство к практическому применению автоматизированного и универсального оборудования машиностроительного производства : учебное пособие / С. В. Сергеев [и др.]. — Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2021. — Ч. 4. — 86 с. — <https://elibrary.ru/item.asp?id=48232461>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : для авторизованных пользователей.
5. Рогов, Е. Ю. Автоматическое обеспечение точности формы при обработке на станках с ЧПУ : монография / Е. Ю. Рогов. А. К. Остапчук, В. Е. Овсянников. — Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2023. — 174 с. — <https://elibrary.ru/item.asp?id=54024999>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : для авторизованных пользователей.

Дополнительная литература

6. Фельдштейн, Е. Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ : учебное пособие для студентов вузов / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. — 3-е издание, дополненное. — Минск : Новое знание, 2005. — 287 с. (11 экз.).
7. Фролов, Е. М. Типовые алгоритмы обработки на станках с ЧПУ : учебное пособие / Е. М. Фролов, Д. В. Крайнев. Ж. С. Тихонова. — Волгоград, Изд-во ВолгГТУ, 2019. — 108 с. —

<https://elibrary.ru/item.asp?id=41659781>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : для авторизованных пользователей.

8. Куприянова, О. П. Технология автоматизированного производства : учебное пособие / О. П. Куприянова. — Москва : Изд-во РУДН, 2017. — 332 с. : ил. — <https://elibrary.ru/item.asp?id=28858379>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : для авторизованных пользователей.

9. Пестов, С. П. Технология обработки деталей на станках с ЧПУ : учебное пособие / С. П. Пестов. — Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2015. — 70 с. — <https://elibrary.ru/item.asp?id=41326682>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа — для авторизованных пользователей.

Учебно-методическое обеспечение

10. Батуев, В. В. Технология обработки деталей на станках с ЧПУ : учебное пособие по выполнению практических и лабораторных работ / В. В. Батуев. — Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2014. — 44 с. — <https://sites.susu.ru/tm/wp-content/uploads/sites/26/2018/03/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8-%D0%B4%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B9-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B0%D1%85-%D1%81-%D0%A7%D0%9F%D0%A3.pdf>. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : свободный.

11. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» для магистров направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / сост.: В. Г. Гусев ; ФГБОУ ВПО «ВлГУ». — Владимир, 2015. — 79 с. — https://op.vlsu.ru/fileadmin/Programmy/Magistratura/15.04.05/Metod_doc/2015/01/Metod_LB_30CHPU2015_150405_01_09022015.pdf. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : свободный.

12. Технология обработки на станках с ЧПУ : практикум для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» / сост.: М. А. Леванцевич, Е. Ф. Коновалова, К. Э. Рудак. — Минск : БНТУ, 2021. — 89 с. — http://www.rep.vstu.by/bitstream/handle/123456789/8248/TO_CHPU_tokar_stank_i2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y. — (дата обращения : 07.07.2024). — Режим доступа : свободный.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донбасский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ДонГТУ»): официальный сайт. — URL : <http://library.dstu.education>. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL : <https://ntb.bstu.ru/jirbis2>. — Текст : электронный.

3. Национальная электронная библиотека — <https://viewer.rsl.ru> (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : для зарегистрированных пользователей.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — <https://elibrary.ru> (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : для зарегистрированных пользователей.

5. Электронно-библиотечная система znanium.com — <https://znanium.com> (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : для зарегистрированных пользователей.

6. Рубикон ООО. Иллюстрированные каталоги, справочники, базы данных по металлорежущим станкам и кузнечно-прессовому оборудованию — <http://stanki-katalog.ru> (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : свободный.

7. Электронная библиотечная система Консультант студента : [сайт]. — Москва. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/?ysclid=m0p04ni4nl646701969>. — Текст : электронный.

8. Университетская библиотека ONLINE :[сайт]. — URL : https://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&view=main_ub. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 9.

Таблица 9 — Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудования учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Лекционная аудитория (60 посадочных мест)</i>, оборудованная специализированной (учебной) мебелью (парта — 20 шт., стол компьютерный — 1 шт., доска аудиторная — 2 шт.), АРМ преподавателя (системный блок ПК + монитор), мультимедийный проектор, широкоформатный экран Аудитория для проведения практических занятий, для самостоятельной работы: <i>Предметная аудитория (22 посадочных места)</i>, оборудованная специализированной (учебной) мебелью (парта — 11 шт., стол письменный — 2 шт., доска аудиторная — 1 шт.). Аудитория для проведения лабораторных работ: <i>Учебные мастерские (30 рабочих мест)</i> Оборудование: – встроенный высокоскоростной вертикальный обрабатывающий центр SINO V-8D с комплектом режущего и вспомогательного инструмента; – пятиосевой вертикально-фрезерный обрабатывающий центр VFC-650AC с комплектом режущего и вспомогательного инструмента; – станок токарный с числовым программным управлением 16K30Ф3 с комплектом режущего инструмента; – станок токарный с числовым программным управлением 16Б16Т1С1 с комплектом режущего инструмента; – станок вертикально-фрезерный с крестовым столом и числовым программным управлением 6520Ф3 (модернизированный) с комплектом режущего и вспомогательного инструмента; – пресеттер LINKS LR345C с комплектом вспомогательного инструмента	ауд. <u>103</u> корп. <u>третий</u> ауд. <u>303</u> корп. <u>третий</u> ауд. <u>102</u> корп. <u>третий</u>

Лист согласования РПД

Разработал
старший преподаватель кафедры
технологии и организации
машиностроительного производства
(должность)


(подпись)

С. Ю. Стародубов
(Ф.И.О)

Заведующий кафедрой
технологии и организации
машиностроительного производства


(подпись)

А. М. Зинченко
(Ф.И.О)

Протокол № 11 заседания кафедры технологии и организации
машиностроительного производства от 10.07.20 24 г.

И. о. декана факультета
горно-металлургической
промышленности и строительства


(подпись)

О. В. Князьков
(Ф.И.О)

Согласовано

Председатель методической комиссии по
направлению подготовки 15.04.05
Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных
производств («Технология
машиностроения»)


(подпись)

А. М. Зинченко
(Ф.И.О)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О. А. Коваленко
(Ф.И.О)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	