

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.» в г. Петровске



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по дисциплине

ОП. 10 Программирование для автоматизированного оборудования

специальности

15.02.15 «Технология металлообрабатывающего производства»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой) комиссии
обще профессиональных дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
технического профиля
«14» июня 2021 года, протокол №13

Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2021

Пояснительная записка.

Методические указания по выполнению лабораторных работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины «Программирование для автоматизированного оборудования», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.15 «Технология металлообрабатывающего производства» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.4. Осуществлять выполнение расчетов параметров механической обработки и аддитивного производства в соответствии с принятым технологическим процессом согласно нормативным требованиям, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.7. Осуществлять разработку и применение управляющих программ для металлорежущего или аддитивного оборудования в целях реализации принятой технологии изготовления деталей на механических участках машиностроительных производств, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.8. Осуществлять реализацию управляющих программ для обработки заготовок на металлорежущем оборудовании или изготовления на аддитивном оборудовании в целях реализации принятой технологии изготовления деталей на механических участках машиностроительных производств в соответствии с разработанной технологической документацией.

ПК 2.4. Осуществлять выполнение расчетов параметров процесса сборки узлов или изделий в соответствии с принятым технологическим процессом согласно нормативным требованиям, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 2.7. Осуществлять разработку управляющих программ для автоматизированного сборочного оборудования в целях реализации принятой технологии сборки узлов или изделий на сборочных участках

машиностроительных производств, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 2.8. Осуществлять реализацию управляющих программ для автоматизированной сборки узлов или изделий на автоматизированном сборочном оборудовании в целях реализации принятой технологии сборки узлов или изделий на сборочных участках машиностроительных производств в соответствии с разработанной технологической документацией

При выполнении лабораторных работ студент должен **знать:**

- использовать справочную и исходную документацию при написании управляющих программ (УП);
- рассчитывать траекторию и эквидистанты инструментов, их исходные точки, координаты опорных точек контура детали;
- заполнять формы сопроводительной документации;
- выводить УП на программоносители, переносить УП в память системы ЧПУ станка;
- производить корректировку и доработку УП на рабочем месте

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь:**

- использовать справочную и исходную документацию при написании управляющих программ (УП);
- рассчитывать траекторию и эквидистанты инструментов, их исходные точки, координаты опорных точек контура детали;
- заполнять формы сопроводительной документации;
- выводить УП на программоносители, переносить УП в память системы ЧПУ станка;
- производить корректировку и доработку УП на рабочем месте

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём лабораторных занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторной работы - 2 академических часа. Перед проведением лабораторной работы преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ дисциплины «Программирование для автоматизированного оборудования» содержит 3 лабораторных занятий.

**Перечень лабораторных работ по дисциплине «Программирование
для автоматизированного оборудования»**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Система автоматизированного программирования для станков с
ЧПУ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Система автоматизированного программирования для станков с
ЧПУ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Система автоматизированного программирования для станков с
ЧПУ

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Лабораторные работы включают в себя задания следующих видов:

Выполнение тестовых заданий

Для проверки и последующего анализа своих знаний Вам предлагается пройти тестовые задания. Выбор заданий осуществляется тестирующей системой случайным образом.

Тестовые задания интерактивны. По структуре формирования ответа различают следующие типы заданий:

- тесты восстановления соответствия - предусматривают восстановление соответствия между одинаковыми по величине, но различными по записи числами.
 - тесты восстановления порядка - предусматривают расстановку чисел в соответствие с указанным порядком.
 - тесты единственного выбора - предусматривают выбор одного правильного ответа из нескольких предложенных вариантов,
 - тесты открытого типа - предусматривают ввод текстовых данных.
- При вводе ответа необходимо соблюдать следующие правила:
- курсор нужно поместить в окно для ввода,
 - вписывать слова нужно без сокращения,
 - вписывать числовые выражения нужно без пробелов, строго следуя образцу, приведенному в задании.

Несоблюдение правил выполнения тестов открытого типа приведет к обозначению ответа как неверного.

Перед выполнением задания внимательно прочитайте его формулировку и предлагаемые варианты ответа. Отвечайте только после того, как Вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они представлены в тесте. Выбор правильных ответов осуществляется путем выбора правильных ответов из списка.

Тестовые задания оцениваются в баллах. Все вопросы имеют свое балльное значение, что определяется, в первую очередь, сложностью самого вопроса.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов. По завершении тестирования баллы суммируются.

После выполнения тестовых заданий обязательно сохраните Ваши ответы и предоставьте их учителю.

Создание презентаций

ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ.

Правило 1. Содержание должно быть структурировано.

Содержание презентации должно быть четко структурировано: каждый новый слайд должен логически вытекать из предыдущего и одновременно подготавливать появление следующего. Лучший способ проверить, правильно ли построена презентация, — быстро прочитать только заголовки. Если после этого станет ясно, о чем презентация — значит, структура построена верно.

Правило 2. Краткость — сестра убедительности.

После того как содержание презентации собрано, с ним следует аккуратно поработать, сократив его насколько возможно. Оптимальным объемом презентации считается 24 традиционных слайда, если презентация умещается в 16 слайдов — еще лучше, ну а 12 и менее слайдов — это то, что редко встречается и крепко запоминается. В среднем, один слайд - это 1,5 минуты выступления.

ПРАВИЛА СОЗДАНИЯ СЛАЙДОВ.

Правило 1. Думать о зрителе.

При разработке формы презентации всегда следует думать о том, как зритель ее будет видеть. В первую очередь нужно решить, где зрители будут смотреть вашу презентацию: на бумаге, экране монитора или на большом экране с помощью проектора. На конкурс вы создаете презентации для экрана монитора! И возможно, вашу презентацию захотят распечатать. Это следует учитывать при выборе размера и цвета шрифтов.

Правило 2. Последовательность и единство оформления.

Все однотипные элементы должны всегда быть в одном месте: если зритель знает, где ждать заголовков, а где график, он лучше схватывает суть дела. Заголовок — всегда в одном месте экрана. График — всегда в одном месте экрана. И т.д. Однотипные подписи — одинакового цвета и размера. И т.д.

Правило 3. Нет тексту!

«Нет» любому тексту, кроме абсолютно необходимого. Читать страницу за страницей и запоминать текст совсем непросто. Количество текста на слайдах должно составить не более 35% от всего содержимого слайдов. Весь ненужный текст следует оставить либо для устного выступления (для текста доклада, т.к. у нас заочная конференция), либо заменить его графиками, картинками и т.д.

ВАЖНЫЕ ЗАПРЕТЫ.

1. Изображения и текст на слайдах не должны быть мелкими (даже если презентация готовится для экрана).

2. Если презентация будет цветной, то следует избегать ярких, так называемых чистых тонов — алого, ярко-синего, зеленого, фиолетового (они режут глаз). Такие краски следует зарезервировать для выделения действительно ключевых моментов, а для рядовых изображений использовать пастельные тона и контрастные сочетания цветов шрифта и фона.

3. Пестрота на экране (больше четырех цветов одновременно).

4. Самый главный запрет - спецэффекты. Анимации наподобие вращающихся заголовков, переворачивающихся слайдов, любые звуки - все это лишь отвлекает слушателей и необоснованно растягивает время презентации.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫСТУПЛЕНИЯ.

Презентация состоит из двух частей: демонстрация слайдов и сопровождение их текстом. Слайды — поддержка выступления, а не наоборот. Очень часто докладчик вместо выступления просто зачитывает текст на слайдах. Таких ораторов слушатели не уважают, текст они могут и сами прочитать.

Именно поэтому на конкурс мы обязательно требуем **ТЕКСТ ДОКЛАДА**.

Правило 1. Стройте выступление на аргументах, а не на слайдах.

Если презентация сделана правильно и текст хорошо сбалансирован другими визуальными элементами, то все равно не следует вести свою аудиторию по презентации, как экскурсовод туристов: «посмотрите налево, посмотрите направо». Презентер должен вести аудиторию не от слайда к слайду, а от тезиса к аргументу, от аргумента к примеру, от вывода к выводу. Нельзя говорить «перейдем на страницу 7», надо — «как именно мы решаем эту проблему, рассказывается на слайде 7». Нельзя говорить «посмотрите на следующий слайд», надо «и что же из этого следует? А вот что!» - и показываем слайд.

Правило 2. Готовьтесь к выступлению.

Выступление должно быть подготовлено, прорепетировано и отхронометрировано (подогнано под временные рамки).

Правило 3. Помните, что аудитория — это живые люди. Позволяйте себе эмоции.

Позволяйте себе в тексте восклицательные знаки. Текст вовсе не должен быть сухим! Вы не диктор ТВ, вы живой человек, который свято верит в то, о чем он рассказывает

Работа за компьютером

При любой работе должны соблюдаться определённые правила поведения и безопасности, чтобы сохранить своё здоровье и уберечься от возможных травм или каких-либо заболеваний. Профилактика лучше лечения, поэтому правила работы за компьютером необходимо знать всем, ведь мы всё больше и больше времени проводим именно за компьютером — за ним сидим на работе, и за ним же сидим дома.

Памятка ниже будет весьма полезна для людей всех возрастных категорий, чья жизнь или работа напрямую связана с ПК и на компьютере приходится долго и часто работать.

1. Сидите прямо.
2. Вам должно быть удобно. Но это не значит, что надо подгибать ноги под себя или класть ногу на ногу, сутулиться. Этого делать **НЕЛЬЗЯ!**
3. Верхняя часть монитора должна быть расположена на уровне глаз или чуть ниже, а нижняя чуть ближе к Вам.

4. Расстояние между монитором и глазами должно быть 45-75 см.
5. Освещение должно падать так же как и при писании с левой стороны, свет не должен быть сильно ярким или тусклым.
6. Не забывайте моргать, при моргании глаз омывается слёзной жидкостью и не пересыхает, а пересыхание глаза вредит зрению.
7. Периодически необходима зарядка для глаз, которую можно делать и на работе, и дома.
8. Каждый час работы за компьютером делайте перерыв на 15-20 минут.
9. Можете купить специальные очки для работы за ПК, их можно найти в каждой оптике.
10. Если Вы устали, началось чувство сонливости или тяжести в глазах, Вы не должны продолжать работу!
11. Обязательно каждый день надо проветривать комнату, вытирать пыль, влажная уборка только на пользу пойдёт.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Система автоматизированного программирования для станков с ЧПУ

Цель работы:

Оборудование: ПК, Программное обеспечение, карточки с заданиями

Справочный материал:1,2.

Содержание работы

1. Организационный момент

- Проверка готовности учащихся к уроку.
- Приветствие.
- Проверка готовности ребят к уроку

2. Постановка темы и цели урока

3. Повторение изученного материала

Задание:

1.Определение режимов резания при обработке отверстий

Основные понятия

Наиболее распространенным методом получения отверстий резанием является сверление.

Движение резания (главное движение) при сверлении – вращательное движение, движение подачи – поступательное. В качестве инструмента при сверлении применяются сверла. Самые распространенные из них – спиральные, предназначены для сверления и рассверливания отверстий, глубина которых не превышает 10 диаметров сверла. Шероховатость поверхности после сверления $Ra = 12,5 \dots 6,3$ мкм, точность по 11-14 качеству. Градация диаметров спиральных сверл должна соответствовать ГОСТ 885-86. Для получения более точных отверстий (8...9 качество) с шероховатостью поверхности $Ra = 6,3 \dots 3,2$ мкм применяют зенкерование. Исполнительные диаметры стандартных зенкеров соответствуют ГОСТ1677-85. Развертывание обеспечивает изготовление отверстий повышенной точности (5-7 качество) низкой шероховатости до $Ra = 0,4$ мкм.

Исполнительные размеры диаметров разверток из инструментальных сталей приведены в ГОСТ 11174-85, с пластинками из твердого сплава в ГОСТ 1173-85.

Отличительной особенностью назначения режима резания при сверлении является то, что глубина резания $t=D/2$, при рассверливании, зенкерования и развертывании.

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм.}$$

При рассверливании отверстий подача, рекомендуемая для сверления, может быть увеличена в 2 раза.

Порядок назначения остальных элементов режима резания аналогичен назначению режимов резания при токарной обработке.

Средние значения припусков на диаметр, снимаемых зенкерами и развертками см. в приложении 4.

Пример расчета

На вертикально-сверлильном станке 2Н125 обработать сквозное отверстие диаметром 25H7 ($R_a = 1,6$ мкм), $l = 125$ мм. Материал заготовки СЧ18 (HB210).

Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания по таблицам нормативов, определить основное время.

Решение:

1. Выбор инструмента.

Согласно исходных данных операция выполняется в три перехода: сверление, зенкерование и развертывание.

Для сверления чугуна СЧ18 (HB210) согласно [7] выбираем сверло $D=22$ мм из стали P18, заточенное по методу В.И. Жирова, $2j = 118^\circ$; $2j_0 = 70^\circ$; для зенкерования – цельный зенкер $D = 24,9$ мм из стали P18; $j = 45^\circ$; $a_p = 10^\circ$; для развертывания – цельную развертку $D = 25$ мм, $j = 5^\circ$ из стали P18.

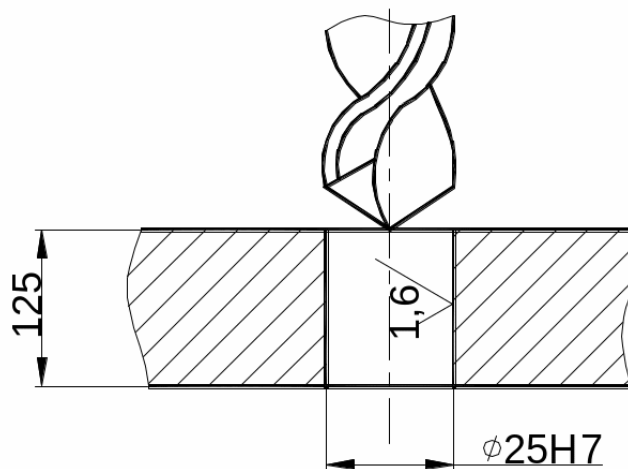


Рис. 3 Эскиз обработки.

2. Выбор режима резания.

Расчет режимов резания выполним в традиционной последовательности с использованием данных работы [7].

Сверление

• Выбор подачи.

Для сверления чугуна HB210 сверлом диаметром 22 мм выбираем подачу $S = 0,65 \dots 0,75$ мм/об. С учетом поправочного коэффициента на длину сверления $K_{ls} = 0,9$ получим расчетные величины подачи

$$S = 0,59 \dots 0,68 \text{ мм/об.}$$

По паспорту станка устанавливаем ближайшую подачу к расчетной $S = 0,56$ мм/об.

- Выбор скорости резания и частоты вращения шпинделя.

Исходя из диаметра сверла 22 мм и установленной подачи $S = 0,56$ мм/об, методом двойной интерполяции определяем нормативные скорость резания и частоту вращения шпинделя.

$$n_{ш} = 396 \text{ мин}^{-1}.$$

Учитывая поправочные коэффициенты на заточку сверла по методу В.И. Жирова (ЖДП) $K_{fv} = 1,05$, на длину сверления ($l = 5D$), $K_{lv} = 0,75$ и на механические свойства серого чугуна HB210 $K_{mv} = 0,88$, получаем расчетное значение частоты вращения шпинделя

$$n = n_{ш} \times K_{fv} \times K_{lv} \times K_{mv} = 396 \times 1,05 \times 0,75 \times 0,88 = 274 \text{ мин}^{-1}.$$

Ближайшее значение частоты вращения шпинделя по паспорту станка $n_{ш} = 250 \text{ мин}^{-1}$. Тогда фактическая скорость резания будет равна

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 250}{1000} = 17,3 \text{ м/мин.}$$

- Проверка выбранного режима по осевому усилию и мощности.

Для установленных условий сверления $D = 22$ мм, $S = 0,56$ мм/об и $n_{ш} = 250$ об/мин методом двойной интерполяции получаем осевое усилие $P_n = 6010$ Н и крутящий момент $M_{кр} = 65720$ Н×мм.

С учетом поправочного коэффициента на обрабатываемый материал $K_{mm} = K_{mp} = 1,06$ и заточки по методу Жирова (ЖДП) $K_{fp} = 0,66$ и $K_{fm} = 1$ получим

$$P = P_n \times K_{mp} \times K_{fp} = 6010 \times 1,06 \times 0,66 = 4205 \text{ Н}$$

По паспорту станка наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, равно 15000Н.

$$M = M_{крn} \times K_{mm} \times K_{fm} = 65720 \times 1,06 \times 1 = 69660 \text{ Н×мм.}$$

Пользуясь графиком определяем при $M_{кр} = 69660$ Н×мм и $n_{ш} = 250 \text{ мин}^{-1}$ мощность, потребную на резание : $N_{рез} = 1,6$ кВт.

По паспорту станка мощность на шпинделе

$$N_{э} = N_{\partial} \times \eta = 4,5 \times 0,8 = 3,6 \text{ кВт; } N_{э} = 3,6 > N_{рез} = 1,6 \text{ кВт.}$$

Следовательно, станок не лимитирует выбранного режима резания.

Зенкерование:

- Выбор подачи.

Для зенкерования отверстия в сером чугуне HB210 зенкером диаметром 24,9 мм (25 мм) при последующей обработке отверстия одной разверткой рекомендуется подача $S = 0,55 \dots 0,6$ мм/об. Ближайшая подача по паспорту станка $S = 0,56$ мм/об.

- Выбор скорости резания и частоты вращения шпинделя.

Исходя из диаметра зенкера $D=24,9$ (25) мм, для подачи $S = 0,56$ мм/об путем интерполяции определяем частоту вращения шпинделя $n_{ш} = 329$ мин⁻¹.

С учетом поправочного коэффициента на обрабатываемый материал $K_{mv} = 0,88$ число оборотов будет равно $n = n_{ш} \times K_{mv} = 329 \times 0,88 = 289$ мин⁻¹. Ближайшее число оборотов по паспорту станка $n_{ш} = 250$ мин⁻¹. Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24,9 \cdot 250}{1000} = 19,6 \text{ м/мин.}$$

Развертывание:

- Выбор подачи.

Для развертывания отверстия в сером чугуна $HB > 200$ механической разверткой $D = 25$ мм с чистотой поверхности отверстия $Ra = 1,6$ мкм рекомендуется подача $S = 1,9$ мм/об. Ближайшая подача по паспорту станка $S = 1,6$ мм/об.

- Выбор скорости резания и частоты вращения шпинделя.

Для развертывания отверстия диаметром 25 мм с подачей 1,6 мм/об рекомендуется частота вращения $n_{ш} = 105$ мин⁻¹. С учетом поправочного коэффициента на обрабатываемый материал серый чугун $HB > 200$ $K_{mn} = 0,88$. Тогда

$$n = n_{ш} \times K_{mn} = 105 \times 0,88 = 92 \text{ мин}^{-1}$$

Ближайшее значение частоты вращения шпинделя по паспорту станка

$$n = 90 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 90}{1000} = 7 \text{ м/мин.}$$

- Определение основного (технологического) времени.

Величина врезания и перебега инструментов l_1 при работе на проход для сверла с двойной заточкой равна 12 мм; для зенкера 5 мм и для развертки 30 мм.

При длине отверстия $l = 125$ мм основное (технологическое) время каждого перехода равно

$$t_{01} = \frac{l + l_1}{S \cdot n} = \frac{125 + 12}{0,56 \cdot 250} = 0,98 \text{ мин}$$

$$t_{02} = \frac{l + l_1}{S \cdot n} = \frac{125 + 5}{0,56 \cdot 250} = 0,93 \text{ мин}$$

$$t_{03} = \frac{l + l_1}{S \cdot n} = \frac{125 + 30}{1,6 \cdot 90} = 1,0 \text{ мин}$$

Основное время операции

$$T_0 = t_{01} + t_{02} + t_{03} = 0,98 + 0,93 + 1,0 = 2,91 \text{ мин.}$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Система автоматизированного программирования для станков с ЧПУ

Цель работы:

Оборудование: ПК, Программное обеспечение, карточки с заданиями

Справочный материал:1,2.

Содержание работы

1. Организационный момент

- Проверка готовности учащихся к уроку.
- Приветствие.
- Проверка готовности ребят к уроку

2. Постановка темы и цели урока

3. Повторение изученного материала

Задание:

1.Определение режимов резания при обработке отверстий

Варианты задания к лабораторной работе

№	Материал заготовки и его характеристики	Диаметр отверстия D мм, параметр шероховатости, мкм	Длина отверстия l, мм
1	2	3	4
1	Сталь 12ХН2, $s_B=800$ МПа	18Н7, $Ra=1,6$	50
2	Сталь 12ХН3А, $s_B=950$ МПа	25Н5, $Ra=0,4$	60
3	Серый чугун СЧ30, HB200	30Н5, $Ra=0,4$	80
4	Серый чугун СЧ20, HB210	35Н7, $Ra=1,6$	90
5	Сталь 38ХА, $s_B=680$ МПа	28Н7, $Ra=1,6$	55
6	Сталь 35, $s_B=560$ МПа	38Н8, $Ra=6,3$	75
7	Серый чугун СЧ15, HB170	45Н9, $Ra=3,2$	45
8	Серый чугун СЧ10, HB160	17Н7, $Ra=1,6$	50
9	Сталь 40ХН, $s_B=700$ МПа	45Н9, $Ra=6,3$	100
10	Сталь Ст3, $s_B=600$ МПа	50Н9, $Ra=6,3$	60

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Система автоматизированного программирования для станков с ЧПУ

Цель работы:

Оборудование: ПК, Программное обеспечение, карточки с заданиями

Справочный материал:1,2.

Содержание работы

1. Организационный момент

- Проверка готовности учащихся к уроку.
- Приветствие.
- Проверка готовности ребят к уроку

2. Постановка темы и цели урока

3. Повторение изученного материала

Задание:

1.Определение режимов резания при обработке отверстий

Варианты задания к лабораторной работе

1	Сталь 20Х, $s_B=580$ МПа	20Н5, $Ra=0,4$	40
2	Сталь 50, $s_B=750$ МПа	30Н7, $Ra=1,6$	60
3	Бронза Бр АЖН 10-4, HB170	28Н7, $Ra=1,6$	55
4	Латунь ЛМцЖ 52-4-1, HB220	40Н9, $Ra=3,2$	80
5	Серый чугун СЧ30, HB220	23Н5, $Ra=0,4$	45
6	Серый чугун СЧ20, HB220	32Н7, $Ra=1,6$	35
7	Сталь 30ХН3А, $s_B=800$ МПа	20Н7, $Ra=1,6$	60
8	Сталь 30ХМ, $s_B=780$ МПа	55Н8, $Ra=3,2$	110
9	Сталь 45, $s_B=650$ МПа	48Н9, $Ra=6,3$	96
10	Сталь 20, $s_B=500$ МПа	50Н8, $Ra=3,2$	100

Информационное обеспечение обучения

Печатные издания

Основные учебные издания:

1. Основы программирования токарной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» : учебное пособие для СПО / А. А. Терентьев, А. И. Сердюк, А. Н. Поляков, С. Ю. Шамаев. — Саратов : Профобразование, 2020. — 107 с. — ISBN 978-5-4488-0639-1. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92137>

2. Сергеев, А. И. Программирование ЧПУ для автоматизированного оборудования : учебное пособие для СПО / А. И. Сергеев, А. С. Русяев, А. А. Корнипаева. — Саратов : Профобразование, 2020. — 117 с. — ISBN 978-5-4488-0579-0. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92146>

Дополнительные учебные издания:

3. Поляков, А. Н. Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением. Система NX. Фрезерование. В 2 частях. Часть 1 : учебное пособие для СПО / А. Н. Поляков, И. П. Никитина, И. О. Гончаров. — Саратов : Профобразование, 2020. — 171 с. — ISBN 978-5-4488-0583-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92157>