МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

МОГИЛЕВСКОГО ОБЛАСТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор колледжа

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н.Козлов

11.01.2018

**УСТРОЙСТВА ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ,

ЗАДАНИЯ НА ДОМАШНЮЮ КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1

ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2-53 01 05

«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ»

2018

Автор: Осмоловский А.А., преподаватель учреждения образования «Могилевский государственный политехнический колледж»

Рецензент: Михальцова Е.Л., преподаватель учреждения образования «Могилевский государственный политехнический колледж»

Разработано на основе учебной программы учреждения образования, реализующего программы среднего специального образования, по учебной дисциплине «Устройства программного управления в автоматизированном производстве», утвержденной директором колледжа, 2016

Обсуждено и одобрено

на заседании цикловой комиссии

электротехнических дисциплин

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Согласовано

с цикловой комиссией стандартизации

Протокол № \_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Пояснительная записка**

Программа учебной дисциплины «Устройства программного управления в автоматизированном производстве» составлена в соответствии с типовым учебным планом специальности 2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы». Учебной программой учебной дисциплины предусмотрено ознакомление с принципами построения, изучение элементной базы и схемотехники технических средств программного управления технологическим оборудованием производственных систем.

Основными требованиями к изложению учебного материала являются практическая направленность, соблюдение действующих стандартов, широкое использование наглядных пособий и технических средств обучения.

Изучение учебной дисциплины «Устройства программного управления в автоматизированном производстве» базируется на знаниях, полученных учащимися при изучении учебной дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Основы электронной техники», «Основы автоматики и микропроцессорной техники», «Информатика».

В результате изучения учебной дисциплины учащиеся должны знать на уровне представления:

- место и роль устройств числового программного управления (УЧПУ) станками, программируемых контроллеров (ПК), устройств программного управления (УПУ) промышленными роботами в электрооборудовании;

- задачи и функции, выполняемые УЧПУ, УПУ, ПК в составе технологического оборудования;

- элементную базу, схемотехнику УЧПУ токарных станков и программируемого контроллера;

знать на уровне понимания:

- основы построения микропроцессорных УЧПУ станками и ПК на уровне электрических принципиальных схем;

- алгоритмы управления микропроцессорных УЧПУ, структуру и состав программного обеспечения;

- элементную базу устройств;

уметь:

- читать электрические схемы и производить анализ их работы;

- выполнять проверку состояния устройств и их основных частей с использованием контрольно-измерительного и диагностического оборудования.

Для закрепления теоретических знаний учебной программой предусмотрено проведение практических занятий.

В целях контроля и коррекции знаний учащихся учебной программой предусмотрено проведение экзамена, содержание которой определяется преподавателем и обсуждается на заседании цикловой комиссии.

**Общие методические рекомендации по выполнению**

**домашней контрольной работы № 1**

Домашняя контрольная работа № 1 включает в себя 100 вариантов, каждый из которых определяется по двум последним цифрам шифра учащегося в таблице 1. Вариант включает в себя 5 задач.

При выполнении домашней контрольной работы необходимо руководствоваться следующими требованиями:

* домашняя контрольная работа должна быть выполнена и сдана на проверку в установленный учебным графиком срок;
* кроме учебников и учебных пособий следует обязательно ознакомиться с дополнительной литературой, объяснить теоретические положения на практических примерах из дополнительной литературы или на фактах работы конкретных организаций;
* решение задач должно иметь объяснение последовательности выполняемых действий и обоснованные выводы. Задачи без пояснений будут считаться нерешенными;
* в начале работы указывается номер варианта;
* домашняя контрольная работа должна быть аккуратно оформлена, написана разборчивым почерком, ее страницы должны быть пронумерованы, иметь поля для замечаний рецензента; в конце работы ставится дата и подпись учащегося;
* объем домашней контрольной работы – приблизительно 20 страницы школьной тетради;
* в конце работы приводится список используемых источников, оформленный в соответствии с требованиями СТУ СМК 01-32-2017 (автор, название, место издания, издательство, год издания);
* выполненную работу учащийся предоставляет на рецензирование на заочное отделение. После проверки в соответствии с замечаниями рецензента учащийся вносит исправления в работу;
* учащийся, не получивший зачет по домашней контрольной работе, не допускается к экзамену.

**Критерии оценки домашней контрольной работы**

Домашняя контрольная работа считается зачтенной, если правильно выполнено 75% задания, но имеются недоработки, а именно:

- ход решения задачи верный, но имеется математическая ошибка в одной задаче или отсутствует ответ и вывод;

- имеются нарушения в оформлении работы.

Домашняя контрольная работа считается не зачтенной, если:

- работа выполнена не в соответствии с шифром;

- отсутствуют обоснования формул и пояснения по решению задачи;

- неправильно решены две задачи из пяти.

**Программа учебной дисциплины**

**Введение**

Цели и задачи учебной дисциплины. Технические средства программного управления технологическим оборудованием производственных систем. Термины и определения

Литература: [4], c.5-8

**Раздел 1 Системы программного управления (ПУ) в**

**автоматизированном производстве**

**Тема 1.1 Эффективность применения ПУ в**

**автоматизированном производстве**

Многоуровневые системы управления технологическим оборудованием. Качественные показатели устройств ПУ

Литература: [4], c.12-18

**Тема 1.2 Этапы развития систем ПУ**

История развития. Основные этапы развития

Литература: [1], c.7-12

**Тема 1.3 Классификация и состав систем ПУ**

Классификация систем ПУ по виду управления оборудования, по числу управляемых приводов и координатных перемещений, по способам и языку подготовки управляющих программ. Требования к основным техническим характеристикам составных частей систем ПУ (техническим средствам и программному управлению)

Литература: [1], c.12-15

**Тема 1.4 Классификация систем числового ПУ (ЧПУ).**

**Структура системы ЧПУ**

Состав систем ЧПУ. Классификация систем ЧПУ технологическим оборудованием. Основные характеристики, определяющие их эксплуатационные и сервисные возможности

Литература: [5], c.70-77

**Тема 1.5 Основное электрооборудование в составе системы**

**ПУ**

Состав электрооборудования систем ПУ: устройства ввода информации, датчики, измерительные устройства, программируемые микроконтроллеры, исполнительные элементы

Литература: [2], c.80-86

**Вопросы для самоконтроля**

1 Поясните суть систем программного управления. Назовите основные этапы развития.

2 Классифицируйте системы ПУ по виду управления оборудования, по числу управляемых приводов и координатных перемещений, по способам и языку подготовки управляющих программ.

3 Перечислите виды систем ЧПУ. Классифицируйте системы ЧПУ.

4 Перечислите состав электрооборудования систем ПУ.

**Раздел 2 Организация и основы программирования**

**процессов управления**

**Тема 2.1 Программное обеспечение систем ЧПУ. Внешние**

**носители информации**

Примеры ПО для систем ЧПУ. Виды программоносителей: перфоленты, электронные носители информации

Литература: [2], c.70-78

**Тема 2.2 Структура и запись управляющей программы**

Назначение управляющих программ. Структура программы. Запись кадра программы

Литература: [5], c.34-45

**Тема 2.3 Методы программирования**

Методы и этапы программирования управляющих программ. Код ISO – 7 bit, этапы обработки и информации чертежа в управляющую программу

Литература: [1], c.70-78

**Тема 2.4 Системы автоматизированного программирования**

Технология составления программ с помощью систем автоматизированного программирования

Литература: [1], c.111-121

**Вопросы для самоконтроля**

1 Опишите программное обеспечение систем ЧПУ.

2 Поясните термин «управляющая программа». Прокомментируйте назначение управляющих программ, структуру программы и способы записи кадра программы.

3 Прокомментируйте методы и этапы программирования управляющих программ.

4 Поясните суть систем автоматизированного программирования.

**Раздел 3 Средства автоматизации производства**

**Тема 3.1 Управляющие вычислительные комплексы.**

**Характеристики ЭВМ**

Управляющие ЭВМ. Основные определения: микропроцессорная система, ЭВМ, устройства ввода-вывода, память, характеристики ЭВМ: производительность, разрядность, многофункциональность

Литература: [5], c.91-105

**Тема 3.2 Микропроцессоры. Микропроцессорные системы**

Назначение микропроцессоров (МП) и микропроцессорных систем (МПС). Эволюция МП и МПС. Устройство МП и МПС. Функционирование типового 16-ти разрядного микропроцессора типа Intel 8086

Литература: [4], c.91-105

**Тема 3.3 Системы автоматизированного проектирования**

Назначение, характеристики, функционирование систем автоматизированного проектирования технологического оборудования

Литература: [7], c. 1-20

**Тема 3.4 Автоматизированные рабочие места**

Характеристика и структура автоматизированных рабочих мест

Литература: [7], c. 42-80

**Вопросы для самоконтроля**

1 Поясните термин «управляющие ЭВМ». Перечислите основные характеристики ЭВМ.

2 Определите назначение микропроцессоров и микропроцессорных систем.

3 Поясните суть систем автоматизированного проектирования, функционирование систем автоматизированного проектирования технологического оборудования.

4 Объясните устройство и назначение автоматизированных рабочих мест.

**Раздел 4 Принцип построения устройств числового**

**программного управления (УЧПУ)**

**Тема 4.1 Состав УЧПУ. Технические требования к УЧПУ**

Состав УЧПУ. Технические требования:

- количество обслуживаемых координат;

- разрядность встроенных ЭВМ;

- точность позиционирования;

- емкость ОЗУ, ПЗУ;

- потребляемая мощность;

- срок службы

Литература: [4], c.55-58

**Тема 4.2 Позиционные УЧПУ**

Назначение, характеристики позиционного УЧПУ. Состав устройства, режимы работы

Литература: [4], c.55-58

**Тема 4.3 Контурные УЧПУ**

Особенности функционирования контурных УЧПУ. Область применения контурных УЧПУ. Линейные интерполяторы. Линейно-круговые интерполяторы. Устройства контурного УЧПУ

Литература: [4], c.55-58

**Тема 4.4 Оперативные УЧПУ**

Особенности функционирования оперативного УЧПУ по структурной схеме. Назначение модулей связи с приводами, с электроавтоматикой станка. Особенности встроенной ЭВМ

Литература: [4], c.55-58

**Тема 4.5 Универсальные УЧПУ. Адаптивные системы**

**управления**

Структура универсального УЧПУ. Назначение и функционирование модулей связи со станком, особенности микропроцессорных систем, встроенных в универсальные УЧПУ. Структура адаптивных систем управления

Литература: [5], c.200-210

**Вопросы для самоконтроля**

1 Прокомментируйте состав УЧПУ и технические требования предъявляемые к УЧПУ.

2 Классифицируйте виды УЧПУ (позиционные, контурные, оперативные и универсальные).

3 Объясните суть адаптивных систем управления.

**Раздел 5 Системы программного управления**

**промышленными роботами (ПР) и**

**робототехническими комплексами**

**Тема 5.1 Классификация ПР и систем управления ПР**

Структура и классификация промышленных роботов. Системы управления промышленными роботами

Литература: [1], c.129-131

**Тема 5.2 Цикловое программное управление ПР**

Устройство цикловых систем управления на примере структурных схем. Технические характеристики, режимы работы цикловых систем программного управления

Литература: [1], c.131-134

**Тема 5.3 Позиционное программное управление ПР**

Устройство позиционных устройств программного управления по структурным схемам

Технические характеристики, режимы работы позиционных устройств программного управления

Литература: [1], c.134-135

**Тема 5.4 Устройство контурного управления ПР**

Конструкция и структура устройства контурного управления

Литература: [1], c.135-138

**Вопросы для самоконтроля**

1 Прокомментируйте структуру и классифицируйте разновидности промышленных роботов.

2 Поясните термин «цикловое программное управление ПР».

3 Поясните термин «позиционное программное управление ПР».

4 Прокомментируйте конструкция и структуру устройства контурного управления.

**Раздел 6 Управление гибкими производственными системами**

**(ГПС)**

**Тема 6.1 Назначение и структура ГПС**

Понятие и структура гибких производственных систем. Состав ГПС:

- технологическая;

- транспортно-накопительная

Литература: [1], c.138-142

**Тема 6.2 Системы управления ГПС**

Организация работы ГПС. Состав системы управления ГПС по структурной схеме

Литература: [1], c.142-145

**Вопросы для самоконтроля**

1 Объясните назначение и опишите структуру гибких производственных систем.

2 Опишите структуру систем управления гибкими производственными системами.

**Список используемых источников**

1 Косовский, В. Л. Программное управление станками и промышленными роботами / В. Л. Косовский. – Москва: Высшая школа, 1989. – 234 с.

2 Лебедев, О. М. Микросхемы памяти и их применение / О. М. Лебедев. – Москва: Радио и связь, 1990. – 160 с.

3 Микро ЭВМ: практическое пособие: в 8 т. / под редакцией Л. Н. Преснухина. Т. 4 Управляющие системы «Электротехника НЦ» / Ю. Е. Чичерин. – Москва: Высшая школа, 1988. – 192 с.

4 Сосонкин, В. Л. Программное управление технологическим оборудованием / В. Л. Сосонкин. – Москва: Машиностроение, 1991. – 285 с.

5 Сосонкин, В. Л. Программное управление станками: учебник / В. Л. Сосонкин. – Москва: Машиностроение, 1981. – 276 с.

6 Сосонкин, В. Л. Микропроцессорные системы числового программного управления станками / В. Л. Сосонкин. – Москва: Машиностроение, 1985. – 294 с.

**Задания на домашнюю контрольную работу № 1 по учебной**

**дисциплине «Устройства программного управления в**

**автоматизированном производстве»**

**В заданиях необходимо дать письменный ответ на вопрос**

**в соответствии с таблицей вариантов**

**Задание 1**

1. Объясните суть многоуровневых систем управления технологическим оборудованием.
2. Перечислите качественные показатели устройств ПУ.
3. Классифицируйте системы ПУ.
4. Опишите состав систем ЧПУ. Классифицируйте системы ЧПУ.
5. Перечислите основное электрооборудование в составе системы ПУ.

**Задание 2**

1. Опишите ПО для систем ЧПУ. Перечислите виды программоносителей.
2. Определите назначение управляющих программ. Опишите структуру программы.
3. Прокомментируйте методы и этапы программирования управляющих программ.
4. Прокомментируйте назначение кода ISO7bit, основные команды. Приведите пример УП.
5. Прокомментируйте назначение систем автоматизированного программирования, технологию составления программ с помощью систем автоматизированного программирования.

**Задание 3**

1. Поясните термин «управляющие ЭВМ». Назовите характеристики ЭВМ.
2. Определите назначение микропроцессоров (МП) и микропроцессорных систем (МПС). Опишите основные этапы развития МП и МПС, устройство МП и МПС.
3. Опишите процесс функционирование типового 16-ти разрядного микропроцессора типа Intel 8086.
4. Прокомментируйте назначение систем автоматизированного проектирования. Опишите процесс функционирования систем автоматизированного проектирования технологического оборудования.
5. Поясните термин «автоматизированные рабочие места». Опишите характеристику и структуру автоматизированных рабочих мест.

**Задание 4**

1. Объясните суть систем УЧПУ, принцип построения УЧПУ.
2. Классифицируйте виды УЧПУ (позиционные, контурные, оперативные, универсальные).
3. Прокомментируйте структуру адаптивных систем управления.
4. Объясните суть систем программного управления промышленными роботами (ПР) и робототехническими комплексами.
5. Опишите назначение и структуру гибких производственных систем, систем управления гибкими производственными системами.

**Задание 5**

1. Начертите структурную схему типового позиционного УЧПУ. Опишите принцип работы схемы, назначение блоков структурной схемы типового позиционного УЧПУ.
2. Начертите структурную схему типового контурного УЧПУ. Опишите принцип работы схемы, назначение блоков структурной схемы типового контурного УЧПУ.
3. Начертите структурную схему типового оперативного УЧПУ. Опишите принцип работы схемы, назначение блоков структурной схемы типового оперативного УЧПУ.
4. Начертите структурную схему типового универсального УЧПУ. Опишите принцип работы схемы, назначение блоков структурной схемы типового универсального УЧПУ.

Таблица 1 - Варианты заданий на домашнюю контрольную работу по

учебной дисциплине «Устройства программного

управления в автоматизированном производстве»

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Шифра | Задание 1 | Задание 2 | Задание 3 | Задание 4 | Задание 5 |
| № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания |
| 1 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 |
| 4 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 |
| 5 | 5 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| 6 | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| 7 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| 8 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| 9 | 4 | 1 | 3 | 5 | 4 |
| 10 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 3 | 5 | 2 | 2 |
| 12 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 |
| 13 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| 14 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 |
| 15 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 16 | 1 | 3 | 5 | 2 | 3 |
| 17 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 |
| 18 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 |
| 19 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 |
| 20 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 21 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| 22 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| 23 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 |
| 24 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 |
| 25 | 5 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| 26 | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| 27 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| 28 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| 29 | 4 | 1 | 3 | 5 | 4 |
| 30 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
| 31 | 1 | 3 | 5 | 2 | 2 |
| 32 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Шифра | Задание 1 | Задание 2 | Задание 3 | Задание 4 | Задание 5 |
| № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания |
| 33 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| 34 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 |
| 35 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 36 | 1 | 3 | 5 | 2 | 3 |
| 37 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 |
| 38 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 |
| 39 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 |
| 40 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 41 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| 42 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| 43 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 |
| 44 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 |
| 45 | 5 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| 46 | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| 47 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| 48 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| 49 | 4 | 1 | 3 | 5 | 4 |
| 50 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
| 51 | 1 | 3 | 5 | 2 | 2 |
| 52 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 |
| 53 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| 54 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 |
| 55 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 56 | 1 | 3 | 5 | 2 | 3 |
| 57 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 |
| 58 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 |
| 59 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 |
| 60 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 61 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| 62 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| 63 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 |
| 64 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 |
| 65 | 5 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| 66 | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Шифра | Задание 1 | Задание 2 | Задание 3 | Задание 4 | Задание 5 |
| № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания | № варианта задания |
| 67 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| 68 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| 69 | 4 | 1 | 3 | 5 | 4 |
| 70 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
| 71 | 1 | 3 | 5 | 2 | 2 |
| 72 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 |
| 73 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| 74 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 |
| 75 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 76 | 1 | 3 | 5 | 2 | 3 |
| 77 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 |
| 78 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 |
| 79 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 |
| 80 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 81 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| 82 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| 83 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 |
| 84 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 |
| 85 | 5 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| 86 | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| 87 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| 88 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| 89 | 4 | 1 | 3 | 5 | 4 |
| 90 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
| 91 | 1 | 3 | 5 | 2 | 2 |
| 92 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 |
| 93 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| 94 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 |
| 95 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 96 | 1 | 3 | 5 | 2 | 3 |
| 97 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 |
| 98 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 |
| 99 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 |
| 100 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |