


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры
«Промышленная автоматика
и робототехника»
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой

 О.А. Ерзин

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Управление роботами и робототехническими системами»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки
15.04.06 Мехатроника и робототехника
с направленностью (профилем)
Роботы и робототехнические системы

Формы обучения: очная

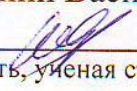
Идентификационный номер образовательной программы: 150406-02-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Разработчик:

Ларкин Евгений Васильевич, зав. кафедрой, доктор техн. наук, профессор



(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) (подпись)

1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)

1. Функциональная схема робота.
2. Управляемое оборудование робота.
3. Сенсорная подсистема робота.
4. Подсистема технического зрения.
5. Подсистемы, определяющие положение робота в пространстве.
6. Силовое очувствление робота.
7. Интерфейсы информационно-измерительных подсистем
 8. Уровни иерархии систем управления и задачи, решаемые на каждом уровне.
9. Функциональная схема робототехнического комплекса с локальными контурами управления.
10. Схема локального аналогового контура управления.
11. Типовой цикл обработки данных.
12. Типовая циклограмма аналогового управления.
13. Временные характеристики работы детерминированных алгоритмов обработки данных.
14. Временные характеристики работы оператора за пультом.
15. Функциональная схема работы многоконтурной системы управления с обратными связями.
16. Временные характеристики перевода аналоговых сигналов в цифровую форму.
17. Теорема Котельникова
18. Спектр дискретизирующей функции.
19. Погрешность дискретизации.

20. Постановка задачи аналитического моделирования системы цифрового управления.
21. Структурно-параметрические модели систем управления.
22. Полумарковские процессы как фундаментальный математический аппарат для моделирования систем управления.
23. Вероятностное пространство. Получение стохастической матрицы.
24. Вероятностное пространство. Получение матрицы временных интервалов.
25. Способы задания ординарного полумарковского процесса. Множество состояний, матрица смежности, полумарковская матрица.
26. Полумарковский процесс, описывающий алгоритм с операторами «начало» и «конец».
27. Полумарковский процесс, описывающий циклограмму.
28. Характеристическая матрица.
29. Плотность распределения времени блуждания по выделенным траекториям.
30. Плотность распределения времени блуждания по параллельным траекториям.
31. Время блуждания от состояния до состояния.
32. Время возврата в состояние.
33. Построить функциональную схему технологического робототехнического комплекса, выполняющего следующие операции:
 - 1) транспортировка заготовок к месту обработки;
 - 2) захват заготовки роботом;
 - 3) ориентация захваченной заготовки по трем углам;
 - 4) перенос заготовки по трем координатам к месту обработки;
 - 5) фиксация заготовки в обрабатывающем станке;
 - 6) ожидание окончания обработки детали;
 - 7) извлечение заготовки из станка;
 - 8) ориентация заготовки по трем координатам;
 - 9) перемещение заготовки в бункер готовых изделий.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)

34. Определить состав сенсорной подсистемы технологического робототехнического комплекса, выполняющего операции
 - 1) транспортировка заготовок к месту обработки;
 - 2) захват заготовки роботом;
 - 3) ориентация захваченной заготовки по трем углам;
 - 4) перенос заготовки по трем координатам к месту обработки;
 - 5) фиксация заготовки в обрабатывающем станке;
 - 6) ожидание окончания обработки детали;
 - 7) извлечение заготовки из станка;

- 8) ориентация заготовки по трем координатам;
- 9) перемещение заготовки в бункер готовых изделий.

35. Задание 3. Определить состав исполнительных приводов технологического робототехнического комплекса, выполняющего операции

- 1) транспортировка заготовок к месту обработки;
- 2) захват заготовки роботом;
- 3) ориентация захваченной заготовки по трем углам;
- 4) перенос заготовки по трем координатам к месту обработки;
- 5) фиксация заготовки в обрабатывающем станке;
- 6) ожидание окончания обработки детали;
- 7) извлечение заготовки из станка;
- 8) ориентация заготовки по трем координатам;
- 9) перемещение заготовки в бункер готовых изделий.

36. Построить функциональную схему иерархической цифровой системы управления робототехнического комплекса, выполняющего технологические операции

- 1) транспортировка заготовок к месту обработки;
- 2) захват заготовки роботом;
- 3) ориентация захваченной заготовки по трем углам;
- 4) перенос заготовки по трем координатам к месту обработки;
- 5) фиксация заготовки в обрабатывающем станке;
- 6) ожидание окончания обработки детали;
- 7) извлечение заготовки из станка;
- 8) ориентация заготовки по трем координатам;
- 9) перемещение заготовки в бункер готовых изделий.

Определить процессы, требующие согласования во времени.

37. Построить общий алгоритм (циклограмму) функционирования технологического робототехнического комплекса, выполняющего операции

- 1) транспортировка заготовок к месту обработки;
- 2) захват заготовки роботом;
- 3) ориентация захваченной заготовки по трем углам;
- 4) перенос заготовки по трем координатам к месту обработки;
- 5) фиксация заготовки в обрабатывающем станке;
- 6) ожидание окончания обработки детали;
- 7) извлечение заготовки из станка;
- 8) ориентация заготовки по трем координатам;
- 9) перемещение заготовки в бункер готовых изделий.

38. Построить алгоритмы (циклограммы) работы каждого локального контура цифровой системы управления комплекса, выполняющего технологические операции

- 1) транспортировка заготовок к месту обработки;
- 2) захват заготовки роботом;
- 3) ориентация захваченной заготовки по трем углам;
- 4) перенос заготовки по трем координатам к месту обработки;
- 5) фиксация заготовки в обрабатывающем станке;

- 6) ожидание окончания обработки детали;
- 7) извлечение заготовки из станка;
- 8) ориентация заготовки по трем координатам;
- 9) перемещение заготовки в бункер готовых изделий..

39. Построить матрицу временных задержек выполнения операций при функционировании технологического робототехнического комплекса, выполняющего операции

- 1) транспортировка заготовок к месту обработки;
- 2) захват заготовки роботом;
- 3) ориентация захваченной заготовки по трем углам;
- 4) перенос заготовки по трем координатам к месту обработки;
- 5) фиксация заготовки в обрабатывающем станке;
- 6) ожидание окончания обработки детали;
- 7) извлечение заготовки из станка;
- 8) ориентация заготовки по трем координатам;
- 9) перемещение заготовки в бункер готовых изделий..

40. Построить комплекс полумарковских моделей функционирования отдельных контуров системы управления и комплекса в целом, выполняющего технологические операции

- 1) транспортировка заготовок к месту обработки;
- 2) захват заготовки роботом;
- 3) ориентация захваченной заготовки по трем углам;
- 4) перенос заготовки по трем координатам к месту обработки;
- 5) фиксация заготовки в обрабатывающем станке;
- 6) ожидание окончания обработки детали;
- 7) извлечение заготовки из станка;
- 8) ориентация заготовки по трем координатам;
- 9) перемещение заготовки в бункер готовых изделий.

41. Дан полумарковский процесс со структурой, приведенной на рис. Полумарковская матрица, определяющая процесс, имеет вид

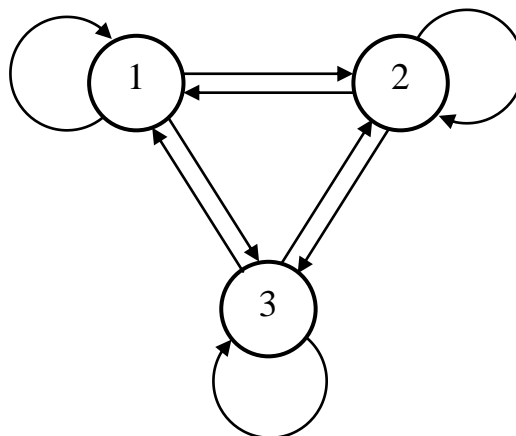


Рис. 3.1.

$$h(t) = \begin{bmatrix} 0,3f_{11}(t) & 0,4f_{12}(t) & 0,4f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0,6f_{22}(t) & 0,3f_{23}(t) \\ 0,1f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0,6f_{33}(t) \end{bmatrix}$$

где

$$f_{11} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 & \text{при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 & \text{при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо найти матрицу математических ожиданий, матрицу дисперсий, матрицу вероятностей.

42. Дан полумарковский процесс со структурой, приведенной на рис.

Полумарковская матрица, определяющая процесс, имеет вид

,

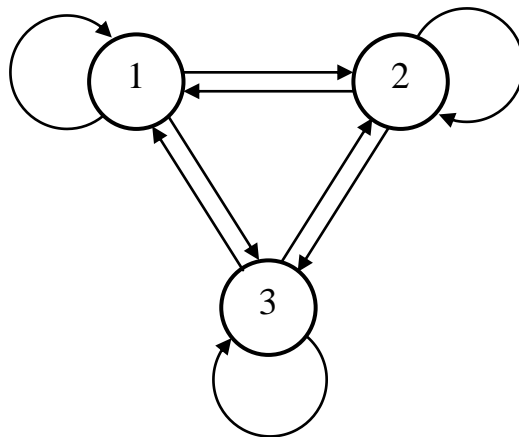


Рис. 3.1.

$$\mathbf{h}(t) = \begin{bmatrix} 0,3f_{11}(t) & 0,4f_{12}(t) & 0,4f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0,6f_{22}(t) & 0,3f_{23}(t) \\ 0,1f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0,6f_{33}(t) \end{bmatrix}$$

где

$$f_{11} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 & \text{при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 & \text{при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо найти матрицу математических ожиданий, матрицу дисперсий, матрицу вероятностей.

43. Дан полумарковский процесс со структурой, приведенной на рис.

Полумарковская матрица, определяющая процесс, имеет вид

,

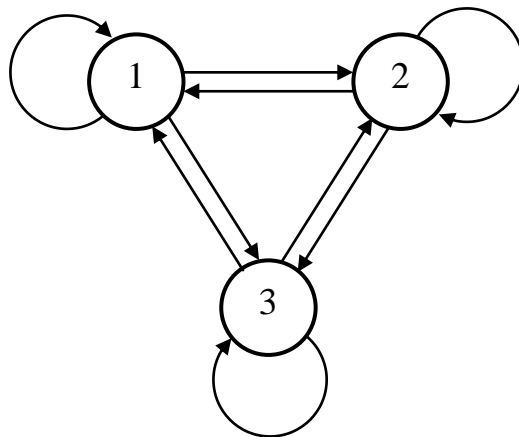


Рис. 3.1.

$$h(t) = \begin{bmatrix} 0,3f_{11}(t) & 0,4f_{12}(t) & 0,4f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0,6f_{22}(t) & 0,3f_{23}(t) \\ 0,1f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0,6f_{33}(t) \end{bmatrix}$$

где

$$f_{11} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 \text{ при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 \text{ при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо найти матрицу математических ожиданий, матрицу дисперсий, матрицу вероятностей.

Необходимо сформировать процесс и построить матрицу смежности и полумарковскую матрицу для определения возврата в состояние 1.

44. Дан полумарковский процесс со структурой, приведенной на рис.

Полумарковская матрица, определяющая процесс, имеет вид

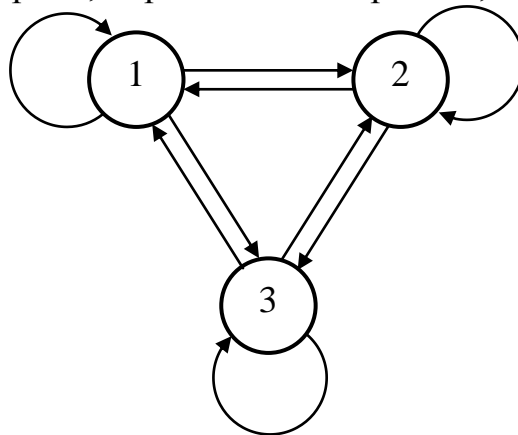


Рис. 3.1.

$$\mathbf{h}(t) = \begin{bmatrix} 0,3f_{11}(t) & 0,4f_{12}(t) & 0,4f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0,6f_{22}(t) & 0,3f_{23}(t) \\ 0,1f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0,6f_{33}(t) \end{bmatrix}$$

где

$$f_{11} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 \text{ при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 \text{ при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо найти матрицу математических ожиданий, матрицу дисперсий, матрицу вероятностей.

45. Прямой расчет математических ожиданий, дисперсий, вероятностей по матрицам математических ожиданий, дисперсий и вероятностей.

46. Полумарковская матрица, определяющая процесс, имеет вид

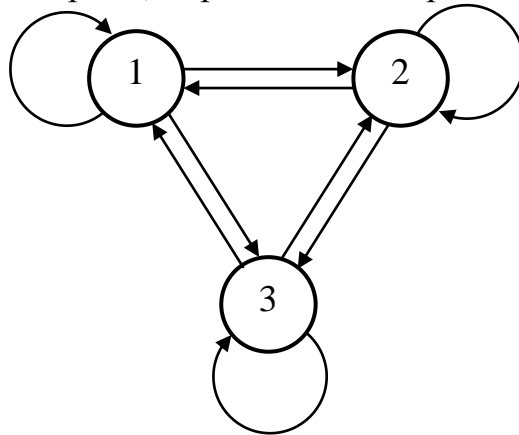


Рис. 3.1.

$$\mathbf{h}(t) = \begin{bmatrix} 0,3f_{11}(t) & 0,4f_{12}(t) & 0,4f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0,6f_{22}(t) & 0,3f_{23}(t) \\ 0,1f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0,6f_{33}(t) \end{bmatrix}$$

где

$$f_{11} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 \text{ при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 \text{ при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

Получить процесс для определения времени достижения состояния 2 из состояния 1 и рассчитать методом прямого расчета вероятность достижения, математическое ожидание и дисперсию времени достижения состояния 2 из состояния 1.

47. Полумарковская матрица, определяющая процесс, имеет вид

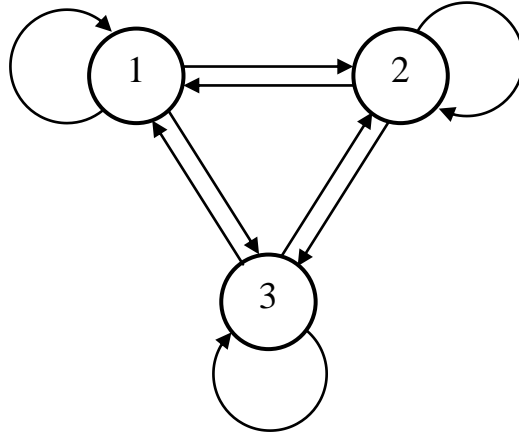


Рис. 3.1.

$$h(t) = \begin{bmatrix} 0,3f_{11}(t) & 0,4f_{12}(t) & 0,4f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0,6f_{22}(t) & 0,3f_{23}(t) \\ 0,1f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0,6f_{33}(t) \end{bmatrix}$$

где

$$f_{11} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 & \text{при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 & \text{при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Получить процесс для определения времени возврата в состояние 2 и рассчитать методом прямого расчета вероятность достижения, математическое ожидание и дисперсию времени возврата в состояние 2.

48. Операции упрощения полумарковского процесса.

49. Определение математического ожидания времени возврата в состояние методом последовательных упрощений.

50. определение дисперсии времени возврата в состояние методом последовательных упрощений.

51. Определение математического ожидания времени блуждания от одного состояния к другому методом последовательных упрощений.

52. определение дисперсии времени блуждания от одного состояния к другому методом последовательных упрощений.

53. Провести типовые операции для упрощения полумарковского процесса (рис. 6.1) и определить матожидание времени достижения состояния 5 из состояния 1.

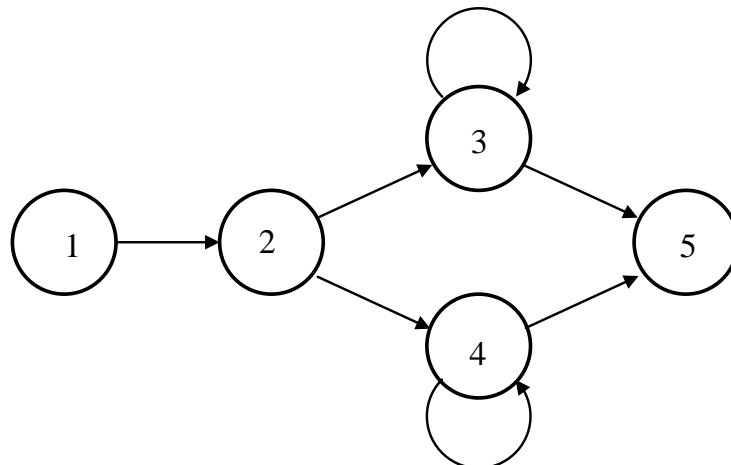


Рис. 6.1

$$f_{12} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{24} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{44} = \begin{cases} 5 & \text{при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{35} = \begin{cases} 4 & \text{при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{45} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Операции проводить в такой последовательности:

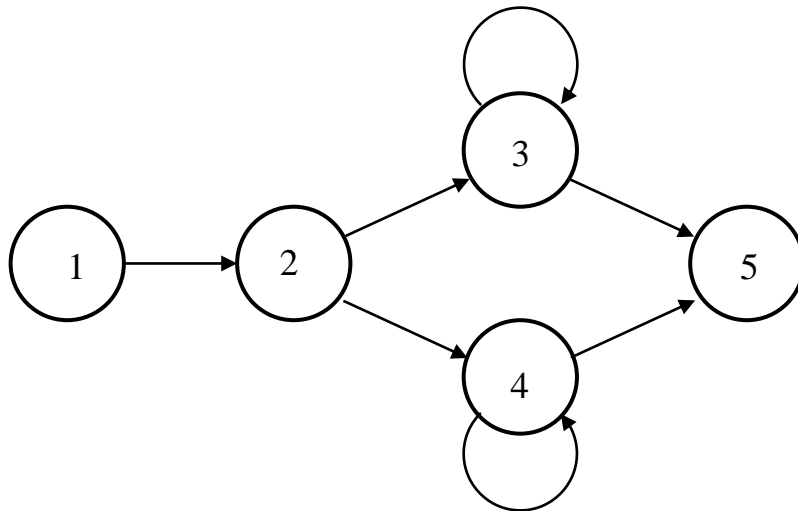
расщепление состояния 2;

уничтожение петель на состояниях 3 и 4;

объединение состояний с первого по четвертое и с первого по по четвертое-штрих;

объединение параллельных дуг.

54. Провести типовые операции для упрощения полумарковского процесса и определить матожидание времени достижения состояния 5 из состояния 1.



$$f_{12} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{24} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{44} = \begin{cases} 5 \text{ при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{35} = \begin{cases} 4 \text{ при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{45} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

Операции проводить в такой последовательности:

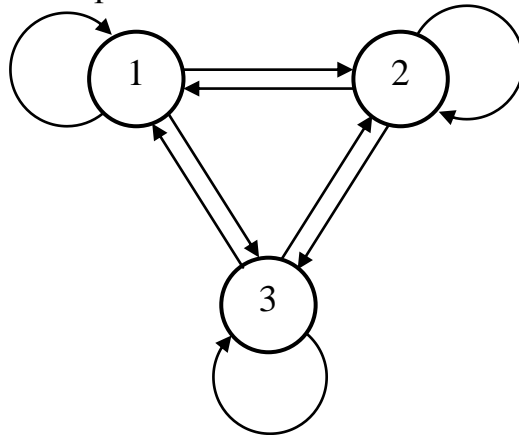
расщепление состояния 2;

уничтожение петель на состояниях 3 и 4;

объединение состояний с первого по четвертое и с первого по по четвертое-штрих;

объединение параллельных дуг.

55. Из полумарковского процесса



$$h(t) = \begin{bmatrix} 0,3f_{11}(t) & 0,4f_{12}(t) & 0,4f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0,6f_{22}(t) & 0,3f_{23}(t) \\ 0,1f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0,6f_{33}(t) \end{bmatrix}$$

где

$$f_{11} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 \text{ при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 \text{ при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

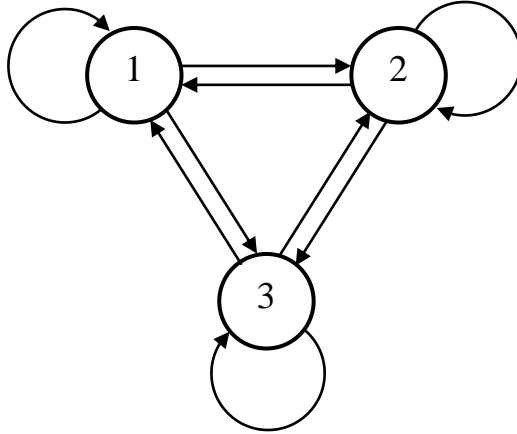
$$f_{31} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

получить процесс для определения времени достижения состояния 2 из состояния 1 и рассчитать методом последовательных упрощений вероятность достижения, математическое ожидание и дисперсию времени достижения состояния 2 из состояния 1.

56. Из полумарковского процесса



$$h(t) = \begin{bmatrix} 0,3f_{11}(t) & 0,4f_{12}(t) & 0,4f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0,6f_{22}(t) & 0,3f_{23}(t) \\ 0,1f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0,6f_{33}(t) \end{bmatrix}$$

где

$$f_{11} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 \text{ при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 \text{ при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

получить процесс для определения времени возврата в состояние 3 и рассчитать методом последовательных упрощений вероятность достижения, математическое ожидание и дисперсию времени возврата в состояние 2.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)

57. Общее определение параллельного полумарковского процесса.
58. Простейший М-параллельный полумарковский процесс.
59. Соревнование в М-параллельном полумарковском процессе.
60. Определение плотностей распределения и вероятностей победы и поражения в соревновании.
61. Определение плотностей распределения и вероятностей победы и поражения в соревновании вырожденных законов распределения.
62. Определение плотностей распределения и вероятностей победы и поражения в соревновании равномерных законов распределения.
63. Определение плотностей распределения и вероятностей победы и поражения в соревновании вырожденного и равномерного законов распределения.
64. Определение плотностей распределения и вероятностей победы и поражения в соревновании. экспоненциальных законов распределения.
65. Соревнуются M процессов $\delta(t - T_m)$, таких, что $T_1 > \dots > T_m > \dots > T_M$. Необходимо найти вероятностные и временные характеристики победы и поражения каждого из процессов в соревновании.
66. Плотности распределения имеют вид:

$$f_{11} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 \text{ при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 \text{ при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 10 \text{ при } |t-5| \leq 0,05 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо найти плотности распределения вероятностные характеристики, математические ожидания и дисперсии победы и поражения в соревновании каждой тройки: (f_{11}, f_{21}, f_{31}) , (f_{12}, f_{22}, f_{32}) , (f_{13}, f_{23}, f_{33}) ,

67. Оценка времени ожидания.

68. Оценка времени ожидания для плотностей распределения, определенных вырожденными законами.

69. Оценка времени ожидания для плотностей распределения, определенных равномерными законами.

70. Оценка времени ожидания для плотностей распределения, определенных вырожденным и равномерным законами.

71. Оценка времени ожидания для плотностей распределения, определенных экспоненциальным и произвольным законами.

72. Соревнуются M процессов $\delta(t - T_m)$, таких, что $T_1 = 0,5, T_2 = 1, T_3 = 2, \dots$. Необходимо найти плотности распределения времени ожидания для каждой пары вырожденных законов.

73. Плотности распределения имеют вид:

$$f_1 = \begin{cases} 2 \text{ при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases} \quad f_2 = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо найти плотности распределения времени ожидания для этой пары законов.

74. Плотности распределения имеют вид:

$$f_3 = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases} \quad f_4 = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-1,5| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо найти плотности распределения времени ожидания для этой пары законов

75. Плотности распределения имеют вид:

$$f_5 = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases} \quad f_6 = \delta(t-2)$$

Необходимо найти плотности распределения времени ожидания для этой пары законов

76. Плотности распределения имеют вид:

$$f_5 = \begin{cases} 1 \text{ при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 \text{ в остальных случаях} \end{cases} \quad f_6 = \delta(t-1)$$

Необходимо найти плотности распределения времени ожидания для этой пары законов

77. Плотности распределения имеют вид:

$$f_7 = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad f_8 = \delta(t-3)$$

Необходимо найти плотности распределения времени ожидания для этой пары законов.

78. Даны полумарковские процессы со временем выполнения

$$f_1 = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_2 = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_3 = \begin{cases} 0,5 & \text{при } |t-1| \leq 1 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо провести анализ соревнования между процессами.

1) Определить плотность распределения времени до победы одного из участников.

2) Определить плотность распределения времени до победы каждого из участников.

3) Определить плотность распределения времени до поражения одного из участников.

4) Определить плотность распределения времени до поражения каждого из участников.

5) Определить время ожидания первым участником, когда дистанцию завершит второй и третий участник.

79. Достижение финиша K процессами из M.

80. Пусть соревнуются процессы

$$f_1 = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_2 = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_3 = \begin{cases} 3 & \text{при } |t-1| \leq 0,165 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо определить плотность распределения времени достижения поглощающего состояния одним из трех процессов

81. Пусть соревнуются процессы

$$f_1 = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_2 = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

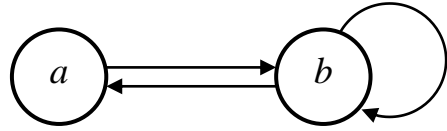
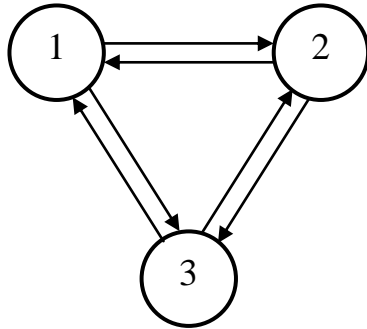
$$f_3 = \begin{cases} 3 & \text{при } |t-1| \leq 0,165 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Необходимо определить плотность распределения времени достижения поглощающего состояния двумя из трех процессов.

82. Сложный M -параллельный полумарковский процесс. Формирование структуры.

83. Сложный M -параллельный полумарковский процесс. Формирование стохастической и полумарковской матриц.

84. Даны полумарковские процессы со структурами, приведенными на рис.



Полумарковская матрица, определяющая процесс 1, имеет вид

$$h_1(t) = \begin{bmatrix} 0 & 0,4f_{12}(t) & 0,6f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0 & 0,9f_{23}(t) \\ 0,7f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0 \end{bmatrix},$$

где

$$f_{12} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

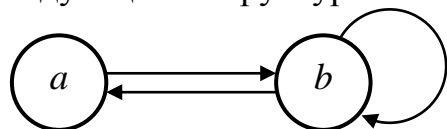
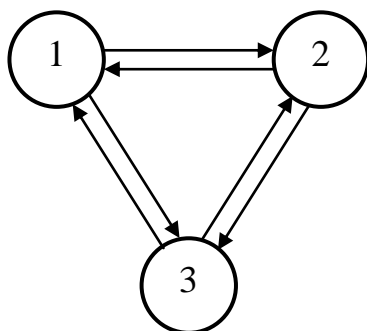
$$f_{23} = \begin{cases} 4 & \text{при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Построить структуру сложного параллельного процесса.

85. Даны полумарковские процессы со следующими структурами.



Полумарковская матрица, определяющая процесс 1, имеет вид

$$h_1(t) = \begin{bmatrix} 0 & 0,4f_{12}(t) & 0,6f_{13}(t) \\ 0,1f_{21}(t) & 0 & 0,9f_{23}(t) \\ 0,7f_{31}(t) & 0,3f_{32}(t) & 0 \end{bmatrix},$$

где

$$f_{12} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{21} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 & \text{при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-3| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{32} = \begin{cases} 10 & \text{при } |t-4| \leq 0,05 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Найти полумарковскую матрицу сложного параллельного процесса.

86. Составление расписаний функционирования узлов и блоков робота (парные многостадийные соревнования).

87. Соревнования в эстафете.

88. Оценка эффективности соревнований в эстафете.

89. В парной эстафете первый участник проходит этапы за время

$$f_{11} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-1| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{12} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-1| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 2 & \text{при } |t-2| \leq 0,25 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Второй участник проходит этапы за время.

$$f_{21} = \begin{cases} 1 & \text{при } |t-2| \leq 0,5 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} 5 & \text{при } |t-1,5| \leq 0,1 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$f_{23} = \begin{cases} 4 & \text{при } |t-1| \leq 0,125 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Провести анализ эстафеты.

90. Схема цифрового управления режимом ШИМ.

91. Схема цифрового управления трехфазным шаговым двигателем.

92. Дискретные (решетчатые) функции.

93. Линейные и нелинейные дискретные функции.

- 94. Конечная разность, конечная сумма.
- 95. Дискретное уравнение.
- 96. Разностные уравнения.
- 97. Линейные разностные уравнения. Неоднородные и однородные уравнения.
- 98. Решение разностного уравнения
- 99. Вычисление свертки двух дискретных функций.

3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)

- 100. Нерекурсивный фильтр.
- 101. Рекурсивный фильтр.
- 102. Реализация дискретного ПИД-регулятора.
- 103. Численное решение разностных уравнений.
- 104. Реализация фильтра, основанного на порядковых статистиках.
- 105. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование.
- 106. Связь между преобразованием Лапласа и D-Z-преобразованиями.
- 107. Линейность Z-преобразования.
- 108. Смещение в частотной области.
- 109. Смещение в сигнальной области.
- 110. Основные свойства Z-преобразования.
- 112. Изображение конечной суммы.
- 113. Изображение конечных разностей.
- 114. Начальное значение дискретной функции.
- 115. Конечное значение дискретной функции.
- 116. Преобразование свертки дискретных функций
- 117. Представление разностных уравнений в частотной области.
- 118. Передаточная функция разомкнутой системы.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)

- 119. Передаточная функция последовательно расположенных элементов.
- 120. Передаточная функция параллельно расположенных элементов.
- 121. Передаточная функция замкнутой системы.
- 122. Передаточная функция линейной системы с произвольной структурой.
- 123. Структурное упрощение системы с произвольной структурой. Уничтожение местных контуров обратной связи.
- 124. Структурное упрощение системы с произвольной структурой. Уничтожение элементов структуры.

- 125. Типовая структурная схема управления роботами.
- 126. Структурная схема разомкнутого объекта.
- 127. Структурная схема замкнутого объекта.
- 128. Матричное уравнение, описывающее структурную схему замкнутого объекта.
- 129. Порядок характеристического полинома системы с перекрестными связями.
- 130. Порядок характеристического полинома системы без перекрестных связей.
- 131. Погрешности метода цифрового управления многоконтурными объектами
- 132. Структурная схема замыкания обратных связей через цифровой контроллер.
- 133. Погрешности оцифровки сигналов обратной связи.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)

- 134. Муаровый эффект при оцифровке.
- 135. Чистое запаздывание.
- 136. Шум полинга.
- 137. Перекос данных.
- 138. Цифровое управление нелинейными объектами
- 139. Типовые нелинейности и их математические модели.
- 140. Статические характеристики типа «зона нечувствительности», «ограничение», релейная характеристика, трехпозиционное реле.
- 141. Статическая характеристика типа «сухое трение».
- 142. Статическая характеристика типа «гистерезис».
- 143. Статическая характеристика типа «люфт».
- 144. Структурная схема цифрового управления манипуляционными системами, включающими типовые нелинейности.
- 145. Методы моделирования управляемых манипуляторов с нелинейностями.
- 146. Задачи управления, решаемые в робототехнических системах
- 147. Задача захвата груза.
- 148. Задача отпускания груза.
- 149. Задача перемещения груза из одной точки в другую.
- 150. Задача перемещения груза из одной точки в другую с заданной скоростью.
- 151. Задача перемещения груза из одной точки в другую по заданной траектории.
- 152. Интерполяция сплайнами.
- 153. Интерполяционный полином Лагранжа.
- 154. Пошаговая реализация траекторий.
- 155. Динамические и кинематические алгоритмы.

156. Планирование поэтапного прохождения траектории.
157. Эстафета с активным и пассивным субъектами.
158. Процесс с активным и пассивным субъектами.
159. Цифровая модель эстафеты.
160. Эффект ничьей в цифровой модели эстафеты.
161. Траектория в пространстве состояний при наличии эффекта ничьей.
162. Оценка эффективности соревнования.
163. Сигнал, подаваемый на вход робототехнической системы $x = \sin 2\pi t$, дискретизируется с периодом τ . Необходимо:
 найти выражение для значений отсчетов дискретного сигнала;
 получить формулу для аналогового представления дискретного сигнала;
 получить формулу для коечной разности первого, второго и т.п. порядка дискретного сигнала;
 получить формулу для конечной суммы дискретного сигнала;
 получить выражение для аналоговых представлений конечной суммы и конечной разности.
164. Сигнал, подаваемый на вход робототехнической системы $x = \exp\left(-\frac{t}{T}\right)$, дискретизируется с периодом τ . Необходимо:
 найти выражение для значений отсчетов дискретного сигнала;
 получить формулу для аналогового представления дискретного сигнала;
 получить формулу для коечной разности первого, второго и т.п. порядка дискретного сигнала;
 получить формулу для конечной суммы дискретного сигнала;
 получить выражение для аналоговых представлений конечной суммы и конечной разности дискретного сигнала.
165. Задано линейное дифференциальное уравнение $\sum_{n=0}^N a_n \frac{d^n x}{dt^n} = \cos t$.
 Необходимо получить это уравнение в виде разностного уравнения.
166. Получить решение разностного уравнения $\sum_{n=0}^N a_n \frac{d^n x}{dt^n} = \cos t$ для случая $N = 1$.
167. Получить решение разностного уравнения $\sum_{n=0}^N a_n \frac{d^n x}{dt^n} = \cos t$ для случая $N = 2$.
168. Построить нерекурсивный фильтр, реализующий импульсный отклик $x = \exp(-t)$.
169. Построить рекурсивный фильтр, реализующий передаточную функцию $\frac{T_1 p + 1}{T_1 p + 1}$, $p = L\left[\frac{d}{dt}\right]$ - оператор дифференцирования.

4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы (проекта)) по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)

1. Работа системы определяется матричным уравнением:

$$X = \varepsilon \begin{bmatrix} \frac{k_{11}}{(T_{11}z + 1)z} & 1 \\ 1 & \frac{k_{22}}{(T_{22}z + 1)z} \end{bmatrix}.$$

Система замыкается через цифровой контроллер. При управлении обеспечиваются задержки по времени между входными воздействиями, τ_1 . Сигналы обратной связи поступают в контроллер с перекосом τ_2 . Обратная связь является единичной. Задержка между вводом второго сигнала обратной связи и появлением первого сигнала ε_1 равна $\tau_3 H$. В цифровом контроллере реализован ПИД-регулятор. Необходимо найти полную передаточную функцию замкнутой системы.

2. Работа системы определяется матричным уравнением:

$$X = \varepsilon \begin{bmatrix} \frac{k_{11}}{T_{11}^2 2\xi_{11} T_{11}z + 1} & \frac{k_{12}}{T_{12}z + 1} \\ \frac{k_{21}}{T_{21}z + 1} & \frac{k_{22}}{T_{11}^2 2\xi_{22} T_{22}z + 1} \end{bmatrix}.$$

Система замыкается через цифровой контроллер. При управлении обеспечиваются задержки по времени между входными воздействиями, τ_1 . Сигналы обратной связи поступают в контроллер с перекосом τ_2 . Обратная связь является единичной. Задержка между вводом второго сигнала обратной связи и появлением первого сигнала ε_1 равна $\tau_3 H$. В цифровом контроллере реализован ПИД-регулятор. Необходимо найти полную передаточную функцию замкнутой системы.

3. Работа системы определяется матричным уравнением:

$$X = \varepsilon \begin{bmatrix} \frac{k_{11}}{T_{11}z + 1} & \frac{k_{12}}{T_{12}z + 1} \\ \frac{k_{21}}{T_{21}z + 1} & \frac{k_{22}}{T_{22}z + 1} \end{bmatrix}.$$

В системе действуют нелинейности типа «сухое трение», люфт в обратной связи. Необходимо построить структурную схему разомкнутой системы.

4. Работа системы определяется матричным уравнением:

$$X = \varepsilon \begin{bmatrix} \frac{k_{11}}{T_{11}z+1} & \frac{k_{12}}{T_{12}z+1} \\ \frac{k_{21}}{T_{21}z+1} & \frac{k_{22}}{T_{22}z+1} \end{bmatrix}.$$

5. Система замыкается через цифровой контроллер. В системе действуют нелинейности типа «сухое трение», люфт в обратной связи. При управлении обеспечиваются задержки по времени между входными воздействиями, τ_1 . Сигналы обратной связи поступают в контроллер с перекосом τ_2 . Обратная связь является единичной. Задержка между вводом второго сигнала обратной связи и появлением первого сигнала ε_1 равна $\tau_3 H$. В цифровом контроллере реализован ПИД-регулятор. Необходимо найти полную передаточную функцию замкнутой системы.

6. Для работы сварочного робота необходимо обеспечить движение сварочной горелки по следующей траектории:

$$\begin{cases} x(t) = at; \\ y(t) = b \sin 2\pi\omega t; \\ z(t) = c, \end{cases} \quad (9.9)$$

где x, y, z - декартовы координаты; a - скорость движения горелки, b - амплитуда колебаний относительно шва; c - высота горелки над швом.

Необходимо

разбить траекторию на дискретные отрезки.

оценить ошибку дискретизации;

разработать алгоритм пошагового формирования шва, обеспечивающий плавное движение горелки.

7. Для работы сварочного робота необходимо обеспечить движение сварочной горелки по следующей траектории:

$$\begin{cases} x(t) = a \sin 2\pi\omega t; \\ y(t) = b \sin 2\pi\omega t; \\ z(t) = c, \end{cases} \quad (9.9)$$

где x, y, z - декартовы координаты; a - скорость движения горелки, b - амплитуда колебаний относительно шва; c - высота горелки над швом.

Необходимо

разбить траекторию на дискретные отрезки.

оценить ошибку дискретизации;

разработать алгоритм пошагового формирования шва, обеспечивающий плавное движение горелки.

8. Описать движение манипулятора, который пишет букву «Г».

9. Описать движение манипулятора, который пишет букву «а».

10. При планировании технологического процесса были получены следующие дискретные значения реперных точек траектории.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x	7	4	6	8	3	6	1	6	5	4
y	1	2	3	2	1	2	3	2	1	2

z	9	7	5	8	4	3	10	2	5	6
---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

Необходимо:

аппроксимировать кривые с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа;

разбить траекторию на дискретные отрезки.

оценить ошибку дискретизации;

разработать алгоритм пошагового движения схвата робота.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)

1. Найти оригинал, соответствующий изображению $\frac{z^{2n}}{[z^n - \exp(-a)]^2}$.
2. Найти изображение функции n^k ;
3. Найти изображение функции $n^k e^{na}$.
4. Найти $Z\left[\frac{\eta(n-1)}{n}\right]$.
5. Дана структура, приведенная на рис. 5.5.

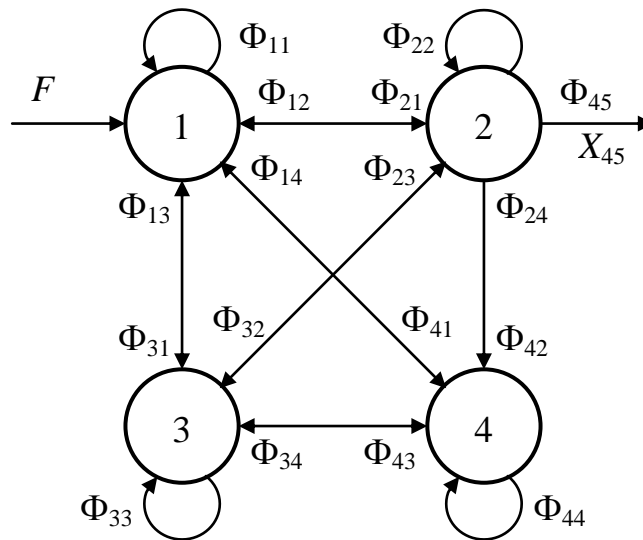


Рис. 5.5. Структура системы

Найти передаточную функцию $\frac{X}{F}$.

6. Работа системы определяется матрицей

$$\frac{X}{F} = \begin{vmatrix} \frac{k_{11}}{T_{11}z+1} & \frac{k_{12}}{T_{12}z+1} & 0 \\ \frac{k_{21}}{T_{21}z+1} & \frac{k_{22}}{T_{22}z+1} & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Необходимо найти реакцию системы на единичное ступенчатое воздействие.

7. Система

$$\frac{X}{F} = \begin{vmatrix} \frac{k_{11}}{T_{11}z+1} & \frac{k_{12}}{T_{12}z+1} & 0 \\ \frac{k_{21}}{T_{21}z+1} & \frac{k_{22}}{T_{22}z+1} & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

замыкается единичной обратной связью. Необходимо найти реакцию системы на единичное ступенчатое воздействие

8. Работа системы определяется матричным уравнением:

$$X = \varepsilon \begin{bmatrix} \frac{k_{11}}{T_{11}z+1} & \frac{k_{12}}{T_{12}z+1} \\ \frac{k_{21}}{T_{21}z+1} & \frac{k_{22}}{T_{22}z+1} \end{bmatrix}.$$

Система замыкается через цифровой контроллер. При управлении обеспечиваются задержки по времени между входными воздействиями, τ_1 . Сигналы обратной связи поступают в контроллер с перекосом τ_2 . Обратная связь является единичной. Задержка между вводом второго сигнала обратной связи и появлением первого сигнала ε_1 равна $\tau_3 H$. В цифровом контроллере реализован ПИД-регулятор. Необходимо найти полную передаточную функцию замкнутой системы.

9. Работа системы определяется матричным уравнением:

$$X = \varepsilon \begin{bmatrix} \frac{k_{11}}{T_{11}z+1} & 0 \\ 0 & \frac{k_{22}}{T_{22}z+1} \end{bmatrix}.$$

Система замыкается через цифровой контроллер. При управлении обеспечиваются задержки по времени между входными воздействиями, τ_1 . Сигналы обратной связи поступают в контроллер с перекосом τ_2 . Обратная связь является единичной. Задержка между вводом второго сигнала обратной связи и появлением первого сигнала ε_1 равна $\tau_3 H$. В цифровом контроллере реализован ПИД-регулятор. Необходимо найти полную передаточную функцию замкнутой системы.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)

1. Разработать алгоритм нерекурсивной медианной фильтрации.

2. Разработать нерекурсивный фильтр, реализующий ПИД регулятор.
3. Разработать функциональную и структурную схемы замкнутой дискретной системы управления звеном манипулятора робота с ПИД-регулятором в контуре обратной связи.
4. Разработать функциональную и структурную схемы замкнутой дискретной системы управления звеном манипулятора робота с нерекурсивным интегро-дифференцирующим фильтром.
5. Преобразовать единичную функцию Хевисайда в дискретную форму и найти ее Z-преобразование.
6. Преобразовать единичную функцию Хевисайда в дискретную форму и найти ее Z-преобразование.
7. Преобразовать функцию $\sin 2\pi t$ в дискретную форму и найти ее Z-преобразование.
8. Преобразовать функцию $\exp(-t)$ в дискретную форму и найти ее Z-преобразование.
9. Преобразовать функцию $\eta(t + \tau) - \eta(t - \tau)$ в дискретную форму и найти ее Z-преобразование.
10. Найти Z-преобразование свертки функций $\eta(n)$ и $\exp(-an)$.