

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания
по изучению дисциплины
для студентов очной и заочной форм обучения
направления подготовки
14.05.02 «Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг»

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 621.036.55(07)

Р е ц е н з е н т:

А.В. Углов – доцент кафедры ЭС АС
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
канд. техн. наук, доцент

Составители: Е.Н. Давиденко, А.А. Чуклин

Автоматизация технологических: метод. указания по изучению дисциплины для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» / Сост. Е.Н. Давиденко, А.А. Чуклин. – Севастополь: СевГУ, 2018. – 24 с.

Предназначены для изучения дисциплины «Автоматизация технологических процессов». Здесь рассмотрены вопросы роли и значения дисциплины, содержание дисциплины. Приведены задания на самостоятельную работу студентов очной формы обучения. Даны варианты контрольных работ студентов заочной формы обучения, вопросы итогового контроля. Приведен перечень литературы, необходимой для изучения дисциплины.

УДК. 621.036.55(07)

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании ученого совета Института ядерной энергии и промышленности, протокол № 1 от 25 января 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания	4
2. Содержание дисциплины	5
3. Методические указания по изучению дисциплины	5
3.1. Методические указания для студентов очной формы обучения	5
3.2. Методические указания для студентов заочной формы обучения	11
3.2.1. Методические рекомендации и варианты индивидуальных заданий для выполнения контрольных работ	12
3.2.2. Варианты контрольных работ	12
4. Пример выполнения контрольной работы	20
5. Список рекомендованной литературы	23
6. Контроль знаний и его характеристика	23

1. Общие указания

Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Автоматизация технологических процессов» являются теоретическая и практическая подготовка студентов по основам построения имитационных моделей прикладных и информационных процессов, структур систем и их отдельных подсистем, систем управления, систем поддержки принятия решений.

Задачи дисциплины: подготовка студентов для научной и практической деятельности в области разработки моделей сложных систем и проведения исследований на этих моделях.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (специалитета)

Дисциплина «Автоматизация технологических процессов» (СЗ.Б18) является элементом базовой части профессионального цикла основной образовательной программы (ООП ВПО). Изучение дисциплины базируется на материалах следующих курсов: "Математика", "Математические методы моделирования физических процессов", "Проектирование автоматизированных систем. Для успешного освоения дисциплины студент должен знать: методы и принципы решения основных классов математических задач, основные принципы объектно-ориентированного подхода, модели решения функциональных и вычислительных задач, основные операторы булевой алгебры, природу случайных процессов. Дисциплина является одной из основ для дисциплин "Идентификация и моделирование технологических объектов", "Эксплуатация комплексных систем управления".

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с результатами освоения образовательной программы

Результатом обучения по дисциплине является профессионально – специализированная компетенция (ПСК-2.3) – способность разрабатывать и использовать программные модели объекта и алгоритмы управления для проведения исследований в области контроля, управления и защиты ядерных энергетических установок (ЯЭУ).

2. Содержание дисциплины

Введение. Задачи и назначение дисциплины, место занимаемое в системе подготовки специалиста АЭС. Общие вопросы моделирования. Основные положения учебной программы. Связь с другими дисциплинами. Методика самостоятельной работы по дисциплине "Автоматизация технологических процессов".

Тема 1. Моделирование производственных процессов: основные принципы подхода в моделировании систем и классификация видов моделирования систем; математические схемы моделирования систем; непрерывно-стохастические модели (Q-схемы); формализация производственного процесса; основы создания имитационной модели производственного процесса.

Тема 2. Система программного обеспечения языка моделирования GPSS/PC: особенности построения и работы моделей в среде GPSS; категории и типы объектов GPSS; кодирование операторов GPSS/PC; объекты аппаратной, вычислительной, статистической, запоминающей, группирующей категории. Списки пользователя; одноканальные и многоканальные устройства; операторы контроля управления. Команды GPSS/PC; стандартная выходная статистика.

Заключение. Краткое обобщение дисциплины.

3. Методические указания по изучению дисциплины

3.1. Методические указания для студентов очной формы обучения

При изучении материала по курсу "Автоматизация технологических процессов" требуется систематическая работа, при этом необходимо относиться к учебному материалу дифференцированно:

- в курсе имеется материал, о котором достаточно иметь лишь общее представление (это различные исторические данные, сведения о работе ученых, факты, привлекаемые из смежных отраслей знаний и т.д.)

- но в каждом разделе курса есть материал, который необходим запомнить. К таким сведениям относятся: постоянные величины, формулы, определения, условные графические обозначения и т.д.

- значительное место занимает материал, который требует понимания (физический смысл явлений и процессов, происходящих в элементах и функциональных узлах измерительных приборов и т.д.).

При изучении дисциплины проводятся следующие виды занятий в аудиторных часах:

- лекции;
- практические занятия;
- контрольные работы;

При изучении материала курса рекомендуется составлять краткий конспект, записывать основные правила и определения, зарисовывать схемы и графики.

Для полноценного изучения курса приводится список рекомендованной литературы.

При изучении курса рекомендуется ознакомиться с дополнительной литературой, в которой шире и глубже рассматриваются достижения современной науки и техники.

Необходимо учесть, что в связи со сложностью курса материал рекомендуется изучать по темам в последовательности, приведенной в программе.

Самостоятельная работа студентами над учебным материалом проводится в часы самостоятельных занятий с целью более глубокого овладения знаниями по программе дисциплины. Главным содержанием этих занятий является самостоятельная индивидуальная работа каждого студента при решении поставленных задач.

Перечень вопросов, рассматриваемых на самостоятельном занятии и методика его выполнения, доводятся до студентов в конце каждого аудиторного занятия.

Прежде чем изучать материал по рекомендованной литературе, необходимо проанализировать те установки, которые были даны на аудиторных занятиях. Желательно выбирать те учебники и методические пособия, которые рекомендуются для изучения дисциплины. В случае отсутствия рекомендуемой литературы возможно использование других учебных изданий по теме задания.

Необходимо помнить, что изучение любой темы начинается всегда с освоения основных понятий и определений, изложенных в аудиторные часы.

Для определения степени усвоения студентами изученного материала вопросы по теме заданий включаются в перечень вопросов контрольных работ и итогового контроля по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости осуществляется на основе оценок, полученных студентами в ходе проведения практических занятий.

Для оценки уровня теоретических и практических знаний используются контрольные работы.

Задание на контрольную работу № 1

Тема: Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы)

Цель: Проверить и оценить уровень усвоенных знаний, умений и навыков студентов по изученной теме.

При подготовке к контрольной работе необходимо:

- еще раз повторить все определения и формулировки этой темы;

- выучить наизусть все определения
- выучить все элементы Q-схем
- просмотреть все виды задач, решенных в классе и самостоятельно.

Перечень вопросов, подлежащих изучению для контрольной работы:

1. Перечислите проблемы, которые возникают при проектировании систем.
2. Преимущества использования математического моделирования.
3. Перечислите, какие вы знаете принципы моделирования.
4. Опишите принцип информативной достаточности.
5. Опишите принцип множественности моделей.
6. Опишите принцип параметризации.
7. Опишите принцип осуществимости.
8. Опишите принцип агрегирования.
9. Какие виды моделирования включает в себя математическое моделирование.
10. Дайте определения математическому моделированию.
11. Дайте определения аналитическому моделированию.
12. Дайте определения имитационному моделированию.
13. Какие вы знаете типовые математические схемы.
14. Поясните понятие Непрерывно-стохастические модели.
15. Расшифруйте словосочетание СМО.
16. Нарисуйте схему процесса формализации.
17. Перечислите все элементы Q-схем.
18. Приведите пример схемы, в которой используются два последовательных (без очередей) и трех параллельно соединенных каналов с общей очередью.
19. Приведите пример схемы, в которой используются три последовательных (с очередью) и два параллельно соединенных каналов с отдельной очередью.
20. Приведите пример схемы, в которой используются два последовательно (с очередью) и трех параллельно соединенных каналов с общей очередью.
21. Приведите пример схемы, в которой используются два последовательных (без очередей) и четырех параллельно соединенных каналов с отдельной очередью.
22. Перечислите элементы, которые входят в структуру имитационных моделей.
23. Опишите составляющую имитационных моделей такую как параметр.
24. Опишите составляющую имитационных моделей такую как переменные.
25. Опишите составляющую имитационных моделей такую как функциональные зависимости.

26. Перечислите преимущества имитационных моделей.
27. Перечислите применимость имитационных моделей.
28. Перечислите недостатки имитационных моделей.
29. Перечислите требования, применяемые к имитационным моделям.
30. Перечислите этапы процесса имитации.
31. Что происходит во время этапа имитационного моделирования, такого как определение системы и планирование эксперимента.
32. Что происходит во время этапа имитационного моделирования, такого как формализация системы и трансляция модели.
33. Что происходит во время этапа имитационного моделирования, такого как планирование эксперимента и документирование.
34. Что происходит во время этапа имитационного моделирования, такого как оценка адекватности и интерпретация результатов.

Задание на контрольную работу № 2

Тема: Особенности построения и работы моделей в среде GPSS.

Цель: Проверить и оценить уровень усвоенных знаний, умений и навыков студентов по изученной теме.

При подготовке к контрольной работе необходимо:

- еще раз повторить все определения и формулировки этой темы;
- выучить наизусть все категории и объекты, которые к ним относятся
- знать основные стандартные числовые атрибуты
- просмотреть все виды задач, решенных в классе и самостоятельно.

Перечень вопросов, подлежащих изучению для контрольной работы:

1. Какие СЧА используются для обозначения переменных?
2. Дайте определения объектам GPSS, таким как сообщения (транзакты).
3. Расшифруйте GENERATE 100, FN\$EXPDIS, ,100.
4. Графическое представление блоков QUEUE и DEPART.
5. Посчитать 47 VARIABLE 18(7/3).
6. Расшифруйте STIM FUNCTION P1,D3
1,4/2,9/3,11
7. Перечислите режимы работы блока TRANSFER и приведите примеры.
8. Принцип работы блока GATHER.
9. Блок PREEMPT A,B,C,D,E (расшифруйте операнд A и E).
10. Какие СЧА используются для обозначения очередей?
11. Дайте определения объектам GPSS, таким как блоки.
12. Расшифруйте GENERATE FN\$wer, FN\$EXPDIS,45,,4.
13. Графическое представление блоков SEIZE и RELE SE.
14. Посчитать 23 FVARIABLE 18(7/3).
15. Расшифруйте STIM FUNCTION RN1,E3

0.1,S4/0.2,9/1,S6

16. Перечислите режимы работы блока ASSIGN и приведите примеры.
 17. Принцип работы блока ASSEMBLE.
 18. Блок PREEMPT A,B,C,D,E (расшифруйте операнд B и C).
 19. Какие СЧА используются для обозначения памяти?
 20. Дайте определения объектам GPSS таким как одноканальные устройства
 21. Расшифруйте GENERATE 100,FN\$rew,,5,,7.
 22. Графическое представление блока TERMINATE и ADVANCE.
 23. Посчитать 47 VARIABLE 14(8/3).
 24. Расшифруйте STIM FUNCTION RN1,D3
- 0.1,LB1/0.74,LB2/1,LB3
25. Принцип работы блока TEST и приведите примеры.
 26. В чем отличие блока GATHER от ASSEMBLE.
 27. Блок PREEMPT A,B,C,D,E (расшифруйте операнд B и E).
 28. Какие СЧА используются для обозначения функций?
 29. Дайте определения объектам GPSS, таким как многоканальные устройства.
 30. Расшифруйте GENERATE FN\$Etr,45,,,,7.
 31. Графическое изображение блока GENERATE и ADVANCE.
 32. Посчитать 23 FVARIABLE 14(8/3).
 33. Принцип работы блока SPLIT и приведите примеры.
 34. Какие блоки используются для накопления транзактов одного ансамбля?
 35. Блок PREEMPT A,B,C,D,E (расшифруйте операнд B и E).
 36. К какой категории GPSS относятся типы объектов GPSS, такие как устройства ключи память?
 37. Какие типы объектов GPSS относятся к статистической категории GPSS?
 38. Какое содержание имеет элемент статистики END TIME?
 39. Какое поле определяет количество транзактов, находящихся в данном блоке в конце моделирования?
 40. Какой оператор показывает симулятору GPSS, что все входные данные получены и можно начинать счёт?
 41. К какому объекту аппаратной категории относится карта STORAGE?
 42. Какой их перечисленных блоков является блоком создания транзакта?
 43. Что означает в блоке GENERATE 10,2,1000,10,4 цифра 1000.
 44. Какой блок служит для освобождения устройства?
 45. Какой блок служит для организации перехода транзакта на блок, отличный от последующего?

46. Какой блок служит для изменения значения параметров вошедшего транзакта?

47. Какой блок служит для накопления одного или нескольких членов ансамбля в одном месте до тех пор количество накопленных транзактов не сравняется с заданным?

48. К какой категории GPSS относятся типы объектов GPSS, такие как устройства ключи память?

49. Какие типы объектов GPSS относятся к статистической категории GPSS

50. Какое содержание имеет элемент статистики END TIME?

51. Какое поле определяет количество транзактов, находящихся в данном блоке в конце моделирования?

52. Какой оператор показывает симулятору GPSS, что все входные данные получены и можно начинать счёт?

53. К какому объекту аппаратной категории относится карта STORAGE?

54. Какой их перечисленных блоков является блоком создания транзакта?

55. Что означает в блоке GENERATE 10,2,1000,10,4 цифра 1000

56. Какой блок служит для освобождения устройства?

57. Какой блок служит для организации перехода транзакта на блок, отличный от последующего?

58. Какой блок служит для изменения значения параметров вошедшего транзакта?

59. К какой категории GPSS относятся типы объектов GPSS, такие как, устройства ключи память?

60. Какие типы объектов GPSS относятся к статистической категории GPSS?

61. Какое содержание имеет элемент статистики END TIME?

62. Какое поле определяет количество транзактов, находящихся в данном блоке в конце моделирования?

63. Какой оператор показывает симулятору GPSS, что все входные данные получены и можно начинать счёт?

64. К какому объекту аппаратной категории относится карта STORAGE?

65. Какой их перечисленных блоков является блоком создания транзакта?

66. Что означает в блоке GENERATE 10,2,1000,10,4 цифра 1000.

67. Какой блок служит для освобождения устройства?

68. Какой блок служит для организации перехода транзакта на блок, отличный от последующего?

69. Какой блок служит для изменения значения параметров вошедшего транзакта?

70. Какой блок служит для накопления одного или нескольких членов ансамбля в одном месте до тех пор количество накопленных транзактов не сравняется с заданным?

Практическая часть контрольной работы включает в себя построение имитационной модели технологического процесса в среде GPSS.

3.2. Методические указания для студентов заочной формы обучения

Отличие заочного образования от дневного состоит в том, что основной формой обучения является самостоятельная работа студентов над учебным материалом.

Во время сессий студентам читают лекции по основным разделам дисциплины:

Л-1. Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы)

Л-2. Имитационное моделирование процессов и систем. Инструментальные средства моделирования, языки моделирования.

Л-3. Особенности построения и работы моделей в среде GPSS.

Л-4. Объекты аппаратной категории. Арифметические и булевские переменные.

Л-5. Блоки, связанные с динамической категорией.

Для закрепления теоретического материала проводят практическое занятие, лабораторную работу.

Пз-1. Применение Q-схемы для моделирования систем.

Пз-2. Создание и уничтожение транзактов.

Пз-3. Изменение маршрутов движения транзактов в модели. Безусловные переходы.

Пз-4. Изменение маршрутов движения транзактов в модели. Блок TEST.

Пз-5. Использование прерываний. Блоки PREEMPT и RETURN.

Детальное изучение материала студент производит самостоятельно по той литературе, которая ему предлагается. Все возникающие вопросы студент может решить при встрече с преподавателем, либо получив необходимую консультацию в письменном виде.

В течение семестра студент обязан выполнить контрольные работы, согласно индивидуальным заданиям.

Итоговый контроль проводится для определения степени усвоения студентами пройденного материала и проводится в виде экзамена.

3.2.1. Методические рекомендации для выполнения контрольной работы

Задания на контрольную работу выдаются студентам во время установочной сессии. При получении варианта контрольной работы содержание практических вопросов согласовывается с преподавателем.

Выполнение контрольной работы рекомендуется начинать только после изучения теоретического материала по рассматриваемой теме.

Контрольная работа должна выполняться студентом самостоятельно, это позволит преподавателю объективно оценивать работу, а также дать необходимые советы, на какие моменты студенту необходимо обратить внимание.

При выполнении контрольной работы особое внимание необходимо обратить на формулировки терминов, законов и понятий метрологического обеспечения согласно ДСТУ 2681-94.

Материал, изложенный в контрольной работе, должен глубоко освещать основные вопросы задания.

При оформлении контрольной работы необходимо указать перечень литературы, используемой при выполнении работы с указанием страниц.

Оформление контрольной работы выполняется согласно требованиям Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и ГОСТа 2.105-95 "Общие требования к текстовым документам".

Предоставление выполненной контрольной работы в институт осуществляется согласно графику выполнения заданий.

Правильно выполненная контрольная работа является допуском к итоговому контролю за семестр.

3.2.2. Варианты контрольной работы

КР-1. «Имитационная модель системы управления на языке моделирования GPSS».

Теоретические вопросы

1. Категории и типы объектов GPSS
2. Стандартные числовые атрибуты
3. Описание элементов файла статистики
4. Объекты GPSS/PC (Перечислите какие объекты вы знаете)
5. Объекты аппаратной категории (Перечислите какие объекты вы знаете)
6. Объекты вычислительной категории (Перечислите какие объекты вы знаете).
7. Объекты статистической категории (Перечислите какие объекты вы знаете).

8. Объекты запоминающей категории (Перечислите какие объекты вы знаете).

9. Объекты группирующей категории (Перечислите, какие объекты вы знаете).

10. Блоки, меняющие маршруты транзактов

11. Блоки, связанные с динамической категорией.

12. Блоки, описывающие аппаратную категорию.

13. Блоки, относящиеся к статистической категории.

14. Одноканальные и многоканальные устройства.

15. Понятие математической схемы.

16. Основные элементы символики Q-схем.

Практические вопросы

Необходимо разработать имитационную модель на языке GPSS:

- построить схему

- написать программу

- разобраться в результатах моделирования

- сделать выводы

Перечень сокращений: ППИ – параллельно-программируемый интерфейс; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ДШ – дешифратор; ИМ – исполнительный механизм; МП – микропроцессор; Мл – мультиплексор; ОЗУ – оперативно-запоминающее устройство.

В1 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. От Д1 каждые 10+2 с и обрабатываются первыми, от Д2 приходит 456 сигналов и первый задерживается на 15 с, от Д3 каждые 8 с, первый задерживается на 4 с, от Д4 приходит 156 сигналов. Сигналы от датчиков подаются к 3 мультиплексорам (Мл). От Д1 к Мл1; От Д2 44 % к Мл1, остальные к Мл2. От Д3 18 % к Мл2, 82 % к Мл3. Все сигналы от Д4 к Мл3. Причем очередь к Мл1 не может быть больше 16, а к Мл2 не больше 8, если больше, то сигналы отправляются в Мл3. Затем сигналы подаются в два ППИ, и они займут тот ППИ, где очередь наименьшая. Затем сигналы подаются в МП1, если он занят то в МП2, если и он занят то сигналы теряются. Затем сигналы подаются в ППИ4, если он занят то в ОЗУ, где хранятся 47 с и опять пытаются занять ППИ4. Затем сигналы подаются в четыре параллельно работающих дешифратора. С интенсивностью 56 мин возникает авария, которая прерывает работу ППИ4. Промоделировать в течение 10 часов. Определить, сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к мультиплексорам? Время обработки сигналов в устройстве задать самим.

В2 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. От Д1 каждые 100 с и обрабатываются после Д2, от Д2 приходит 273 сигнала и первый задерживается на 19 с, от Д3 каждые 18+7 с, первый задерживается на 5 с, от Д4 приходит 156 сигналов. Сигналы от датчиков подаются к 3 мультиплексорам (Мл). От Д1 к Мл2; От Д2 56 % к Мл1, остальные к Мл3. От Д3 28 % к Мл2, 82 % к Мл1. Все сигналы от Д4 к Мл3. Причем очередь к Мл2 не может быть больше 4, а к Мл3 не больше 5, если больше, то сигналы отправляются в Мл1. Затем сигналы подаются в два ППИ, и они займут тот ППИ, где очередь наименьшая. Затем сигналы подаются в МП2, если он занят то сигналы теряются. Затем сигналы подаются в ППИ4, если он занят то в ОЗУ, где хранятся 47 с и теряются. Затем сигналы подаются в три параллельно работающих дешифратора. С интенсивностью 156 мин возникает авария, которая прерывает работу ППИ4. Промоделировать в течение 10 часов. Определить, сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к мультиплексорам? Время обработки сигналов в устройстве задать самим.

В3 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. От Д1 каждые 20+4 с и обрабатываются после Д4, от Д2 приходит 273 сигнала и первый задерживается на 31 сек, от Д3 каждые 18 с, первый задерживается на 15 с, от Д4 приходит 156 сигналов. Сигналы от датчиков подаются к 3 мультиплексорам (Мл). От Д1 к Мл3; От Д2 56 % к Мл1, остальные к Мл2. От Д3 28 % к Мл2, 82 % к Мл1. Все сигналы от Д4 к Мл3. Причем очередь к Мл3 не может быть больше 14, а к Мл1 не больше 8, если больше, то сигналы теряются. Затем сигналы подаются в два ППИ, и они займут тот ППИ, где очередь наименьшая. Затем сигналы подаются в МП1, если он занят то сигналы теряются. Затем сигналы подаются в ППИ4, если он занят то в ОЗУ, где хранятся 29 с и отправляются МП1. Затем сигналы подаются в пять параллельно работающих дешифратора. С интенсивностью 79 мин возникает авария, которая прерывает работу ППИ4. Промоделировать в течение 10 часов. Определить, сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к мультиплексорам? Время обработки сигналов в устройстве задать самим.

В4 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. От Д1 178 сигналов и обрабатываются после Д2, от Д2 приходит 273 сигнала и первый задерживается на 31 с, от Д3 каждые 18 с, первый задерживается на 15 с, от Д4 каждые 4 с. Сигналы от датчиков подаются к 3 мультиплексорам (Мл). От Д3 к Мл3; От Д2 56 % к Мл1, остальные к Мл2. От Д1 28 % к Мл2, 82 % к Мл1. Все сигналы от Д4 к Мл1. Причем очередь к Мл1 не может быть больше 9, если больше, то

сигналы поступают в Мл2. Затем сигналы подаются в два ППИ, и они займут тот ППИ где очередь наименьшая. Затем сигналы подаются в МП2, если он занят то МП1. Затем 97 % в ППИ4, остальные в ОЗУ. Затем сигналы подаются в три параллельно работающих дешифратора. С интенсивностью 247 мин возникает авария, которая прерывает работу ППИ4. Промоделировать в течение 10 часов. Определить сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к мультиплексорам? Время обработки сигналов в устройстве задать самим.

В5 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. От Д1 каждые 15+4 с и обрабатываются первыми, от Д2 приходит 741 сигналов и первый задерживается на 18 с, от Д3 каждые 18+5 с, первый задерживается на 14 с, от Д4 приходит 156 сигналов. Сигналы от датчиков подаются к 3 мультиплексорам (Мл). От Д1 к Мл1; От Д2 56 % к Мл1, остальные к Мл3. От Д3 28 % к Мл2, 82 % к Мл1. Все сигналы от Д4 к Мл3. Причем очередь к Мл3 не может быть больше 7, если больше, то сигналы поступают в Мл2. Затем сигналы подаются в два ППИ, и они займут тот ППИ, где очередь наименьшая. Затем сигналы подаются в МП1, если он занят то МП2. Затем 69 % в ППИ4, остальные в ОЗУ. Затем сигналы подаются в четыре параллельно работающих дешифратора. С интенсивностью 147 мин возникает авария, которая прерывает работу МП1. Промоделировать в течение 10 часов. Определить сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к мультиплексорам? Время обработки сигналов в устройстве задать самим.

В6 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. От Д1 каждые 13+6 с и обрабатываются после Д4, от Д2 приходит 273 сигналов и первый задерживается на 5 с, от Д3 каждые 15+3 с, первый задерживается на 9 с, от Д4 приходит 657 сигналов. Сигналы от датчиков подаются к 3 мультиплексорам (Мл). От Д1 к Мл2; От Д2 75 % к Мл1, остальные к Мл3. От Д3 28 % к Мл2, 82 % к Мл3. Все сигналы от Д4 к Мл2. Причем очередь к Мл1 не может быть больше 17, а к Мл3 не больше 6, если больше, то сигналы отправляются в Мл2. Затем сигналы подаются в два ППИ, и они займут тот ППИ, где очередь наименьшая. Затем сигналы подаются в МП1, если он занят то сигналы теряются. Затем сигналы подаются в ППИ4, если он занят то в ОЗУ, где хранятся 147 с и теряются. Затем сигналы подаются в два параллельно работающих дешифратора. С интенсивностью 275 мин возникает авария, которая прерывает работу ППИ4. Промоделировать в течение 10 часов. Определить сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к мультиплексорам? Время обработки сигналов в устройстве задать самим.

В7 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. Время прихода сигналов от Д1 задать дискретной функцией. От Д2 приходит 734 сигнала и 1-й задерживается на 11 с. От Д3 сигналы приходят с интенсивностью $0,7 \text{ с}^{-1}$ по экспоненциальному закону и обрабатываются в первую очередь. От Д4 сигналы приходят каждые 15 с и обрабатываются сразу после Д3. Затем сигналы подаются к 3 мультиплексорам (Мл). И займут тот мультиплексор, очередь к которому наименьшая, причем очередь к Мл2 не может быть больше 10 сигналов. От Д1 10 % к Мл1, 28 % к Мл2, остальные к Мл3; От Д2 46 % к Мл1, 24 % к Мл2, остальные к Мл3; От Д3 28 % к Мл1, остальные к Мл3. Все сигналы от Д4 к Мл2. Причем очередь к Мл3 не может быть больше 5, если больше, тогда на отказ. Время обработки в Мл1 $11+3 \text{ с}$; в Мл2 задано непрерывной функцией $(0,10/1,14)$; в Мл3 зависит от какого датчика пришел сигнал: если от Д1 – 7 с; от Д2 – 8 с; от Д3 – 10 с; от Д4 – 13 с. Затем сигналы от мультиплексоров подаются в два ППИ (18 % - в ППИ1, ост - ППИ2). У ППИ1 работает 3 порта, у ППИ2 работает 1 порт. Если ППИ1 занят, то сигналы получают отказ. Время обработки в ППИ2 зависит от какого мультиплексора пришел сигнал (если от Мл1 - 13 с, Мл2 - 8 с, Мл3 - 12 с); в ППИ1 заданно функцией:

Отн. част.	0,36	0,29	0,35
Время, с	14	13	11

Затем сигналы подаются в МК1, если он занят то в МК2, если и он занят то в ОЗУ, где хранятся 6 мин и опять пытаются занять МК1. Время обработки в МК1 задать самим атрибутивной значимой функцией, а в МК2 $5+2 \text{ с}$. Затем сигналы подаются в ППИЗ время их обработки зависит от какого датчика пришел сигнал: если от Д1 – 4 с; от Д2 – 3 с; от Д3 – 8 с; от Д4 – 2 с. Затем сигналы подаются в четыре дешифратора, если их суммарная очередь больше 48, то сигналы теряются, сигнал от Д1 пойдет в ДШ1, от Д2 в ДШ2; от Д3 в ДШ3; от Д4 в ДШ4. Время работы ДШ задать самим. Промоделировать в течение 12 часов. Определить, сколько сигналов потерялось и сколько обработалось.

В8 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. Время прихода сигналов от Д3 задано функцией: От Д4 приходит 458 сигнала и 1-й задерживается на 11 с. От Д1 сигналы приходят с интенсивностью $0,4 \text{ с}^{-1}$ по экспоненциальному закону и обрабатываются в первую очередь. От Д2 сигналы приходят каждые 11 с и обрабатываются сразу после Д3. Затем сигналы подаются к 3 мультиплексорам (Мл). И займут тот мультиплексор, очередь к которому наименьшая, причем суммарная очередь к Мл не может быть больше 37 сигналов, если больше сигналы поступают в ОЗУ (там хранятся 4 мин и теряются). От Д3 9 % к Мл1, 38 % к Мл2, остальные к Мл3; От Д4 32 % к Мл1, 31 % к Мл2, остальные к Мл3; От Д1 41 % к Мл2, остальные к

Отн. част.	0,47	0,32	0,11
Время, с	8	13	17

Мл3. Все сигналы от Д2 к Мл3. Причем очередь к Мл2 не может быть больше 13, если больше, тогда на отказ. Время обработки в Мл3 $11+3$ с; в Мл2 задано непрерывной функцией $(0,3/1,15)$; в Мл1 зависит от какого датчика пришел сигнал: если от Д1 – 6 с; от Д2 – 9 с; от Д3 – 13 с; от Д4 – 15 с. Затем сигналы от мультиплексоров подаются в два ППИ (26 % - в ППИ2, ост - ППИ1). У ППИ1 работает 4 порта, у ППИ2 работает 2 порта. Если ППИ2 занят, то сигналы подаются в ППИ1. Время обработки в ППИ2 зависит от какого мультиплексора пришел сигнал (если от Мл1 - 15 с, Мл2 - 9 с, Мл3 - 16 с); в ППИ1 задано функцией:

Отн. част.	0,28	0,27	0,45
Время, с	14	13	11

Затем сигналы подаются в МК2, если он занят то в МК1, если и он занят то на отказ. Время обработки в МК1 задать самим атрибутивной значимой функцией, а в МК2 $7+4$ с. Затем сигналы подаются в ППИЗ время их обработки зависит от какого мультиплексора пришел сигнал: если от Мл1 – 5 с; от Мл2 – 3 с; от Мл3 – 9 с. Затем сигналы подаются в три дешифратора, очередь в ДШ1 не может быть больше 20, если больше то на ОЗУ и теряются, сигнал от Д1 пойдет в ДШ3, от Д2 и Д4 в ДШ2; от Д3 в ДШ1. Время работы ДШ задать самим. Промоделировать в течение 11 часов. Определить, сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к Мл2 и ОЗУ?

В9 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. Время прихода сигналов от Д4 задано функцией:

От Д3 приходит 346 сигнала и 1-й задерживается на 18 с. От Д2 сигналы приходят с интенсивностью $0,6 \text{ с}^{-1}$ по экспоненциальному закону и обрабатываются вторым. От Д1 сигналы приходят каждые 9 с и обрабатываются сразу после Д4. Затем сигналы подаются к 3 мультиплексорам (Мл). И займут тот мультиплексор, очередь к которому наименьшая, причем очередь к Мл3 не может быть больше 13 сигналов. От Д3 7 % к Мл1, 38 % к Мл2, остальные к Мл3; От Д4 45 % к Мл1 остальные к Мл3; От Д1 47 % к Мл1, 41 % к Мл2, остальные к Мл3. Все сигналы от Д4 к Мл2. Причем очередь к Мл2 не может быть больше 13, если больше, тогда в Мл1. Время обработки в Мл1 $14+3$ с; в Мл3 задано непрерывной функцией $(0,4/1,19)$; в Мл2 зависит от какого датчика пришел сигнал: если от Д1 – 7 с; от Д2 – 8 с; от Д3 – 9 с; от Д4 – 10 с. Затем сигналы от мультиплексоров подаются в три ППИ (29 % - в ППИ1, 25 % - в ППИ2, ост - ППИЗ). У ППИ1 работает 2 порта, у ППИ2 работает 1 порт, у ППИЗ работает 3 порта. Если ППИЗ занят, то сигналы получают отказ. Время обработки в ППИ1 зависит от какого мультиплексора пришел сигнал (если от Мл1 – 14 с, Мл2 – 5 с, Мл3 – 17 с); в ППИ2 задано функцией:

Отн. част.	0,47	0,32	0,11
Время, с	8	13	17

В ППИЗ задать самим.

Отн. част.	0,36	0,29	0,35
Время, с	14	13	11

Затем сигналы подаются в МК1, если он занят то в МК2, если и он занят то на ОЗУ, где хранятся 100 с и опять пытаются занять МК2. Время обработки в МК1 задать самим атрибутивной значимой функцией, а в МК2 7+4 с. Затем сигналы подаются в ППИЗ время их обработки зависит от какого датчика пришел сигнал: если от Д1 – 5 с; от Д2 – 2 с; от Д3 – 6 с, от Д4 – 4 с. Затем сигналы подаются в четыре ЦАП, очередь в ЦАП1 не может быть больше 34, если больше то на ОЗУ, сигнал от Д1 пойдет в АЦП3, от Д2 в ЦАП4; от Д3 в ЦАП1; от Д4 в ЦАП2. Время работы ЦАП задать самим. Промоделировать в течение 12 часов. Определить, сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к МлЗ?

В10 Микропроцессоры (МП) опрашивают 4 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. Время прихода сигналов от Д1 задано функцией:

От Д2 приходит 728 сигнала и 1-й задерживается на 21 с. От Д3 сигналы приходят с интенсивностью $0,5 \text{ с}^{-1}$ по экспоненциальному закону и обрабатываются вторым. От Д4 сигналы приходят каждые 19 сек и обрабатываются сразу после Д3. Затем сигналы подаются к трем АЦП. И займут тот АЦП, очередь к которому наименьшая, причем очередь к АЦП1 не может быть больше 14 сигналов, если больше, то 56 % сигналов подаются в АЦП2 остальные в АЦП3. От Д3 7 % к АЦП1, 38 % к АЦП2, остальные к АЦП3; От Д4 35 % к АЦП1 остальные к АЦП3; От Д1 47 % к АЦП2, остальные к АЦП1. Все сигналы от Д4 к АЦП3. Причем очередь к АЦП3 не может быть больше 13, если больше, тогда в АЦП1. Время обработки в АЦП1 14+3 с; в АЦП3 задано непрерывной функцией (0,9/1,17); в АЦП2 зависит от какого датчика пришел сигнал: если от Д1 – 7 с; от Д2 – 8 с; от Д3 – 9 с; от Д4 – 10 с. Затем сигналы от мультиплексоров подаются в три ППИ (19 % - в ППИ1, 27 % - в ППИ2, ост - ППИЗ). У ППИ1 работает 3 порта, у ППИ2 работает 2 порта, у ППИЗ работает 3 порта. Если ППИ1 занят, то сигналы получают отказ. Время обработки в ППИ1 зависит от какого мультиплексора пришел сигнал (если от АЦП1 - 14 с, АЦП2 - 5 с, АЦП3 - 17 с); в ППИ2 задано функцией:

Отн. част.	0,18	0,22	0,6
Время, с	8	13	17

В ППИЗ задать самим.

Затем 48 % сигналов подаются в МК1 остальные в МК2, если они занят то на

Отн. част.	0,38	0,27	0,35
Время, с	14	13	11

ОЗУ, где хранятся 100 с и опять пытаются занять МК1. Время обработки в МК1 задать самим атрибутивной значимой функцией, а в МК2 7+4 с. Затем сигналы подаются в ППИЗ время их обработки зависит от какого МК пришел сигнал: если от МК1 – 5 с; от МК2 – 8 с. Затем сигналы подаются в четыре АЦП, очередь в АЦП1 не может быть больше 23, если больше то на ОЗУ, сигнал от Д1 пойдет в АЦП2, от Д2 в АЦП1; от Д3 в АЦП4; от Д4 в АЦП3. Время работы АЦП задать самим. Промоделировать в течение 12

часов. Определить сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к АЦП1?

В11 Микропроцессоры (МП) опрашивают 3 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. Время прихода сигналов от Д1 задано функцией:

Отн. част.	0,34	0,35	0,31
Время, с	8	13	17

От Д2 приходит 89 сигнала и 1-й задерживается на 38 с; От Д3 сигналы приходят с интенсивностью $0,3 \text{ с}^{-1}$ по экспоненциальному закону и обрабатываются в первую очередь. Затем сигналы подаются к 2 мультиплексорам (Мл). И займут тот мультиплексор, очередь к которому наименьшая, причем очередь к Мл2 не может быть больше 13 сигналов, если больше сигналы идут в Мл1. От Д1 7 % к Мл1, остальные к Мл2; От Д2 45 % к Мл1, остальные к Мл2. Время обработки в Мл1 $11+3 \text{ с}$; в Мл2 задано непрерывной функцией $(0,5/1,20)$; Затем сигналы от мультиплексоров подаются в два ППИ (29 % - в ППИ1, ост - ППИ2). У ППИ1 работает 4 портов, у ППИ2 работает 1 порт. Если ППИ1 занят, то сигналы получают отказ. Время обработки в ППИ1 задано функцией:

В ППИ2 задать самим. Затем сигналы подаются в МК1, если он занят то в МК2. Время обработки в МК1 задать самим атрибутивной значимой функцией, а в МК2 зависит с какого датчика пришел сигнал (от Д1 – 10 с; Д2 – 12 с; Д3 – 14 с). Промоделировать в течение 14 часов. Определить, сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к МК2?

Отн. част.	0,41	0,15	0,44
Время, с	9	17	10

В12 Микропроцессоры (МП) опрашивают 3 датчика и вырабатывают управляющие воздействия. Время прихода сигналов от Д1 задано функцией: От Д2 приходит 45 сигнала и 1-й задерживается на 49 с.

Отн. част.	0,39	0,15	0,46
Время, с	11	9	8

От Д3 сигналы приходят с интенсивностью $0,8 \text{ с}^{-1}$ по экспоненциальному закону и обрабатываются в первую очередь. Затем сигналы подаются к 2 мультиплексорам (Мл). От Д1 49 % к Мл1, остальные к Мл2; От Д2 73 % к Мл1, остальные к Мл2;. Причем суммарная очередь к Мл не может быть больше 62, если больше, то на ОЗУ (где хранятся 7 с и опять подаются Мл2). Время обработки в Мл1 $11+3 \text{ с}$; в Мл2 задано непрерывной функцией $(0,9/1,18)$; Затем сигналы от мультиплексоров подаются в два ППИ (29 % - в ППИ1, ост - ППИ2). И займут тот ППИ, очередь к которому наименьшая, причем очередь к ППИ2 не может быть больше 35 сигналов. У ППИ1 работает 4 портов, у ППИ2 работает 1 порт. Время обработки в ППИ1 задано функцией:

В ППИ2 зависит с какого датчика пришел сигнал (от Д1 – 6 с; Д2 – 7 с; Д3 – 11 с). Затем сигналы подаются в МК2,

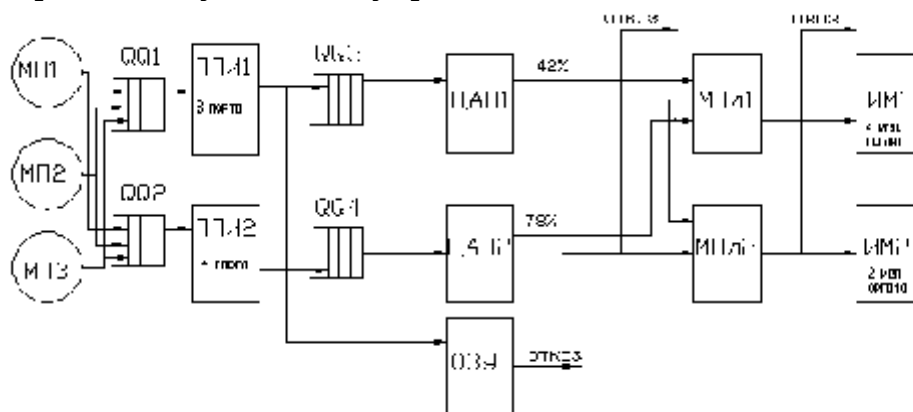
Отн. част.	0,41	0,15	0,44
Время, с	9	17	10

если он занят то в МК1. Время обработки в МК2 задать самой атрибутивной значимой функцией, а в МК1 $6+3$ с. Промоделировать в течение 13 часов. Определить, сколько сигналов потерялось и сколько обработалось. Какова максимальная очередь к Мл2?

4. Пример выполнения контрольной работы

Задание: Три микропроцессора вырабатывают управляющие воздействия. 1-й каждые 6 с, но на 19 с позже, чем остальные; 2-й вырабатывает 687 сигналов и обрабатывается после первого, а 3-й каждые $24+2$ с и они обрабатываются в первую очередь. Сигналы обрабатываются в том ППИ, где очередь наименьшая. Очередь к ЦАП1 не больше 15 сигналов, а к ЦАП2 не более 7, если больше сигналы поступают в ОЗУ, а затем теряются. Если Мл-р занят, сигнал теряется. ИМ-мы (многоканальные устройства) имеют по несколько исполнительных органов. Если ИМ-мы, заняты сигналы теряются. Время обработки сигналов устройствами: ППИ1 – 35 с; ППИ2 – $28+2$; ЦАП1 – $48+2$; ЦАП2 – $34+2$; МПл1 – $14+2$; МПл2 – $19+4$; ОЗУ – $16+2$; ИМ1 – $24+2$; ИМ2 – 12 с. Промоделировать в течение 8 часов. Определить, сколько управляющих воздействий осуществили ИМ-мы. Сколько сигналов потерялось. Какова очередь к ОЗУ.

Построим схему системы управления:



Текст программы на языке моделирование GPSS

```
IM1 storage 4
IM2 storage 2
PPI1 storage 3
PPI2 storage 4
pro1 bvariable f$MPL
pro2 bvariable Sf$IM1
pro3 bvariable Sf$IM2
oc1 variable q$qq1
oc2 variable q$qq2
```

```

oc3 variable q$qq3
oc4 variable q$qq4

generate 4,,21,,10
LB7 test le v$oc1,v$oc2,lb1
queue qq1
ENTER PPI1
depart qq1
advance 35
LEAVE PPI1
transfer ,lb2
LB1 queue qq2
ENTER PPI2
depart qq2
advance 28,2
LEAVE PPI2
transfer ,lb3
LB2 test l v$oc3,9,OTK
queue qq3
seize CAP1
depart qq3
advance 48,2
release CAP1
lb6 test e bv$pro1,0,OTK
queue qq5
seize MPL
depart qq5
advance 14,2
release MPL
transfer 0.64,LB5,LB4
LB3 test l v$oc4,5,OTK
queue qq4
seize CAP2
depart qq4
advance 34,2
release CAP2
transfer ,lb6
lb4 test e bv$pro2,0,OTK
enter IM1
advance 24,2
leave IM1
TERMINATE
lb5 test e bv$pro3,0,OTK
enter IM2

```

```

advance 12
leave IM2
TERMINATE
OTK TERMINATE
generate ,,,540
transfer ,lb7

```

```

generate 28800
terminate 1
start 1

```

Результаты моделирования

OTK	43	TERMINATE	5613					
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY
DELAY								
CAP2	847	0.999	33.970	1	7209	0	0	0
CAP1	599	0.999	48.022	1	6866	0	0	0
MPL	952	0.464	14.050	1	7202	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)
RETRY							
QQ1	574	574	3043	3	419.140	3966.887	3970.801
0							
QQ2	574	573	4692	4	418.610	2569.474	2571.667
0							
QQ4	5	5	852	1	4.818	162.848	163.039
0							
QQ3	9	9	608	1	8.606	407.658	408.330
0							
QQ5	1	0	952	952	0.000	0.000	0.000
0							

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY
DELAY									
IM1	4	4	0	2	591	1	0.492	0.123	0
0									
IM2	2	2	0	1	360	1	0.150	0.075	0
0									
PPI1	3	0	0	3	2469	1	3.000	1.000	0
574									
PPI2	4	0	0	4	4119	1	4.000	1.000	0
573									

Вывод: в результате моделирования было получено, количество управляющих воздействий которое выработала система (951 сигнал); количество потерянных сигналов (5613); максимальная очередь сигналов к мультиплексорам равна 1.

5. Список рекомендованной литературы

1. Сапожников Н.Е. Компьютерное моделирование в энергетике: учеб. пособие. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2001. – 284 с.
 2. Сапожников Н.Е. Математическое моделирование на ПК: учеб. пособие. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2006. – 380 с.
 3. Советов Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А.Яковлев. – М.: Высш. шк., 2001.
 4. Шрайбер Т.Д. Моделирование на GPSS. - М.: Машиностроение, 1980.
 5. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н.М. Капустина. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.: ил.
 6. Технологические основы ГПС: учебник для машиностроительных вузов / В.А. Медведев, В.Н. Брюханов и др.; под ред. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1991. – 239 с.
 7. Роботизированные технологические комплексы в ГПС / Н.М. Довбня, А.Н. Кондратьев, Е.И. Юревич, 2000.
 8. Макаров И.М. Робототехника и гибкие автоматизированные производства: В 9 кн. [Кн] 3: Управление робототехническими системами и гибкими автоматизированными производствами. - М.: Высш. шк., 1986. – 156 [3].
 9. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. - М.: Наука, 1977. - 240 с.
 10. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. - М.: Радио и связь, 1988. - 232 с.
- Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:
11. <http://lib.sevsu.ru/>
 12. www.gpss.ru/
 13. www.exponenta.ru/
 14. open.ifmo.ru/images/5/56/33071_gpss_world_tutorial.pdf

6. Контроль знаний и его характеристика

Оценка усвоения знаний и умений в предлагаемом курсе осуществляется в процессе повторения и обобщения, выполнения текущих самостоятельных работ на этапе актуализации знаний и на этапе повторения, закрепления и обобщения изученного практически на каждом занятии. В курсе предусмотрена многоуровневая система контроля знаний: самоконтроль – при введении нового материала, «взаимоконтроль» – в процессе его отработки, поучительный контроль – в системе обучающих самостоятельных работ, текущий контроль – при проведении контрольных, в течение семестра, итоговый контроль – при проведении экзамена.

1. Проверка результатов обработки лекционного материала производится путем контрольного опроса: индивидуального или фронтального.

2. Проверка самостоятельно разработанных вопросов по соответствующим темам проводится путем проверки конспекта и контрольного опроса по соответствующему вопросу.

3. Проверка выполнения практических заданий для самостоятельной работы студентов проводится путем контроля над своевременным их выполнением и проведение с их тематики текущих самостоятельных работ (в течение 10 - 15 мин).

4. Итоговая оценка за семестр осуществляется на основе экзамена.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания

Составители: **Давиденко** Елена Николаевна,
Чуклин Александр Алексеевич

В авторской редакции

Изд. № 32/18. Объем 1, 5 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»