

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.02

(индекс дисциплины)

SCADA-системы

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **1** Информационно-измерительных технологий и систем управления
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Прикладная математика и информатика

Уровень образования: бакалавриат

План учебного процесса

| Составляющие учебного процесса | | Очное обучение | Очно-заочное обучение | Заочное обучение |
|---|--------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы) | Всего | 216 | | |
| | Аудиторные занятия | 56 | | |
| | Лекции | 28 | | |
| | Лабораторные занятия | | | |
| | Практические занятия | 28 | | |
| | Самостоятельная работа | 160 | | |
| | Промежуточная аттестация | | | |
| Формы контроля по семестрам (номер семестра) | Экзамен | | | |
| | Зачет | 8 | | |
| | Курсовой проект (работа) | | | |
| | | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы) | | 6 | | |

| Форма обучения: | Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Очная | | | | | | | | 6 | | |
| Очно-заочная | | | | | | | | | | |
| Заочная | | | | | | | | | | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 010302 Прикладная математика и информатика

На основании учебных планов №

b010302-3_20

Кафедра-разработчик: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Прикладной математики и информатики

Заведующий кафедрой: Яковлев В.П.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области современных компонентов SCADA-систем. Изучение методов построения эффективных систем автоматического и автоматизированного управления технологическими процессами, с использованием программно-аппаратных комплексов SCADA.

1.3. Задачи дисциплины

- изучение современной элементной базы и методов проектирования систем автоматизации экспериментальных исследований, испытаний промышленной продукции, систем автоматизированного управления технологическими процессами.
- основное внимание уделяется современным информационным технологиям, методам и средствам интеграции программных и технических средств для создания эффективных приложений автоматизации.
- изучить основы построения интегрированных систем на базе программируемых логических контроллеров, модулей удаленного сбора данных и управления, промышленных компьютеров и рабочих станций, сетевой архитектуры нижнего и верхнего уровней, программного обеспечения (SCADA-систем основных фирм- производителей), а также изучение современных распределенных АСУ ТП в промышленности
- знать основы проектирования систем управления на базе современных САПР систем автоматизации.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции | Формулировка компетенции | Этап формирования |
|--|---|-------------------|
| ПК- 1 | способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям | 2, 3 |
| Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные данные современных научных исследований; 2) современные научные исследования в сфере профессиональной деятельности; Уметь: 1) интерпретировать данные современных научных исследований; 2) формировать выводы по соответствующим научным исследованиям. Владеть: 1) современными средствами, применяемыми для сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований; 2) принципами системного подхода при создании и проектировании систем автоматизации. | | |

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Системный анализ (ПК-1)
- Визуальные среды программирования (ПК-1)
- Современные издательские системы (ПК-1)
- Компьютерное моделирование (ПК-1)
- Системный анализ (ПК-1)
- Информационно-поисковые системы (ПК-1)

- Web-страницы (ПК-1)
- Высокоуровневые методы программирования (ПК-1)
- Офисные технологии (ПК-1)
- Java-технологии (ПК-1)
- Интеллектуальные технологии (ПК-1)
- Анализ и диагностика производственно-хозяйственной деятельности предприятия (ПК-1)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Объем (часы) | | |
|--|----------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Учебный модуль 1. Введение в интегрированные системы проектирования и управления | | | |
| Тема 1. Что такое SCADA-системы и влияние их внедрения на эффективность производства Введение. Основные понятия SCADA-систем. функции и структуры SCADA-систем, взаимосвязь процессов проектирования, подготовки производства и управления производством. | 16 | | |
| Тема 2. Математическое, методическое и организационное обеспечение SCADA-систем Математическое, методическое и организационное обеспечение программно-технические средства для построения интегрированных систем проектирования и управления | 16 | | |
| Текущий контроль 1 Коллоквиум | 2 | | |
| Учебный модуль 2. Интегрированные системы проектирования и управления производствами отрасли | | | |
| Тема 3. Виды интеграции систем управления Основные понятия и принципы горизонтальной и вертикальной интеграции систем управления. Виды интеграции систем управления,- организационная, функциональная, информационная, программная и техническая. MES-системы, ERP- системы Интеграция на уровне ERP- и MES-систем. Иерархия распределенных систем управления (PCY). Интегрированные системы проектирования и управления производствами ЦБП. | 18 | | |
| Тема 4. Современные тенденции развития распределенных АСУ ТП и их интеграция с АСУП Современные тенденции развития распределенных АСУ ТП и интеграции с АСУП. Классификация и состав ИСПУ. Архитектура связи открытых систем. Международные стандарты распределенных АСУ ТП. Физическая структура ИСПУ. Функции и структура интегрированных систем управления современным предприятием | 18 | | |
| Текущий контроль 2 Коллоквиум | 2 | | |
| Учебный модуль 3. Программно-технические комплексы в структуре интегрированных систем проектирования и управления. Промышленные сети. | | | |
| Тема 5. Распределенные системы управления систем управления Управляющие вычислительные комплексы (УВК) на программируемых контроллерах, Классификация УВК. Программируемые логические контроллеры, моноблочные контроллеры и промышленные компьютеры. Общая структура каналов ввода - вывода аналоговых и дискретных сигналов. Подключение аналоговых и дискретных датчиков. Типовые требования к УВК, характеристики УВК. Объектная ориентация УВК. Требования к надежности аппаратных характеристикам и методы их улучшения. Резервирование аппаратуры. Поддержка сетевой архитектуры. УСО с проектно-изменяемым составом модулей. Организация связи с объектом. Программирование контроллеров. Языки технологического программирования по стандарту IEC 61131. | 14 | | |
| Тема 6. Особенности УВК, характеристики, структуры. Типы и архитектура микропроцессоров, используемых в УВК (универсальные, сигнальные, ОМК). Виды памяти (ОЗУ, ПЗУ, флеш-память, диски магнитные и электронные, КЭШ-память). Внутримашинные интерфейсы (типы системных шин, иерархия шин, шины ISA, PCI, др. стандарты). | 15 | | |

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Объем (часы) | | |
|--|----------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Вспомогательные и периферийные устройства. Организация УСО (устройства связи с объектом). Особенности подключения исполнительных механизмов. Программирование контроллеров. Языки технологического программирования по стандарту IEC 61131. Информационный обмен в УВК, интерфейсы в УВК. Связь в стандартах RS232, RS485. Форматы посылок, стеки протоколов управления | | | |
| Тема 7. Промышленные сети Промышленные сети. Требования к сетям, топологии, особенности. Сеть Profibus. Виды сетей Profibus, уровни управления, организация доступа к шине, каналы, виды телеграмм. Сеть CAN. Виды сетей CAN, уровни управления, организация доступа к шине, каналы, виды телеграмм. Сравнительная характеристика сетей. Связь контроллеров в систему. Связь с локальными сетями предприятия. Сеть Industrial Ethernet. | 23 | | |
| Текущий контроль 3 Коллоквиум | 2 | | |
| Учебный модуль 4 SCADA системы в деталях | | | |
| Тема 8. Архитектура SCADA систем Структура SCADA – пакетов: системы визуализации процесса, ввода – вывода переменных, отображения трендов, алармов, составления отчетов и др. Типовые SCADA, проблемы выбора - системы. OPC- стандарт взаимодействия SCADA-систем и ПЛК. | 20 | | |
| Тема 9. Примеры применяемых в отрасли SCADA систем SCADA системы, их функции и использование для проектирования автоматизированных систем управления, документирования, контроля и управления сложными производствами отрасли. Типовые SCADA, проблемы выбора - системы. Примеры интегрированных систем проектирования и управления. | 20 | | |
| Текущий контроль 4 Коллоквиум | 2 | | |
| Учебный модуль 5 Пакеты автоматизированного проектирования АСУТП | | | |
| Тема 10. Системы автоматизированного проектирования (САПР) Системы автоматизированного проектирования (САПР) распределенных АСУ ТП. Пакеты для разработки проектной документации. Представление об особенностях программ, используемых на стадиях проектирования систем автоматизации. | 20 | | |
| Тема 11. Интеграция в процессе проектирования систем автоматизации и управления Стадии проектирования систем автоматизации и управления. Сетевая инфраструктура. Каналы передачи данных. САПР – история развития и классификация. Состав и структура САПР. | 20 | | |
| Текущий контроль 5 Коллоквиум | 2 | | |
| Промежуточная аттестация по дисциплине зачет | 6 | | |
| ВСЕГО: | 216 | | |

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

| Номера изучаемых тем | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 1 | 8 | 3 | | | | |
| 2 | 8 | 3 | | | | |
| 3 | 8 | 4 | | | | |
| 4 | 8 | 4 | | | | |
| 5 | 8 | 2 | | | | |
| 6 | 8 | 2 | | | | |
| 7 | 8 | 2 | | | | |
| 8 | 8 | 2 | | | | |

| Номера изучаемых тем | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 9 | 8 | 2 | | | | |
| 10 | 8 | 2 | | | | |
| 11 | 8 | 2 | | | | |
| ВСЕГО: | | 28 | | | | |

3.2. Практические занятия

| Номера изучаемых тем | Наименование и форма занятий | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|---|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 1 | Функции и структура интегрированных систем управления современным предприятием | 8 | 3 | | | | |
| 3 | Ознакомление с MES-системами, ERP- системами | 8 | 3 | | | | |
| 3 | Горизонтальная и вертикальная интеграции: организация | 8 | 4 | | | | |
| 4 | Изучение структуры контроллера и модулей с датчиками и исполнительными механизмами на объекте, а также особенностей подключения к объекту | 8 | 4 | | | | |
| 6 | Программирование логических контроллеров | 8 | 4 | | | | |
| 7 | Возможность связи контроллеров в систему. Связь с локальными сетями предприятия | 8 | 5 | | | | |
| 6 | Методика проектного конфигурирования контроллеров | 8 | 5 | | | | |
| ВСЕГО: | | 28 | | | | | |

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Номера учебных модулей, по которым проводится контроль | Форма контроля знаний | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|--|-----------------------|----------------|--------|-----------------------|--------|------------------|--------|
| | | Номер семестра | Кол-во | Номер семестра | Кол-во | Номер семестра | Кол-во |
| 1, 2, | Коллоквиум | 8 | 2 | | | | |
| 3, 4, 5 | Коллоквиум | 8 | 3 | | | | |

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Виды самостоятельной работы обучающегося | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| Усвоение теоретического материала | 8 | 60 | | | | |
| Подготовка к практическим занятиям | 8 | 94 | | | | |

| Виды самостоятельной работы обучающегося | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| Подготовка к зачету | 8 | 6 | | | | |
| ВСЕГО: | | 160 | | | | |

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено.

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Афонин А.М. Развитие интегрированных систем управления в промышленности [Электронный ресурс]: монография/ Афонин А.М., Громова Т.Н., Царегородцев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский гуманитарный университет, 2013.— 127с.— (ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22462>).

б) дополнительная учебная литература

2. Основы программирования микропроцессорных контроллеров в цифровых системах управления технологическими процессами. [Электрон. ресурс]: учебное пособие/ А.В. Иванов и др. – Воронеж: ВГУИТ, 2014. 144с. ("КнигаФонд" Режим доступа: <http://www.knigafund/books/173867>).

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Русинов, Л. А. Изучение языков технологического программирования в среде Concept [Текст]: Метод. указания. / Л.А.Русинов, И.В.Рудакова - СПб.: СПбГТУРП, 2012. - 31 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

Современный подход к управлению предприятием. Презентация [Электронный ресурс]. URL: <http://www.myshared.ru/slide/48307/>.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. AutoDesk AutoCAD 2015

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет

8.6. Иные материалы

Раздаточные материалы по темам курса.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|---|---|
| Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся | Организация деятельности обучающегося |
| Лекции | <p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.</p> |
| Практические занятия | Работа с конспектом лекций, с текстами из списка основной учебной литературы, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение материала дисциплины на занятиях с использованием компьютерных технологий. |
| Самостоятельная работа | <p>Изучение основной и дополнительной литературы, включая справочные издания и конспект лекций; изучение терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в курсе «Интегрированные системы проектирования и управления»</p> <p>При подготовке к зачету необходимо проработать конспект лекций, вопросы к коллоквиумам, рекомендуемую основную и дополнительную литературу и Интернет-источники.</p> |

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

| Код компетенции (этап освоения) | Показатели оценивания компетенций | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---------------------------------|--|---|---|
| ПК- 1(2,3) | <p>1. Ориентируется в возможностях SCADA-систем для сбора, обработки и интерпретации данных.</p> <p>2. Выбирает и настраивает SCADA-системы, системы визуализации процесса; программирует контроллеры для обработки результатов современных научных исследований.</p> <p>3. Осуществляет формализацию экспертной информации по результатам исследований, разрабатывает базы знаний и базы данных для участка процесса.</p> | <p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое задание</p> | <p>1. Перечень вопросов к зачету (33 вопроса)</p> <p>2. Практические задания (10 заданий)</p> |

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

| Оценка по традиционной шкале | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|------------------------------|--|----------------------|
| | Устное собеседование | Практическое задание |
| | | |

| | |
|------------|--|
| Зачтено | Студент показывает знание фактического материала по программе, в том числе: знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса; студент положительно сдал коллоквиумы; учитываются логика, структура, стиль ответа; культура речи, манера общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике, решить предложенное практическое задание; отсутствие пропусков занятий по неуважительным причинам |
| Не зачтено | Отсутствие знания пройденного материала, плохое знание обязательной литературы; отрицательный результат по прохождению коллоквиумов; студент допускает существенные ошибки при ответе на вопросы преподавателя; невозможность приложить теорию к практике, решить предложенное практическое задание; наличие неуважительных пропусков занятий. |

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

| № п/п | Формулировка вопросов | № темы |
|-------|---|--------|
| 1 | Комплексная интеграция основа создания эффективного предприятия. | 1 |
| 2 | Взаимосвязь процессов проектирования, подготовки производства и управления производством в SCADA-системах. | 1 |
| 3 | Основные свойства, которым должны удовлетворять современные интегрированные системы комплексной автоматизации. | 2 |
| 4 | MES- и ERP-системы. Назначение. Место в иерархии интегрированных систем управления | 3 |
| 5 | ИАСУ предприятия: уровни, задачи, варианты решений. | 3 |
| 6 | Аппаратные, программные и коммуникационные средства интеграции. | 2 |
| 7 | Что такое УВК? Классификация УВК. Объектная ориентация УВК. | 4 |
| 8 | Архитектуры УВК и контроллеров. | 4 |
| 9 | Процессоры ПЛК. Цикличность работы ЦПУ. Типовая архитектура памяти ПЛК. | 4 |
| 10 | Архитектура системы входов-выходов в распределенных УВК. | 5 |
| 11 | Интерфейсы ЭВМ и контроллеров. Системные шины ПК. Иерархия шин. | 5 |
| 12 | Интерфейсы RS232, RS422 и RS485. Особенности передачи информации и области применения. | 5 |
| 13 | Вычислительные сети. Основные понятия. Классификация. Виды топологий. | 5 |
| 14 | Управление в сетях. Стеки коммуникационных протоколов OSI. | 6 |
| 15 | Компоненты ЛВС и промышленных сетей. Серверы, рабочие станции, репитеры, коммутаторы, мосты и шлюзы. Назначение, функции. | 6 |
| 16 | Локальная сеть Ethernet. Принципы передачи информации, виды сетей Ethernet. | 6 |
| 17 | Промышленные сети. Основные понятия. Управление в сетях. Протоколы промышленных сетей. | 6 |
| 18 | Топологии, способы доступа к каналу. Каналы связи. | 6 |
| 19 | Сети Profibus. Топология, обмен информацией в сети Profibus. Функции физического и канального уровня. Адресация в сети Profibus. Профили устройств, подключаемых к сети Profibus. | 6 |
| 20 | Структура и реализация CAN-контроллеров. Особенности применения CAN-сетей. | 6 |
| 21 | Типы интеграционных серверов АСУ ТП/АСКУ, рекомендации по применению. | 7 |
| 22 | Типовой комплекс АСОДУ. Назначение, преимущества от применения. | 7 |
| 23 | Основные программно-технические уровни АСОДУ. | 7 |
| 24 | SCADA –системы. Их расположение в иерархии интегрированных систем управления предприятием. Основные функции. | 8 |
| 25 | SCADA –системы. Структура. Функциональное назначение модулей. | 8 |
| 26 | SCADA –системы. Состав и функционирование системы. OPC-серверы. Назначение, функции. | 8 |
| 27 | Этапы создания SCADA –систем. | 1 |
| 28 | Системы автоматизированного проектирования распределенных АСУ ТП. | 9 |
| 29 | Структура процесса проектирования | 9 |

| | | |
|----|--|----|
| 30 | Стадии проектирования систем автоматизации и управления | 10 |
| 31 | САПР – история развития и классификация | 10 |
| 32 | Сетевая инфраструктура. Каналы передачи данных. | 11 |
| 33 | Состав и структура систем автоматизированного проектирования | 11 |

10.2.2. Вариант типового практического задания, разработанного в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Типовое задание.

Описание возможных нештатных ситуаций, предложенное в задании, содержит ситуацию, которая может быть вызвана одной или двумя причинами. Распознавание возникновения ситуации на процессе осуществляется по отклонению значения одного из основных параметров от регламентного диапазона. Для детального выявления конкретной причины, вызвавшей ситуацию, требуется оценить состояние дополнительного параметра.

Пример.

Результат формализации рассматриваемой информации целесообразно представить в табличном виде.

Производственный процесс полиэтилена высокого давления обладает повышенной степенью опасности и аппаратного оформления. В режиме нормального функционирования установка синтеза ведет себя достаточно устойчиво, однако, в результате действия сильных неучтенных факторов, на которые не рассчитана система регулирования, возникает ситуация, когда управляемость процессом зависит от квалификации оперативного персонала. Анализ информации, накопленной в общей и специальной литературе, а также полученной в результате бесед с экспертами, позволил выделить группу эвристик, позволяющих расширить область управляемости процессом за регламентные границы, например.

Подготовка непрореагировавшего этилена к вводу в рецикл включает его поэтапную очистку и охлаждение. При этом ПЭ унесенный в линию высокого давления может оседать внутри аппаратов и изменять их тепловой баланс. В частности рост перепада давлений между крайними секциями многоступенчатого холодильника может быть вызван забивкой полиэтиленом второй секции холодильника или третьей секции. Распознавание конкретной причины нарушения необходимо для выбора подходящего противодействия. Так если вместе с ростом перепада давлений наблюдается рост температуры после второй секции, то это говорит о зарастании второй секции и требуется произвести переключение секций холодильника (2-1-3 или 2-3-1). Если одновременно с ростом перепада давлений идет рост температуры после третьей секции, то возможно зарастание третьей секции и требуется произвести переключение секций (3-1-2 или 3-2-1).

Ответ.

| Условие | Нарушение | Возможные причины | Рекомендации |
|-----------------------------------|--|--|---|
| $\Delta P \rightarrow$ высокий | Рост перепада давлений между секциями холодильника | Забивка полиэтиленом второй секции холодильника | Произвести переключение секций холодильника (2-1-3 или 2-3-1) |
| | | Забивка полиэтиленом третьей секции холодильника | Произвести переключение секций холодильника (3-1-2 или 3-2-1) |

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

При проведении зачета время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 15 мин.