



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
ПРАКТИКУМ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ
основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки
15.03.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

Цифровых технологий
Кафедра цифровых систем и автоматики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПКС-3 Способен выбирать материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей</p>	<p>ПКС-3.8 Применяет на практике способность к разработке моделей систем и процессов с использованием аналитических и численных методов</p>	<p>Практикум по моделированию систем и процессов</p>	<p><u>знать:</u> - классификацию моделей и виды моделирования; \- принципы имитационного и математического моделирования систем и процессов; - методы построения математических моделей систем и процессов, их упрощения; <u>уметь:</u> - строить математические модели процессов (объектов управления) и систем автоматического управления (САУ); - планировать модельный эксперимент и интерпретировать полученные результаты; - применять прикладные программные средства (пакеты прикладных программ) моделирования процессов и систем, например, VisSim; <u>владеть:</u> - навыками работы с прикладными программными средствами для математического и имитационного моделирования.</p>

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания по дисциплине;
- задания по темам практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания по контрольным работам (для заочного отделения).

2.3 Промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания по дисциплине

Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента. Проверка остаточных знаний по пройденным темам проводится не менее 3-х раз в течение семестра. В конце семестра для каждого студента определяется суммарное число правильных ответов:

- правильных ответов менее 60% - неудовлетворительно;
- правильных ответов 60% -75 % - удовлетворительно;
- правильных ответов 75% -85 % - хорошо;
- правильных ответов больше 85 % - отлично.

Если при проверке остаточных знаний по тестам процент правильных ответов оказался выше 85 % студенту в экзаменационной ведомости выставляется оценка «отлично». Ключи с правильными ответами к тестовым заданиям приведены в Приложении 1.

Вариант 1

1. Критерий, который используется для оценки адекватности эмпирической математической модели:
1. Стьюдента
2. Кохрена
3. Фишера
2. По целевому назначению математические модели могут быть:
1. для исследования, проектирования, управления
2. структурные и функциональные
3. теоретические и эмпирические
3. Модель есть объект - заменитель объекта оригинала, который
1. Отражает его основные свойства
2. Полностью отражает его свойства
3. Имеет те же входные и выходные переменные, что и объект.
4. Воспроизводит такой же вид зависимостей между переменными, что и объект.
4. Объект управления есть объект
1. В котором протекает управляемый процесс
2. Который воспринимает воздействия возмущений и управлений
3. Который формирует переменные состояния
4. Который формирует выходные переменные
5. Математическая модель есть выражение связи между переменными в виде
1. Математических выражений

2. Алгебраических уравнений
3. Дифференциальных уравнений

6. Разные объекты могут быть описаны одной моделью:
1. да
2. нет
3. зависит от модели

7. Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов:
1. анализ существующих задач
2. этапы решения задачи с помощью компьютера
3. процесс описания информационной модели

8. Процесс построения информационных моделей с помощью формальных языков называется:
1. Планированием
2. визуализацией
3. формализацией

9. Математическая модель объекта:
1. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы
2. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала
3. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение

10. Система состоит из:
1. объектов, которые называются свойствами системы
2. набора отдельных элементов
3. объектов, которые называются элементами системы

11. Модель ...
1. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий существенные с точки зрения цели исследования свойства изучаемого объекта, явления или процесса
2. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики
3. любой объект окружающего мира

12. Моделирование...
1. формальное описание процессов и явлений
2. процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта
3. метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей

13. На первом этапе исследования объекта или процесса обычно строится:
1. предметная модель
2. описательная информационная модель
3. формализованная модель

14. Адекватность математической модели и объекта это...
1. правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования
2. Полнота отображения объекта моделирования
3. Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования
4. Объективность результата моделирования

15. Планирование эксперимента необходимо для
1. Точного предписания действий в процессе моделирования
2. Выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью
3. Выполнения плана экспериментирования на модели

Вариант 2

1. Кривой разгона называется реакция объекта на:
1. импульсное возмущение
2. периодическое возмущение
3. ступенчатое входное воздействие

2. Среди типовых гидродинамических моделей нет модели идеального:
1. вытеснения
2. поглощения
3. смешения

3. Модель есть замещение изучаемого объекта другим объектом, который отражает..
1. Все стороны объекта
2. Некоторые стороны объекта
3. Существенные стороны объекта
4. Несущественные стороны объекта

4. Построение любой модели начинается с
1. выделения свойств и признаков объекта оригинала
2. определения цели моделирования;
3. выбора вида будущей модели
4. построения чертежа

5. Задача идентификации в широком смысле состоит в установлении математических соотношений между измеряемыми ...:
1. входами
2. выходами;
3. измеряемыми входами и выходами при заданных их измерениях во времени.

6. Дискретным аналогом дифференциального уравнения является:
1. Разностное уравнение;
2. Передаточная функция
3. Импульсная характеристика

7. Имитационное моделирование
1. метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему
2. Моделирование, воспроизводящее только физические процессы;
3. Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами.

8. Изменение состояния объекта отображается в виде ...
1. Статической модели;
2. Динамической
3. стохастической

9. Все объекты управления могут быть разделены на следующие виды:
1. Линейные и нелинейные
2. Стохастические и детерминированные
3. С сосредоточенными и распределенными параметрами

10. Переходным процессом называют процесс перехода системы из...
1. установившегося состояния в неустойчивое
2. установившегося состояния в другое
3. неустойчивое состояние в установившееся

11. Регулируемой величиной называется величина...
1. не подлежащая изменению
2. изменения которой необходимо скомпенсировать
3. подлежащая изменению по заданному закону

12. Установившееся состояние системы это такое состояние, когда полное движение системы...
1. не стремится к вынужденному
2. стремится к вынужденному
3. затухает

13. ПИД-регулятор – это прибор для управления технологическим процессом, основанный на трех законах регулирования:
1. Прямом, интегральном, дифференциальном
2. Прямом, индифферентном, дифференциальном
3. Пропорциональном, интегральном, дифференциальном

14. Одноконтурная система регулирования содержит
1. Два первичных преобразователя

2. Несколько первичных преобразователей
3. Один первичный преобразователь

15. Параметры, применяемые для настройки ПИ-регулятора:
1. Коэффициент усиления, время интегрирования
2. Время предварения
3. Коэффициент усиления

Вариант 3

1. Задача идентификации в широком смысле состоит в установлении математических соотношений между измеряемыми:
1. входами
2. выходами;
3. входами и выходами при заданных их измерениях во времени.

2. Имитационное моделирование ...
1. Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени;
2. Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс;
3. Моделирование, воспроизводящее только физические процессы;
4. Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами.

3. Физическое моделирование процесса – это изучение процесса на...
1. основе математических уравнений.
2. модели
3. производстве.

4. Полный факторный эксперимент применяется для построения регрессионных зависимостей показателей качества, имеющих зависимость от факторов
1. нелинейную
2. линейную
3. линейную с учетом взаимного влияния факторов
4. нелинейную второго порядка

5. Активный эксперимент основан на применении
1. Инновационных технологий
2. Методов математической статистики
3. Современного лабораторного оборудования
4. Методов планирования эксперимента

6. При построении регрессионных зависимостей исследуемые факторы должны быть
1. Зависимы друг от друга

2. Независимы друг от друга
3. Зависимы друг от друга косвенно

7. Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем – это
1. Пассивный эксперимент
2. Активный эксперимент
3. Последовательный эксперимент
4. Научный эксперимент

8. Совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опыта - это
1. эксперимент
2. опыт
3. план эксперимента
4. уровни фактора

9. Эксперимент, при котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются
1. Пассивный эксперимент
2. Параллельный опыт
3. Область экспериментирования
4. Последовательный эксперимент

10. Соответствие математической модели экспериментальным данным - это
1. Воспроизводимость эксперимента
2. Адекватность математической модели
3. Проверка значимости коэффициентов регрессии
4. Ортогональность плана

11. При планировании ПФЭ каждый из факторов варьирует на
1. трех уровнях
2. пяти уровнях
3. четырех
4. двух

12. Значимость коэффициентов в уравнении регрессии оценивают по критерию
1. Пирсона
2. Стьюдента
3. Фишера
4. Кохрена

13. Адекватность математической модели оценивают по критерию
1. Кохрена
2. Стьюдента
3. Пирсона

4. Фишера
14. Для оценки тесноты причинно-следственной связи между показателями качества продукции и технологическими параметрами используется
1. Регрессионный анализ
2. Корреляционный анализ
3. Дисперсионный анализ
4. Проверка статистических гипотез о равенстве средних значений
15. Для нормального распределения выборки коэффициенты асимметрии и эксцесса равны
1. +1
2. 0
3. -1
4.
16. Предпроектные научно-исследовательские работы, состоящие в определении и анализе наиболее сложных задач управления для предварительного выбора способов их решения относятся к этапу проектирования АСУТП.
1. первому
2. второму
3. третьему
4. четвертому
5. пятому

3.2. Задания по темам практических занятий

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. Построение математической модели технологического процесса в виде графа.

Цель работы: Приобретение навыка математического моделирования технологического процесса на основе теории графов с применением ЭВМ.

Задание по работе:

Построить математическую модель технологического объекта в виде графа.

Источники: [1], [2].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Примеры аналитического построения простейших моделей

Цель работы: Закрепить практические навыки по построению простейших математических и простейших статистических моделей.

Задание по работе:

Составить математическую модель типового объекта управления

. Источники: [1], [2].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 Применение метода Брандона для построения уравнения множественной регрессии.

Цель работы: Рассмотреть одну из разновидностей регрессионного анализа - метод последовательного исключения влияния независимых переменных, известный под названием метода Брандона.

Задание по работе:

Построить уравнение регрессии независимых переменных с помощью метода Брандона на основе данных, представленных преподавателем.

Источники: [2], [3].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. Применение метода Калмана для динамической идентификации объекта.

Цель работы: Получить модель системы в пространстве состояний.

Задание по работе:

1. Перейти к системе дифференциальных уравнений первого порядка
2. Систему записать в векторно-матричном виде.
3. Получить модель в форме уравнения состояния.

Источники: [3], [4].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. Создание модели объекта регулирования расхода жидкости или газа (на примере трубопровода).

Цель работы: Составить математическое описание участка трубопровода.

Задание по работе:

1. Получить уравнение статики для трубопровода.
2. Получить уравнение динамики для трубопровода.
3. Составить дифференциальное уравнение.
4. Получить операторную форму записи уравнения объекта регулирования.
5. Определить передаточную функцию трубопровода по каналу управления (объемный расход жидкости - перепад давления на трубопроводе)

Источники [2],[3], [4].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. Создание модели объекта с самовыравниванием и без самовыравнивания (на примере емкости для жидкости). Регулирование уровня жидкости.

Цель работы: Получение дифференциального уравнения по изменению уровня скачкообразным воздействием на поток поступающей в ёмкость жидкости и на изменения проходного сечения клапана.

Задание по работе:

1. Составить уравнение статики ёмкости.
2. Составить уравнение накопления (истечения) жидкости.
3. Перейти к относительным величинам входных воздействий и выходной переменной.
4. Записать передаточные функции ёмкости при воздействии на поток поступающей в ёмкость жидкости и на изменения проходного сечения клапана.

Источники: [3], [4].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. Создание модели регулирования давления газа (на примере емкости с идеальным перемешиванием газа).

Цель работы: Получение дифференциального уравнения по изменению давления газа в зависимости от расхода на линии притока.

Задание по работе:

1. Составить уравнение статики емкости с идеальным перемешиванием.
 2. Составить уравнение динамики.
 3. Перейти к относительным величинам входных воздействий и выходной переменной.
 4. Записать передаточные функции по каналам управления и возмущения.
- Источники: [3], [4].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. Создание модели теплового процесса (на примере экзотермического реактора с рубашкой).

Цель работы: Получение дифференциального уравнения по изменению температуры в реакторе в зависимости от расхода пара.

Задание по работе:

1. Составить уравнение статики реактора.
 2. Составить уравнение динамики.
 3. Перейти к относительным величинам входных воздействий и выходной переменной.
 4. Записать передаточные функции по каналам управления и возмущения.
- Источники: [3], [4].

Оценка результатов выполнения заданий (задания) по каждому практическому занятию производится при защите студентом выполненного задания. Результаты защиты практического занятия оцениваются преподавателем по системе «зачтено – не зачтено». Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знания, получает по практическому занятию оценку «зачтено».

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

1. Гутова, С. Г. Моделирование систем автоматического регулирования: учебное пособие: [16+] / С. Г. Гутова, Е. С. Каган; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. – 230 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684982> (дата обращения: 25.10.2022). – Библиогр.: с. 186-191. – ISBN 978-5-8383-2741-6. – Текст: электронный.
2. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие: [16+] / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – 4-е изд., стер. – Москва: ФЛИНТА, 2021. – 271 с.: схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> (дата обращения: 25.10.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9765-1278-8. – Текст: электронный.
3. Крутько, А. А. Математическое моделирование технологических процессов: учебное пособие: [16+] / А. А. Крутько; Омский государственный технический университет. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 141 с.: ил.,

табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682122> (дата обращения: 26.04.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2882-5. – Текст: электронный.

4. Воробьев, Е. С. Моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие: в 2 частях: [16+] / Е. С. Воробьев, Э. А. Каралин, Ф. И. Воробьева; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – Часть 1. Статистические расчеты и обработка эксперимента. Реализация решений в среде Microsoft Excel. – 104 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612966> (дата обращения: 26.04.2023). – Библиогр.: с. 102. – ISBN 978-5-7882-2535-7 (Ч. 1). - ISBN 978-5-7882-2534-0. – Текст: электронный.

3.3 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Построение линейной модели статики процесса методом планирования эксперимента

Задание к лабораторной работе:

Изучить метод планирования эксперимента при получении линейного уравнения регрессии.

Методические указания и порядок выполнения работы:

1. Определение коэффициентов линейного уравнения регрессии при заданном плане на факторы эксперимента.
2. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии.
3. Составление линейного уравнения регрессии на основе значимых коэффициентов.
4. Проверка адекватности линейного уравнения регрессии.

Контрольные вопросы:

1. Понятие фактора эксперимента.
2. Полный факторный эксперимент и дробные реплики.
3. Формулы для вычисления коэффициентов линейного уравнения регрессии.
4. Формулы перехода от факторов к физическим переменным.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 АППРОКСИМАЦИЯ КРИВОЙ РАЗГОНА И РАСЧЕТ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ

Задание к лабораторной работе:

1. Выполнить аппроксимацию кривой разгона по методу касательной.
2. Получить передаточную функцию объекта управления.

Методические указания и порядок выполнения работы:

1. По данным таблицы строится кривая разгона в удобном масштабе.
2. В точке максимальной скорости изменения выходной переменной (в точке перегиба) проводят касательную к кривой разгона до пересечения ее, с одной стороны, с осью абсцисс, с другой – с линией установившегося значения выходной переменной
3. Из графика определяется постоянная времени объекта $T_{об}$.
4. Определяется передаточный коэффициент в размерной форме K
5. Определяется общее запаздывание объекта $\tau_{об}$.
6. Находится отношение $\tau_{об}/T$ и по этому отношению предварительно выбирается тип автоматического регулятора.

Контрольные вопросы:

1. Что такое аппроксимация кривой разгона?
2. Назовите этапы экспериментального метода аппроксимации кривой разгона.
3. Каковы условия снятия кривой разгона?
4. В чем заключается метод касательной при аппроксимации кривой разгона?
- 5.
6. Выполните аппроксимацию нарисованной преподавателем кривой разгона методом касательной.
7. Запишите передаточную функцию, получающуюся по методу касательной.
8. Запишите вид дифференциального уравнения апериодического звена.
9. Какая характеристика объекта называется разгонной?
10. За счет чего достигается стабилизация процесса в объекте, обладающем самовыравниванием?
11. Дайте объяснение физического смысла понятий:
 - а) скорость разгона;
 - б) постоянная времени;
 - в) коэффициент усиления.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Построение аналитическим методом математической модели динамики объекта с сосредоточенными параметрами на примере объекта управления уровнем (гидравлической емкости) и математической модели системы управления уровнем с типовыми законами управления.

Задание к лабораторной работе:

Построить аналитическую модель САР, по результатам математического моделирования найти оптимальные параметры настройки регулятора для поддержания уровня в емкости на заданной величине при увеличении расхода втекающей жидкости и смоделировать переходный процесс в САР.

Методические указания и порядок выполнения работы:

1. Из материального баланса получить модель объекта управления.
2. Выбрать модель регулятора.
3. Получить оптимальные параметры настройки регулятора.
4. Синтезировать систему автоматического регулирования уровня.
5. Найти прямые показатели качества переходного процесса.

Контрольные вопросы:

1. Какой физический смысл уравнения статики и динамики объекта?
2. Каким образом получили передаточную функцию объекта управления?
3. Способ моделирования переходного процесса в solidThinking Embed?
4. Что относят к прямым оценкам качества переходного процесса?
5. Что такое переходной процесс?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Моделирование системы управления парожидкостным теплообменником

Задание к лабораторной работе:

Исследовать теплообменник как объект управления, выбрать структуру системы управления и рассчитать оптимальные настройки, оценить качество разработанной системы.

Методические указания и порядок выполнения работы

1. Записать материальный баланс теплообменника.
2. Получить передаточную функцию ОУ по каналу управления (температура жидкости-расход пара) и по каналу возмущения (температура жидкости – энтальпия пара).
3. Выбрать закон регулирования и параметры настройки регулятора для условий согласно вашему варианту.
4. Синтезировать систему регулирования, состоящую из объекта (теплообменника) и ПИ-, ПИД-регулятора.
5. Построить график переходного процесса регулирования температуры.
6. Вычислить оптимальные настройки регулятора.
7. Рассчитать прямые показатели качества переходных процессов САР:

Контрольные вопросы:

1. Как подразделяются теплообменники по способу передачи тепла?

1. Как аналитически получить математическую модель теплообменного аппарата?
2. Назовите управляющие и возмущающие параметры процесса теплообмена?
3. Каковы достоинства и недостатки ПИД регулятора.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 Моделирование системы автоматического регулирования смесителя.

Задание к лабораторной работе:

1. Исследовать смеситель как объект регулирования.
2. Выбрать структуру системы регулирования.
3. Рассчитать оптимальные настройки регулятора.
4. Оценить качество разработанной системы.

Методические указания и порядок выполнения работы:

1. Записать материальный баланс смесителя, получить передаточную функцию по каналу расход-концентрация. Построить кривую разгона.
2. Оценить частотные характеристики системы регулирования. Рассчитать настройки по приближенным формулам.
3. Смоделировать систему регулирования, состоящую из объекта регулирования (смесителя) и ПИД – регулятора. Построить график процесса регулирования.
4. Оценить качество системы регулирования.
5. Вычислить оптимальные настройки регулятора.

Контрольные вопросы:

1. Что такое автоматическое регулирование?
2. Каково назначение автоматического регулятора?
3. Что определяет выбор структуры регулятора?
4. Что представляют собой типовые законы регулирования?
5. От чего зависит вид переходного процесса в САР?
6. Какова методика приближенных инженерных методов настройки регулятора?
7. В чем преимущество экспериментальных методов расчета настроек регулятора?

Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при защите студентом отчёта по выполненной работе. Результаты защиты оцениваются преподавателем по системе «зачтено – не зачтено». Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знания, получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

3.4. Задания для контрольных работ (для заочного отделения)

Для выполнения контрольной работы требуется знание вопросов, отраженных в тематическом плане дисциплины и умение самостоятельно работать с технической литературой. Работы следует выполнять с обязательной ссылкой на используемую литературу или другие источники. Текст контрольной работы должен достаточно полно раскрыть тему и пункты плана. В процессе ее выполнения студент может опираться на материалы учебников, но ни в коем случае не ограничиваться ими. Следует активно привлекать дополнительную литературу.

Пример контрольной работы.

Имеется ёмкость для жидкости (рисунок 1), входными величинами которой являются приход F_{np} и расход F_p жидкости, а выходной – уровень жидкости L .

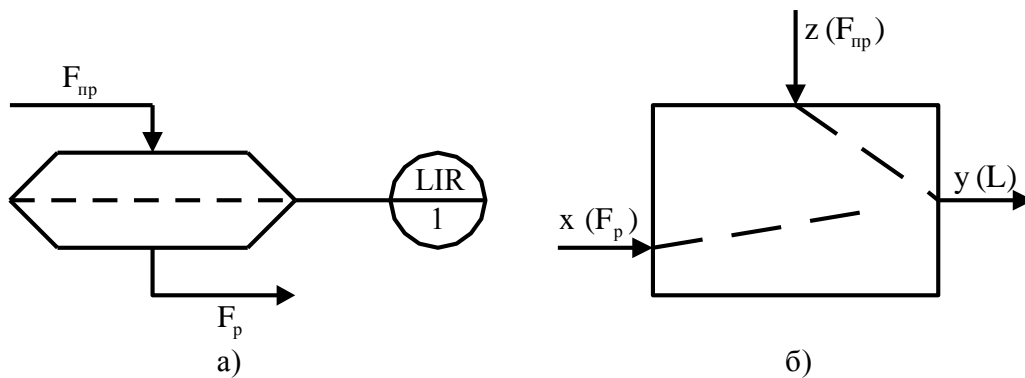


Рисунок 1 – Схема емкости (а) и ее динамических каналов (б)

В реальных условиях емкость может работать по двум вариантам: с откачкой жидкости насосом или самостоятельным стоком жидкости.

1. При откачке жидкости насосом емкость является нейтральным объектом так как входные параметры F_{np} и F_p влияют на выходную величину L , а уровень не влияет на расход жидкости – внутренняя обратная связь отсутствует. Поэтому передаточную функцию объекта $W_{об}$ описываем интегрирующим звеном.

Варианты параметров передаточных функций объекта управления приведены в таблице 2.

Таблица 2

Вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
k_1	0,9	1,3	2,2	0,	1	0,3	0,	1,4	0,7	2	3,1	2,7	0,9	0,7	2	1,3
k_2	0,6	2	2,7	0,5	1,3	0,7	1,1	1,3	0,5	1,0	2,9	2,3	1,4	0,3	2,1	1,7
τ	2	7	3	6	4	1	3	5	8	2	10	5	3	1	4	7

1. Затем используя стандартные блоки пакета программ динамического моделирования solidThinking Embed построить имитационную модель емкости, которую дополнить звеном запаздывания и включить регулятор, например, ПИ-регулятор.

Начальные значения параметров модели объекта задаются преподавателем из таблицы 3.

Параметры регулятора подбираются методом Циглера-Николса. Студент должен подобрать коэффициенты регулятора исходя из условий, что кривая переходного процесса имеет:

- величину перерегулирования, не более 20%;
- минимальное время регулирования, 15-20 мин.;
- число полуколебаний не более 2-3;
- степень затухания, не менее 0,75.

2. Жидкость отводится самотеком, поэтому емкость будет устойчивым объектом с передаточной функцией, соответствующей апериодическому звену первого порядка. Параметры передаточных функций приведены в таблице 3

Таблица 3 - Параметры передаточных функций

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
k_1	0,7	0,1	0,2	0,6	0,3	0,4	0,5	0,8	0,9	2	1,2	0,5	0,4	0,3	0,2
k_2	0,6	0,2	0,1	0,5	0,4	0,2	0,7	0,5	1,1	1,8	1,4	0,7	0,2	0,5	0,1
T	10	8	12	7	10	14	6	3	2	2	3	4	3	5	7
τ	5	2	7	3	1	6	4	5	1	1	5	3	2	2	1

Вар.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
k_1	0,7	0,6	0,7	1,3	1,8	2,2	2,6	3	3,2	3,6	3,9	4,1	2,5	1,5	2,7
k_2	0,9	0,4	0,6	1,5	2	2,3	2,7	3,1	3	3,7	4	4,3	2,7	1,3	2,5
T	12	10	12	8	7	10	1	5	17	9	3	10	30	11	16
τ	4	3	4	6	3	2	7	1	4	5	8	3	10	2	5

Вар.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
k_1	1,8	1,2	0,5	0,4	2	1,9	1,7	1,3	1,1	1,4	1	0,7	0,3	2	1,5
k_2	1,7	1	0,6	0,3	1,	1,7	1,6	1,2	1	1,5	0,	0,6	0,1	2,3	1,8
T	14	25	17	22	20	3	7	2	4	3	6	5	2	6	3
τ	6	3	4	7	9	15	3	4	7	8	10	3	1	7	2

Задание по контрольной работе:

1. Построить схему и материальные потоки технологического процесса.
2. Построить топологическую схему САР уровня в резервуаре.
3. Построить имитационную модель с передаточными функциями в solidThinking Embed.
4. Построение имитационной модели всей системы управления с учетом связей входных и выходных параметров исходя из физической сущности процесса.
5. Моделирование работы системы управления при подаче возмущающего воздействия по расходу сырья.
6. Анализ результатов работы системы управления.

3.5. Критерии оценивания контрольных работ

Система оценивания и критерии оценки контрольной работы приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Система оценивания и критерии оценки контрольной работы

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
2 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
3 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Для промежуточной аттестации по дисциплине проводится зачет.

Студенты допускаются к зачету, если выполнены практические задания (получены положительные оценки по результатам их выполнения); выполнены и защищены лабораторные работы, имеющие положительную оценку («зачтено») по результатам устного опроса; регулярно посещавшим лекционные занятия; выполнена и защищена контрольная работа (для студентов заочного отделения).

При промежуточной аттестации учитывают оценки, полученные при тестировании в течение семестра. Система оценок и критерии выставления оценки при прохождении тестирования или ответа на контрольные вопросы выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 5.

Таблица 5 – Система оценок и критерии выставления оценки при прохождении тестирования или ответа на контрольные вопросы

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Практикум по моделированию систем и процессов» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлениям подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры цифровых систем и автоматики (протокол №2 от 28.09.2022 г.)

Заведующий кафедрой



В.И. Устич