

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
д.т.н., профессор

В. Н. Василенко

(подпись)

(Ф.И.О.)

«25» _____ 05 _____ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«Идентификация объектов и систем управления»**
(наименование в соответствии с РУП)

Направление подготовки (специальность)

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) подготовки

Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)
(наименование профиля/специализации)

Квалификация выпускника

магистр

(в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2013 г. N 1061 "Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования" (с изменениями и дополнениями)

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

1. Целью освоения дисциплины «Идентификация объектов и систем управления» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере автоматизации и механизации производственных процессов)

Дисциплина направлена на решение типов задач профессиональной деятельности:

- модернизация и автоматизация действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;
- разработка и практическая реализация средств и систем автоматизации контроля, диагностики и испытаний, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством;
- обеспечение необходимой жизнестойкости средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования и планирование мероприятий по постоянному улучшению качества продукции;
- анализ состояния и динамики функционирования средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качества продукции, метрологического и нормативного обеспечения производства, стандартизации и сертификации с применением надлежащих современных методов и средств анализа.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-1 _{опк-2} - Грамотно и аргументировано осуществляет экспертизу технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств
2	ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИД-1 _{опк-5} – Знает аналитические и численные методы построения математических моделей различных объектов управления
3	ПКв-1	Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИД-1 _{пкв-1} – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами
			ИД-2 _{пкв-1} – Разрабатывает частные технические задания на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 _{опк-2} - Грамотно и аргументировано осуществляет экспертизу технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств	Знать основы анализа технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств
ИД-1 _{опк-5} – Знает аналитические и численные методы построения математических моделей различных объектов управления	Знать аналитические и численные методы построения математических моделей объектов управления
	Уметь использовать современные методы и средства получения математических моделей объектов управления
ИД-1 _{пкв-1} – Владеет навыками моделирования и исследования с использованием современных технологий	Знает современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами
	Знает основы разработки технических заданий на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом
ИД-2 _{пкв-1} – Уметь разрабатывать частные технические задания, включая построение модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации	Знает основы разработки технических заданий на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом
	Уметь разрабатывать частные технические задания, включая построение модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к *обязательной части* Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин

Методы планирования эксперимента

Системный анализ и моделирование

Дисциплина является предшествующей для изучения: *Информационные системы управления качеством в автоматизированных автоматических производствах, Цифровые многосвязные системы управления*

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		2
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	88,7	88,7
Лекции	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	38	38
В том числе в форме практической подготовки	38	38
Практические работы (ПР)	38	38
В том числе в форме практической подготовки	38	38
Консультации текущие	0,5	0,5
Консультация экзамен, экзамен	2,2	2,2
Виды аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен	Экзамен
Самостоятельная работа:	93,5	93,5
Проработка материалов по конспекту лекций 1*9=9	9	9
Проработка материалов по учебникам: 2*12=24	24	24
Разработка математических моделей: 0.8*10=8	8	8
Анализ и расчет по известным математическим моделям 0.8*10=8	8	8
Создание программ с графической оболочки 2,5*6=15	15	15
Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ 0,5*9=4,5	4,5	4,5
Оформление отчёта к лабораторным работам 0,3*40=12	12	12
Подготовка к практическим занятиям	13	13
Контроль (экзамен)	33,8	33,8

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, акад. ч
1.	Введение. Основные понятия и определения	Основные понятия о моделях объектов управления, их виды и классификация, общая характеристика методов идентификации. Особенности идентификации как оптимизационной задачи. Модели «вход-выход» и в пространстве состояний. Взаимосвязь различных видов моделей.	8,5
2.	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	Построение математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным. Методы построения статических и динамических моделей объектов управления. Описание моделей объектов управления при взаимодействии с внешней средой. Принципы описания сложных систем, декомпозиция и агрегирование сложных моделей.	11
3.	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	Экспериментальные методы исследования объектов управления при периодических воздействиях, определение частотных характеристик объектов управления. Определение динамических характеристик линейных объектов при аperiodических воздействиях. Обработка результатов эксперимента. Определение частотных характеристик по переходным функциям. Структурная и параметрическая идентификация.	50
4.	Статистические методы идентификации	Методы идентификации, основанные на использовании корреляционных функций. Взаимосвязь функций взаимной корреляции и импульсной переходной функции. Идентификация с помощью белого шума. Получение частотных характеристик на основе корреляционных функций. Вычислительные аспекты. Цифровое преобразование Фурье. Модели возмущений. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей.	50
5.	Идентификация с использованием регрессионных методов.	Статическая задача для системы с несколькими входами и одним выходом. Статическая задача для системы с несколькими входами и несколькими выходами. Регрессионная идентификация для линейных динамических процессов. Планирование экспериментов. Построение оптимальных планов. Оценивание адекватности моделей.	50
6.	Методы идентификации нелинейных объектов управления.	Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.	46
	Консультации текущие		0,5
	Консультации перед экзаменом		2,2
	Экзамен		33,8

*в форме практической подготовки

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	Практические занятия, ак. ч	лабораторные занятия, ак. ч	СРО, ак. ч
1.	Введение. Основные понятия и определения	1	-	-	7,5
2.	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	1	-	-	10
3.	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	2	10	10	19
4.	Статистические методы идентификации	2	10	10	19
5.	Идентификация с использованием регрессионных	2	10	10	19

	методов.				
6.	Методы идентификации нелинейных объектов управления.	2	8	8	19
	Консультации текущие	0,5			
	Консультации перед экзаменом	2,2			
	Экзамен	33,8			

*в форме практической подготовки

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1.	Введение. Основные понятия и определения	Основные понятия о моделях объектов управления, их виды и классификация, общая характеристика методов идентификации. Особенности идентификации как оптимизационной задачи. Модели «вход-выход» и в пространстве состояний. Взаимосвязь различных видов моделей.	1
2.	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	Построение математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным. Методы построения статических и динамических моделей объектов управления. Описание моделей объектов управления при взаимодействии с внешней средой. Принципы описания сложных систем, декомпозиция и агрегирование сложных моделей.	1
3.	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	Экспериментальные методы исследования объектов управления при периодических воздействиях, определение частотных характеристик объектов управления. Определение динамических характеристик линейных объектов при аperiodических воздействиях. Обработка результатов эксперимента. Определение частотных характеристик по переходным функциям. Структурная и параметрическая идентификация.	2
4.	Статистические методы идентификации	Методы идентификации, основанные на использовании корреляционных функций. Взаимосвязь функций взаимной корреляции и импульсной переходной функции. Идентификация с помощью белого шума. Получение частотных характеристик на основе корреляционных функций. Вычислительные аспекты. Цифровое преобразование Фурье. Модели возмущений. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей.	2
5.	Идентификация с использованием регрессионных методов.	Статическая задача для системы с несколькими входами и одним выходом. Статическая задача для системы с несколькими входами и несколькими выходами. Регрессионная идентификация для линейных динамических процессов. Планирование экспериментов. Построение оптимальных планов. Оценивание адекватности моделей.	2
6.	Методы идентификации нелинейных объектов управления.	Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.	2
	Консультации текущие	0,5	
	Консультации перед экзаменом	2,2	
	Экзамен	33,8	

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
1.	Введение. Основные понятия и определения	-	-
2.	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	-	-
3.	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии по переходным процессам, полученным на типовые входные воздействия.	10
4.	Статистические методы идентификации	Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии на основе случайных входных воздействий. Модели случайных входных воздействий.	10
5.	Идентификация с использованием регрессионных методов.	Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии на основе регрессионных методов.	10
6.	Методы идентификации нелинейных объектов управления.	Линеаризация моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.	8

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
1.	Введение. Основные понятия и определения	-	-
2.	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	-	-
3.	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения идентификации на основе детерминированных воздействий с использованием научно-исследовательской лабораторной установки.	10
4.	Статистические методы идентификации	Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения идентификации на основе случайных воздействий с использованием научно-исследовательской лабораторной установки.	10
5.	Идентификация с использованием регрессионных методов.	Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения идентификации на основе регрессионных методов с использованием научно-исследовательской лабораторной установки.	10
6.	Методы идентификации нелинейных объектов управления.	Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения идентификации нелинейных объектов с использованием научно-исследовательской лабораторной установки.	8

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1.	Введение. Основные понятия и определения	Проработка материала по конспекту лекций	3,5
		Проработка материала по учебникам.	4
2.	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	Проработка материала по конспекту лекций	10
		Проработка материала по учебникам.	
3.	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	Проработка материала по конспекту лекций	3
		Проработка материала по учебникам.	4
		Отчет по лабораторным работам	10
		Тест	2
4.	Статистические методы идентификации	Проработка материала по конспекту лекций	3
		Проработка материала по учебникам.	4
		Отчет по лабораторным работам	10
		Тест	2
5.	Идентификация с использованием регрессионных методов.	Проработка материала по конспекту лекций	3
		Проработка материала по учебникам.	4
		Отчет по лабораторным работам	10
		Тест	2
6.	Методы идентификации нелинейных объектов управления.	Проработка материала по конспекту лекций	4
		Проработка материала по учебникам.	4
		Отчет по лабораторным работам	10
		Тест	1

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

1 Попов, А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем : монография / А.А. Попов. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 296 с. : табл., граф. - (Монографии НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2329-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436033>

2 Салмина, Н.Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н.Ю. Салмина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2012. - 90 с. : табл., схем. - ISBN 978-5-4332-00678 ; То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208690>

6.2 Дополнительная литература

4 Кудряшов, В. С. Основы программирования микропроцессорных контроллеров в цифровых системах управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев [и др.]. - Воронеж: ВГУИТ, 2014. - 144 с.

5 Кудряшов, В. С. Основы цифрового управления: теория и практика [Текст]: учебное пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов. Воронеж. гос. технол. акад. -Воронеж, 2010. - 197 с.

6 Рубан, А. И. Адаптивные системы управления с идентификацией : монография / А. И. Рубан ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 140 с. : схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3194-8 ;То же [Электронный ресурс].-

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

7. Рязанцев, С. В. Идентификация объектов и систем с помощью синусоидальных сигналов и методами корреляционных функций.-Воронеж: ВГТА, -31 с.
8. Рязанцев, С. В. Анализ управляемости объектов и систем.-Воронеж: ВГТА, 2010. -19 с.

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронно-библиотечная система ВГУИТ (<http://www.vsu.ru/>) обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет. Для обучающихся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам. Также на внутрисетевом сервере размещены электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных вузовской рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для обучающихся в вузе.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение ОС Windows; пакет Microsoft Office, «CoDeSys 3.5» - инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации (SCADA-система).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории:

№327 Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Учебные комплексы (управляющие компьютеры на базе процессора Intel Core i5 - 4460 - 14 шт., шкафы автоматического управления - 6 шт. с микропроцессорными приборами: цифровые регуляторы ТРМ1, ТРМ101, ТРМ251, модули ввода/вывода МВ110, МВА8, МВУ8, программируемые логические контроллеры ПЛК110, операторские сенсорные панели СП270, счетчики импульсов СИ8, блоки питания
--	---

	БП14, эмуляторы печи ЭП10, термометры сопротивления ДТС035-50М.ВЗ.120, термопары ДТПЛ015-010.100, преобразователи интерфейсов АС4), мультимедийный проектор, экран
№328 Компьютерный класс	Компьютеры - 14 шт., мультимедийный проектор, экран

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.
Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Приложение Б
(обязательное)

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных единиц

Виды учебной работы	Всего ак. ч	семестр
		2
<i>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</i>	25,9	25,9
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛБ)	8	8
Консультации текущие	0,6	0,6
Рецензирование контрольной работы	0,8	0,8
Консультация экзамен	2,5	2,5
Вид аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	экзамен
Самостоятельная работа:	183,3	183,3
Проработка материалов по конспекту лекций	3	3
Проработка материалов по учебникам	88	88
Разработка математических моделей	8	8
Анализ и расчет по известным математическим	20	20
Создание программ с графической оболочки	15	15
Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ	4,2	4,2
Оформление отчёта к лабораторным работам	20	20
Подготовка к практическим занятиям	15	15
выполнение контрольной работы	10	10
Подготовка к экзамену (контроль)	6,8	6,8

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Идентификация объектов и систем управления

3.1 Тесты (тестовые задания)

3.1.1. ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности

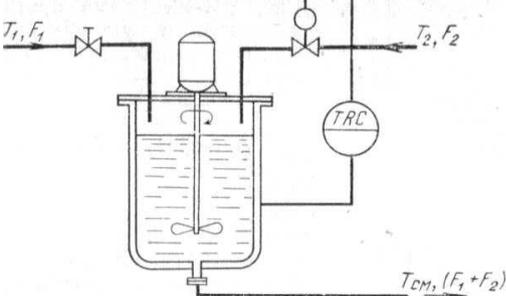
1.	Системы, предназначенные для оперативного управления технологическими процессами, а также для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект в соответствии с принятым критерием управления, называются -АСУП -АСУТП -АСУ -ЛСП
2.	Системы, обеспечивающие оперативное управление химическим предприятием в целом, которое наряду с решением задач технологического управления отдельными производствами, координирует работу этих производств и решает планово-экономические задачи, обеспечивая эффективность работы всего предприятия, называются -АСУТП -ЛСП -АСУП -АСУ
3.	Системы, стабилизирующие необходимые режимы процессов, протекающих в отдельных аппаратах, путем поддержания заданных значений характерных технологических величин, называются -АСУ -ЛСП -АСУТП -АСУП
4.	Человеко-машинные системы, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления, т.е. выбор такого варианта управления, при котором достигается минимальное или максимальное значение некоторого критерия управления, называются -АСУ -АСУТП -ЛСП -АСУП
5.	Технологический процесс, реализованный на соответствующем технологическом оборудовании и характеризующийся физическими величинами, называется -Системой управления -технологическим объектом управления -Регулятором -Производством
6.	Совокупность технологического объекта управления и АСУ ТП является -Автоматизированной системой управления -Локальной системой -Автоматизированной системой управления производством -Автоматизированным технологическим комплексом
7.	Простейшее физическое или физико-химическое превращение с сырьем это -Технологический процесс -Технологическая операция -Управление -Производство -Регулирование
8.	Совокупность технологических операций, объединенных с целью получения готового продукта заданного качества это -Технологический процесс -Производство -Регламент -Технологические условия

9.	<p><u>Совокупность технологических операций, проводимых над исходным сырьем в одном или нескольких аппаратах, целью которых является получение продукта, обладающего заданными свойствами, называется</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Производством</u> -<u>Регламентом</u> -<u>Объектом управления</u> -<u>Технологическим процессом</u>
10.	<p><u>Технологический процесс характеризуется разнообразными параметрами, среди которых различают</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Входные</u> <u>Внутренние</u> <u>Выходные</u> <u>Возмущающие</u> <u>Внешние</u>
11.	<p><u>_____ параметры характеризуют интенсивность протекания технологической операции</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Входные</u> <u>Внутренние</u> <u>Выходные</u> <u>Возмущающие</u>
12.	<p><u>_____ - параметры, изменением которых можно воздействовать на выходные</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Входные</u> <u>Внутренние</u> <u>Выходные</u> <u>Возмущающие</u>
13.	<p><u>_____ - неконтролируемые параметры, мешающие правильному протеканию процесса</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Входные</u> <u>Внутренние</u> <u>Выходные</u> <u>Возмущающие</u>
14.	<p><u>Любое воздействие на ТП с целью получения желаемого эффекта называется _____</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Управление</u> <u>Контроль</u> <u>Возмущение</u> <u>Регулирование</u>
15.	<p><u>Частный случай управления, при котором технологические параметры поддерживаются на заданном значении - _____</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Управление</u> <u>Контроль</u> <u>Возмущение</u> <u>Регулирование</u>
16.	<p><u>Технологический или технико-экономический показатель, характеризующий качество объекта управления в целом и принимающий числовые значения в зависимости от подаваемых на него управляющих воздействий называется</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>критерием управления</u> -<u>показателем качества</u> -<u>управляемой величиной</u> -<u>управляющим воздействием</u>
17.	<p><u>Технологические процессы бывают</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Непрерывные</u> -<u>Периодические</u> -<u>Дискретные</u> -<u>Поступательные</u>
18.	<p><u>Процесс замены человека приборами и автоматическими устройствами в операциях управления производства называется</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Автоматизация</u>

	<u>Цифровизация</u> <u>Оптимизация</u> <u>анализ</u>
19.	<u>Автоматизация бывает</u> <u>-Начальная</u> <u>-Комплексная</u> <u>-Полная</u> <u>-Окончательная</u>
20.	<u>Автоматизация каждого технологического процесса в пределах участка называется автоматизацией</u> <u>-Начальной</u> <u>-Комплексной</u> <u>-Полной</u> <u>-Окончательной</u>
21.	<u>Упрощенная структурная схема системы автоматического управления включает</u> <u>-Объект управления и исполнительный механизм</u> -Объект управления и регулирующий орган -Регулятор и исполнительный механизм -Регулятор и объект управления -Объект управления и датчик
22.	По принципу управления САУ делятся следующим образом -Замкнутые -Разомкнутые -Каскадные -Комбинированные -Связные
23.	Системы, в которых регулятор изменяет регулирующее воздействие при отклонении регулируемой координаты от заданного значения независимо от причин, вызвавших это отклонение, называются _____ Замкнутыми Разомкнутыми Комбинированными связными
24.	Системы, в которых регулирующее воздействие вырабатывается регулятором в зависимости от величины возмущения, а не регулируемого параметра, называются _____ Замкнутыми Разомкнутыми Комбинированными связными
25.	Системы, сочетающие в себе принципы регулирования по отклонению и возмущению называется _____ Замкнутыми Разомкнутыми Комбинированными связными
26.	Обыкновенные системы характеризуются -Неполнотой или отсутствием начальной информации и полнотой рабочей информации -Неполнотой или отсутствием начальной и рабочей информации -Наличием полной начальной и рабочей информации
3.1.2 ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	
27.	Самонастраивающиеся (адаптивные) системы характеризуются -Неполнотой или отсутствием начальной информации и полнотой рабочей информации

	-Неполнотой или отсутствием начальной и рабочей информации -Наличием полной начальной и рабочей информации
28.	Игровые системы характеризуются -Неполнотой или отсутствием начальной информации и полнотой рабочей информации -Неполнотой или отсутствием начальной и рабочей информации -Наличием полной начальной и рабочей информации
29.	Системы, предназначенные для поддержания какого-либо параметра в заданных пределах, называются -Программными системами -Системами стабилизации -Следящими системами
30.	Системы, в которых параметр изменяется во времени по какому-либо закону, называются <u>Программными системами</u> <u>Системами стабилизации</u> <u>Следящими системами</u>
31.	Разработка модели путем постановки специальных экспериментов на объекте (метод активного эксперимента), либо статистической обработкой результатов длительной регистрации координат объекта в условиях его нормальной эксплуатации называется -Экспериментальным подходом -Аналитическим подходом -Комбинированным подходом
32.	Разработка модели на основе анализа физико-химических закономерностей протекания изучаемого процесса называется -Экспериментальным подходом -Аналитическим подходом -Комбинированным подходом
33.	Разработка модели на основе составления уравнений аналитическим методом с последующим уточнением коэффициентов этих уравнений экспериментальным путем, называется -Экспериментальным подходом -Аналитическим подходом -Комбинированным подходом
34.	Уравнения _____ описывают установившийся режим, при котором все координаты объекта остаются неизменными во времени, то есть объект находится в состоянии равновесия. Статики Динамики Лапласа Фурье
35.	Уравнения _____ описывают неустановившийся, или переходный режим в объекте Статики Динамики Лапласа Фурье
36.	Линейными называются объекты (системы), подчиняющиеся принципу _____. Суперпозиции Суперполя Лейбница нелинейности
37.	Принцип, согласно которому реакция объекта на сумму входных сигналов равна сумме реакций на каждый сигнал в отдельности, называется принципом _____. Суперпозиции Суперполя Лейбница нелинейности
38.	Линейными являются объекты или системы, описываемые -Линейными алгебраическими уравнениями -Нелинейными алгебраическими уравнениями -Линейными дифференциальными уравнениями -Нелинейными дифференциальными уравнениями
39.	наиболее распространенных способов линеаризации заключается в разложении нелинейной функции в ряд

	<ul style="list-style-type: none"> – Тейлора – Фурье – Лапласа – Эйлера
40.	<p>Какое из уравнений удовлетворяет принципу суперпозиций (у – выход, х – вход)</p> <ul style="list-style-type: none"> – $y=k*x+b$ – $y=k*x$ – $y=k*x^2+b*x+c$
41.	<p>Начальными условиями называются</p> <ul style="list-style-type: none"> – значение выходной координаты в начальный момент времени $t=0$ – значение выходной координаты и ее производных в начальный момент времени $t=0$ – значение производных выходной координаты в начальный момент времени $t=0$
42.	<p>Объект называется объектом с сосредоточенными параметрами, если</p> <ul style="list-style-type: none"> его входные и выходные величины зависят только от времени его входные и выходные величины не зависят от времени его входные величины зависят только от времени его выходные величины не зависят только от времени
43.	<p>Модели объектов с сосредоточенными обычно описываются</p> <ul style="list-style-type: none"> обыкновенными дифференциальными уравнениями дифференциальными уравнениями в частных производных нелинейными алгебраическими уравнениями линейными алгебраическими уравнениями
44.	<p>Статическая характеристика объекта – это зависимость</p> <ul style="list-style-type: none"> между входными и выходными сигналами в установившемся режиме между входными и выходными сигналами в переходном режиме между входными и возмущающими сигналами в установившемся режиме между выходными и возмущающими сигналами в переходном режиме
45.	$\begin{cases} y_1 = a_{10} + a_{11}u_1 + a_{12}u_2 + \dots + a_{1n}u_n, \\ y_2 = a_{20} + a_{21}u_1 + a_{22}u_2 + \dots + a_{2n}u_n, \\ \vdots \\ y_m = a_{m0} + a_{m1}u_1 + a_{m2}u_2 + \dots + a_{mn}u_n, \end{cases}$ <p>Приведенное выражение представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> Модель статического линейного многомерного объекта Модель статического нелинейного многомерного объекта Модель статического линейного одномерного объекта Модель статического нелинейного одномерного объекта
46.	<p>Статическая характеристика объекта – это</p> <ul style="list-style-type: none"> зависимость между входными и выходными сигналами в установившемся режиме зависимость между входными и выходными сигналами в переходном режиме зависимость между входными и входными сигналами в переходном режиме зависимость между выходными и выходными сигналами в установившемся режиме
47.	<p>Линейные динамические непрерывные модели могут быть заданы в формах</p> <ul style="list-style-type: none"> Обыкновенные дифференциальные уравнения n-го порядка Передаточных функций Уравнений в пространстве состояний Обыкновенных разностных уравнений
48.	$W(z) = \frac{y(z)}{x(z)} = \frac{b_m + b_{m-1}z^{-1} + \dots + b_0z^{-m}}{a_n + a_{n-1}z^{-1} + \dots + a_0z^{-n}}$ <p>Выражение представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> Обыкновенное дифференциальное уравнение n-го порядка Непрерывную передаточную функцию Дискретную передаточную функцию уравнение в пространстве состояний
<p>3.1.3 ПКв-1 Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами</p>	

49.	 <p>На рисунке приведена схема</p> <ul style="list-style-type: none"> –регулирования производительности центробежного компрессора (газодувки) –регулирования теплообменника смешения –Каскадной АСР регулирования теплообменника смешения –АСР поверхностного теплообменника
50.	<p>Система является управляемой, если</p> <p>она может быть переведена из любого состояния $x(t_0)$ при $t=t_0$ в любое другое желаемое состояние $x(t_1)$ за конечный интервал времени τ ($\tau=t_1-t_0$) путем приложения кусочно-непрерывного входного воздействия $u(t)$, $t \in (t_0, t_1)$</p> <p>она не может быть переведена из любого состояния $x(t_0)$ при $t=t_0$ в любое другое желаемое состояние $x(t_1)$ за конечный интервал времени τ ($\tau=t_1-t_0$) путем приложения кусочно-непрерывного входного воздействия $u(t)$, $t \in (t_0, t_1)$</p> <p>она может быть переведена из любого состояния $x(t_0)$ при $t=t_0$ в любое другое желаемое состояние $x(t_1)$ за бесконечный интервал времени τ ($\tau=\infty$) путем приложения кусочно-непрерывного входного воздействия $u(t)$, $t \in (t_0, t_1)$</p> <p>она не может быть переведена из любого состояния $x(t_0)$ при $t=t_0$ в любое другое желаемое состояние $x(t_1)$ за бесконечный интервал времени τ ($\tau=\infty$) путем приложения кусочно-непрерывного входного воздействия $u(t)$, $t \in (t_0, t_1)$</p>
51.	<p>Динамические системы могут быть описаны</p> <p>системами обыкновенных дифференциальных уравнений</p> <p>системами уравнений в частных производных</p> <p>системами разностных уравнений</p> <p>системами непрерывных передаточных функций</p>
52.	<p>Уравнение $a_0 \frac{d^n x(t)}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} x(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dx(t)}{dt} + a_n x(t) = b_0 u(t)$ является</p> <p>Обыкновенным дифференциальным уравнением</p> <p>Конечно-разностным уравнением</p> <p>Уравнением в частных производных</p> <p>Передаточной функцией</p>
53.	<p>Критерием управляемости является</p> <p>Критерий Гильберта</p> <p>Критерий Калмана</p> <p>Критерий Ляпунова</p> <p>Критерий Эйлера</p>
54.	<p>В канонических преобразованиях матрица преобразования представляет собой</p> <p>Матрицу собственных векторов</p> <p>Единичную матрицу</p> <p>Нулевую матрицу</p> <p>Матрицу Якоби</p>
55.	<p>Выражение $\det(\mathbf{A} - \lambda \cdot \mathbf{I}) = 0$ предназначено для</p> <p>Расчета критерия Калмана</p> <p>Поиска собственных значений матрицы \mathbf{A}</p> <p>Расчета критерия Гильберта</p> <p>Расчета следа матрицы \mathbf{A}</p>
56.	<p>Какая функция в MathCad используется для расчета собственных векторов</p> <p>Eigenvecs</p> <p>Eigenvals</p> <p>Eigenvalues</p> <p>eigenvectors</p>
57.	<p>Какая функция в MathCad используется для расчета собственных значений</p> <p>Eigenvecs</p>

	Eigenvals Eigenvalues eigenvectors
58.	<p>Почему использование канонического преобразования возможно только для случая, когда все собственные значения λ_i различные?</p> <p>Матричное уравнение $(A - \lambda_i I)v_i = 0$ имеет бесконечное множество решений, поскольку $\det(A - \lambda_i \cdot I) = 0$</p> <p>Матричное уравнение $(A - \lambda_i I)v_i = 0$ имеет нулевые корни</p> <p>Матричное уравнение $(A - \lambda_i I)v_i = 0$ не имеет решений, поскольку $\det(A - \lambda_i \cdot I) = 0$</p> <p>Матричное уравнение $(A - \lambda_i I)v_i = 0$ имеет бесконечное множество решений, поскольку $\det(A - \lambda_i \cdot I) \neq 0$</p>
59.	<p>Укажите выражение, которое является решением уравнения состояния $\dot{x} = Ax + Bu$?</p> <p>1) $x(t_1) = e^{A(t_1 - t_0)}x(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} e^{A(t_1 - \tau)}Bu(\tau)d\tau$</p> <p>2) $x(t_1) = e^{A(t_1 - t_0)}x(t_0) - \int_{t_0}^{t_1} e^{A(t_1 - \tau)}Bu(\tau)d\tau$</p> <p>3) $x(t) = e^{A(t - t_0)}x(t) + \int_{t_0}^{\tau} e^{A(t - \tau)}Bu(\tau)d\tau$</p> <p>4) $x(t_1) = e^{A(t_1 - t_0)}x(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} A(t_1 - \tau)Bu(\tau)d\tau$</p>
60.	<p>Укажите матричное уравнение Коши?</p> <p>1) $\dot{x} = Ax + Bu$</p> <p>2) $\ddot{x} = Ax - Bu$</p> <p>3) $\dot{x} = A\ddot{x} + Bu$</p> <p>4) $\dot{x} = A\ddot{x} - B\ddot{u}u$</p>
61.	<p>Как связаны критерий управляемости и устойчивости?</p> <p>критерий управляемости не зависит от устойчивости системы</p> <p>критерий управляемости зависит от устойчивости системы</p> <p>критерий управляемости зависит от устойчивости системы, если собственные значения матрицы объекта имеют нулевые корни</p> <p>критерий управляемости зависит от устойчивости системы, если собственные значения матрицы объекта не имеют нулевые корни</p>
62.	<p>В критерии Калмана для оценки управляемости системы необходимо</p> <p>Посчитать ранг матрицы</p> <p>Найти собственные значения матрицы</p> <p>Найти собственные вектора матрицы</p> <p>Определить матрицу канонических преобразований</p>
63.	<p>Задача идентификации для дифференциального уравнения вида</p> $a_n \frac{d^n y(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) =$ <p style="text-align: right;">заключается в</p> $= b_m \frac{d^m u(t)}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} u(t)}{dt^{m-1}} + \dots + b_2 \frac{d^2 u(t)}{dt^2} + b_1 \frac{du(t)}{dt} + b_0 u(t)$ <p>нахождении порядков n, m и всех коэффициентов a, b данного дифференциального уравнения</p> <p>нахождении порядков n, m данного дифференциального уравнения</p> <p>нахождении всех коэффициентов a, b данного дифференциального уравнения</p> <p>нахождении решения данного дифференциального уравнения</p>
64.	<p>Наличие форсирующего звена первого порядка приводит</p> <p>к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +20 Дб/декаду при частоте $\omega = 1/\tau_i$</p> <p>к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте $\omega = 1/\tau_i$</p>

	к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте $\omega=1/\tau_i$ к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -40 Дб/декаду при частоте $\omega=1/\tau_i$
65.	Наличие форсирующего звена второго порядка приводит к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте $\omega=1/T_p$. к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +20 Дб/декаду при частоте $\omega=1/T_p$ к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте $\omega=1/T_p$ к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте $\omega=1/T_p$
66.	Наличие апериодического звена первого порядка приводит к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте $\omega=1/\tau_h$. к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +20 Дб/декаду при частоте $\omega=1/\tau_h$ к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте $\omega=1/\tau_h$ к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте $\omega=1/\tau_h$
67.	Наличие апериодического звена второго порядка приводит к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -40 Дб/декаду при частоте $\omega=1/T_\eta$. к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте $\omega=1/T_\eta$. к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +20 Дб/декаду при частоте $\omega=1/T_\eta$ к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте $\omega=1/T_\eta$
68.	Наличие пропорционального и интегрирующих (дифференцирующих) звеньев приводит к тому, что на низких частотах $\omega \rightarrow 0$ ($\theta \rightarrow -\infty$) асимптотическая ЛАХ системы имеет вид прямой линии, тангенс угла наклона которой равен $(\delta-20)$ Дб/декаду, пересекающей ось ординат в точке $(20 \cdot \lg K)$ прямой линии, тангенс угла наклона которой равен $(\delta-40)$ Дб/декаду, пересекающей ось ординат в точке $(40 \cdot \lg K)$ прямой линии, тангенс угла наклона которой равен $(\delta-60)$ Дб/декаду, пересекающей ось ординат в точке $(60 \cdot \lg K)$ прямой линии, тангенс угла наклона которой равен $(\delta-20)$ Дб/декаду, пересекающей ось ординат в точке 0
69.	Можно ли по асимптотической ЛАХ неустойчивой системы провести идентификацию? Нет Да Да, если по виду ЛАХ можно определить наличие усилительного звена Да, если по виду ЛАХ можно определить наличие интегрирующего звена
70.	При идентификация методом корреляционных функций процесс должен быть Стационарным Нестационарным Переходным Динамическим
71.	Выражение $\varphi_{yu}(\vartheta) = \int_0^\vartheta g(\tau) \cdot \delta(\vartheta - \tau) d\tau = g(\vartheta)$ представляет собой Взаимную корреляционную функцию Автокорреляционную функцию Некорреляционную функцию Белый шум
72.	К псевдослучайным последовательностям относятся Псевдослучайные бинарные последовательности Псевдослучайные последовательности максимальной длины Нуль последовательности нуль-последовательности максимальной длины
73.	В выражении $(z^{-2} \oplus z^{-1})x = x$ операция \oplus является Сложением по модулю 2 Делением по модулю 2 Умножением по модулю 2

3.2 Кейс-задания**3.2.2 ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов**

74. Определить управляемость системы, описываемой дифференциальным уравнением

$$a_0 \frac{d^3 x(t)}{dt^n} + a_1 \frac{d^2 x(t)}{dt^{n-1}} + a_2 \frac{dx(t)}{dt} + a_3 x(t) = b_0 u(t)$$

a_0	a_1	a_2	a_3	b_0
0	8	3	-11	7

Вводим замену:

$$x(t) = x1(t)$$

$$\frac{d}{dt} x1(t) = x2(t)$$

$$\frac{d}{dt} x2(t) = -\left(\frac{a_2}{a_1} \cdot x2(t)\right) - \frac{a_3}{a_1} \cdot x1(t) + \frac{b_0}{a_1} \cdot u(t)$$

Записываем уравнение состояния динамической системы:

$$\chi = A \cdot x + B \cdot u$$

Где А и В – матрицы коэффициентов

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{a_3}{a_1} & -\frac{a_2}{a_1} \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{b_0}{a_1} \end{pmatrix}$$

75. Определить управляемость системы, описываемой дифференциальным уравнением

$$a_0 \frac{d^3 x(t)}{dt^n} + a_1 \frac{d^2 x(t)}{dt^{n-1}} + a_2 \frac{dx(t)}{dt} + a_3 x(t) = b_0 u(t)$$

a_0	a_1	a_2	a_3	b_0
0	2	3	-4	7

Вводим замену:

$$x(t) = x1(t)$$

$$\frac{d}{dt} x1(t) = x2(t)$$

$$\frac{d}{dt} x2(t) = -\left(\frac{a_2}{a_1} \cdot x2(t)\right) - \frac{a_3}{a_1} \cdot x1(t) + \frac{b_0}{a_1} \cdot u(t)$$

Записываем уравнение состояния динамической системы:

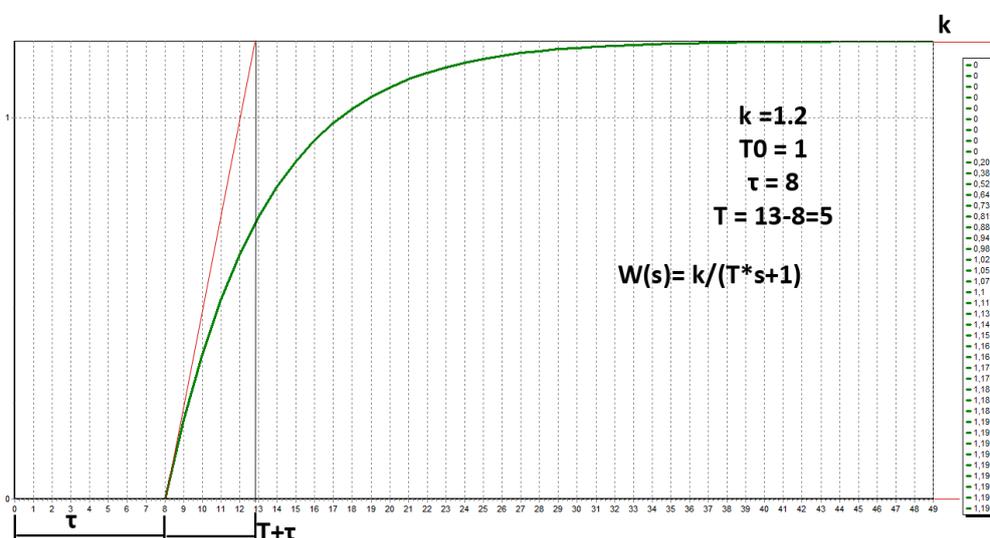
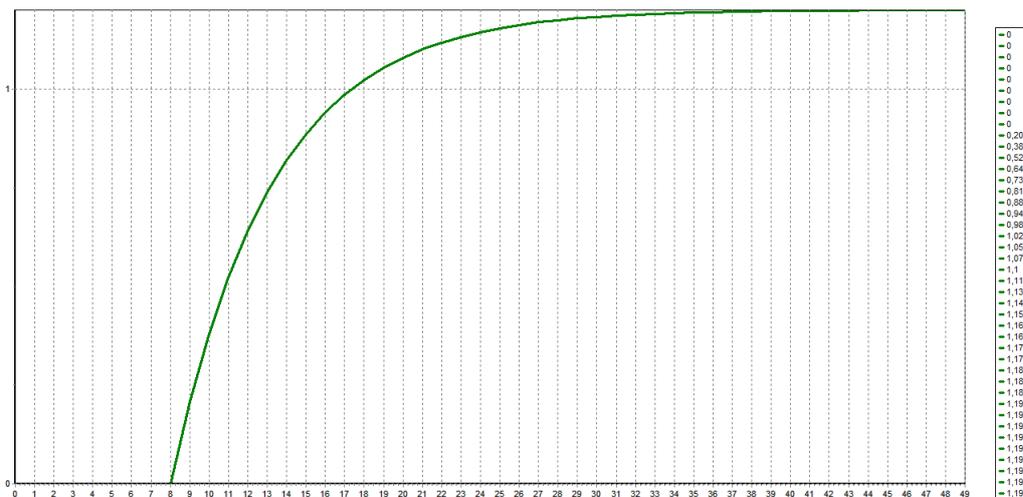
$$\chi = A \cdot x + B \cdot u$$

Где А и В – матрицы коэффициентов

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{a_3}{a_1} & -\frac{a_2}{a_1} \end{pmatrix}$$

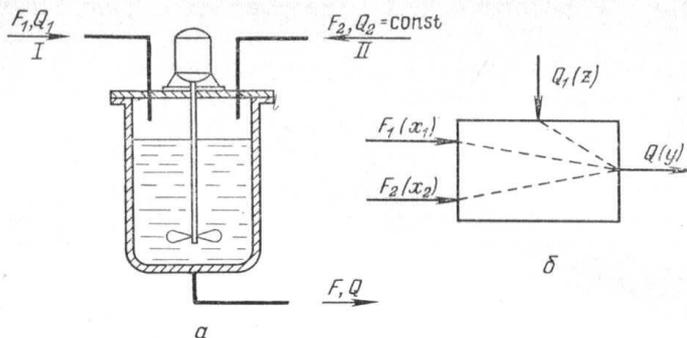
$$B := \begin{pmatrix} 0 \\ b0 \\ a1 \end{pmatrix}$$

76. По графику переходного процесса определить передаточную функцию объект управления



3.2.3 ПКв-1 Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами

77. Составить математическое описание смесителя постоянного объема V , обеспечивающего идеальное перемешивание жидкости. В смеситель подаются жидкости, расходы и концентрации которых соответственно равны F_1, Q_1 и F_2, Q_2 . Выходной величиной смесителя является состав жидкости Q в смесителе и на выходе из него, а входными переменными — величины потоков на входе F_1 и F_2 , а также концентрация Q_1 . Причем $Q_1 > Q > Q_2$.



Полный материальный баланс за промежуток времени dt

$$F_1 + F_2 = F \quad (1)$$

$$F_1 Q_1 dt + F_2 Q_2 dt = V dQ + F Q dt \quad (2)$$

F- выход из смесителя

Преобразуем (2) с учетом (1)

$$V \frac{dQ}{dt} + (F_1 + F_2)Q = F_1Q_1 + F_2Q_2 \quad (3)$$

Уравнение нелинейно, поэтому линеаризуем его, заменив каждую переменную на сумму базисного значения и приращения:

$$V \frac{d\Delta Q}{dt} + F_{10}\Delta Q + F_{10}Q_0 + Q_0\Delta F_1 + F_{20}\Delta Q + F_{20}Q_0 + Q_0\Delta F_2 = \\ = F_{10}Q_{10} + F_{10}\Delta Q_1 + Q_{10}\Delta F_1 + F_{20}Q_2 + Q_2\Delta F_2 \quad (4)$$

В равновесном состоянии получим

$$F_{10}Q_0 + F_{20}Q_0 = F_{10}Q_{10} + F_{20}Q_2 \quad (5)$$

Вычтем (5) из (4), учитывая что $F_{10} + F_{20} = F_0$, найдем уравнение смесителя в приращениях

$$V \frac{d\Delta Q}{dt} + F_0\Delta Q = F_{10}\Delta Q_1 + (Q_{10} - Q_0)\Delta F_1 - (Q_0 - Q_2)\Delta F_2 \quad (6)$$

Определим относительные величины

$$y = \frac{\Delta Q}{Q_0}, z = \frac{\Delta Q_1}{Q_{10}}, x_1 = \frac{\Delta F_1}{F_{10}}, x_2 = \frac{\Delta F_2}{F_{20}}$$

Подставим в (6)

$$VQ_0 \frac{dy}{dt} + F_0Q_0y = F_{10}Q_{10}z + (Q_{10} - Q_0)F_{10}x_1 - (Q_0 - Q_2)F_{20}x_2$$

Разделим все слагаемые на сомножитель F_0Q_0

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

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине «**Методы планирования эксперимента**» применяется бально-рейтинговая система.

Рейтинговая система оценки осуществляется в течение двух семестров при проведении аудиторных занятий, показателем является текущий опрос в виде собеседования, сдачи тестов, кейс-заданий, задач и сдачи разделов курсового проекта по предложенной преподавателем теме, за каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, незачтено - 0). Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

Бальная система служит для получения экзамена и/или зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на экзамене и/или зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.

Студент, набравший в семестре менее 30 баллов, может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того, чтобы быть допущенным до экзамена и/или зачета.

Студент, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до экзамена и/или зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен и/или зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи экзамена и/или зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной

сдаче экзамена и/или зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем экзамене и/или зачете не учитывается.

Экзамен и/или зачет может проводиться в виде тестового задания и кейс-задач или собеседования и кейс-заданий и/или задач.

Для получения оценки «отлично» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять 90 и выше баллов;

- оценки «хорошо» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 75 до 89,99 баллов;

- оценки «удовлетворительно» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 60 до 74,99 баллов;

- оценки «неудовлетворительно» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять менее 60 баллов.

Для получения оценки «зачтено» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на зачете должна быть не менее 60 баллов.