

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ

Направление подготовки

27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль)

Системы автоматизированного управления

Квалификация выпускника

Бакалавр

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Идентификация и диагностика систем» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: обеспечения выпуска (поставки) продукции, соответствующей требованиям нормативных документов и технических условий; метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний и эксплуатации продукции; исследования, разработки и эксплуатации средств и систем автоматизации и управления различного назначения; повышения эффективности производства продукции с оптимальными технико-экономическими показателями путем применения средств автоматизации и механизации)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- проектно-конструкторский;
- производственно-технологический;
- сервисно-эксплуатационный.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.07.2020 № 871.

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	ПКв-1	Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления	ИД-2 _{ПКв-1} – Осуществляет сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-2 _{ПКв-1} – Осуществляет сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	Знает: численные методы, необходимые для первичной обработки экспериментальных данных
	Умеет: использовать готовые программы и разрабатывать новые для решения типовых задач АСУТП, составлять модели объектов и систем
	Владеет: навыками обработки экспериментальных данных при идентификации объектов управления

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОП ВО. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: «Математика»; «Математические модели и численные методы в решении задач АСУТП».

Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплины «Цифровые многомерные системы управления»; «Моделирование систем».

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		7 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	144	144
Контактная работа в т.ч. аудиторные занятия:	61,6	61,6
Лекции	30	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–
Практические занятия (ПЗ)	30	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	30	30
Консультации текущие	1,5	1,5
Вид аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	82,4	82,4
Проработка материалов по конспекту лекций	15	15
Проработка материалов по учебникам	18,5	18,5
Расчеты в среде математических пакетов	25,8	25,8
Оформление отчёта к практическим занятиям	23,1	23,1

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	Трудоемкость раздела, ак.ч
7 семестр			
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. Характеристика и использование современных информационных технологий и технических средств для проведения экспериментов на действующих объектах.	6
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, и их использование для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.	34
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 апериодических воздействиях. Обработка результатов эксперимента. Определение частотных характеристик по переходным функциям. Структурная и параметрическая идентификация.	34
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.	36

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.	32,4
<i>Консультации текущие</i>			1,5
<i>Зачет</i>			0,1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ, ак. ч	СРО, ак. ч
7 семестр				
1	Введение. Основные понятия и определения	2	-	4
2	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	6	8	20
3	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	6	8	20
4	Статистические методы идентификации	8	8	20
5	Идентификация с использованием регрессионных методов.	8	6	18,4
<i>Консультации текущие</i>			1,5	
<i>Зачет</i>			0,1	

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
7 семестр			
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. Характеристика и использование современных информационных технологий и технических средств для проведения экспериментов на действующих объектах.	2
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, и их использование для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.	6
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 апериодических воздействиях. Обработка результатов эксперимента. Определение частотных характеристик по переходным функциям. Структурная и параметрическая идентификация.	6
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.	8

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.	8
---	---	---	---

5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ак. ч
7 семестр			
1	Введение. Основные понятия и определения	-	-
2	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	Построение математической модели объекта в пространстве состояний, преобразование её к виду «вход-выход», получение временных и частотных характеристик.	8
3	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии по переходным процессам, полученным при типовых входных воздействиях.	8
4	Статистические методы идентификации	Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии на основе случайных входных воздействий. Модели случайных входных воздействий.	8
5	Идентификация с использованием регрессионных методов.	Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии на основе регрессионных методов.	6

5.2.3 Лабораторный практикум – не предусмотрен

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
7 семестр			
1	Введение. Основные понятия и определения	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам	4
2	Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам Расчеты в среде математических пакетов Оформление отчёта к практическим занятиям	20
3	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам Расчеты в среде математических пакетов Оформление отчёта к практическим занятиям	20
4	Статистические методы идентификации	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам Расчеты в среде математических пакетов Оформление отчёта к практическим занятиям	20
5	Идентификация с использованием регрессионных методов.	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам Расчеты в среде математических пакетов Оформление отчёта к практическим занятиям	18,4

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) [Текст] : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. П. Барметов, А. А. Хвостов; ВГУИТ, Кафедра информационных и управляющих систем. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 243 с. - 120 экз. + Электрон. ресурс. - Библиогр.: с 240. - ISBN 978-5-00032-176-8.

6.2 Дополнительная литература

Настройка и эксплуатация микропроцессорных устройств для систем управления (Теория и практика) [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов [и др.]; Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2020. – 235 с.

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.

Попов, А. А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем / А. А. Попов. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 296 с. : табл., граф. – (Монографии НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436033>

Рубан, А. И. Адаптивные системы управления с идентификацией / А. И. Рубан ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2015. – 140 с. : схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435610>

Афонин, В. В. Моделирование систем: учебно-практическое пособие / В. В. Афонин, С. А. Федосин. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 232 с. : ил., табл., схем. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232979>

Салмина, Н. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н. Ю. Салмина ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : Эль Контент, 2012. – 90 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208690>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения лабораторных работ, курсового проекта. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsu.ru/>.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. – Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

Рязанцев, С. В. Идентификация объектов и систем с помощью синусоидальных сигналов и методами корреляционных функций.-Воронеж: ВГТА, 2010. –31 с.

Рязанцев, С. В. Анализ управляемости объектов и систем.-Воронеж: ВГТА, 2010. – 19 с.

Настройка и программирование цифровых систем управления с использованием контролеров, панелей оператора и частотных преобразователей (Теория и практика) [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев [и др.]; Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2020. – 215 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 и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 7 (64 - bit)	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com
Microsoft Windows 8.1 (64 - bit)	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. http://eopen.microsoft.com
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. http://eopen.microsoft.com
MicrosoftOffice 2007	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com
MicrosoftOffice 2010	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com
AdobeReaderXI	(бесплатноеПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm
Mathcad Prime 3.1	Договор № ТРУБ 27/01/17 с ООО «ВСГ» от 14.02.2017 г. Mathcad Education – University Edition (50 pack) Maintenance Gold

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебная аудитория для проведения учебных занятий № 405

Комплект мебели для учебного процесса.

Проектор Epson EB-X41.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий № 309Б

Комплект мебели для учебного процесса.

Рабочие станции (IntelCore i5 – 8400) – 14 шт., мультимедийный проектор с аудиоподдержкой, экран.

Допускается использование других аудиторий в соответствии с расписанием учебных занятий и оснащенных соответствующим материально-техническим или программным обеспечением, в соответствии с требованиями, предъявляемыми образовательным стандартом.

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

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

- 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 входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля) **в виде приложения.**

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

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		8 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	144	144
Контактная работа в т.ч. аудиторные занятия:	15,8	15,8
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	6	6
Практические занятия (ПЗ)	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	8	8
Консультации текущие	0,9	0,9
Рецензирование контрольной работы	0,8	0,8
Вид аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	124,3	124,3
Проработка материалов по конспекту лекций	20	20
Проработка материалов по учебникам	20	20
Расчеты в среде математических пакетов	34,3	34,3
Оформление отчёта к практическим занятиям	25	25
Выполнение контрольной работы	25	25
Подготовка к зачету (Контроль)	3,9	3,9

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления	ИД-2 _{ПКв-1} – Осуществляет сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-2 _{ПКв-1} – Осуществляет сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	Знает: численные методы, необходимые для первичной обработки экспериментальных данных
	Умеет: использовать готовые программы и разрабатывать новые для решения типовых задач АСУТП, составлять модели объектов и систем
	Владеет: навыками обработки экспериментальных данных при идентификации объектов управления

2. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Основные понятия и определения Принципы построения математических моделей объектов и систем управления	ПКв-1	Собеседование (вопросы к зачету)	1-10	Контроль преподавателем
			Тест	28-37	Бланочное или компьютерное тестирование
			Вопросы к практическим занятиям	61-82	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	56,57	Проверка преподавателем
2.	Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	ПКв-1	Собеседование (вопросы к зачету)	11-16	Контроль преподавателем
			Тест	38-43	Бланочное или компьютерное тестирование
			Вопросы к практическим занятиям	83-90	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	54,55	Проверка преподавателем
3.	Статистические методы идентификации. Идентификация с использованием регрессионных методов.	ПКв-1	Собеседование (вопросы к зачету)	17-24	Контроль преподавателем
			Тест	44-49	Бланочное или компьютерное тестирование
			Вопросы к практическим занятиям	91-108	Контроль преподавателем
4.	Диагностика элементов и систем управления	ПКв-1	Собеседование (вопросы к зачету)	25-28	Контроль преподавателем
			Тест	50-53	Бланочное или компьютерное тестирование
			Кейс-задание	58-60	Проверка преподавателем

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования, решения контрольных задач и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

3.1. Собеседование (вопросы к зачету)

3.1.1 Шифр и наименование компетенции

ПКв-1 Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления

№ вопроса	Текст вопроса
1.	Задачи и методы идентификации объектов управления.
2.	Классификация моделей динамических объектов. Описание объектов в форме «Вход-выход».
3.	Описание динамических объектов в пространстве состояний. Получение модели объекта в пространстве состояний на примере теплообменника.
4.	Переход от модели объекта в координатах «вход-выход» к модели в пространстве состояний.
5.	Переход от модели объекта в пространстве состояний к модели в координатах «вход-выход».
6.	Дискретные модели объектов управления. Получение дискретной модели по дифференциальному уравнению.
7.	Понятие управляемости объекта с описанием в пространстве состояний. Критерий управляемости Гильберта, его обоснование.
8.	Понятие управляемости объекта с описанием в пространстве состояний. Критерий управляемости Калмана, его обоснование.
9.	Понятие наблюдаемости объекта с описанием в пространстве состояний. Критерий наблюдаемости Гильберта, его обоснование.
10.	Понятие наблюдаемости объекта с описанием в пространстве состояний. Критерий наблюдаемости Калмана, его обоснование.
11.	Параметрическая идентификация. Оценка параметров моделей элементарных звеньев по переходным процессам.
12.	Параметрическая идентификация. Оценка параметров моделей переходных процессов объектов по методу наименьших квадратов.
13.	Параметрическая идентификация. Оценка параметров регрессионных моделей объектов по методу наименьших квадратов.
14.	Параметрическая идентификация. Оценка параметров моделей элементарных звеньев первого порядка по частотным характеристикам.
15.	Параметрическая идентификация. Оценка параметров моделей элементарных звеньев второго порядка по частотным характеристикам.
16.	Параметрическая идентификация. Оценка параметров моделей объектов, представленных последовательным соединением элементарных звеньев по частотным характеристикам.
17.	Случайные процессы. Математическое ожидание и дисперсия по времени и множеству. Эргодические процессы.
18.	Случайные процессы. Корреляционная и взаимная корреляционная функции эргодических процессов. Свойства корреляционных функций.
19.	Случайные процессы. Спектральная плотность и взаимная спектральная плотность эргодических процессов. Свойства спектральных плотностей.
20.	Прохождение случайных процессов через линейный объект. Корреляционная и взаимная корреляционная функции случайных процессов на выходе и входе линейного объекта. Уравнение Винера-Хопфа.
21.	Прохождение случайных процессов через линейный объект. Спектральная плотность и взаимная спектральная плотность случайных процессов на выходе и входе линейного объекта.
22.	Получение весовой функции и частотной характеристики линейного объекта управления при случайном входном воздействии типа «белый» шум.

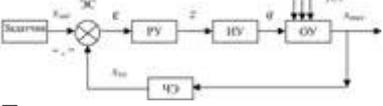
23.	Получение весовой функции линейного объекта управления при произвольном случайном входном воздействии с регуляризацией критерия оценки.
24.	Проверка адекватности модели объекта. Критерий Фишера.
25.	Диагностика систем управления. Задачи диагностики.
26.	Виды неисправностей технических систем.
27.	Диагностические модели и процедуры диагностики.
28.	Применение аппарата проверки статистических гипотез в диагностике.

3.2. Тесты (тестовые задания)

3.2.1 Шифр и наименование компетенции

ПКв-1 Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления

№ задания	Тест (тестовое задание)
29.	<p>Модели бывают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Физические 2) Математические 3) Иконографические 4) Словесные
30.	<p>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</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Экспериментально-статистическим подходом 2) Детерминированным подходом 3) Комбинированным подходом 4) Аналитическим методом
31.	$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_n y = b_0 \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_m x + c_0 \frac{d^k z}{dt^k} + c_1 \frac{d^{k-1} z}{dt^{k-1}} + \dots + c_k z,$ <p>Уравнение вида является</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) однородным дифференциальным 2) нелинейным дифференциальным уравнением 3) неоднородным дифференциальным уравнением 4) конечно-разностным уравнением
32.	<p>Решение неоднородных дифференциальных уравнений складывается из</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) решения обобщенного дифференциального уравнения y_0 и частного решения $y_ч$ 2) решения однородного дифференциального уравнения y_0 и частного решения $y_ч$ 3) решения однородного дифференциального уравнения y_0 и численного решения $y_ч$ 4) полного решения однородного уравнения
33.	<p>Описание реакции объекта на импульсное воздействие при нулевых начальных условиях</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) весовая функция 2) импульсный переходный процесс 3) передаточная функция 4) переходный процесс
34.	<p>Интегральная форма уравнения динамики (интеграл свертки)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) a) 2) b) 3) c) 4) d) 5) e) $a) y(t) = \int_0^t w(\tau) u(t - \tau) d\tau$ $b) y(t) = \int_0^t w(t - \tau) u(\tau) d\tau$ $c) y(t) = \int_0^t w(\tau) d\tau$ $d) y(t) = \int_0^t w(\tau) e^{-\lambda\tau} d\tau$ $e) y(t) = \int_0^t w(t + \tau) u(\tau) d\tau$

35.	<p>УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ: передаточная функция – порядок звена</p> <p>$\frac{1}{Ts + 1}$ Первый</p> <p>$\frac{1}{s}$ Первый</p> <p>$\frac{k}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)}$ Второй</p> <p>$\frac{ks}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)}$ Второй</p> <p>$\frac{1}{Ts + 1}$ Первый</p>
36.	<p>УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ: передаточная функция – звено</p> <p>a) $W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$</p> <p>b) $W(s) = \frac{k}{s}$</p> <p>c) $W(s) = ks$</p> <p>d) $W(s) = k(Ts + 1)$</p> <p>a) Апериодическое первого порядка</p> <p>b) Интегрирующее</p> <p>c) Дифференцирующее</p> <p>d) Форсирующее</p>
37.	<p></p> <p>Приведенная структурная схема соответствует</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Комбинированной системе 2) Замкнутой системе 3) Разомкнутой системе
38.	<p>Установите соответствие между типом звена и значением ФЧХ на нулевой частоте</p> <p>Интегрирующее -$\pi/2$</p> <p>Дифференцирующее +$\pi/2$</p> <p>Апериодическое 1-го порядка 0</p> <p>Форсирующее 0</p> <p>Апериодическое 2-го порядка 0</p>
39.	<p>Установите соответствие между типом звена и значением ФЧХ на бесконечно большой частоте</p> <p>Интегрирующее -$\pi/2$</p> <p>Дифференцирующее +$\pi/2$</p> <p>Апериодическое 1-го порядка -$\pi/2$</p>

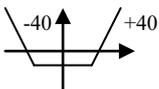
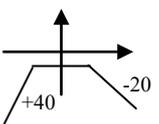
	<p>Форсирующее +π/2</p> <p>Апериодическое 2-го порядка -π</p>
40.	<p>Установите соответствие между типом звена и наклоном ЛАХ на частотах близких к нулевой</p> <p>Интегрирующее -20 дБ/дек</p> <p>Дифференцирующее +20 дБ/дек</p> <p>Апериодическое 1-го порядка 0 дБ/дек</p> <p>Форсирующее 0 дБ/дек</p>
41.	<p>Передаточная функция встречно-параллельного соединения звеньев с передаточными функциями $W_1(s)$ и $W_2(s)$ и отрицательной обратной связью</p> <p>1) $W_1(s) \cdot W_2(s)$</p> <p>2) $W_1(s) + W_2(s)$</p> <p>3) $W_1(s) / (1 + W_1(s) \cdot W_2(s))$</p> <p>4) $1 / (1 + W_1(s) \cdot W_2(s))$</p>
42.	<p>Уравнения _____ описывают установившийся режим, при котором все координаты объекта остаются неизменными во времени, то есть объект находится в состоянии равновесия.</p> <p>Ответ: статики</p>
43.	<p>Уравнения _____ описывают неустановившийся, или переходный режим в объекте</p> <p>Ответ: динамики</p>
44.	<p>Математическое ожидание случайного процесса</p> <p>1) $\int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x) dx$</p> <p>2) $\int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x, t) dx$</p> <p>3) $\int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x, t) dt$</p> <p>4) $\int_0^t x \cdot f(x, t) dt$</p>
45.	<p>Центрированный случайный процесс имеет нулевое</p> <p>1) математическое ожидание</p> <p>2) дисперсию</p> <p>3) среднее квадратическое отклонение</p> <p>4) среднее квадратическое значение</p>
46.	<p>*Взаимная корреляционная функция двух случайных эргодических процессов</p> <p>1) $M[X(t_1) \cdot X(t_2)]$</p> <p>2) $\lim_{T \rightarrow \infty} (1/2T) \int_{-T}^T x(t) \cdot g(t + \tau) dt$</p> <p>3) $\lim_{T \rightarrow \infty} (1/2T) \int_{-T}^T g(t) \cdot x(t + \tau) dt$</p> <p>4) $\lim_{T \rightarrow \infty} (1/2T) \int_{-T}^T g(t) \cdot x(t) dt$</p>
47.	<p>Корреляционная функция суммы двух случайных процессов $z(t) = x(t) + g(t)$</p> <p>1) $R_x(\tau) + R_g(\tau)$</p> <p>2) $R_x(\tau) + R_g(\tau) + R_{xg}(\tau)$</p> <p>3) $R_x(\tau) + R_g(\tau) + R_{xg}(\tau) + R_{gx}(\tau)$</p>
48.	<p>Корреляционная функция «белого» шума с интенсивностью N</p> <p>1) 0</p> <p>2) N</p> <p>3) $N\delta(\tau)$</p> <p>4) $N \cdot \exp(-\alpha \tau)$</p>
49.	<p>Спектральная плотность случайного процесса X(t)</p> <p>1) $\int_{-\infty}^{\infty} X(t) \exp(-j\omega \cdot t) dt$</p> <p>2) $\int_{-\infty}^{\infty} X(t) \exp(j\omega \cdot t) dt$</p> <p>3) $\int_{-\infty}^{\infty} R_x(t) \exp(-j\omega \cdot t) dt$</p> <p>4) $\int_{-\infty}^{\infty} R_x(t) \exp(j\omega \cdot t) dt$</p>

50.	Для диагностики аналоговых устройств применяют 1) мультиметры 2) осциллографы 3) логические пробники 4) логические анализаторы
51.	Сигнатура – это записанная в шестнадцатиричной системе исчисления 1) логическая последовательность 2) усеченная логическая последовательность 3) сжатая логическая последовательность
52.	Для контроля цифровых сигналов не применяют 1) стрелочные мультиметры 2) осциллографы 3) логические пробники 4) логические анализаторы 5) сигнатурные анализаторы
53.	Цифровые осциллографы содержат 1) входные компараторы 2) аналого-цифровые преобразователи 3) оперативную память 4) сдвиговый регистр 5) систему отображения информации

3.3. Кейс-задания

3.3.1 Шифр и наименование компетенции

ПКв-1 Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления

№ вопроса	Условие задачи (формулировка задания)
54.	<p>Осуществить идентификацию (определить структуру передаточной функции) объекта по графику асимптотической ЛАХ</p>  <p>Возможные решения: Передаточная функция может иметь вид:</p> $W(p) = \frac{k \cdot F1(p) \cdot F2(p)}{p^2},$ <p>где $F1(p) = (T1 \cdot p + 1)^2$, либо $F1(p) = T1 \cdot p^2 + 1$, либо $F1(p) = T1^2 \cdot p^2 + 2 \cdot \xi1 \cdot T1 + 1$, $F2(p) = (T2 \cdot p + 1)^2$, либо $F2(p) = T2 \cdot p^2 + 1$, либо $F2(p) = T2^2 \cdot p^2 + 2 \cdot \xi2 \cdot T2 + 1$, $0 \leq \xi1 < 1$, $0 \leq \xi2 < 1$, $T1 = \frac{1}{\omega1}$, $T2 = \frac{1}{\omega2}$, $\omega1$, $\omega2$ - частоты точек излома графика</p>
55.	<p>Осуществить идентификацию (определить структуру передаточной функции) объекта по графику асимптотической ЛАХ</p>  <p>Возможные решения: Передаточная функция может иметь вид:</p> $W(p) = \frac{k \cdot p^2}{F1(p) \cdot F2(p)},$ <p>где $F1(p) = (T1 \cdot p + 1)^2$, либо $F1(p) = T1 \cdot p^2 + 1$, либо $F1(p) = T1^2 \cdot p^2 + 2 \cdot \xi1 \cdot T1 + 1$, $F2(p) = (T2 \cdot p + 1)$, $0 \leq \xi1 < 1$, $T1 = \frac{1}{\omega1}$, $T2 = \frac{1}{\omega2}$, $\omega1$, $\omega2$ - частоты точек первого и второго изломов графика ЛАХ</p>

56.	<p>На основе критерия Калмана определить управляемость системы, описываемой моделью в переменных состояния: $\dot{x} = Ax + Bu$, $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 7 \\ 3 & 4 & 6 \\ 8 & 1 & 5 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$</p> <p>Решение: Воспользуемся системой Mathcad</p> <p>1. Чтобы составить матрицу управляемости</p> $M = \{B, A \cdot B, A^2 \cdot B\}$ <p>введем A и B</p> $B := \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{pmatrix} \quad A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 7 \\ 3 & 4 & 6 \\ 8 & 1 & 5 \end{pmatrix}$ <p>и определим произведения AB и A²B</p> $A \cdot B = \begin{pmatrix} 42 & 52 \\ 45 & 58 \\ 36 & 50 \end{pmatrix}$ $A^2 \cdot B = \begin{pmatrix} 384 & 518 \\ 522 & 688 \\ 561 & 724 \end{pmatrix}$ <p>2. Составим матрицу M</p> $M := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 42 & 52 & 384 & 518 \\ 3 & 4 & 45 & 58 & 522 & 688 \\ 5 & 6 & 36 & 59 & 561 & 724 \end{pmatrix}$ <p>3. Определим ранг матрицы M</p> $\text{rank}(M) = 3$ <p>Поскольку ранг матрицы совпал с порядком системы, она управляема.</p>
57.	<p>На основе критерия Калмана определить наблюдаемость и идентифицируемость системы, описываемой моделью в переменных состояния: $\dot{x} = Ax + Bu$, $y = Cx$</p> $A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 7 \\ 3 & 4 & 6 \\ 8 & 1 & 5 \end{pmatrix}, \quad C = [1 \ 0 \ 0]$ <p>Решение: Воспользуемся системой Mathcad</p> <p>1. Чтобы составить матрицу наблюдаемости</p> $L = \{C^T, A^T \cdot C^T, (A^T)^2 \cdot C^T\}$ <p>введем A и C</p> $A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 7 \\ 3 & 4 & 6 \\ 8 & 1 & 5 \end{pmatrix}, \quad C := (1 \ 0 \ 0)$ <p>и определим произведения $A^T \cdot C^T$ и $(A^T)^2 \cdot C^T$</p> $A^T \cdot C^T = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 7 \end{pmatrix} \quad (A^T)^2 \cdot C^T = \begin{pmatrix} 63 \\ 17 \\ 54 \end{pmatrix}$ <p>2. Составим матрицу L</p> $L := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 63 \\ 0 & 2 & 17 \\ 0 & 7 & 54 \end{pmatrix}$ <p>3. Определим ранг матрицы M</p> $\text{rank}(L) = 3$ <p>Поскольку ранг матрицы совпал с порядком системы, она наблюдаема.</p>

58.	На плате низковольтного информационного преобразователя «напряжение-частота» возникло короткое замыкание шины питания в результате пробоя микросхемы. Предложить метод локализации места замыкания без подачи напряжения на плату Ответ. Использовать метод «стимул-реакция» с генератором тестового сигнала и датчиком тока или аналоговым сигнатурным анализатором
59.	Контроллер выдает сообщение об ошибке в работе удаленного датчика давления, ведущего обмен информацией с контроллером по последовательному интерфейсу. Выбрать необходимое средство диагностики для оценки ситуации с датчиком. Ответ. Цифровой осциллограф или логический анализатор.
60.	Какими диагностическими средствами можно проверить причину неправильной работы жидкокристаллического дисплея в составе контроллера, использующего параллельный порт. Ответ. Цифровым осциллографом или логическим анализатором

3.4. Вопросы к практическим занятиям

3.4.1 Шифр и наименование компетенции

ПКв-1 Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления

№ вопроса	Текст вопроса
61.	Подходы к синтезу статических и динамических моделей объектов и систем.
62.	Определение управляемости и наблюдаемости.
63.	Критерии управляемости и наблюдаемости. Критерий Гильберта.
64.	Критерии управляемости и наблюдаемости. Полиномиальный критерий.
65.	Взаимосвязь представлений в пространстве состояний и с помощью передаточной функции.
66.	Методы идентификации, основанные на преобразовании Фурье.
67.	Запишите преобразование передаточной функции идентифицируемого объекта или системы на основе теоремы Безу.
68.	Запишите модели вход-выход и в переменных состояния.
69.	Показать переход от модели вход-выход к модели в переменных состояния.
70.	Что такое вектор состояния и переменная состояния?
71.	В чем заключается линейное преобразование?
72.	В чем заключается каноническое преобразование?
73.	Что такое собственные значения и собственные векторы?
74.	Как найти собственные значения и собственные векторы?
75.	В чем заключается критерий Гильберта?
76.	Почему использование канонического преобразования возможно только для случая, когда все собственные значения λ_i различные?
77.	Назовите этапы при определении управляемости объекта, если он описан моделью вход-выход или в переменных состояния.
78.	Матричное уравнение Коши.
79.	Представьте матричную экспоненту e^{At} в виде бесконечного степенного ряда матрицы A .
80.	В чем заключается критерий Калмана?
81.	Эквивалентны ли понятия управляемости и устойчивости?
82.	Что такое ранг матрицы?
83.	Идентификация с помощью переходной функции.
84.	Идентификация с помощью импульсной переходной функции.
85.	Идентификация с помощью частотной характеристики.
86.	Запишите формулы расчета ЛАХ типовых звеньев. Зарисуйте графики ЛАХ типовых звеньев.
87.	Запишите как ЛАХ идентифицируемого объекта или системы может быть выражена через ЛАХ типовых звеньев.
88.	Запишите этапы методики идентификации объекта или системы на основе синусоидальных воздействий.
89.	Идентификация с помощью частотной характеристики.
90.	Идентификация с помощью переходной функции.
91.	Интеграл свертки и корреляции.
92.	Взаимная корреляция и импульсные реакции.
93.	Идентификация с помощью белого шума на входе системы.
94.	Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей.
95.	Получение частотных характеристик на основе корреляционных функций.

96.	Статическая задача для систем с одним выходом.
97.	Статическая задача для систем с несколькими входами и несколькими выходами.
98.	Регрессионная идентификация линейных динамических процессов.
99.	Построение моделей систем с помощью передаточных функций. Модели в терминах вход/выход.
100.	Модели шума на входе и выходе.
101.	Идентификация по критерию минимума дисперсии и функция правдоподобия.
102.	Последовательные регрессионные методы. Скалярный случай.
103.	Метод стохастической аппроксимации.
104.	Идентификация непрерывных систем методом квазилинеаризации.
105.	Идентификация дискретных систем методом квазилинеаризации.
106.	Что такое корреляционная функция? Автокорреляционная и взаимная корреляционная функция?
107.	Вывести взаимосвязь взаимной корреляционной и весовой функции объекта.
108.	Записать формулу численного расчета значений взаимной и автокорреляционной функций.

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 зачетах;

П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине **«Идентификация и диагностика систем»** применяется балльно-рейтинговая система оценки студента.

1. Рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является текущий опрос в виде собеседования и сдачи отчетов по практическим и лабораторным работам, за каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, незачтено - 0), защита практических и лабораторных работ оценивается по системе «зачтено»-«незачтено». Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

2. Балльная система служит для получения зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

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

Максимальное число баллов на 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 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 зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

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

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

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
ПКв-1- Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления					
Знать: численные методы, необходимые для первичной обработки экспериментальных данных	тест; зачет	Знает теоретические основы и принципы различных методов анализа, методы и принципы идентификации объектов управления	Обучающийся провел анализ исходных данных, выбрал правильный метод идентификации объекта управления	Зачтено	Освоена (базовый)
			Обучающийся провел анализ исходных данных, выбрал неправильный метод идентификации объекта управления или не выбрал никакого метода	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Уметь: использовать готовые программы и разрабатывать новые для решения типовых задач АСУТП, составлять модели объектов и систем	собеседование по практике; тест; зачет	Умеет использовать готовые программы из пакетов Mathcad, Matlab для идентификации объектов управления или создавать такие программы	Обучающийся правильно выбрал программу идентификации или составил такую программу в системе Mathcad	Зачтено	Освоена (повышенный)
			Обучающийся неправильно выбрал программу идентификации или составил такую программу в системе Mathcad с грубыми ошибками	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Владеть: навыками обработки экспериментальных данных при идентификации объектов управления	Кейс-задача;	Содержание решения.	Обучающийся разобрался в предложенной конкретной ситуации, самостоятельно решил поставленную задачу на основе знаний по идентификации объектов	Зачтено	Освоена (повышенный)
			Обучающийся не решил поставленную задачу, не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)