

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.

“ 26 ” 05 2022 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)

(код 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

Разработчик _____ Козенко И.А. _____
(подпись) (дата) (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой _____ ИУС _____
(наименование кафедры, являющейся ответственной за данное направление подготовки, профиль)
_____ Хаустов И.А. _____
(подпись) (дата) (Ф.И.О.)

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 качеством 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
	Владеет навыками моделирования и исследования с использованием современных технологий
ИД-1 _{пкв-1} – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Знать 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	Знать 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
Практические работы (ПР)	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 оболочкой $2,5*6=15$	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 использованием	Статическая задача для системы с несколькими входами и одним выходом. Статическая задача для системы с	50

	регрессионных методов.	несколькими входами и несколькими выходами. Регрессионная идентификация для линейных динамических процессов. Планирование экспериментов. Построение оптимальных планов. Оценивание адекватности моделей.	
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 методов.	2	10	10	19
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.	2

		Вычислительные аспекты. Цифровое преобразование Фурье. Модели возмущений. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей.	
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	Трудоёмкость, 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].- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435610>

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)

Учебные специализированные лаборатории кафедры ИУС 326, 327.

Включают лабораторные установки состоящие из имитаторов объектом (вычислительный комплекс СУЛ-3, имитатор печи), технологической емкости для нагрева воды, технических средств автоматизации: датчиков (термопреобразователи сопротивления, ротаметр, вихревые расходомеры, датчик гидростатического уровня) и исполнительных устройств (регулирующие клапаны, ТЭН, циркуляционные насосы) и шкафов автоматического управления с цифровыми приборами автоматизации (цифровые регуляторы ТРМ151, ТРМ101, ТрМ1) и устройств связи с объектами (модули ввода-вывода сигналов МВА8, МВУ8), сетевые адаптеры АС- 3М, АС4, рабочие станции семейства IBM PC с операционной системой семейства Microsoft Windows 8.1, 10 и прикладным программным обеспечением (программы-конфигураторы приборов ОВЕН, SCADA-системы ОВЕН, пакет Microsoft Office).

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».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.04 - «Автоматизация технологических процессов и производств».

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
<i>Вид аттестации (зачет/экзамен)</i>	<i>экзамен</i>	<i>экзамен</i>
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

ПРИЛОЖЕНИЕ В
АННОТАЦИЯ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ
«ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
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
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
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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать

- основы анализа технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств;
- аналитические и численные методы построения математических моделей объектов управления;
- современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- основы разработки технических заданий на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом;

уметь

- использовать современные методы и средства получения математических моделей объектов управления;
- разрабатывать частные технические задания, включая построение модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации;

владеть

- навыками моделирования и исследования с использованием современных технологий.

Содержание разделов дисциплины.

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. 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. 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. 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. 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. Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.