МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П.Е. Троян**
_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Идентификация объектов управления

Направление подготовки (специальность) 27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль) Компьютерное моделирование и обработка информации в технических системах
Автоматизация управления в административных, коммерческих и финансовых сферах

Квалификация (степень) магистр

Форма обучения очная

Факультет ВС, вычислительных систем

Кафедра МиСА, моделирования и системного анализа

Курс 2 **Семестр** 3

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Всего	Единицы
1.	Лекции			18		18	часов
2.	Лабораторные работы			54		54	часа
3.	Практические занятия			-		-	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)			-		-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)			72		72	часа
6.	Самостоятельная работа студентов (СРС)			72		72	часа
7.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)			144		144	часов
8.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена			36		36	часов
9.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)			180		180	часов
	(в зачетных единицах)			5		5	ЗЕТ

Экзамен 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7656

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от « 4 » 10 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России 30.10.2014г. №1414, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 30 » марта 20 16 г., протокол № 24.

Разработчики доцент каф. МиСА _____ _____ В.Г.Баранник
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

ассистент каф. МиСА _____ _____ А.В. Мельников
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. кафедрой МиСА _____ _____ В.М. Дмитриев
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС _____ _____ Е.В. Истигечева
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей кафедрой МиСА _____ _____ В.М. Дмитриев
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой МиСА _____ _____ В.М. Дмитриев
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

доцент каф. КСУП _____ _____ И.Ю. Хабибуллин
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

доцент каф. ЭСАУ _____ _____ А.Е. Карелин
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Согласована на портале № 7656

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – изучение основ и методов построения математических моделей объектов управления и методов определения параметров математических моделей для решения задач анализа и синтеза систем управления. Изучение методов оценки текущего состояния динамических объектов различной физической природы и прогнозирования его изменения.

Основные задачи - формирование навыков использования методик и аппаратно-программных средств моделирования, идентификации и технического диагностирования динамических объектов различной физической природы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Идентификация объектов управления» относится к вариативной части (обязательные дисциплины) блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.В.ОД.1).

Основной для изучения дисциплины являются ранее полученные студентами знания и навыки по следующим дисциплинам: «Компьютерные технологии управления в технических системах», «Математические основы теории систем».

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);
- способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах (ПК-8).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные принципы и методы структурной и параметрической идентификации, основные виды диагностических моделей и методы их применения при решении задач оценки текущего состояния диагностируемой системы управления.

Уметь: использовать методы идентификации объектов управления при разработке систем управления (на этапе анализа и синтеза) и применять на практике методы контроля текущего состояния диагностируемой системы управления.

Владеть: типовыми аппаратными и программными средствами, используемыми при идентификации и технической диагностике динамических объектов различной физической природы, методиками расчетов параметров математических моделей объектов управления по экспериментальным данным.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
				3	
Аудиторные занятия (всего)	72			72	
В том числе:					
Лекции	18			18	
Лабораторные работы (ЛР)	54			54	
Самостоятельная работа (всего)	108			108	
В том числе:					
Проработка лекционного материала	18			18	
Подготовка к лабораторным работам	18			18	
Проработка тем, отводимых на самостоятельное изучение	36			36	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	36 (экзамен)			36	
Общая трудоемкость час	180			180	
Зачетные Единицы Трудоемкости	5			5	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ОПК, ПК)
1.	Введение в дисциплину «Идентификация	2	6	6	14	ОПК-1, ПК-8

Согласована на портале № 7656

	объектов управления». Основные определения и классификация. Математический аппарат. Корректно и некорректно поставленные задачи. Параметрические модели динамических систем. Некорректно поставленные задачи и задачи идентификации. Принципы построения математических моделей объектов и систем управления. Комментарии к библиографии.					
2.	Вырожденные, несовместные, плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ. Число обусловленности. Оптимальные статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ. Статистические регулирующие алгоритмы при неполной априорной информации. Алгоритмы выбора параметра регуляризации. Точностные характеристики и синтез регуляризирующих алгоритмов. Алгоритмизация рекуррентных регуляризирующих алгоритмов решения задач идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях.	2	6	6	14	ОПК-1, ПК-8
3.	Структурная и параметрическая идентификация. Модели систем в пространстве состояний. Методы идентификации с настраиваемыми моделями.	2	6	8	16	ОПК-1, ПК-8
4.	Стохастическая аппроксимация. Статистические методы идентификации. Методы планирования эксперимента. Построение оптимальных планов эксперимента.	2	6	8	16	ОПК-1, ПК-8
5.	Спектральные методы диагностики систем управления. Классификация состояния при диагностике систем управления. Проблема проверки адекватности моделей.	2	-	8	10	ОПК-1, ПК-8
6.	Методы построения статических моделей.	2	6	8	16	ОПК-1, ПК-8
7.	Методы последовательной идентификации. Технические средства, используемые при идентификации и диагностике систем управления.	2	6	8	16	ОПК-1, ПК-8
8.	Методы построения динамических моделей. Прогнозирование состояния систем управления.	2	8	10	20	ОПК-1, ПК-8
9.	Методы идентификации нелинейных объектов управления. Квазилинеаризация и инвариантное погружение.	2	10	10	22	ОПК-1, ПК-8

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ОПК, ПК)
1.	Введение в дисциплину «Идентификация объектов управления» Основные определения и классификация. Математический аппарат. Корректно и некорректно поставленные задачи. Параметрические модели динамических систем. Некорректно поставленные задачи и задачи идентификации. Принципы построения математических моделей объектов и систем	Основные задачи моделирования, достоинства и недостатки математических моделей. Входные и выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели. Одномерные и многомерные системы. Примеры моделей систем.	2	ОПК-1, ПК-8

Согласована на портале № 7656

	управления.			
2	Вырожденные, несовместные, плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ. Число обусловленности. Оптимальные статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ. Статистические регулирующие алгоритмы при неполной априорной информации. Алгоритмы выбора параметра регуляризации Точностные характеристики и синтез регуляризирующих алгоритмов. Алгоритмизация рекуррентных регуляризирующих алгоритмов решения задач идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях	Понятия идентификации в широком смысле и идентификации в узком смысле. Проблема определения структуры системы, задание класса моделей, оценивание степени стационарности. Задача идентификации в узком смысле: оценивание параметров и состояния системы.	2	ОПК-1, ПК-8
3	Структурная и параметрическая идентификация. Модели систем в пространстве состояний. Методы идентификации с настраиваемыми моделями.	Пространство состояний, управляемость и наблюдаемость, связь между представлением модели в пространстве состояний и представлением с помощью передаточных функций.	2	ОПК-1, ПК-8
4.	Стохастическая аппроксимация. Статистические методы идентификации. Методы планирования эксперимента. Построение оптимальных планов эксперимента.	Математическая постановка задачи планирования эксперимента. Регрессионные модели. Метод максимального правдоподобия (метод наименьших квадратов). Факторные планы.	2	ОПК-1, ПК-8
5.	Спектральные методы диагностики систем управления. Классификация состояния при диагностике систем управления. Проблема проверки адекватности моделей.	Классификация состояния при диагностике систем управления. Проблема проверки адекватности моделей. Оценивание адекватности моделей, проверка гипотез.	2	ОПК-1, ПК-8
6.	Методы построения статических моделей.	Статическая задача для систем с одним выходом. Статическая задача для систем с несколькими входами и выходами. Регрессионная идентификация линейных динамических процессов.	2	ОПК-1, ПК-8
7.	Методы последовательной идентификации. Технические средства, используемые при идентификации и диагностике систем управления..	Последовательная идентификация линейных и нелинейных систем. Технические средства, используемые при идентификации и диагностике систем управления.	2	ОПК-1, ПК-8
8.	Методы построения динамических моделей. Прогнозирование состояния систем управления.	Динамическая задача для систем с несколькими входами и выходами. Регрессионная идентификация линейных динамических процессов. Прогнозирование состояния систем управления.	2	ОПК-1, ПК-8
9.	Квазилинеаризации и инвариантное погружение в	Идентификация параметров нелинейных динамических объектов,	2	ОПК-1, ПК-8

Согласована на портале № 7656

	задачах идентификации объектов управления	описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений.		

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины										
1.	Компьютерные технологии управления в технических системах	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Математические основы теории систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1.	Научно-исследовательская работа в семестре	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ОПК-1	+	+	-	-	+	Тест, опрос на лекции, отчет по лабораторной работе
ПК-8	+	+	-	-	+	отчет по лабораторной работе, коллоквиум

Л – лекция, Лаб – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	Компетенции (ОК, ОПК, ПК)
1.	**1**	Устойчивость, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость одномерных систем. Регуляризация уравнения Винера-Хопфа.	6	ОПК-1, ПК-8
2.	**2**	Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных линейных систем	6	ОПК-1, ПК-8
3.	**3**	Идентификация с помощью регрессионных методов. Статическая задача идентификации параметров многомерных нелинейных систем	6	ОПК-1, ПК-8
4.	**4**	Применение метода максимального правдоподобия для построения моделей систем: исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами, обработка результатов, проверка адекватности.	6	ОПК-1, ПК-8
5.	**6**	Методы построения статических моделей.	6	ОПК-1, ПК-8
6.	**7**	Методы последовательной идентификации.	6	ОПК-1, ПК-8
7.	**8**	Квазилинеаризация и инвариантное погружение в задачах идентификации параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях.	8	ОПК-1, ПК-8
8.	**9**	Идентификация параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений.	10	ОПК-1, ПК-8

7. Практические занятия (семинары) не предусмотрены учебным планом.

Согласована на портале № 7656

8. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Виды самостоятельной работы (детализация)	Трудо-емкость (час.)	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание, и т.д)
1.	1-9	Проработка лекционного материала	18	Конспект, Экзамен
2.	1-9	Подготовка к лабораторным работам	18	Защита лабораторных работ
3.	1-9	Проработка тем, отводимых на самостоятельное изучение	36	Конспект, контрольная работа
4.	1-9	Подготовка к экзамену	36	Экзамен

Темы для самостоятельной работы студентов:

1. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость одномерных систем, алгоритмизация решения уравнения Винера-Хопфа на основе метода регуляризации А.Н.Тихонова. Оформление отчета по лабораторной работе.

2. Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных линейных систем, оформление отчета по лабораторной работе.

3. Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных нелинейных систем, оформление отчета по лабораторной работе.

4. Применение метода максимального правдоподобия для построения моделей систем, исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами, обработка результатов, проверка адекватности, оформление отчета по лабораторной работе.

5. Методы построения статических моделей, проведение расчетов, оформление отчета по лабораторной работе.

6. Методы последовательной идентификации, проведение расчетов, оформление отчета по лабораторной работе.

7. Метод квазилинеаризации, проведение расчетов по идентификации параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях, оформление отчета по лабораторной работе.

8. Метода квазилинеаризации, выполнение расчетов по идентификации параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений.

Темы для контрольной работы студентов:

Контрольная работа 1. Линейные преобразования, диагонализация, устойчивость, управляемость, наблюдаемость, получение передаточных функций систем.

Контрольная работа 2. Метод максимального правдоподобия. Полнофакторный эксперимент: обработка результатов и проверка адекватности.

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ): учебным планом не предусмотрены.

10. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Согласована на портале № 7656

Таблица 10.1 Балльные оценки для элементов контроля.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	3	3	**9**
Тестовый контроль	3	4	4	**11**
Лабораторные работы	10	15	15	**40**
Компонент своевременности	2	4	4	**10**
Итого максимум за период:	**18**	**26**	**26**	**70**
Сдача зачета (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**18**	**44**	**70**	**100**

Экзаменационный билет состоит из 3-х вопросов, каждый из которых оценивается в 10 баллов.

Таблица 10.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	**Оценка**
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 10.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	**Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен**	**Оценка (ECTS)**
5 (отлично) (зачтено)	**90 - 100**	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	**85 – 89**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**65 – 69**	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

11.1 Основная литература:

1. Черепанов О.И. Основы теории идентификации систем [Текст]: учебное пособие / О. И. Черепанов, Р. О. Черепанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Издательство ТУСУРа, 2013. - 288 с. (25 экз.)

11.2 Дополнительная литература:

1. Черепанов О.И., Черепанов Р.О. Идентификация нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации: учеб. пособие и задания на вычислительный практикум. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 124 с. (26 экз. в библ.).

11.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

Для лабораторных работ:

1. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Идентификация объектов управления/ Лабораторный практикум. –Томск: Изд-во ТУСУР, 2016. – 52 с. Электронный ресурс: http://vkiem.tusur.ru/to_student (раздел «Литература»)

Для самостоятельной работы:

1. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Идентификация объектов управления / Методическое пособие для самостоятельной работы – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2016. – 17 с. Электронный ресурс: http://vkiem.tusur.ru/to_student (раздел «Литература»)

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины: компьютерный класс с доступом в интернет

Согласована на портале № 7656

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**
«28» 04 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ»

Направление(я) подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) Компьютерное моделирование и обработка информации в технических системах, Автоматизация управления в административных, коммерческих и финансовых сферах

Квалификация (степень) магистратура

Форма обучения очная

Факультет ВС, вычислительных систем

Кафедра МиСА, моделирования и системного анализа

Курс 2 **Семестр** 3

Учебный план набора 2015 **года и последующих лет.**

Зачет _____нет_____**семестр** **Диф. зачет** _____нет___ **семестр**

Экзамен _____3_____**семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 7656

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе «Идентификация объектов управления» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине «Идентификация объектов управления» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Идентификация объектов управления» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-1	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;	**Должен знать:** основные принципы и методы структурной и параметрической идентификации, основные виды диагностических моделей и методы их применения при решении задач оценки текущего состояния диагностируемой системы управления; **Должен уметь:** использовать методы идентификации объектов управления при разработке систем управления (на этапе анализа и синтеза) и применять на практике методы контроля текущего состояния диагностируемой системы управления; **Должен владеть:** типовыми аппаратными и программными средствами, используемыми при идентификации и технической диагностике динамических объектов различной физической природы, методиками расчетов параметров математических моделей объектов управления по экспериментальным данным.
ПК-8	Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах.	

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

– **ОПК-1:** Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.

– Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

–

–

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание	Знает основные понятия об	Умеет применять методы	Владеет навыками

Согласована на портале № 7656

этапов	идентификации систем; основные методы идентифицирования систем; правила применения методов идентификации объектов управления.	идентификации систем; находить параметры системы, актуальным методом идентификации; анализировать полученный результат идентифицирования систем, а также получать программные реализации полученных решений на универсальном алгоритмическом языке высокого уровня.	идентифицирования задач управления; использования методов идентификации систем в своей предметной области.
Виды занятий	• Лекции.	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студентов.	• Лабораторные работы.
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Экзамен.	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Конспект самостоятельной работы.	• Защита лабораторных работ; • Экзамен.

– Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

– Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Согласована на портале № 7656

Таблица 3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	1. Знает основные понятия о системе, модели и идентификации, в широком и узком смыслах; 2. Анализирует различные подходы к выбору метода идентификации систем;. 3. Понимает связи и отличия между управляемостью и наблюдаемостью систем; 4. Знает как управлять системой без идентификации. 5. Представляет способы и результаты использования различных систем идентификации.	1.Свободно применяет методы решения задач идентификации для новых объектов управления; 2. Умеет производить формализованное представление задач к идентификации. 3. Уверенно выбирает и использует методы идентиикации объектов управления.	1.Свободно владеет методами идентификации объектов управления для любых систем; может научить другого. 2. Способен руководить междисциплинарной командой; 3.Свободно владеет разными методами идентифицирования систем.
Хорошо (базовый уровень)	1.Понимает связи между различными понятиями идентифицирования; 2.Имеет представление о свойствах систем; 3.Аргументирует выбор метода решения задачи идентификации объектов управления; 4.Составляет план вычислительного эксперимента задачи.	1.Самостоятельно подбирает и готовит для вычислительного эксперимента необходимую систему идентифицирования; 2.Применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.	1.Критически осмысливает полученные знания; 2. Компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде); 3.Владеет разными методами идентифицирования систем.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	1.Дает определения основных понятий; 2.Воспроизводит основные задачи идентификации; 3.Распознает формальные аспекты и объекты управления; 4.Знает основные методы идентификации объектов и умеет их применять на практике.	1. Умеет работать со справочной литературой; 2.Использует методы идентификации, указанные в описании лабораторной работы; 3.Умеет представлять результаты своей работы.	1.Владеет терминологией предметной области знания; 2.Способен корректно представить знания в форме модели.

2.2 Компетенция ПК-8

– **ПК-8:** Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах.

– Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 7656

Содержание этапов	Знает задачу идентификации в узком и широком смыслах. Знает основные понятия о системе, модели и идентификации, Знает способы решения алгоритмов задач идентификации. Знает суть вычислительного эксперимента и его оценки.	Умеет отличать различные методы идентификации. Умеет выстраивать основные этапы в методах идентификации. Оценивать адекватность модели в категориях время, события.	Владеет навыками методами разработки алгоритмов решения задач управления в технических системах.
Виды занятий	• Лекции; • Лабораторные работы; • Групповые консультации;	• Лабораторные работы • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы
Используемые средства оценивания	• Экзамен	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ • Экзамен

– Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

– Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Согласована на портале № 7656

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	1. Знает цель, алгоритмы и задачи идентификации систем. 2. Описывает математическую модель. 3. Знает основные отличия стационарных и нестационарных, динамических и статических, линейных и нелинейных математических систем. 4. Описывает алгоритм идентификации параметров и начального состояния нелинейных систем 5. Находит применение различных методов идентифицирования в технических системах. 6. Идентифицирует ошибки и погрешности в процессе вычислительных экспериментов. 7. Обрабатывание результатов полнофакторного эксперимента и проверка адекватности системы. 8. Может привести примеры, не входящие в лекции. 9. Перечисляет задачи идентифицирования. 10. Воспроизводит теорему о нормальном законе распределения. 11. Знает некоторый материал из дополнительной литературы.	1. Различает методы решения задач идентификации при известных и неизвестных данных. 2. Может описать основные этапы в методах идентификации. 3. Формулирует понятие адекватности и точности системы. 4. Умеет решать задачи идентификации по результатам эксперимента, с целью нахождения оценок параметра системы. 5. Умеет решать задачи идентификации различной сложности. 6. Может сопоставить различные подходы к решению задач методами идентификации.	1. Владеет методами идентификации, может научить другого. 2. Может самостоятельно изучать теорию об идентификации без преподавателя.
Хорошо (базовый уровень)	1. Знает цель, алгоритмы и задачи идентификации систем. 2. Знает основные отличия стационарных и нестационарных, динамических и статических, линейных и нелинейных математических систем. 3. Описывает алгоритм идентификации параметров и начального состояния нелинейных систем. 4. Может привести примеры, не входящие в лекции. 5. Перечисляет задачи идентифицирования. 6. Воспроизводит теорему о нормальном законе распределения. 7. Знает некоторый материал из дополнительной литературы.	1. Различает методы решения задач идентификации при известных и неизвестных данных. 2. Может описать основные этапы в методах идентификации. 3. Формулирует понятие адекватности и точности системы. 4. Умеет решать задачи идентификации по результатам эксперимента, с целью нахождения оценок параметра системы.	1. Может самостоятельно определить идентифицируемые параметры системы. 2. Может самостоятельно обнаружить и исправить ошибки в идентифицируемой системе.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	1. Знает цель, алгоритмы и задачи идентификации систем. 2. Знает основные отличия стационарных и нестационарных, динамических и статических, линейных и нелинейных математических систем.	1. Различает методы решения задач идентификации при известных и неизвестных данных. 2. Может описать основные этапы в	1.Работая в команде, может освоить методы идентификации, может решить задачу идентификации при известных начальных данных.

Согласована на портале № 7656

	3. Воспроизводит теорему о нормальном законе распределения. 4. Знает некоторый материал из дополнительной литературы.	методах идентификации. 3. Формулирует понятие адекватности и точности системы.	

3 Типовые контрольные задания

– Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

– 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, в составе:

–

– **Темы лабораторных работ:**

Лабораторная работа № 1.Устойчивость, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость одномерных систем. Регуляризация уравнения Винера-Хопфа.

Лабораторная работа № 2.Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных линейных систем

Лабораторная работа № 3.Идентификация с помощью регрессионных методов. Статическая задача идентификации параметров многомерных нелинейных систем

Лабораторная работа № 4.Применение метода максимального правдоподобия для построения моделей систем: исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами, обработка результатов, проверка адекватности.

Лабораторная работа № 5.Методы построения статических моделей.

Лабораторная работа № 6.Методы последовательной идентификации.

Лабораторная работа № 7.Квазилинеаризация и инвариантное погружение в задачах идентификации параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях.

– Лабораторная работа № 8.Идентификация параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений.

–

–

–

– **Темы для самостоятельной работы:**

Согласована на портале № 7656

1. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость одномерных систем, алгоритмизация решения уравнения Винера-Хопфа на основе метода регуляризации А.Н.Тихонова. Оформление отчета по лабораторной работе.

2. Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных линейных систем, оформление отчета по лабораторной работе.

3. Идентификация с помощью регрессионных методов: статическая задача идентификации параметров многомерных нелинейных систем, оформление отчета по лабораторной работе.

4. Применение метода максимального правдоподобия для построения моделей систем, исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами, обработка результатов, проверка адекватности, оформление отчета по лабораторной работе.

5. Методы построения статических моделей, проведение расчетов, оформление отчета по лабораторной работе.

6. Методы последовательной идентификации, проведение расчетов, оформление отчета по лабораторной работе.

7. Метод квазилинеаризации, проведение расчетов по идентификации параметров нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями, при заданных начальных условиях, оформление отчета по лабораторной работе.

8. Метода квазилинеаризации, выполнение расчетов по идентификации параметров нелинейных динамических объектов, описываемых системами нелинейных дифференциальных уравнений.

Темы контрольной работы:

Контрольная работа 1. Линейные преобразования, диагонализация, устойчивость, управляемость, наблюдаемость, получение передаточных функций систем.

Контрольная работа 2. Метод максимального правдоподобия. Полнофакторный эксперимент: обработка результатов и проверка адекватности.

Согласована на портале № 7656

Экзаменационные вопросы:

1. Что представляет собой система управления?
2. Опишите функциональную схему систем управления.
3. Классификация систем управления.
4. Охарактеризуйте основные задачи расчета систем управления.
5. Дайте определение предмета теории идентификации в широком и узком смысле слова.
6. Приведите классификацию систем управления по виду математической модели.
7. Какими уравнениями описывается нестационарная ли-нейная система управления.
8. Что представляет собой операторная форма записи урав-нений нестационарной и стационарной систем управления.
9. Опишите основные элементарные звенья, из которых со-стоят системы управления.
10. Перечислите основные показатели качества системы управления и поясните их смысл.
11. Опишите алгоритм поиска общего решения уравнений одномерной стационарной системы управления.
12. Дайте определение устойчивости системы управления по начальным данным.
13. Какая система называется устойчивой по входу?
14. Сформулируйте критерии устойчивости одномерных систем управления.
15. Сформулируйте критерии устойчивости многомерных систем.
16. Что такое пространство состояний?
17. Что такое линейное преобразование линейной системы и при каких ограничениях на матрицу преобразований оно возможно?
18. Докажите, что линейное преобразование не изменяет собственных чисел линейной системы управления.
19. Дайте определение канонического преобразования линейной системы.
20. Опишите алгоритм прямого определения собственных векторов.
21. Опишите процедуру определения собственных векторов на основе метода Крылова.

Согласована на портале № 7656

22. Разъясните суть процедуры диагонализации.

23. К каким наиболее существенным изменениям приводит процедура диагонализации линейной системы управления?

24. Дайте определение управляемой системы.

25. Сформулируйте критерий управляемости Гильберта.

26. Сформулируйте критерий управляемости для случая кратных собственных значений матрицы A.

27. Сформулировать критерий управляемости на основе разложения матричной экспоненты.

28. Дайте определение управляемости по выходу.

29. Сформулируйте критерий управляемости по выходу.

30. Дайте определение наблюдаемой системы.

31. Сформулируйте критерий наблюдаемости Гильберта.

32. Сформулируйте критерий наблюдаемости на основе разложения матричной экспоненты.

33. Получение моделей в пространстве состояний по заданным скалярным передаточным функциям.

34. Получение скалярных передаточных функций на основе дискретной модели в пространстве состояний.

35. Получение скалярных передаточных функций на основе непрерывной модели в пространстве состояний.

36. Какова постановка задачи планирования эксперимента?

37. Что называется вектором результатов измерений и матрицей плана эксперимента?

38. Дайте определение функции отклика.

39. Что называется наилучшей линейной несмещенной оценкой?

40. Разъясните основные положения метода максимального правдоподобия.

41. Сформулируйте теорему Гаусса–Маркова и ее обобщения.

42. Запишите выражение для информационной матрицы линейной относительно коэффициентов функции отклика модели (случай с равными дисперсиями), а также формулу

Согласована на портале № 7656

несмещенной оценки для дисперсии. Выведите из них соответствующие формулы для классической линейной модели.

43. Дайте определение дискретного плана эксперимента.

44. Какой план эксперимента называется *Ф*-оптимальным?

45. Какой план эксперимента называется D-оптимальным?

46. Какой план эксперимента называется A-оптимальным?

47. Опишите основные этапы планирования эксперимента.

48. Как осуществляется переход к кодированным переменным?

49. Запишите выражение для матрицы плана полнофакторного эксперимента 2^3.

50. Запишите выражение для информационной матрицы полнофакторного эксперимента 2^3.

51. Докажите ортогональность матрицы плана полнофакторного эксперимента 2^3.

52. Получите формулы для расчета коэффициентов полнофакторного эксперимента 2^3, исходя из общих формул расчета коэффициентов линейной модели на основе метода максимального правдоподобия.

53. Для идентификации каких систем пригоден метод максимального правдоподобия?

54. Опишите процесс (метод) регрессионной идентификации статической системы с одним выходом и несколькими входами.

55. Опишите процесс (метод) регрессионной идентификации статической системы с несколькими выходами и несколькими входами.

56. Опишите процесс (метод) регрессионной идентификации многомерной линейной динамической системы.

57. Как осуществляется линеаризация при идентификации нелинейных систем?

58. Приведите пример линеаризации нелинейной системы.

59. Опишите алгоритм идентификации нелинейных одномерных систем методом линеаризации.

60. Опишите процесс идентификации методом последовательной регрессии системы с одним входом и одним выходом.

Согласована на портале № 7656

61. Опишите процесс последовательной регрессионной идентификации статической многомерной системы с одним выходом и несколькими входами.

62. Каковы особенности последовательной идентификации в случае применения нелинейных базисных функций?

63. Для идентификации каких систем применяется метод квазилинеаризации?

64. Какие параметры системы идентифицируются методом квазилинеаризации?

65. Объясните суть метода квазилинеаризации.

66. От каких характеристик идентифицируемой системы зависит показатель качества?

67. Дайте определение матриц чувствительности.

68. Как рассчитываются матрицы чувствительности для систем с линейной обратной связью?

69. Опишите процесс идентификации методом стохастической аппроксимации.

70. Почему этот метод относят к классу градиентных методов?

71. Как выбирается начальная оценка коэффициентов?

72. Опишите процесс идентификации методом последовательного обучения.

73. Что такое коэффициент коррекции ошибки?

74. Как выбирается начальная оценка коэффициентов?

75. Опишите процедуру последовательного распознавания образов для идентификации нелинейных систем.

76. Дайте определение функции Гамильтона–Понтрягина.

77. Запишите систему канонических уравнений для задач оптимального управления.

Пример экзаменационного билета:

1) Одномерные и многомерные системы.
2) Понятия идентификации в широком смысле и идентификации в узком смысле.
3) Факторные планы.

Согласована на портале № 7656

4 Методические материалы

– Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

– Согласно п. 11 РП по дисциплине «Идентификация объектов управления»

Основная литература:

1. Черепанов О.И. Основы теории идентификации систем [Текст]: учебное пособие / О. И. Черепанов, Р. О. Черепанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Издательство ТУСУРа, 2013. - 288 с. (25 экз.)

Дополнительная литература:

1. Черепанов О.И., Черепанов Р.О. Идентификация нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации: учеб. пособие и задания на вычислительный практикум. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 124 с. (26 экз. в библ.).

Учебно-методические пособия (УМП)

Для лабораторных работ:

Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Идентификация объектов управления/ Лабораторный практикум. –Томск: Изд-во ТУСУР, 2016. – 52 с. Электронный ресурс: http://vkiem.tusur.ru/to_student (раздел «Литература»)

Для самостоятельной работы:

Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Идентификация объектов управления / Методическое пособие для самостоятельной работы – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2016. – 17 с. Электронный ресурс: http://vkiem.tusur.ru/to_student (раздел «Литература»)

Согласована на портале № 7656