

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.01 <small>(индекс дисциплины)</small>	Идентификация статических моделей объектов автоматизации технологических процессов <small>(Наименование дисциплины)</small>
--	---

Кафедра: **1** Информационно-измерительных технологий и систем управления
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки: Системы автоматизации и управления технологическими процессами

Уровень образования : магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		144
	Аудиторные занятия	72		12
	Лекции			
	Лабораторные занятия	18		4
	Практические занятия	54		8
	Самостоятельная работа	72		128
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	1		1
	Контрольная работа			1
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		4

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная	4									
Очно-заочная										
Заочная	4									

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным
государственным образовательным стандартом высшего образования
по направлению подготовки 150404

На основании учебных планов № m150404
zm150404

Кафедра-разработчик: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающихся в области идентификации статических моделей объектов. Подготовка к самостоятельному процессу построения математических моделей различного класса процессов и систем на основе результатов эксперимента. Изучение основ и методов построения математических моделей объектов управления и методов определения параметров моделей для решения задач анализа и синтеза систем управления.

1.3. Задачи дисциплины

- Раскрыть все возможные способы обработки данных эксперимента с целью получения адекватных математических моделей технологических объектов и систем различного уровня и назначения.
- Формирование навыков использования методик аппаратно-программных средств моделирования, идентификации и технического диагностирования статических объектов различной физической природы.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 16	способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления;	1
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основы построения математических моделей процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики. 2) приемы работы в различных математических пакетах, архитектуру и принцип работы средств и систем автоматизации, основы программирования и структуру программных средств и систем автоматизации. Уметь: 1) проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий проведения научных исследований. 2) моделировать и программировать динамические системы с помощью различных средств программного обеспечения для инженерных вычислений. Владеть: 1) навыками по проведению математического моделирования процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий проведения научных исследований. 2) постановкой и решением задач моделирования автоматических систем управления производственными процессами с помощью пакетов для инженерных вычислений, а также обработкой статистических данных; навыками работы с современными средствами программирования.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Основы идентификации моделей объектов			
Тема 1. Основы идентификации технологических объектов Понятие идентификации. Классификация задач идентификации в современной теории управления. Общая процедура решения задач идентификации. Классификация методов идентификации.	15		16
Тема 2. Статические модели объектов Общий вид модели статики объекта. Понятие факторов и факторного пространства. Применение статических моделей в решение задач построения системы управления данным объектом.	15		17
Текущий контроль 1 Коллоквиум	4		2
Учебный модуль 2. Методы планирования активного эксперимента			
Тема 3 Активный эксперимент Разработка плана активного эксперимента. Выбор вида, величины и длительности входного воздействия. Подготовка и проведение активного эксперимента. Оценка точности и достоверности экспериментальных данных по параллельным опытам.	15		16
Тема 4 Подготовка данных активного эксперимента для получения мат. модели Оценка структуры и значения параметров модели по данным эксперимента. Восстановления оценки кривой разгона по экспериментальной импульсной кривой для статического объекта. Восстановления оценки кривой разгона по экспериментальной импульсной кривой для астатического объекта.	15		17
Текущий контроль 2 Коллоквиум	4		
Учебный модуль 3. Методы планирования пассивного эксперимента			
Тема 5 Пассивный эксперимент Определение понятия пассивного эксперимента. Подготовка и проведение пассивного эксперимента. Формирование объема и числа параллельных опытов. Расчет оценок статистических характеристик параллельных опытов. Понятие числа степеней свободы соответствующей оценки статистической характеристики.	15		16
Тема 6 Подготовка данных пассивного эксперимента для получения мат. модели Оценка однородности выборочных дисперсий параллельных опытов. Формирование объема экспериментальных данных для математического расчета статической модели объекта.	15		17
Текущий контроль 3 Коллоквиум	4		
Учебный модуль 4 Методы обработки результатов инженерного эксперимента			
Тема 7 Корреляционный анализ статистической связи Применение корреляционного анализа для оценки статистической связи входных переменных (факторов) с использованием программного обеспечения для инженерных вычислений.	15		16
Тема 8 Использование метода наименьших квадратов для идентификации данных эксперимента Оценка точности экспериментальных данных. Принятие решения о возможности использования метода МНК для идентификации данных эксперимента.	15		17
Текущий контроль 4 Коллоквиум	4		
Контрольная работа			6
Промежуточная аттестация по дисциплине Зачет	8		4
ВСЕГО:	144		144

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Не предусмотрено.

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Понятие об идентификации. Причины необходимости создания новых моделей. Характеристики объектов и процессов, которые надо учитывать при создании моделей. Приемы упрощения моделей. Решение задач.	1	6				
2	Этапы построения моделей. Решение задач. Коллоквиум.	1	7			1	2
3	Получение модели по частотным характеристикам объекта. Решение задач.	1	6			1	2
4	Параметрическая идентификация типовых динамических звеньев по переходной характеристике объекта. Коллоквиум.	1	7			1	2
5	Рекуррентный, взвешенный и прочие разновидности МНК. Решение задач.	1	6				
6	Идентификация объекта управления методом регрессионного анализа. Решение задач. Коллоквиум.	1	7			1	2
7	Метод кратных корней. Решение задач.	1	4				
7	Метод площадей. Решение задач.	1	4				
8	Метод наименьших квадратов в одномерном и многомерном случаях. Решение задач. Коллоквиум.	1	7				
ВСЕГО:			54				8

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Основные понятия, определения и задачи идентификации	1	2				
3	Методы планирования эксперимента	1	4				
6	Математические модели внешних воздействий	1	4				
7	Непараметрическая идентификация	1	4			1	2
8	Параметрическая идентификация	1	4			1	2
ВСЕГО:			18				4

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2, 3, 4	Коллоквиум	1	4				
1	Коллоквиум					1	1
1-4	Контрольная работа					1	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	1	14			1	40
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	1	50			1	82
Выполнение домашних заданий					1	6
Подготовка к зачету	1	8			1	4
	ВСЕГО:	72				128+4

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено.

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Тупик Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 230 с.— (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13016>).
2. Саталкина Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: задачи и методы механики. Учебное пособие/ Саталкина Л.В., Пеньков В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 97 с.— (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22880>).

б) дополнительная учебная литература

3. Бельфор, В. М. Математическое моделирование технологического объекта управления [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы / В. М. Бельфор, В. Б. Попов, И. В. Антонишин. – СПб.:СПбГТУРП, 2013. - 34с. (ЭБ ВШТЭ Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtexpr/2.pdf>)
4. Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.В. Алексеев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 203 с.— (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26229>).

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Акопов, А.С. Имитационное моделирование [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата. . – М: Юрайт, 2015. – 389с.

2. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов» [Текст] : учеб. пособие / Н. А. Самойлов;. - Изд. 3-е,испр. и доп. - СПб.:Лань,2013. – 176с.:ил.
3. Бельфор, В. М. Математическое моделирование технологического объекта управления [Текст] : учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы / В. М. Бельфор, В. Б. Попов, И. В. Антонишин. – СПб.:СПбГТУРП, 2013. - 34с.
4. Пестриков, В.М. Компьютерное моделирование задач теплотехники [Текст]: уч.мет.пособие / В.М.Пестриков, Т.С.Смирнова, Н.Л.Леонова. - СПб: СПбГТУРП, 2012. – 67с.ил.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>
2. Научная библиотека. Энциклопедия кибернетики. Идентификация объектов управления. [Электронный ресурс]. URL: http://edu.sernam.ru/book_kiber1.php?id=516
3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: [Электронный ресурс]. URL: www.mathnet.ru, www.exponenta.ru, www.allmaths.ru
4. Мультимедийный портал PTC Mathcad предназначенный для поддержки программного обеспечения для инженерных вычислений [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.ptc.com/product/mathcad>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. PTC Mathcad 15

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Стандартно оборудованная аудитория при наличии видеопроектора с экраном.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Раздаточные материалы по темам курса.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Работа с текстами из списка основной учебной литературы, решение задач по различным тематикам, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретического материала дисциплины на занятиях с использованием компьютерных технологий.
Лабораторные занятия	Методические указания для проведения лабораторных работ в электронном виде. Защита лабораторных работ.
Самостоятельная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в теме коллоквиумов. Подготовить презентацию доклада на коллоквиуме по выбранной теме. При подготовке к зачету необходимо проработать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, Проанализировать результаты выполнения лабораторных и практических занятий.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их

формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК- 16(1)	1. Объясняет основы планирования пассивного/активного эксперимента для получения математических моделей объектов. 2. Демонстрирует результат использования программного обеспечения для инженерных вычислений при решении задач идентификации моделей объектов 3. Использует различные методы идентификации при проведении математического моделирования объектов, процессов и систем автоматизации.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) 2. Практические задания (10 заданий)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Студент показывает знание фактического материала по программе, в том числе: знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса; студент положительно сдал коллоквиумы; учитываются логика, структура, стиль ответа; культура речи, манера общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике, решить предложенное практическое задание; отсутствие пропусков занятий по неуважительным причинам
Не зачтено	Отсутствие знания пройденного материала, плохое знание обязательной литературы; отрицательный результат по прохождению коллоквиумов; студент допускает существенные ошибки при ответе на вопросы преподавателя; невозможность приложить теорию к практике, решить предложенное практическое задание; наличие неуважительных пропусков занятий.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

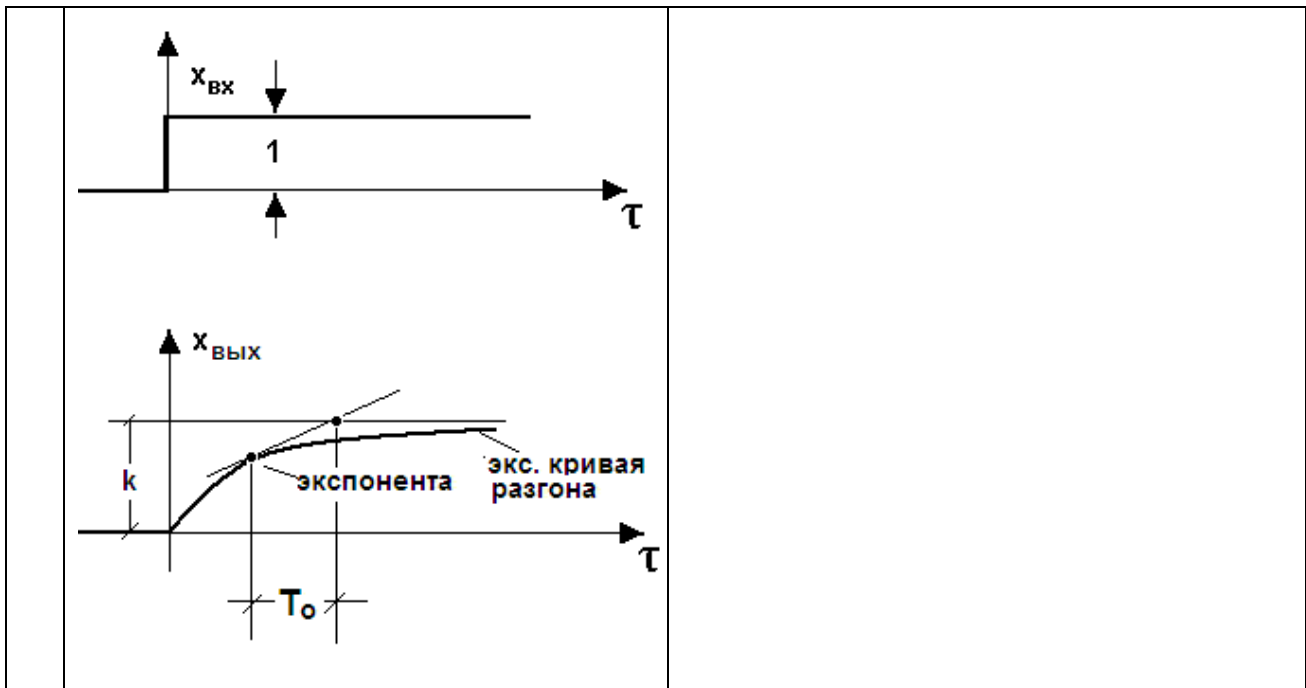
10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Основные понятия теории идентификации.	1
2	Основные задачи идентификации.	1
3	Классификация задач идентификации в современной теории управления.	1
4	Процедура решения задач идентификации в общем виде.	1
5	Понятие динамических моделей объекта.	2
6	Понятие факторов и факторного пространства.	2
7	Применение динамических моделей в решение задач построения системы управления данным объектом.	2
8	Разработка плана активного эксперимента.	3
9	Выбор вида, величины и длительности входного воздействия.	3
10	Подготовка и проведение активного эксперимента.	3
11	Оценка точности и достоверности экспериментальных данных по параллельным опытам.	3
12	Оценка структуры и значения параметров модели по данным эксперимента.	4

13	Восстановления оценки кривой разгона по экспериментальной импульсной кривой для статического объекта.	4
14	Восстановления оценки кривой разгона по экспериментальной импульсной кривой для астатического объекта.	4
15	Определение понятия пассивного эксперимента.	5
16	Подготовка и проведение пассивного эксперимента.	5
17	Формирование объема и числа параллельных опытов.	5
18	Расчет оценок статистических характеристик параллельных опытов.	5
19	Понятие числа степеней свободы, соответствующей оценки статистической характеристики.	5
20	Подготовка данных пассивного эксперимента для получения мат. модели	6
21	Оценка однородности выборочных дисперсий параллельных опытов.	6
22	Формирование объема экспериментальных данных для математического расчета статической модели объекта.	6
23	Методы аппроксимации экспериментальных данных активного эксперимента.	7
24	Метод моментов переходной функции.	7
25	Физическая реализуемость метода моментов переходной функции для экспериментальных кривых разгона.	7
26	Оценка точности полученной модели.	7
27	Проверка адекватности модели по экспериментальным данным.	7
28	Использование метода наименьших квадратов для идентификации данных эксперимента	8
29	Оценка точности экспериментальных данных.	8
30	Принятие решения о возможности использования метода МНК для идентификации данных эксперимента.	8

10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ																																																																																	
1	<p>Построить матрицу планирования ПФЭ для рассматриваемого примера (n = 3)</p> $M\{y\} = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i z_i + \sum_{\substack{i,l=1 \\ i < l}}^3 \beta_{il} z_i z_l + \beta_{123} z_1 z_2 z_3,$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>z₀</th> <th>z₁</th> <th>z₂</th> <th>z₃</th> <th>z₁z₂</th> <th>z₁z₃</th> <th>z₂z₃</th> <th>z₁z₂z₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>2</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td></tr> <tr><td>3</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td></tr> <tr><td>4</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>5</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td></tr> <tr><td>6</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>7</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>8</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td></tr> </tbody> </table>	g	z ₀	z ₁	z ₂	z ₃	z ₁ z ₂	z ₁ z ₃	z ₂ z ₃	z ₁ z ₂ z ₃	1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
g	z ₀	z ₁	z ₂	z ₃	z ₁ z ₂	z ₁ z ₃	z ₂ z ₃	z ₁ z ₂ z ₃																																																																											
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1																																																																											
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1																																																																											
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1																																																																											
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1																																																																											
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1																																																																											
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1																																																																											
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1																																																																											
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1																																																																											
2	Приведите пример использования идеи n-мерного наблюдателя.	При построении фильтра Калмана. В качестве идентификатора состояния принимается математическая модель системы.																																																																																	
3	Пусть на объекте получена следующая экспериментальная кривая разгона статического объекта. Найти передаточную функцию объекта	<p>Эта кривая называется экспонентой и по характеру изменения во времени совпадает с типовой кривой разгона апериодического (инерционного, статического) ТДЗ. Значит, такой объект можно заменить (аппроксимировать) апериодическим ТДЗ. Его типовое дифференциальное уравнение:</p> $T_0 \frac{dx_{exk}}{dt} + x_{exk} = k \cdot x_{ex}$ <p>а передаточная функция –</p> $W(p) = \frac{x_{exk}(p)}{x_{ex}(p)} = \frac{k}{T_0 p + 1}$																																																																																	



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

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

При проведении зачета время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 20 мин.

