МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Новые методы оценивания неизвестных величин

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
Лекции	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Всего аудиторных занятий	36	36	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Всего (без экзамена)	72	72	часов
Общая трудоемкость	72	72	часов
	2.0	2.0	З.Е

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 8336

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «16» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. КСУП	_____	Светлаков А. А.
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	_____	Шурыгин Ю. А.

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

Декан ФВС	_____	Козлова Л. А.
Заведующий выпускающей каф. КСУП	_____	Шурыгин Ю. А.

Эксперты:

доцент каф. КСУП	_____	Хабибулина Н. Ю.

Согласована на портале № 8336

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование знаний и навыков применения общих подходов к моделированию систем

изучение видов математических моделей

изучение способов математического моделирования на основе непрерывно-детерминированных, дискретно-детерминированных, вероятностных, агрегативных моделей

формировании представлений о постановке целей и выборе метода моделирования

получение практических навыков проверки адекватности математической модели реальной сложной системе

интерпретация результатов моделирования.

1.2. Задачи дисциплины

- формировании знаний и навыков применения общих подходов к моделированию систем
- изучение видов математических моделей
- овладение способами математического моделирования на основе непрерывно-детерминированных, дискретно-детерминированных, вероятностных, агрегативных моделей
- формировании представлений о постановке целей и выборе метода моделирования, проверки адекватности математической модели реальной сложной системе
- интерпретации результатов моделирования

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Новые методы оценивания неизвестных величин» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Автоматизация технологических процессов и производств, Интегрированные системы проектирования и управления, Математика, Метрология, стандартизация и сертификация, Проектирование автоматизированных систем, Теория автоматического управления.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования;
- ПК-18 способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством;
- ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих случайные ошибки измерений; классические методы (метод наименьших квадратов, метод взвешенных средних и метод максимального правдоподобия) решения задачи оценивания в ее классической постановке; новые методы решения задачи оценивания в новой постановке, основанные на использовании правых обратных матриц
- **уметь** формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках; использовать для решения задачи оценивания известные пакеты прикладных

Согласована на портале № 8336

программ и отдельные подпрограммы, предназначенные для решения задачи оценивания; оценивать погрешность вычисляемых оценок неизвестных величин с учетом погрешностей, содержащихся в экспериментальных измерениях оцениваемой величины

– **владеть** навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин; навыками проектирования алгоритмов обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и их реализации на алгоритмических языках; навыками использования пакетов прикладных программ, предназначенных для обработки результатов экспериментальных измерений исследуемых величин

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость час	72	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и термины, используемые при формулировании и решении задачи оценивания.	2	0	5	7	ПК-1, ПК-18
2	Традиционная и нетрадиционная математические формулировки задач оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений.	2	0	5	7	ПК-1, ПК-18, ПК-20
3	Обобщенные обратные матрицы и решение систем линейных алгебраических уравнений.	4	6	5	15	ПК-1, ПК-18, ПК-20

Согласована на портале № 8336

4	Традиционное оценивание неизвестных величин по результатам их эксперименталь-ных измерений	4	6	9	19	ПК-1, ПК-18, ПК-20
5	Новые методы оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений.	6	6	12	24	ПК-1, ПК-18, ПК-20
	Итого	18	18	36	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Основные понятия и термины, используемые при формулировании и решении задачи оценивания.	Величина. Физическая величина. Измерение величины. Измеренное и истинное значение величины. Постоянные и переменные величины. Ошибки измерения величин и их классификация на систематические и случайные. Непосредственные (прямые) и косвенные измерения величин	2	ПК-1, ПК-18
	Итого	2	
2 Традиционная и нетрадиционная математические формулировки задач оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений.	1. Уникальность задачи измерений величин и актуальность математической обработки их результатов. Аппаратные и математические методы повышения точности оценивания неизвестных величин.2. Особенности задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее математическая сущность. Основная модель непосредственных измерений.3. Традиционная математическая формулировка задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее особенности. Некорректность задачи.4. Нетрадиционная математическая формулировка задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее особенности. Некорректность задачи.	2	ПК-1, ПК-18
	Итого	2	

Согласована на портале № 8336

3 Обобщенные обратные матрицы и решение систем линейных алгебраических уравнений.	1. Введение. Некоторые сведения о системах линейных алгебраических уравнений и их классификации. Обратная матрица и ее свойства. Некоторые теоремы о рангах матриц.2. Левые и правые обратные матрицы. Определения, условия существования и основные свойства. Анализ возможностей синтеза и синтез алгоритмов вычисления левых и правых обратных матриц.3. Обобщенные обратные матрицы (ООМ). Определения, скелетные разложения прямоугольных матриц, условия существования ООМ и их важнейшие свойства. Псевдообратные матрицы и псевдорешения систем уравнений и их свойства.4. Сравнение условий существования ООМ и алгоритмов их вычисления. Рекуррентные алгоритмы вычисления ООМ и псевдообратных матриц.	4	ПК-1, ПК-18
	Итого	4	
4 Традиционное оценивание неизвестных величин по результатам их эксперименталь-ных измерений	1. Введение. Основные постулаты традиционного оценивания неизвестных величин.2. Метод средних оценивания неизвестных величин. Средние значения и их важнейшие свойства. Среднее арифметическое и взвешенное среднее измеренных значений. Веса измерений.3. Вероятностно-статистические характеристики оценок, вычисляемых методом арифметического среднего. Асимптотические свойства оценок. 4. Сущность метода взвешенных средних. Содержательная сущность весов измеренных значений оцениваемой величины. Выбор весов измерений и их оптимизация.5. Простой метод наименьших квадратов (МНК). Краткая история появления и развития МНК. Вероятностно-статистические свойства МНК-оценок неизвестных величин.6. Обобщенный МНК. Несмещенность, эффективность и состоятельность МНК-оценок неизвестных величин. Теорема Гаусса-Маркова и три логические обоснования МНК. Рекуррентность МНК	4	ПК-1, ПК-18
	Итого	4	

Согласована на портале № 8336

5 Новые методы оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений.	1. Введение. Недопределенность задачи оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений. Неадекватность ее математической постановки реальным условиям, в которых она формулируется.2. Идейные основы нового (нетрадиционного) подхода к постановке и решению задачи оценивания неизвестных величин. Возможные подходы к решению недоопределенных систем.3. Способы решения недоопределенных систем уравнений, основанные на сведении их решения к решению задачи на условный экстремум. Примеры применения данных способов.4. Способы пополнения и решения недоопределенных систем уравнений, основанные на подчинении их решений дополнительным уравнениям. Примеры применения данных способов.5. Способы решения недоопределенных систем уравнений, основанные на использовании их псевдорешений. Вероятностно-статистические свойства оценок неизвестных величин, вычисляемых данным способом.6. Анализ возможностей увеличения точности оценок за счет учета соотношения между истинным значением и погрешностью измерения оцениваемых величин. Оценивание неизвестных величин в случае равноточных измерений и некоррелированных ошибок измерения.7. Оценивание неизвестных величин в случае неравноточных измерений и коррелированных ошибок их измерения. Вероятностно-статистические характеристики оценок неизвестных величин. Определение численных значений относительной среднеквадратической ошибки экспериментальных измерений оцениваемой величины	6	ПК-1, ПК-18, ПК-20
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и

Согласована на портале № 8336

обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.
Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
		1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины						
1	Автоматизация технологических процессов и производств					+
2	Интегрированные системы проектирования и управления				+	
3	Математика		+			
4	Метрология, стандартизация и сертификация	+				
5	Проектирование автоматизированных систем		+			
6	Теория автоматического управления			+		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Опрос на занятиях, Зачет, Отчет по практике
ПК-18	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Опрос на занятиях, Зачет, Отчет по практике
ПК-20	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Опрос на занятиях, Зачет, Отчет по практике

Согласована на портале № 8336

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
3 Обобщенные обратные матрицы и решение систем линейных алгебраических уравнений.	Исследование рекуррентного алгоритма вычисления обратной матрицы и ее уточнения	2	ПК-1
	Исследование рекуррентного алгоритма вычисления левой обратной (Л-обратной) матрицы с применением окаймления обращаемой матрицы по строкам	2	
	Исследование рекуррентного алгоритма вычисления правой обратной (П-обратной) матрицы	2	
	Итого	6	
4 Традиционное оценивание неизвестных величин по результатам их эксперименталь-ных измерений	Исследование рекуррентного алгоритма вычисления псевдообратной матрицы	2	ПК-1, ПК-18, ПК-20
	Исследование проекционных одноточечных рекуррентных алгоритмов параметров моделей линейных статических объектов	2	
	Исследование алгоритмов оценивания неизвестных величин по результатам непосредственных измерений с применением левых и правых обратных матриц	2	
	Итого	6	
5 Новые методы оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений.	Исследование многоточечных рекуррентных алгоритмов оценивания параметров линейных моделей, основанных на применении псевдообратных матриц	2	ПК-1, ПК-18, ПК-20
	Исследование алгоритма Грама-Шмидта. Построение ортонормированных систем векторов	2	
	Регуляризация плохо обусловленных систем линейных алгебраических	2	

Согласована на портале № 8336

	уравнений		
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Основные понятия и термины, используемые при формулировании и решении задачи оценивания.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-18	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Собеседование
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
2 Традиционная и нетрадиционная математические формулировки задач оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-18, ПК-20	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Собеседование
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
3 Обобщенные обратные матрицы и решение систем линейных алгебраических уравнений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-18, ПК-20	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Собеседование
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
4 Традиционное оценивание неизвестных величин по результатам их эксперименталь-ных измерений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-18, ПК-20	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям,	2		

Согласована на портале № 8336

	семинарам			
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	9		
5 Новые методы оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-18, ПК-20	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Собеседование
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Анализ возможностей увеличения точности оценок за счет учета соотношения между истинным значением и погрешностью измерения оцениваемых величин. Оценивание неизвестных величин в случае равноточных измерений и некоррелированных ошибок измерения.
2. Оценивание неизвестных величин в случае неравноточных измерений и коррелированных ошибок их измерения. Вероятностно-статистические характеристики оценок неизвестных величин. Определение численных значений относительной среднеквадратической ошибки экспериментальных измерений оцениваемой величины
3. Сущность метода взвешенных средних. Содержательная сущность весов измеренных значений оцениваемой величины. Выбор весов измерений и их оптимизация.
4. Простой метод наименьших квадратов (МНК). Краткая история появления и развития МНК. Вероятностно-статистические свойства МНК-оценок неизвестных величин.
5. Обобщенный МНК. Несмещенность, эффективность и состоятельность МНК-оценок неизвестных величин. Теорема Гаусса-Маркова и три логические обоснования МНК. Рекуррентность МНК
6. Обобщенные обратные матрицы (ООМ). Определения, скелетные разложения прямоугольных матриц, условия существования ООМ и их важнейшие свойства. Псевдообратные матрицы и псевдорешения систем уравнений и их свойства.
7. Сравнение условий существования ООМ и алгоритмов их вычисления. Рекуррентные алгоритмы вычисления ООМ и псевдообратных матриц.
8. Традиционная математическая формулировка задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее особенности. Некорректность задачи.
9. Нетрадиционная математическая формулировка задачи оценивания
10. Постоянные и переменные величины. Ошибки измерения величин и их классификация на систематические и случайные. Непосредственные (прямые) и косвенные измерения величин

Согласована на портале № 8336

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
8 семестр				
Домашнее задание	2	4	6	12
Зачет			10	10
Защита отчета	5	10	15	30
Конспект самоподготовки	1	2	3	6
Опрос на занятиях	1	2	3	6
Отчет по практике	5	10	15	30
Собеседование	1	2	3	6
Итого максимум за период	15	30	55	100
Нарастающим итогом	15	45	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 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	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 8336

зачтено)		

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Светлаков А.А. Традиционное и нетрадиционное оценивание неизвестных величин. Учебное пособие в двух частях. Часть I. Простейшие задачи оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений. – Томск: ТУСУР, 2007. – 550 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2005 г. – 266 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 341 экз.)
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2002. – 576 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)
3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 248 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Карелин А.Е., Майстренко А.В., Светлаков А.А. Лабораторный практикум по междисциплинарному курсу «Обобщенные обратные матрицы и их применение в задачах автоматизации технологических процессов и производств». – Томск: ТУСУР, 2010. – 147 с. (Данное пособие рекомендовано также для подготовки к практическим и лабораторным работам) (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. не требуются

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ бакалавры используют персональные компьютеры Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения. При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой,

Согласована на портале № 8336

видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой. При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ бакалавры используют персональные компьютеры Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения. При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой. При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ бакалавры используют персональные компьютеры Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения. При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой. При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

Согласована на портале № 8336

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия

Согласована на портале № 8336

информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 8336

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Новые методы оценивания неизвестных величин

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:

- профессор каф. КСУП Светлаков А. А.

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 8336

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) 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 (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-1	способностью собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	Должен знать классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих случайные ошибки измерений; классические методы (метод наименьших квадратов, метод взвешенных средних и метод максимального правдоподобия) решения задачи оценивания в ее классической постановке; новые методы решения задачи оценивания в новой постановке, основанные на использовании правых обратных матриц; Должен уметь формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках; использовать для решения задачи оценивания известные пакеты прикладных программ и отдельные подпрограммы, предназначенные для решения задачи оценивания; оценивать погрешность вычисляемых оценок неизвестных величин с учетом погрешностей, содержащихся в экспериментальных измерениях оцениваемой величины; Должен владеть навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин; навыками проектирования алгоритмов обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и их реализации на алгоритмических языках; навыками использования пакетов прикладных программ, предназначенных для обработки результатов экспериментальных измерений исследуемых величин;
ПК-18	способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством	
ПК-20	способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Согласована на портале № 8336

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций 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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих случайные ошибки измерений; классические методы (метод наименьших квадратов, метод взвешенных средних и метод максимального правдоподобия) решения задачи оценивания в ее классической постановке; новые	формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках; использовать для решения задачи оценивания известные пакеты прикладных программ и отдельные подпрограммы, предназначенные для решения задачи оценивания; оценивать погрешность вычисляемых оценок неизвестных величин с учетом погрешностей, содержащихся в	навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин; навыками проектирования алгоритмов обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и их реализации на алгоритмических языках; навыками использования пакетов прикладных программ, предназначенных для

Согласована на портале № 8336

	методы решения задачи оценивания в новой постановке, основанные на использовании правых обратных матриц	экспериментальных измерениях оцениваемой величины	обработки результатов экспериментальных измерений исследуемых величин
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по практике; • Зачет;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по практике; • Зачет;	• Домашнее задание; • Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих случайные ошибки измерений; • классические методы (метод наименьших квадратов, метод взвешенных средних и метод максимального правдоподобия) решения задачи оценивания в ее классической постановке; • новые методы решения задачи оценивания в новой постановке, основанные на использовании правых обратных матриц;	• формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках ; • использовать для решения задачи оценивания известные пакеты прикладных программ и отдельные подпрограммы, предназначенные для решения задачи оценивания; • оценивать погрешность вычисляемых оценок неизвестных величин с учетом погрешностей, содержащихся в экспериментальных измерениях оцениваемой величины;	• навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин; • навыками проектирования алгоритмов обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и их реализации на алгоритмических языках; • навыками использования пакетов прикладных программ, предназначенных для обработки результатов экспериментальных измерений исследуемых величин;
Хорошо (базовый уровень)	• классическую и новую постановки	• формулировать задачу оценивания	• навыками обработки экспериментальных

Согласована на портале № 8336

	задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих случайные ошибки измерений; • классические методы (метод наименьших квадратов, метод взвешенных средних и метод максимального правдоподобия) решения задачи оценивания в ее классической постановке;	неизвестных величин в классической и новой постановках ; • использовать для решения задачи оценивания известные пакеты прикладных программ и отдельные подпрограммы, предназначенные для решения задачи оценивания;	измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин; • навыками проектирования алгоритмов обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и их реализации на алгоритмических языках;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих случайные ошибки измерений;	• формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках ;	• навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин;

2.2 Компетенция ПК-18

ПК-18: способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.

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
Содержание этапов	способы аккумулирования научно-технической информации отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств основы автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем	аккумулировать научно-техническую информацию применять отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств синтезировать системы автоматизированного управления жизненным циклом продукции и компьютерные системы управления ее качеством	способностью аккумулировать научно-техническую информацию знаниями отечественного и зарубежного опыта в области автоматизации технологических процессов и производств знаниями основ автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем

Согласована на портале № 8336

	управления ее качеством		управления ее качеством
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по практике; • Зачет;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по практике; • Зачет;	• Домашнее задание; • Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• способы аккумулирования научно-технической информации ; • отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств ; • основы автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством ;	• аккумулировать научно-техническую информацию ; • применять отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств ; • синтезировать системы автоматизированного управления жизненным циклом продукции и компьютерные системы управления ее качеством ;	• способностью аккумулировать научно-техническую информацию ; • знаниями отечественного и зарубежного опыта в области автоматизации технологических процессов и производств ; • знаниями основ автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством ;
Хорошо (базовый уровень)	• способы аккумулирования научно-технической информации; • отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств;	• аккумулировать научно-техническую информацию; • применять отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств ;	• способностью аккумулировать научно-техническую информацию; • знаниями отечественного и зарубежного опыта в области автоматизации технологических процессов и производств;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• способы аккумулирования научно-технической	• аккумулировать научно-техническую информацию;	• способностью аккумулировать научно-техническую

Согласована на портале № 8336

	информации;		информацию;

2.3 Компетенция ПК-20

ПК-20: способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	способы проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов каким образом составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций адекватно оценивать практические результаты экспериментальных исследований	проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций адекватно оценивать и интерпретировать результаты проведенных экспериментальных исследований	способами проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов способностью составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций навыками представления результатов экспериментальных исследований
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Собеседование; • Зачет;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Собеседование; • Зачет;	• Домашнее задание; • Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• способы проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов;	• проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов; • составлять описания	• способами проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом

Согласована на портале № 8336

	• каким образом составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций; • адекватно оценивать практические результаты экспериментальных исследований;	выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций; • адекватно оценивать и интерпретировать результаты проведенных экспериментальных исследований;	их результатов ; • способностью составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций; • навыками представления результатов экспериментальных исследований;
Хорошо (базовый уровень)	• способы проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов; • каким образом составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций;	• проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов; • составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций;	• способами проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов ; • способностью составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• способы проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов;	• проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов;	• способами проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются 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 следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Анализ возможностей увеличения точности оценок за счет учета соотношения между истинным значением и погрешностью измерения оцениваемых величин. Оценивание неизвестных величин в случае равноточных измерений и некоррелированных ошибок измерения.

– Оценивание неизвестных величин в случае неравноточных измерений и коррелированных ошибок их измерения. Вероятностно-статистические характеристики оценок неизвестных величин. Определение численных значений относительной среднеквадратической ошибки экспериментальных измерений оцениваемой величины

– Сущность метода взвешенных средних. Содержательная сущность весов измеренных значений оцениваемой величины. Выбор весов измерений и их оптимизация.

– Простой метод наименьших квадратов (МНК). Краткая история появления и развития МНК. Вероятностно-статистические свойства МНК-оценок неизвестных величин.

Согласована на портале № 8336

– Обобщенный МНК. Несмещенность, эффективность и состоятельность МНК-оценок неизвестных величин. Теорема Гаусса-Маркова и три логические обоснования МНК. Рекуррентность МНК

– Обобщенные обратные матрицы (ООМ). Определения, скелетные разложения прямоугольных матриц, условия существования ООМ и их важнейшие свойства. Псевдообратные матрицы и псевдорешения систем уравнений и их свойства.

– Сравнение условий существования ООМ и алгоритмов их вычисления. Рекуррентные алгоритмы вычисления ООМ и псевдообратных матриц.

– Традиционная математическая формулировка задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее особенности. Некорректность задачи.

– Нетрадиционная математическая формулировка задачи оценивания

– Постоянные и переменные величины. Ошибки измерения величин и их классификация на систематические и случайные. Непосредственные (прямые) и косвенные измерения величин

3.2 Зачёт

– Левые и правые обратные матрицы. Определения, условия существования и основные свойства. Анализ возможностей синтеза и синтез алгоритмов вычисления левых и правых обратных матриц.

– Обобщенные обратные матрицы (ООМ). Определения, скелетные разложения прямоугольных матриц, условия существования ООМ и их важнейшие свойства. Псевдообратные матрицы и псевдорешения систем уравнений и их свойства.

– Сравнение условий существования ООМ и алгоритмов их вычисления. Рекуррентные алгоритмы вычисления ООМ и псевдообратных матриц.

– Обобщенный МНК. Несмещенность, эффективность и состоятельность МНК-оценок неизвестных величин. Теорема Гаусса-Маркова и три логические обоснования МНК. Рекуррентность МНК

3.3 Темы домашних заданий

– Анализ возможностей увеличения точности оценок за счет учета соотношения между истинным значением и погрешностью измерения оцениваемых величин. Оценивание неизвестных величин в случае равноточных измерений и некоррелированных ошибок измерения.

– Оценивание неизвестных величин в случае неравноточных измерений и коррелированных ошибок их измерения. Вероятностно-статистические характеристики оценок неизвестных величин. Определение численных значений относительной среднеквадратической ошибки экспериментальных измерений оцениваемой величины

– Сущность метода взвешенных средних. Содержательная сущность весов измеренных значений оцениваемой величины. Выбор весов измерений и их оптимизация.

– Простой метод наименьших квадратов (МНК). Краткая история появления и развития МНК. Вероятностно-статистические свойства МНК-оценок неизвестных величин.

– Обобщенный МНК. Несмещенность, эффективность и состоятельность МНК-оценок неизвестных величин. Теорема Гаусса-Маркова и три логические обоснования МНК. Рекуррентность МНК

– Обобщенные обратные матрицы (ООМ). Определения, скелетные разложения прямоугольных матриц, условия существования ООМ и их важнейшие свойства. Псевдообратные матрицы и псевдорешения систем уравнений и их свойства.

– Сравнение условий существования ООМ и алгоритмов их вычисления. Рекуррентные алгоритмы вычисления ООМ и псевдообратных матриц.

– Традиционная математическая формулировка задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее особенности. Некорректность задачи.

– Нетрадиционная математическая формулировка задачи оценивания

– Постоянные и переменные величины. Ошибки измерения величин и их классификация на систематические и случайные. Непосредственные (прямые) и косвенные измерения величин

Согласована на портале № 8336

3.4 Вопросы на собеседование

– Величина. Физическая величина. Измерение величины. Измеренное и истинное значение величины. Постоянные и переменные величины

– Ошибки измерения величин и их классификация на систематические и случайные. Непосредственные (прямые) и косвенные измерения величин

– Уникальность задачи измерений величин и актуальность математической обработки их результатов. Аппаратные и математические методы повышения точности оценивания неизвестных величин.

– Некоторые сведения о системах линейных алгебраических уравнений и их классификации. Обратная матрица и ее свойства. Некоторые теоремы о рангах матриц.

3.5 Темы опросов на занятиях

– Величина. Физическая величина. Измерение величины. Измеренное и истинное значение величины. Постоянные и переменные величины. Ошибки измерения величин и их классификация на систематические и случайные. Непосредственные (прямые) и косвенные измерения величин

– 1. Уникальность задачи измерений величин и актуальность математической обработки их результатов. Аппаратные и математические методы повышения точности оценивания неизвестных величин. 2. Особенности задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее математическая сущность. Основная модель непосредственных измерений. 3. Традиционная математическая формулировка задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее особенности. Некорректность задачи. 4. Нетрадиционная математическая формулировка задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных измерений и ее особенности. Некорректность задачи.

– 1. Введение. Некоторые сведения о системах линейных алгебраических уравнений и их классификации. Обратная матрица и ее свойства. Некоторые теоремы о рангах матриц. 2. Левые и правые обратные матрицы. Определения, условия существования и основные свойства. Анализ возможностей синтеза и синтез алгоритмов вычисления левых и правых обратных матриц. 3. Обобщенные обратные матрицы (ООМ). Определения, скелетные разложения прямоугольных матриц, условия существования ООМ и их важнейшие свойства. Псевдообратные матрицы и псевдорешения систем уравнений и их свойства. 4. Сравнение условий существования ООМ и алгоритмов их вычисления. Рекуррентные алгоритмы вычисления ООМ и псевдообратных матриц.

– 1. Введение. Основные постулаты традиционного оценивания неизвестных величин. 2. Метод средних оценивания неизвестных величин. Средние значения и их важнейшие свойства. Среднее арифметическое и взвешенное среднее измеренных значений. Веса измерений. 3. Вероятностно-статистические характеристики оценок, вычисляемых методом арифметического среднего. Асимптотические свойства оценок. 4. Сущность метода взвешенных средних. Содержательная сущность весов измеренных значений оцениваемой величины. Выбор весов измерений и их оптимизация. 5. Простой метод наименьших квадратов (МНК). Краткая история появления и развития МНК. Вероятностно-статистические свойства МНК-оценок неизвестных величин. 6. Обобщенный МНК. Несмещенность, эффективность и состоятельность МНК-оценок неизвестных величин. Теорема Гаусса-Маркова и три логические обоснования МНК. Рекуррентность МНК

– 1. Введение. Недопределенность задачи оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений. Неадекватность ее математической постановки реальным условиям, в которых она формулируется. 2. Идейные основы нового (нетрадиционного) подхода к постановке и решению задачи оценивания неизвестных величин. Возможные подходы к решению недоопределенных систем. 3. Способы решения недоопределенных систем уравнений, основанные на сведении их решения к решению задачи на условный экстремум. Примеры применения данных способов. 4. Способы пополнения и решения недоопределенных систем уравнений, основанные на подчинении их решений дополнительным уравнениям. Примеры применения данных способов. 5. Способы решения недоопределенных систем уравнений, основанные на использовании их псевдорешений. Вероятностно-статистические свойства оценок неизвестных величин, вычисляемых данным способом. 6. Анализ возможностей увеличения

Согласована на портале № 8336

точности оценок за счет учета соотношения между истинным значением и погрешностью измерения оцениваемых величин. Оценивание неизвестных величин в случае равноточных измерений и некоррелированных ошибок измерения. 7. Оценивание неизвестных величин в случае неравноточных измерений и коррелированных ошибок их измерения. Вероятностно-статистические характеристики оценок неизвестных величин. Определение численных значений относительной среднеквадратической ошибки экспериментальных измерений оцениваемой величины

3.6 Тематика практики

– Исследование рекуррентного алгоритма вычисления обратной матрицы и ее уточнения

– Исследование рекуррентного алгоритма вычисления левой обратной (Л-обратной) матрицы с применением окаймления обращаемой матрицы по строкам

– Исследование рекуррентного алгоритма вычисления правой обратной (П-обратной) матрицы

– Исследование рекуррентного алгоритма вычисления псевдообратной матрицы

– Исследование проекционных одноточечных рекуррентных алгоритмов параметров моделей линейных статических объектов

– Исследование многоточечных рекуррентных алгоритмов оценивания параметров линейных моделей, основанных на применении псевдообратных матриц

– Исследование алгоритма Грама-Шмидта. Построение ортонормированных систем векторов

– Регуляризация плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений

– Исследование алгоритмов оценивания неизвестных величин по результатам непосредственных измерений с применением левых и правых обратных матриц

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 фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Светлаков А.А. Традиционное и нетрадиционное оценивание неизвестных величин. Учебное пособие в двух частях. Часть I. Простейшие задачи оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений. – Томск: ТУСУР, 2007. – 550 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2005 г. – 266 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 341 экз.)

2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2002. – 576 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 248 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Карелин А.Е., Майстренко А.В., Светлаков А.А. Лабораторный практикум по междисциплинарному курсу «Обобщенные обратные матрицы и их применение в задачах автоматизации технологических процессов и производств». – Томск: ТУСУР, 2010. – 147 с. (Данное пособие рекомендовано также для подготовки к практическим и лабораторным работам) (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. не требуются

Согласована на портале № 8336