МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные проблемы прикладной математики и информатики

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **01.04.02 Прикладная математика и информатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Самостоятельная работа	90	90	часов
5	Всего (без экзамена)	144	144	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 2 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 26725

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от «17» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного 28.08.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. АСУ _____ А. А. Мицель

Заведующий обеспечивающей каф. АСУ _____ А. М. Кориков

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФСУ _____ П. В. Сенченко

Заведующий выпускающей каф. АСУ _____ А. М. Кориков

Эксперты:

Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления (АСУ) _____ А. М. Кориков

Доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ) _____ А. И. Исакова

Согласована на портале № 26725

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с классическими и неклассическими моделями в области математического моделирования технических и социально-экономических систем.

формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области математического моделирования технических и социально-экономических систем с использованием классических и неклассических.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей изучения дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков моделирования с использованием математических пакетов и компьютерных программ, написанных на языках высокого уровня. сложных систем

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Современные проблемы прикладной математики и информатики» (Б1.Б.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Дискретные и вероятностные математические модели.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Математическое моделирование, Научно-исследовательская работа в семестре (рассред.), Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

– ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

– ОПК-2 готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • классические и неклассические методы обработки экспериментальных данных; • методы построения устойчивых алгоритмов решения задач параметрической идентификации динамических систем.

– **уметь** • пользоваться разработанными моделями для формализации и решения различных технических и социально-экономических задач;

– **владеть** • математическим аппаратом построения устойчивых моделей параметрической идентификации; • математическими пакетами обработки данных Mathcad

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	90	90
Проработка лекционного материала	18	18

Согласована на портале № 26725

Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	32	32
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	40	40
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Тема 1. Некорректные задачи Тема 2. Вырожденные, несовместные, плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ Тема 3. Оптимальные статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ	6	12	28	46	ОК-1, ОК-3, ОПК-2
2 Тема 4. Статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ при неполной априорной информации Тема 5. Алгоритмы выбора параметра регуляризации Тема 6. Точностные характеристики регуляризирующих алгоритмов решения СЛАУ	6	12	28	46	ОК-1, ОК-3, ОПК-2
3 Тема 7. Рекуррентные регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ Тема 8. Локальный регуляризирующий алгоритм параметрической идентификации Тема 9. Дескриптивный регуляризирующий алгоритм параметрической идентификации	6	12	34	52	ОК-1, ОК-3, ОПК-2
Итого за семестр	18	36	90	144	
Итого	18	36	90	144	

Согласована на портале № 26725

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
2 семестр			
1 Тема 1. Некорректные задачи Тема 2. Вырожденные, несовместные, плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ Тема 3. Оптимальные статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ	Корректно и некорректно поставленные задачи.Параметрические модели динамических системВырожденные СЛАУ и нормальное решение.Несовместные СЛАУ и псевдорешение.Плохо обусловленные СЛАУ и число обусловленности.Сингулярное разложение матрицы.SVD-алгоритм построения нормального псевдорешения.Сингулярный анализ СЛАУБайесовский и минимаксный регуляризирующие алгоритмы.Оптимальный регуляризирующий SVD-алгоритм	6	ОК-1, ОК-3, ОПК-2
	Итого	6	
2 Тема 4. Статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ при неполной априорной информации Тема 5. Алгоритмы выбора параметра регуляризации Тема 6. Точностные характеристики регуляризирующих алгоритмов решения СЛАУ	Неполная информация и сглаживающий функционал.Гладкость решения и стабилизирующий функционал.Регуляризирующий SVD-алгоритм.Систематическая и случайная ошибки решенияКритерий оптимальности регуляризирующего алгоритма.Выбор параметра регуляризации на основе критерия оптимальности.Алгоритм выбора параметра по критерию оптимальности регуляризирующего алгоритма.Алгоритм выбора параметра по статистическому варианту принципа невязки.Выбор параметра методом перекрестной значимости.Выбор параметра регуляризации по методу L-кривой.Сравнение различных алгоритмов выбора параметра регуляризации.Случайная и систематическая погрешности решения.SVD-соотношения для точностных характеристик	6	ОК-1, ОК-3, ОПК-2
	Итого	6	
3 Тема 7. Рекуррентные регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ Тема 8. Локальный регуляризирующий алгоритм параметрической	Рекуррентный регуляризирующий алгоритм.Точностные характеристики рекуррентного регуляризирующего алгоритмаГлобальные и локальные регуляризирующие алгоритмы.Построение локального регуляризирующего алгоритма с векторным параметром регуляризации.Выбор параметров локального регуляризирующего	6	ОК-1, ОК-3, ОПК-2

Согласована на портале № 26725

идентификации Тема 9. Дескриптивный регуляризирующий алгоритм параметрической идентификации	алгоритмаГлобальный дескриптивный регуляризирующий алгоритм. Локальный дескриптивный регуляризирующий алгоритм		
	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 обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены 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
Предшествующие дисциплины			
1 Дискретные и вероятностные математические модели	+		
Последующие дисциплины			
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+
2 Математическое моделирование		+	
3 Научно-исследовательская работа в семестре (рассред.)	+	+	+
4 Преддипломная практика	+	+	+

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОК-1	+	+	+	Экзамен, Коллоквиум, Тест, Отчет по практическому занятию
ОК-3	+	+	+	Экзамен, Коллоквиум, Тест, Отчет по практическому занятию
ОПК-2	+	+	+	Экзамен, Коллоквиум, Тест, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 26725

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Тема 1. Некорректные задачи Тема 2. Вырожденные, несовместные, плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ Тема 3. Оптимальные статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ	Построение нормального псевдорешения СЛАУПостроение регуляризованного решения СЛАУ	12	ОК-1, ОК-3, ОПК-2
	Итого	12	
2 Тема 4. Статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ при неполной априорной информации Тема 5. Алгоритмы выбора параметра регуляризации Тема 6. Точностные характеристики регуляризирующих алгоритмов решения СЛАУ	Алгоритмы выбора параметра регуляризации	12	ОК-1, ОК-3, ОПК-2
	Итого	12	
3 Тема 7. Рекуррентные регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ Тема 8. Локальный регуляризирующий алгоритм параметрической идентификации Тема 9. Дескриптивный регуляризирующий	Локальная регуляризацияДескриптивный алгоритм построения регуляризованного решения	12	ОК-1, ОК-3, ОПК-2
	Итого	12	

Согласована на портале № 26725

алгоритм параметрической идентификации			
Итого за семестр		36	

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
2 семестр				
1 Тема 1. Некорректные задачи Тема 2. Вырожденные, несовместные, плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ Тема 3. Оптимальные статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОК-1, ОК-3, ОПК-2	Коллоквиум, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	28		
2 Тема 4. Статистические регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ при неполной априорной информации Тема 5. Алгоритмы выбора параметра регуляризации Тема 6. Точностные характеристики регуляризирующих алгоритмов решения СЛАУ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОК-1, ОК-3, ОПК-2	Коллоквиум, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	28		
3 Тема 7. Рекуррентные регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ Тема 8. Локальный регуляризирующий алгоритм параметрической идентификации Тема 9.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	ОК-1, ОК-3, ОПК-2	Коллоквиум, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		
	Проработка лекционного материала	6		

Согласована на портале № 26725

Дескриптивный регуляризирующий алгоритм параметрической идентификации	Итого	34		
Итого за семестр		90		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		126		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – 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
2 семестр				
Коллоквиум	5	5	10	20
Отчет по практическому занятию	10	10	10	30
Тест	5	5	10	20
Итого максимум за период	20	20	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	40	70	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)

Согласована на портале № 26725

	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Современные проблемы прикладной математики. Часть 1. Лекционный курс: Учебное пособие / Воскобойников Ю. Е., Мицель А. А. - 2016. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6256, дата обращения: 20.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Пантелеев А. В.. Методы оптимизации в примерах и задачах. Учебное пособие для втузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. . - М. : Высшая школа, 2005. - 544 с. (71 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.)
2. Методы оптимизации: Учебное пособие / Мицель А. А., Шелестов А. А., Романенко В. В. - 2017. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7045, дата обращения: 20.05.2018.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Современные проблемы прикладной математики. Часть 2. Практикум: Учебное пособие / Воскобойников Ю. Е., Мицель А. А. - 2016. 52 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6257, дата обращения: 20.05.2018.
2. Современные проблемы прикладной математики и информатики: Методические указания по самостоятельной работе студентов / Мицель А. А. - 2016. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6346, дата обращения: 20.05.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://www.intuit.ru/department/se/devis/
2. http://www.mathnet.ru.ru/ - общероссийский математический портал
3. http://onlinelibrary.wiley.com - научные журналы издательства Wiley&Sons
4. http://www.sciencedirect.com/ - научные журналы издательства Elsevier

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению

Согласована на портале № 26725

дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 435 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Кондиционер;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– FreeMat
– LibreOffice
– Microsoft Excel Viewer
– Microsoft PowerPoint Viewer
– Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 26725

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

	Задача является корректно поставленной по Адамару, если для каждой правой части $f \in F$ решение φ:	a) существует, единственно и сингулярно
		b) существует, единственно и устойчиво
		c) существует, единственно и случайно
		d) устойчиво
	Задача является корректно поставленной по Тихонову, если выполнены следующие условия:	a) известно, что решение задачи существует и принадлежит некоторому множеству Φ_K пространства решений Φ, т.е. $\varphi \in \Phi_K \subset \Phi$; для любой правой части $f \in F_K$ существует единственный элемент $\varphi \in \Phi_K$; вариации правой части не выводят ее за пределы множества F_K
		b) не известно, что решение задачи существует и принадлежит некоторому множеству Φ_K пространства решений Φ, т.е. $\varphi \in \Phi_K \subset \Phi$;
		c) известно, что решение задачи существует и принадлежит некоторому множеству Φ_K пространства решений Φ, т.е. $\varphi \in \Phi_K \subset \Phi$; для любой правой части $f \in F_K$ существует единственный элемент $\varphi \in \Phi_K$;

Согласована на портале № 26725

		вариации правой части выводят ее за пределы множества F_K
		d) для любой правой части $f \in F_K$ существует единственный элемент $\varphi \in \Phi_K$;вариации правой части не выводят ее за пределы множества F_K
	Система алгебраических уравнений $K\varphi = f$ называется несовместной, если:	a) для заданной матрицы K b правой части f не существует вектора φ, обращающего систему в тождество
		b) для заданной матрицы K не существует вектора φ, обращающего систему в тождество
		c) для заданной правой части существует вектор φ, обращающий систему в тождество
		d) для заданной правой части f не существует вектора φ, обращающего систему в тождество
	Вектор φ_{HK} размерностью M называют псевдорешением системы $K\varphi = f$, если он доставляет минимум следующему функционалу:	a) $\Psi_{HK}(\varphi) = \| f - K\varphi \|^2 = (f - K\varphi)^T (f - K\varphi)$
		b) $\Psi_{HK}(\varphi) = \| f - K\varphi \| = (f - K\varphi)$
		c) $\Psi_{HK}(\varphi) = \| f + K\varphi \|^2 = (f + K\varphi)^T (f + K\varphi)$
		d) $\Psi_{HK}(\varphi) = \left((f - K\varphi)^T (f - K\varphi)\right)^{-1}$
	Байесовским решением называют решение, доставляющее минимум следующему функционалу: здесь V_η – матрица ковариаций ошибок измерений; V_φ – матрица ковариаций вектора решения; m_φ – математическое ожидание вектора решения	a) $F[\varphi] = \left\| \tilde{f} - K\varphi \right\|_{V_\eta^{-1}} + \left\| \varphi - m_\varphi \right\|_{V_\varphi^{-1}}$
		b) $F[\varphi] = \left\| \tilde{f} - K\varphi \right\|^2_{V_\eta^{-1}} + \left\| \varphi - m_\varphi \right\|_{V_\varphi^{-1}}$
		c) $F[\varphi] = \left\| \tilde{f} - K\varphi \right\|_{V_\eta^{-1}} + \left\| \varphi - m_\varphi \right\|^2_{V_\varphi^{-1}}$
		d) $F[\varphi] = \left\| \tilde{f} - K\varphi \right\|^2_{V_\eta^{-1}} + \left\| \varphi - m_\varphi \right\|^2_{V_\varphi^{-1}}$
	Минимаксное решение на множестве $\Phi = \left\{ \varphi : \left\langle \varphi, W_\varphi \cdot \varphi \right\rangle \le \alpha \right\}$ определяется, как:	a) $\left(\alpha^{-1} W_\varphi + K^T K\right) \varphi_{MM} = K^T \tilde{f}$
		b) $\left(\alpha^{-1} W_\varphi + K^T K\right) \varphi_{MM} = K^T V_\eta^{-1} \tilde{f}$
		c) $\left(\alpha^{-1} W_\varphi + K^T V_\eta^{-1} K\right) \varphi_{MM} = K^T \tilde{f}$
		d) $\left(\alpha^{-1} W_\varphi + K^T V_\eta^{-1} K\right) \varphi_{MM} = K^T V_\eta^{-1} \tilde{f}$
	Оптимальное SVD-решение определяется, как	a) $\left(K^T V_\eta^{-1} K + W_\varphi\right) \varphi = K^T V_\eta^{-1} \tilde{f}$, где

Согласована на портале № 26725

	решение системы:	$W_\varphi = V_p\, diag\left\{\left(\bar{x}_1^+\right)^2, \left(\bar{x}_2^+\right)^2, ..., \left(\bar{x}_p^+\right)^2\right\} V_p^T$, $\bar{x}_j^+ = \left\langle v_j, \bar{\varphi}^+ \right\rangle$
		b) $\left(K^T K + W_\varphi\right)\varphi = K^T \tilde{f}$, где $W_\varphi = V_p\, diag\left\{\frac{1}{\left(\bar{x}_1^+\right)^2}, \frac{1}{\left(\bar{x}_2^+\right)^2}, ..., \frac{1}{\left(\bar{x}_p^+\right)^2}\right\} V_p^T$
		c) $\left(K^T V_\eta^{-1} K + W_\varphi\right)\varphi = K^T V_\eta^{-1} \tilde{f}$, где $W_\varphi = V_p\, diag\left\{\frac{1}{\left(\bar{x}_1^+\right)^2}, \frac{1}{\left(\bar{x}_2^+\right)^2}, ..., \frac{1}{\left(\bar{x}_p^+\right)^2}\right\} V_p^T$, $\bar{x}_j^+ = \left\langle v_j, \bar{\varphi}^+ \right\rangle$
		d) $\left(K^T V_\eta^{-1} K + W_\varphi\right)\varphi = K^T \tilde{f}$, где $W_\varphi = V_p\, diag\left\{\frac{1}{\left(\bar{x}_1^+\right)^2}, \frac{1}{\left(\bar{x}_2^+\right)^2}, ..., \frac{1}{\left(\bar{x}_p^+\right)^2}\right\} V_p^T$
	Статистические регуляризованное решение системы $K\varphi = f$ определяется из решения системы: здесь ω_φ – пробное решение	a) $\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = \alpha W_\varphi \omega_\varphi$
		b) $\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1}\varphi_\alpha = K^T W_f \tilde{f} + \alpha W_\varphi \omega_\varphi$
		c) $\left(K W_f K^T + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = K W_f \tilde{f} + \alpha W_\varphi \omega_\varphi$
		d) $\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = K^T W_f \tilde{f} + \alpha W_\varphi \omega_\varphi$
	В качестве меры гладкости вектора φ выступает квадратичная форма:	a) $\varphi^T W_\varphi \varphi = \lVert\varphi\rVert_{W_\varphi}^{-1}$
		b) $\varphi^T W_\varphi \varphi = \lVert\varphi\rVert_{W_\varphi}^{2}$
		c) $\varphi^T W_\varphi \varphi = \lVert\varphi\rVert_{W_\varphi}^{-2}$
		d) $\varphi^T W_\varphi \varphi = \lVert\varphi\rVert_{W_\varphi}$
0	Регуляризирующее SVD-решение определяется, как решение системы:	a) $\left(K W_f K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = K W_f \tilde{f}$ с матрицей $W_\varphi = V_p diag\left\{m(\lambda_1)^{-1}, ..., m(\lambda_p)^{-1}\right\} V_p^T$ $m(\lambda) = \frac{1}{\lambda^\gamma}$

		b) $\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = K^T W_f \tilde{f}$ с матрицей $W_\varphi = V_p diag\left\{m(\lambda_1)^{-1},...,m(\lambda_p)^{-1}\right\}V_p^T$ $m(\lambda) = \frac{1}{\lambda^\gamma}$
		c) $\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = K^T W_f \tilde{f}$ с матрицей $W_\varphi = V_p diag\left\{m(\lambda_1),...,m(\lambda_p)\right\}V_p^T$ $m(\lambda) = \frac{1}{\lambda^\gamma}$
		d) $\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1}\varphi_\alpha = K^T W_f \tilde{f}$ с матрицей $W_\varphi = V_p diag\left\{m(\lambda_1),...,m(\lambda_p)\right\}V_p^T$ $m(\lambda) = \frac{1}{\lambda^\gamma}$
1	Систематическая ошибка b_α решения системы $\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = = K^T W_f \tilde{f}$ определяется, как: здесь $\bar{\varphi}^+$ – точное решение	a) $b_\alpha = -\alpha\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1} W_\varphi \bar{\varphi}^+$
		b) $b_\alpha = -\alpha\left(K W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1} W_\varphi \bar{\varphi}^+$
		c) $b_\alpha = -\alpha\left(K^T W_f K^T + \alpha W_\varphi\right)^{-1} W_\varphi \bar{\varphi}^+$
		d) $b_\alpha = -\alpha\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right) W_\varphi \bar{\varphi}^+$
2	Ковариационная матрица случайной ошибки $\xi_\alpha = \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1} K^T W_f \eta$ определяется, как:	a) $V_{\xi_\alpha} = \left(K W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1} K W_f V_\eta W_f K \left(K W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1}$
		b) $V_{\xi_\alpha} = \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right) K^T W_f V_\eta W_f K \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)$
		c) $V_{\xi_\alpha} = \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1} K^T W_f V_\eta W_f K \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-1}$
		d) $V_{\xi_\alpha} = \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-2} K^T W_f V_\eta W_f K \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-2}$
3	Пусть регуляризованное решение удовлетворяет системе уравнений $\left(K^T V_\eta^{-1} K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = = K^T V_\eta^{-1} \tilde{f}$ Статистика для поиска параметра регуляризации α на основе	a) $\rho_W(\alpha) = \tilde{f}^T \left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right) \tilde{f}$
		b) $\rho_W(\alpha) = \tilde{f}^T \left(I + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \tilde{f}$
		c) $\rho_W(\alpha) = \tilde{f}^T \left(V_\eta + \alpha K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \tilde{f}$
		d) $\rho_W(\alpha) = \tilde{f}^T \left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \tilde{f}$

Согласована на портале № 26725

	критерия оптимальности определяется выражением:	
4	Параметр регуляризации α на основе критерия оптимальности определяется из условия:	a) $\vartheta_N(\beta/2) \le \rho_W(\alpha)$
		b) $\vartheta_N(\beta/2) \ge \rho_W(\alpha) \ge \vartheta_N(1-\beta/2)$
		c) $\rho_W(\alpha) \le \vartheta_N(1-\beta/2)$
		d) $\vartheta_N(\beta/2) \le \rho_W(\alpha) \le \vartheta_N(1-\beta/2)$
5	Для вычисления параметра регуляризации α на основе критерия оптимальности используют процедуру ньютоновского типа: здесь $\gamma = \alpha^{-1}$; N - размерность вектора правой части f; $\rho'_W(\gamma) = \frac{d}{d\gamma}\rho_W(\gamma)$	a) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} + \frac{\rho_W\left(\gamma^{(n-1)}\right) + N}{\rho'_W\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
		b) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} - \frac{\rho_W\left(\gamma^{(n-1)}\right) + N}{\rho'_W\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
		c) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} + \frac{\rho_W\left(\gamma^{(n-1)}\right) - N}{\rho'_W\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
		d) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} - \frac{\rho_W\left(\gamma^{(n-1)}\right) - N}{\rho'_W\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
6	Пусть регуляризованное решение удовлетворяет системе уравнений $\left(K^T V_\eta^{-1} K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = K^T V_\eta^{-1} \tilde{f}$ Статистика для поиска параметра регуляризации α по статистическому принципу невязки определяется выражением:	a) $\rho_V(\alpha) = f^T\left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \cdot V_\eta \cdot f$
		b) $\rho_V(\alpha) = f^T\left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right) \cdot V_\eta \cdot \left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right) f$
		c) $\rho_V(\alpha) = f^T\left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \cdot V_\eta \cdot \left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} f$
		d) $\rho_V(\alpha) = f^T\left(V_\eta + \alpha\ K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \cdot V_\eta \cdot \left(V_\eta + \alpha K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} f$
7	Параметр регуляризации α на основе статистического принципа невязки определяется из условия:	a) $\rho_V(\alpha) \le \vartheta_N(1-\beta/2)$
		b) $\vartheta_N(\beta/2) \ge \rho_V(\alpha) \le \vartheta_N(1-\beta/2)$
		c) $\vartheta_N(\beta/2) \le \rho_V(\alpha) \le \vartheta_N(1-\beta/2)$
		d) $\vartheta_N(\beta/2) \le \rho_V(\alpha)$
8	Для вычисления параметра регуляризации α на основе	a) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} - \frac{\rho_V\left(\gamma^{(n-1)}\right) - N}{\rho'_V\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$

	статистического принципа невязки используют процедуру ньютоновского типа: здесь $\gamma = \alpha^{-1}$; N - размерность вектора правой части f; $\rho_V'(\gamma) = \frac{d}{d\gamma}\rho_V(\gamma)$	b) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} + \frac{\rho_V\left(\gamma^{(n-1)}\right) + N}{\rho_V'\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
		c) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} - \frac{\rho_V\left(\gamma^{(n-1)}\right) + N}{\rho_V'\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
		d) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} + \frac{\rho_V\left(\gamma^{(n-1)}\right) - N}{\rho_V'\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
9	Пусть регуляризованное решение удовлетворяет системе уравнений $\left(K^T K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = K$ Выбор параметра регуляризации α методом перекрёстной значимости определяется из условия минимума функционала:	a) $U(\alpha) = \frac{1}{N}\sum_{i \in I_u}\left(\tilde{f}_i - \left\{K\varphi_\alpha^{(i)}\right\}_i\right)^2$
		b) $U(\alpha) = \frac{1}{N}\sum_{i \in I_u}\left(\tilde{f}_i - \left\{K\varphi_\alpha^{(i)}\right\}_i\right)$
		c) $U(\alpha) = \frac{1}{N}\sum_{i \in I_u}\left(\tilde{f}_i - \left\{\varphi_\alpha^{(i)}\right\}_i\right)^2$
		d) $U(\alpha) = \frac{1}{N}\sum_{i \in I_u}\left(\tilde{f}_i + \left\{K\varphi_\alpha^{(i)}\right\}_i\right)^2$
0	Пусть регуляризованное решение удовлетворяет системе уравнений $\left[K_n^T V_{n\eta}^{-1} K_n + \alpha W_\varphi\right]$ $= K_n^T V_{n\eta}^{-1}\tilde{f}_n + \alpha W_\varphi \alpha$ Рекуррентный регуляризирующий алгоритм поиска решения имеет вид:	a) $\varphi^{(n)} = \varphi^{(n-1)} + \frac{P^{(n)}}{\sigma_n^2}\left[\tilde{f}_n - K_n\varphi^{(n-1)}\right]$ $P^{(n)} = P^{(n-1)} - \frac{P^{(n-1)}k_n^T k_n P^{(n-1)}}{\left(\sigma_n^2 + k_n P^{(n-1)} k_n^T\right)^2}$ $\varphi^{(0)} = \omega_\varphi;\ P^{(0)} = \left(\alpha W_\varphi\right)^{-1}$
		b) $\varphi^{(n)} = \varphi^{(n-1)} + \frac{P^{(n)}}{\sigma_n^2}\left[\tilde{f}_n - K_n\varphi^{(n-1)}\right]$ $P^{(n)} = P^{(n-1)} - \frac{P^{(n-1)}k_n^T k_n P^{(n-1)}}{\sigma_n^2 + k_n P^{(n-1)} k_n^T}$ $\varphi^{(0)} = \omega_\varphi;\ P^{(0)} = \left(\alpha W_\varphi\right)^{-1}$
		c) $\varphi^{(n)} = \varphi^{(n-1)} + \frac{P^{(n)}}{\sigma_n^2}\left[\tilde{f}_n + K_n\varphi^{(n-1)}\right]$ $P^{(n)} = P^{(n-1)} - \frac{P^{(n-1)}k_n^T k_n P^{(n-1)}}{\sigma_n^2 + k_n P^{(n-1)} k_n^T}$ $\varphi^{(0)} = \omega_\varphi;\ P^{(0)} = \left(\alpha W_\varphi\right)^{-1}$

Согласована на портале № 26725

		d) $$\varphi^{(n)} = \varphi^{(n-1)} + \frac{P^{(n)}}{\sigma_n^2}\left[\tilde{f}_n - K_n\varphi^{(n-1)}\right]^2$$ $$P^{(n)} = P^{(n-1)} - \frac{P^{(n-1)}k_n^T k_n P^{(n-1)}}{\sigma_n^2 + k_n P^{(n-1)} k_n^T}$$ $$\varphi^{(0)} = \omega_\varphi;\ P^{(0)} = \left(\alpha W_\varphi\right)^{-1}$$

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1) Прямые и обратные задачи. Некорректно поставленные задачи. Корректность по Тихонову и множество корректности.

2) Параметрические модели динамических систем (множественные регрессионные модели, регрессионная модель временного ряда, модели динамических систем в пространстве состояний)

3) Вырожденные СЛАУ и нормальное решение. Несовместные СЛАУ и псевдорешение.

4) Плохо обусловленные СЛАУ и число обусловленности. Сингулярное разложение матрицы.

5) SVD-алгоритм построения нормального псевдорешения.

6) Байесовский регуляризирующий алгоритм построения нормального псевдорешения СЛАУ.

7) Минимаксный регуляризирующий алгоритм построения нормального псевдорешения СЛАУ.

8) Оптимальный регуляризирующий SVD-алгоритм.

9) Неполная информация и сглаживающий функционал.

10) Гладкость решения и стабилизирующий функционал.

11) Регуляризирующий SVD-алгоритм.

12) Систематическая и случайная ошибки регуляризованного решения .

13) Выбор параметра регуляризации на основе критерия оптимальности.

14) Алгоритм выбора параметра регуляризации по критерию оптимальности.

15) Алгоритм выбора параметра регуляризации по статистическому варианту принципа невязки.

16) Выбор параметра регуляризации методом перекрестной значимости

17) Вычисление числовых характеристик ошибок регуляризированного решения. Построение доверительных интервалов для решения .

18) Точностные характеристики регуляризирующих алгоритмов.

19) Рекуррентный регуляризирующий алгоритм.

20) Точностные характеристики рекуррентного регуляризирующего алгоритма.

21) Локальный регуляризирующий алгоритм с векторным параметром регуляризации. Построение локального регуляризирующего алгоритма с векторным параметром регуляризации.

22) Выбор параметров локального регуляризирующего алгоритма

23) Глобальный дескриптивный регуляризирующий алгоритм

24) Локальный дескриптивный регуляризирующий алгоритм

14.1.3. Темы коллоквиумов

1) Точностные характеристики регуляризирующих алгоритмов

2) Рекуррентные регуляризирующие алгоритмы решения СЛАУ

3) Локальный регуляризирующий алгоритм параметрической идентификации

4) Дескриптивный регуляризирующий алгоритм параметрической идентификации

5) Математический пакет Mathcad

6) Исследование возможности применения устойчивых алгоритмов для решения исследуемой научной задачи магистранта.

Согласована на портале № 26725

14.1.4. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Построение нормального псевдорешения СЛАУ
Построение регуляризованного решения СЛАУ
Алгоритмы выбора параметра регуляризации
Локальная регуляризация
Дескриптивный алгоритм построения регуляризованного решения

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации 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.

Согласована на портале № 26725

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.