МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ В. М. Рулевский
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Некорректные задачи математической физики

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **09.06.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	36	часов
2	Практические занятия	18	18	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	72	часов
4	Самостоятельная работа	72	36	108	часов
5	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
6	Общая трудоемкость	108	72	180	часов
		3.0	2.0	5.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр
Дифференцированный зачет: 4 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.06.2015
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 44596

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) 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30.07.2014 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 аспирантурой	_____	Т. Ю. Коротина
Доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ)	_____	А. И. Исакова
Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления (АСУ)	_____	А. М. Кориков

Согласована на портале № 44596

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

ознакомление аспирантов с классическими и неклассическими моделями в области математического моделирования технических, физических и социально-экономических систем

1.2. Задачи дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Некорректные задачи математической физики» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Некорректные задачи математической физики.

Последующими дисциплинами являются: Некорректные задачи математической физики, Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 способность разработки и применения комплексов программ компьютерного моделирования физических процессов, технических объектов и систем управления;

– ПК-4 способность применять теоретические знания, умения и навыки использования средств компьютерного моделирования при исследовании технических объектов и систем управления;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • классические и неклассические методы обработки экспериментальных данных; • методы построения устойчивых алгоритмов решения обратных задач и 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 обратных задач и задач параметрической идентификации; • математическими пакетами обработки данных Mathcad и Matlab.

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	
		3 семестр	4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
Лекции	36	18	18
Практические занятия	36	18	18
Самостоятельная работа (всего)	108	72	36
Подготовка к коллоквиуму	31	18	13
Проработка лекционного материала	17	12	5
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20	20	0
Подготовка к практическим занятиям,	40	22	18

Согласована на портале № 44596

семинарам			
Всего (без экзамена)	180	108	72
Общая трудоемкость, ч	180	108	72
Зачетные Единицы	5.0	3.0	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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Тема 1. ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ. Тема 2. НЕКОРРЕКТНО ПОСТАВЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ.	9	6	38	53	ПК-3, ПК-4
2 Тема 3. ОПТИМАЛЬНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ. Тема 4. СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ ПРИ НЕПОЛНОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ.	9	12	34	55	ПК-3, ПК-4
Итого за семестр	18	18	72	108	
4 семестр					
3 Тема 5. АЛГОРИТМЫ ВЫБОРА ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ. Тема 6. РЕКУРРЕНТНЫЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ.	10	9	20	39	ПК-3, ПК-4
4 Тема 7. ЛОКАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ. Тема 8. ДЕСКРИПТИВНЫЙ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ	8	9	16	33	ПК-3, ПК-4
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	36	36	108	180	

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
3 семестр			
1 Тема 1. ОБРАТНЫЕ	Примеры обратных задач. Численная	9	ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 44596

ЗАДАЧИ. Тема 2. НЕКОРРЕКТНО ПОСТАВЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ.	аппроксимация дифференциальных и интегральных уравнений. Параметрические модели динамических систем. Прямые и обратные задачи. Некорректно поставленные задачи. Корректность по Тихонову. Вырожденные СЛАУ и нормальное решение. Несовместные СЛАУ и псевдорешение. Плохо обусловленные СЛАУ и число обусловленности. Сингулярное разложение матрицы. SVD-алгоритм построения нормального псевдорешения. Сингулярный анализ СЛАУ.		
	Итого	9	
2 Тема 3. ОПТИМАЛЬНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ. Тема 4. СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ ПРИ НЕПОЛНОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ.	Байесовский регуляризирующий алгоритм. Минимаксный регуляризирующий алгоритм.Неполная информация и сглаживающий функционал. Гладкость решения и стабилизирующий функционал. Систематическая и случайная ошибки решения	9	ПК-3, ПК-4
	Итого	9	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
3 Тема 5. АЛГОРИТМЫ ВЫБОРА ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ. Тема 6. РЕКУРРЕНТНЫЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ.	Критерий 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. Сравнение различных алгоритмов выбора параметра регуляризации. Построение доверительных интервалов для регуляризованного решения. Точностные характеристики регуляризирующих алгоритмов решения СЛАУ. Случайная и систематическая погрешности решения. Рекуррентный регуляризирующий алгоритм.	10	ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 44596

	Точностные характеристики рекуррентного регуляризирующего алгоритма		
	Итого	10	
4 Тема 7. ЛОКАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ. Тема 8. ДЕСКРИПТИВНЫЙ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ	Глобальные и локальные регуляризирующие алгоритмы. Построение локального регуляризирующего алгоритма с векторным параметром регуляризации. Выбор параметров локального регуляризирующего алгоритма	8	ПК-3, ПК-4
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

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	4
Предшествующие дисциплины				
1 Некорректные задачи математической физики	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Некорректные задачи математической физики	+	+	+	+
2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	+	+	+	+
3 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная 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.	
ПК-3	+	+	+	Конспект самоподготовки, Коллоквиум, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию, Дифференцированный зачет

Согласована на портале № 44596

ПК-4	+	+	+	Конспект самоподготовки, Коллоквиум, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию, Дифференцированный зачет

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
3 семестр			
1 Тема 1. ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ. Тема 2. НЕКОРРЕКТНО ПОСТАВЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ.	Тема 1. Построение нормального псевдорешения СЛАУ	6	ПК-3, ПК-4
	Итого	6	
2 Тема 3. ОПТИМАЛЬНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ. Тема 4. СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ ПРИ НЕПОЛНОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ.	Тема 2. Построение регуляризованного решения СЛАУ	12	ПК-3, ПК-4
	Итого	12	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
3 Тема 5. АЛГОРИТМЫ ВЫБОРА ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ. Тема 6. РЕКУРРЕНТНЫЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ.	Тема 3. Алгоритмы выбора параметра регуляризации	9	ПК-3, ПК-4
	Итого	9	
4 Тема 7. ЛОКАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ. Тема 8. ДЕСКРИПТИВНЫЙ	Тема 4 Локальная регуляризация	9	ПК-3, ПК-4
	Итого	9	

Согласована на портале № 44596

РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ			
Итого за семестр		18	
Итого		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
3 семестр				
1 Тема 1. ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ. Тема 2. НЕКОРРЕКТНО ПОСТАВЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-3, ПК-4	Зачет, Коллоквиум, Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9		
	Проработка лекционного материала	10		
	Подготовка к коллоквиуму	9		
	Итого	38		
2 Тема 3. ОПТИМАЛЬНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ. Тема 4. СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ ПРИ НЕПОЛНОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-3, ПК-4	Зачет, Коллоквиум, Отчет по практическому занятию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	11		
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к коллоквиуму	9		
	Итого	34		
Итого за семестр		72		
4 семестр				
3 Тема 5. АЛГОРИТМЫ ВЫБОРА ПАРАМЕТРА	Подготовка к практическим	9	ПК-3, ПК-4	Дифференцированный зачет, Коллоквиум,

Согласована на портале № 44596

РЕГУЛЯРИЗАЦИИ. Тема 6. РЕКУРРЕНТНЫЕ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СЛАУ.	занятиям, семинарам			Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Подготовка к коллоквиуму	8		
	Итого	20		
4 Тема 7. ЛОКАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ. Тема 8. ДЕСКРИПТИВНЫЙ РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	ПК-3, ПК-4	Дифференцированный зачет, Коллоквиум, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к коллоквиуму	5		
	Итого	16		
Итого за семестр		36		
Итого		108		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Современные проблемы прикладной математики. Часть 1. Лекционный курс [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Воскобойников Ю. Е., Мицель А. А. - 2016. 138 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6256 (дата обращения: 08.11.2018).

2. Воскобойников Ю.А., Мицель А.А. Некорректные задачи математической физики. Часть 1. Лекционный курс [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю. Е. Воскобойников, А.А. Мицель/ Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск, 2018. – 126 с. / http://asu.tusur.ru/learning/books/b14.pdf (электронный ресурс каф. АСУ ТУСУР) — Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/books/b14.pdf (дата обращения: 08.11.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые методы и алгоритмы параметрической идентификации. Новосибирск: НГАСУ, 2006. –180с. (3 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

2. 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.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.)

3. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: 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. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7045 (дата обращения: 08.11.2018).

4. Сизиков В. С. Обратные прикладные задачи и MatLab. Изд-во Лань, 2011. 256с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2037#book_name (дата обращения: 08.11.2018).

Согласована на портале № 44596

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Некорректные задачи математической физики. Часть 2. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю. Е. Воскобойников, А.А. Мицель/ Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск, 2018. – 36с. / http://asu.tusur.ru/learning/books/b15.pdf (электронный ресурс каф. АСУ ТУСУР) — Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/books/b15.pdf (дата обращения: 08.11.2018).
2. Современные проблемы прикладной математики. Часть 2. Практикум [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Воскобойников Ю. Е., Мицель А. А. - 2016. 52 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6257 (дата обращения: 08.11.2018).
3. Мицель А.А. НЕКОРРЕКТНЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ Методические указания по самостоятельной работе студентов [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://asu.tusur.ru/graduate/spec051318/spec051318-work-2.pdf (дата обращения: 08.11.2018).

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

Согласована на портале № 44596

- 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:

- Far Manager
- Free Pascal
- LibreOffice
- Microsoft Excel Viewer
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Word 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.

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.

Согласована на портале № 44596

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

1	Задача химической кинетики описывается:	a) интегральным уравнением
		b) интегро-дифференциальным уравнением
		c) дифференциальным уравнением
		d) системой дифференциальных уравнений
2	Численная аппроксимация дифференциальных уравнений выполняется на основе:	a) формулы Симпсона
		b) формулы прямоугольников
		c) формулы трапеций
		d) формул Рунге Кутты
3	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
4	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 $\varphi \in \Phi_K$; вариаци и 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 $\varphi \in \Phi_K$; 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
5	Система алгебраических уравнений $K\varphi = f$ называется несовместной, если:	a) для заданной матрицы К b правой части f не существует вектора φ, обращающего систему в тождество
		b) для заданной матрицы К 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

Согласована на портале № 44596

6	Вектор $\varphi_{НК}$ размерностью M называют псевдорешением системы $K\varphi = f$, если он доставляет минимум следующему функционалу:	a) $\Psi_{НК}(\varphi) = \| \ f - K\varphi \ \|^2 = (f - K\varphi)^T (f - K\varphi)$
		b) $\Psi_{НК}(\varphi) = \| \ f - K\varphi \ \| = (f - K\varphi)$
		c) $\Psi_{НК}(\varphi) = \| \ f + K\varphi \ \|^2 = (f + K\varphi)^T (f + K\varphi)$
		d) $\Psi_{НК}(\varphi) = \left((f - K\varphi)^T (f - K\varphi)\right)^{-1}$
7	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) $F[\varphi] = \left\| \tilde{f} - K\varphi \right\|^2_{V_\eta^{-1}} + \left\| \varphi - m_\varphi \right\|^2_{V_\varphi^{-1}}$
8	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) $\left(\alpha^{-1} W_\varphi + K^T V_\eta^{-1} K\right) \varphi_{MM} = K^T V_\eta^{-1} \tilde{f}$
9	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) $\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right) \varphi_\alpha = K^T W_f \tilde{f} + \alpha W_\varphi \omega_\varphi$
10	В качестве меры гладкости вектора φ выступает квадратичная форма:	a) $\varphi^T W_\varphi \varphi = \|\varphi\|^{-1}_{W_\varphi}$
		b) $\varphi^T W_\varphi \varphi = \|\varphi\|^2_{W_\varphi}$
		c) $\varphi^T W_\varphi \varphi = \|\varphi\|^{-2}_{W_\varphi}$
		d) $\varphi^T W_\varphi \varphi = \|\varphi\|_{W_\varphi}$
11	Систематическая ошибка b_α решения системы	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) $b_\alpha = -\alpha \left(K^T W_f K^T + \alpha W_\varphi\right)^{-1} W_\varphi \bar{\varphi}^+$

Согласована на портале № 44596

	$\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = = K^T W_f \tilde{f}$ определяется, как: здесь $\bar{\varphi}^+$ – точное решение	d) $b_\alpha = -\alpha\left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right) W_\varphi \bar{\varphi}^+$
12	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) $V_{\xi_\alpha} = \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-2} K^T W_f V_\eta W_f K \left(K^T W_f K + \alpha W_\varphi\right)^{-2}$
13	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 критерия оптимальности определяется выражением:	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) $\rho_W(\alpha) = \tilde{f}^T \left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \tilde{f}$
14	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) $\vartheta_N(\beta/2) \le \rho_W(\alpha) \le \vartheta_N(1-\beta/2)$
15	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) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} - \frac{\rho_W\left(\gamma^{(n-1)}\right) - N}{\rho'_W\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
16	Пусть регуляризованное решение удовлетворяет	a) $\rho_V(\alpha) = f^T \left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \cdot V_\eta \cdot f$

Согласована на портале № 44596

	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:	b) $\rho_V(\alpha) = f^T \left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right) \cdot V_\eta \cdot \cdot\left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right) f$
		c) $\rho_V(\alpha) = f^T \left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \cdot V_\eta \cdot \cdot\left(V_\eta + \alpha^{-1} K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} f$
		d) $\rho_V(\alpha) = f^T \left(V_\eta + \alpha\ K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} \cdot V_\eta \cdot \cdot\left(V_\eta + \alpha K W_\varphi^{-1} K^T\right)^{-1} f$
17	Параметр регуляризации α на основе статистического принципа невязки определяется из условия:	a) $\rho_V\left(\alpha\right) \le \vartheta_N\left(1-\beta/2\right)$
		b) $\vartheta_N\left(\beta/2\right) \ge \rho_V\left(\alpha\right) \le \vartheta_N\left(1-\beta/2\right)$
		c) $\vartheta_N\left(\beta/2\right) \le \rho_V\left(\alpha\right) \le \vartheta_N\left(1-\beta/2\right)$
		d) $\vartheta_N\left(\beta/2\right) \le \rho_V\left(\alpha\right)$
18	Для вычисления параметра регуляризации α на основе статистического принципа невязки используют процедуру ньютоновского типа: здесь $\gamma = \alpha^{-1}$; N - размерность вектора правой части f; $\rho_V'(\gamma) = \frac{d}{d\gamma}\rho_V(\gamma)$	a) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} - \frac{\rho_V\left(\gamma^{(n-1)}\right) - N}{\rho_V'\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
		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) $\gamma^{(n)} = \gamma^{(n-1)} + \frac{\rho_V\left(\gamma^{(n-1)}\right) - N}{\rho_V'\left(\gamma^{(n-1)}\right)}$
19	Пусть регуляризованное решение удовлетворяет системе уравнений $\left(K^T K + \alpha W_\varphi\right)\varphi_\alpha = K^T \tilde{f}$ Выбор параметра регуляризации α методом перекрёстной значимости определяется из условия минимума функционала:	a) $U\left(\alpha\right) = \frac{1}{N}\sum_{i \in I_u}\left(\tilde{f}_i - \left\{K\varphi_\alpha^{(i)}\right\}_i\right)^2$
		b) $U\left(\alpha\right) = \frac{1}{N}\sum_{i \in I_u}\left(\tilde{f}_i - \left\{K\varphi_\alpha^{(i)}\right\}_i\right)$
		c) $U\left(\alpha\right) = \frac{1}{N}\sum_{i \in I_u}\left(\tilde{f}_i - \left\{\varphi_\alpha^{(i)}\right\}_i\right)^2$
		d) $U\left(\alpha\right) = \frac{1}{N}\sum_{i \in I_u}\left(\tilde{f}_i + \left\{K\varphi_\alpha^{(i)}\right\}_i\right)^2$
20	Пусть регуляризованное решение удовлетворяет системе уравнений	a) $\varphi^{(n)} = \varphi^{(n-1)} + \frac{P^{(n)}}{\sigma_n^2}\left[\ \tilde{f}_n - K_n\varphi^{(n-1)}\ \right]$

Согласована на портале № 44596

	$\left[K_n^T V_{n\eta}^{-1} K_n + \alpha W_\varphi\right]\varphi_n = K_n^T V_{n\eta}^{-1}\tilde{f}_n + \alpha W_\varphi \omega_\varphi$ Рекуррентный регуляризирующий алгоритм поиска решения имеет вид:	$P^{(n)} = P^{(n-1)} - \frac{P^{(n-1)} k_n^T k_n P^{(n-1)}}{\left(\sigma_n^2 + k_n P^{(n-1)} k_n^T\right)^2}$ $\varphi^{(0)} = \omega_\varphi;\ P^{(0)} = \left(\alpha W_\varphi\right)^{-1}$
		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) $\varphi^{(n)} = \varphi^{(n-1)} + \frac{P^{(n)}}{\sigma_n^2}\left[\tilde{f}_n + K_n\varphi^{(n-1)}\right]$ $P^{(n)} = P^{(n-1)} - \frac{P^{(n-1)} k_n^T k_n P^{(n-1)}}{\sigma_n^2 + k_n P^{(n-1)} k_n^T}$ $\varphi^{(0)} = \omega_\varphi;\ P^{(0)} = \left(\alpha W_\varphi\right)^{-1}$
		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. 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.

14.1.3. Зачёт

Прямые и обратные задачи. Примеры обратных задач.
2. Численная аппроксимация обыкновенных дифференциальных уравнений.
3. Численная аппроксимация интегральных уравнений.
4. Некорректно поставленные задачи. Корректность по Тихонову и множество корректности.
5. Параметрические модели динамических систем (множественные регрессионные модели, регрессионная модель временного ряда, модели динамических систем в пространстве состояний)

Согласована на портале № 44596

6. Вырожденные СЛАУ и нормальное решение. Несовместные СЛАУ и псевдорешение.

7. Плохо обусловленные СЛАУ и число обусловленности. Сингулярное разложение матрицы.

8. SVD-алгоритм построения нормального псевдорешения.

9. Байесовский регуляризирующий алгоритм построения нормального псевдорешения СЛАУ.

10. Минимаксный регуляризирующий алгоритм построения нормального псевдорешения СЛАУ.

11. Неполная информация и сглаживающий функционал.

12. Гладкость решения и стабилизирующий функционал.

13. Систематическая и случайная ошибки регуляризованного решения

14.1.4. Вопросы на самоподготовку

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 и MatLab

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

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Тема 1. Построение нормального псевдорешения СЛАУ

Тема 2. Построение регуляризованного решения СЛАУ

Тема 3. Алгоритмы выбора параметра регуляризации

Тема 4 Локальная регуляризация

14.1.6. Вопросы дифференцированного зачета

1. Алгоритм выбора параметра регуляризации по статистическому варианту принципа невязки.

2. Выбор параметра регуляризации методом перекрестной значимости

3. Вычисление числовых характеристик ошибок регуляризированного решения. Построение доверительных интервалов для решения .

4. Точностные характеристики регуляризирующих алгоритмов.

5. Рекуррентный регуляризирующий алгоритм.

6. Точностные характеристики рекуррентного регуляризирующего алгоритма.

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

8. Выбор параметров локального регуляризирующего алгоритма

9. Глобальный дескриптивный регуляризирующий алгоритм

10. Локальный дескриптивный регуляризирующий алгоритм

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

Согласована на портале № 44596

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.

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.

Согласована на портале № 44596