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

Исследование операций и методы оптимизации в экономике

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.03 Прикладная информатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Прикладная информатика в области экономики**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9, 10**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8	6	2	16	часов
2	Лабораторные работы	8	12	8	28	часов
3	Всего аудиторных занятий	16	18	10	44	часов
4	Самостоятельная работа	124	52	19	195	часов
5	Всего (без экзамена)	140	70	29	239	часов
6	Подготовка и сдача экзамена / зачета	4		9	13	часов
7	Общая трудоемкость	144	70	38	252	часов
					7.0	З.Е.

Контрольные работы: 8 семестр - 1; 10 семестр - 1
Зачет: 8 семестр
Экзамен: 10 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 30446

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) 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного 12.03.2015 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 ЗиВФ _____ И. В. Осипов

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 № 30446

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является освоение основных идей методов, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных экономических и других задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК. Целью преподавания данной дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний, практических навыков по вопросам, касающимся принятия управленческих решений; освоение студентами современных математических методов анализа, научного прогнозирования по¬ведения экономических объектов, обучение студентов применению методов и моделей исследования операций в процессе подготовки и принятия управленческих решений в организационно-экономических и производственных системах, т.е. тех инструментов, с помощью которых в современных условиях формируются и анализируются варианты управленческих решений; ознакомление с основами процесса принятия задач управления; обучение теории и практике принятия решений в современных условиях хозяйствования; рассмотрение широкого круга задач, возникающих в практике; менеджмента и связанных с принятием решений, относящихся ко всем областям и уровням управления.

1.2. Задачи дисциплины

– Основными задачами дисциплины являются:

– • Изучение оптимизационных моделей планирования и управления сложными экономическими системами.

– • Изучение моделей линейного программирования в экономике.

– • Изучение моделей нелинейного, в том числе квадратичного программирования.

– • Изучение моделей динамического программирования.

– • Формирование у студентов знаний и умений, необходимых для эффективного управления экономическими системами на макро- и микроуровне.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации в экономике» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Исследование операций и методы оптимизации в экономике, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Математика.

Последующими дисциплинами являются: Исследование операций и методы оптимизации в экономике.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач;

– ПК-24 способностью готовить обзоры научной литературы и электронных информационно-образовательных ресурсов для профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** □ модели линейного программирования; □ модели нелинейного программирования; □ модели целочисленного программирования; □ модели динамического программирования; □ транспортные модели; □ многокритериальные модели □ методы одномерной оптимизации; □ методы многомерной оптимизации; □ методы условной оптимизации

– **уметь** □ создавать модели линейного программирования и проводить анализ моделей; □ создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей; □ решать задачи целочисленного программирования; □ решать транспортные задачи; □ решать задачи квадратичного программирования; □ создавать оптимизационные модели; □ создавать модели динамического программирования; □ творчески использовать теоретические знания на практике;

Согласована на портале № 30446

 использовать полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия;

– **владеть** методами решения задач линейного программирования; методами решения задач нелинейного программирования; методами решения задач динамического программирования; методами решения задач условной оптимизации

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры		
		8 семестр	9 семестр	10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	16	18	10
Лекции	16	8	6	2
Лабораторные работы	28	8	12	8
Самостоятельная работа (всего)	195	124	52	19
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	8		8
Подготовка к лабораторным работам	74	60	14	
Проработка лекционного материала	17	11		6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	63	30	28	5
Выполнение контрольных работ	25	15	10	
Всего (без экзамена)	239	140	70	29
Подготовка и сдача экзамена / зачета	13	4		9
Общая трудоемкость, ч	252	144	70	38
Зачетные Единицы	7.0			

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	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр					
1 Введение Тема 1. Линейное программирование Тема 2. Решение задач линейного программирования Тема 3. Двойственная задача линейного программирования	6	5	100	111	ПК-23, ПК-24
3 Тема 10. Нелинейное программирование Тема 11. Методы штрафов Тема 11. Квадратичное программирование Тема 13.	2	3	24	29	ПК-23, ПК-24

Согласована на портале № 30446

Модели динамического программирования					
Итого за семестр	8	8	124	140	
9 семестр					
2 Тема 4. Целочисленное программирование Тема 5. Задачи многокритериальной оптимизации Тема 6. Транспортная задача	6	12	52	70	ПК-23, ПК-24
Итого за семестр	6	12	52	70	
10 семестр					
4 Тема 7. Методы оптимизации функций Тема 8. Методы поиска экстремумов функции одной переменной Тема 9. Поиск экстремумов функции нескольких переменных (безусловная оптимизация)	2	8	19	29	ПК-23, ПК-24
Итого за семестр	2	8	19	29	
Итого	16	28	195	239	

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 Введение Тема 1. Линейное программирование Тема 2. Решение задач линейного программирования Тема 3. Двойственная задача линейного программирования	Введение Понятие операции, классификация моделей исследованияТема 1. Линейное программирование Постановка задачи линейного программирования, примеры задач линейного программирования.Тема 2. Решение задач линейного программирования Графический метод решения задач линейного программирования; формы записи задач линейного программирования; основы симплекс метода, алгоритм симплекс метода; поиск начального базисаТема 3. Двойственная задача линейного программирования Постановка двойственной задачи. Свойства взаимно-двойственных задач. Теоремы двойственности.	6	ПК-23, ПК-24
	Итого	6	
3 Тема 10. Нелинейное программирование Тема 11. Методы штрафов Тема 11. Квадратичное программирование Тема 13. Модели	Тема 10. Нелинейное программирование Задачи с ограничениями в виде равенств (метод замены переменных, метод множителей Лагранжа). Необходимые и достаточные условия оптимальности задач с ограничениями общего видаТема 11. Методы штрафов Общая схема	2	ПК-23, ПК-24

Согласована на портале № 30446

динамического программирования	метода штрафов. Основные типы штрафов (квадратичный штраф, Бесконечный барьер, логарифмический штраф, штраф типа обратной функции, штраф типа квадрата срезки).Тема 11. Квадратичное программирование Задача квадратичного программирования (ЗКП). Оптимизационная модель портфеля ценных бумаг. Условие Куна-Таккера для ЗКП. Метод решения ЗКП методом симплексного преобразовании коэффициентов уравнений. Метод решения ЗКП с помощью искусственного базиса. Пример.Тема 13. Модели динамического программирования Общая постановка задачи динамического программирования, принцип оптимальности и уравнения Беллмана. Задача о распределении средств между предприятиями. Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на лет		
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
9 семестр			
2 Тема 4. Целочисленное программирование Тема 5. Задачи многокритериальной оптимизации Тема 6. Транспортная задача	Тема 4. Целочисленное программирование Графический метод решения ЗЦП.Метод Гомори (МГ). Метод ветвей и границ(МВГ). Задача о назначениях. Задача о коммивояжере. Венгерский методТема 5. Задачи многокритериальной оптимизации Постановка задачи. Метод последовательных уступок. Метод справедливого компромиссаТема 6. Транспортная задача Экономико-математическая модель транспортной задачи; решение транспортной задачи симплексным методом; первоначальное закрепление потребителей за поставщиками; метод потенциалов; улучшение оптимального плана перевозок; открытая модель транспортной задачи	6	ПК-23, ПК-24
	Итого	6	
Итого за семестр		6	
10 семестр			
4 Тема 7. Методы оптимизации функций Тема 8. Методы поиска экстремумов функции одной переменной Тема 9. Поиск экстремумов функции нескольких переменных (безусловная оптимизация)	Тема 7. Методы оптимизации функций Основные понятия и определения. Классификация задач оптимизации. Необходимые и достаточные условия существования экстремума (скалярный случай, векторный случай, минимизация при ограничениях). Критерии останова. Характеристики алгоритмовТема 8. Методы поиска экстремумов функции одной переменной Прямые методы оптимизации (метод равномерного поиска, метод деления отрезка пополам, метод Фибоначчи, метод золотого сечения). Сравнение прямых методов	2	ПК-23, ПК-24

Согласована на портале № 30446

	оптимизации. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания (квадратичная аппроксимация, метод Пауэлла). Методы с использованием производных (метод Ньютона-Рафсона, метод средней точки, другие методы поиска экстремума функций, метод оптимизации с использованием кубичной аппроксимации). Сравнение методов одномерной оптимизации.Тема 9. Поиск экстремумов функции нескольких переменных (безусловная оптимизация) Классификация методов безусловной оптимизации. Методы прямого поиска (симплексный метод, метод Хука-Дживса). Градиентные методы (метод сопряженных направлений, метод наискорейшего спуска (метод Коши), метод Ньютона (МН), модифицированный метод Ньютона, метод Флетчера–Ривза, вариант Полака-Рибьера). Квазиньютоновские методы (метод Дэвидона–Флетчера–Пауэлла).		
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		16	

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 Исследование операций и методы оптимизации в экономике	+	+	+	+
2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+		
3 Математика	+	+		
Последующие дисциплины				
1 Исследование операций и методы оптимизации в экономике	+	+	+	+

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.

Согласована на портале № 30446

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-23	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест
ПК-24	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Введение Тема 1. Линейное программирование Тема 2. Решение задач линейного программирования Тема 3. Двойственная задача линейного программирования	Линейное программирование. Задача о диете	5	ПК-23, ПК-24
	Итого	5	
3 Тема 10. Нелинейное программирование Тема 11. Методы штрафов Тема 11. Квадратичное программирование Тема 13. Модели динамического программирования	Оптимальный портфель ценных бумаг Динамическое программирование Задача о распределении средств между предпри	3	ПК-23, ПК-24
	Итого	3	
Итого за семестр		8	
9 семестр			
2 Тема 4. Целочисленное	Целочисленное программирование. Годовая производственная программа	12	ПК-23, ПК-24

Согласована на портале № 30446

программирование Тема 5. Задачи многокритериальной оптимизации Тема 6. Транспортная задача	предприятияМногокритериальная задача. Оптимизация годовой производственной программы предприятия методом справедливого компромисса		
	Итого	12	
Итого за семестр		12	
10 семестр			
4 Тема 7. Методы оптимизации функций Тема 8. Методы поиска экстремумов функции одной переменной Тема 9. Поиск экстремумов функции нескольких переменных (безусловная оптимизация)	Оптимизация функций одной переменной. Оптимизация функций двух переменных	8	ПК-23, ПК-24
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		28	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

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 Введение Тема 1. Линейное программирование Тема 2. Решение задач линейного программирования Тема 3. Двойственная задача линейного программирования	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	30	ПК-23, ПК-24	Зачет, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	10		
	Подготовка к лабораторным работам	60		
	Итого	100		
3 Тема 10. Нелинейное программирование Тема 11. Методы штрафов Тема 11. Квадратичное	Выполнение контрольных работ	15	ПК-23, ПК-24	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 30446

программирование Тема 13. Модели динамического программирования	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	24		
Итого за семестр		124		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
9 семестр				
2 Тема 4. Целочисленное программирование Тема 5. Задачи многокритериальной оптимизации Тема 6. Транспортная задача	Выполнение контрольных работ	10	ПК-23, ПК-24	Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	28		
	Подготовка к лабораторным работам	14		
	Итого	52		
Итого за семестр		52		
10 семестр				
4 Тема 7. Методы оптимизации функций Тема 8. Методы поиска экстремумов функции одной переменной Тема 9. Поиск экстремумов функции нескольких переменных (безусловная оптимизация)	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ПК-23, ПК-24	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	19		
Итого за семестр		19		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		208		

10. Курсовая работа (проект)

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. Исследование операций и методы оптимизации. Часть 1. Лекционный курс: Учебное пособие / Мицель А. А. - 2016. 168 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6474, дата обращения: 10.06.2018.

2. Исследование операций и методы оптимизации : Учебное пособие / Грибанова Е. Б., Мицель А. А. - 2017. 185 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7127, дата обращения: 10.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Кремер Н.Ш. и др. Исследование операций в экономике. Учебное пособие для вузов/

Согласована на портале № 30446

ред. : Н. Ш. Кремер. - М. : ЮНИТИ, 2006. - 407 с (20 экз) (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 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.)

3. 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: 10.06.2018.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование операций и методы оптимизации в экономике. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Мицель А. А. - 2016. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6475, дата обращения: 10.06.2018.

2. Исследование операций и методы оптимизации в экономике: Методические указания по самостоятельной работе студентов по направлению "09.03.03 – Прикладная информатика (профиль прикладная информатика в экономике) / Мицель А. А. - 2016. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6533, дата обращения: 10.06.2018.

3. Исследование операций и методы оптимизации : Методические указания к лабораторным работам / Грибанова Е. Б. - 2017. 110 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7128, дата обращения: 10.06.2018.

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.mathnet.ru.ru/ - общероссийский математический портал
2. http://www.lib.mexmat.ru – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета
3. 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.

Согласована на портале № 30446

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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

Учебная вычислительная лаборатория / Лаборатория ГПО "Алгоритм"

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, 439 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Рабочие станции Intel Celeron 1.7 (10 шт.);
- Проектор Acer X125H DLP;
- Экран проектора;
- Видеокамера (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LibreOffice
– 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;

Согласована на портале № 30446

- 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.

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

	Стационарной точкой функции $f(x)$, где $x \in R^n$, называется такая точка, в которой градиент функции:	a) положителен
		b)отрицателен
		c)равен единице
		d) обращается в нуль
	Если в точке x^* первые $(n-1)$ производные функции $f(x)$ обращаются в нуль, а производная порядка n отлична от нуля, т.е. $f^{(n)} = d^{(n)} f(x)/dx^n \mid_{x=x^*} \neq 0$ то:	a)если n – нечетное, то x^* – локальный экстремум
		b) если n – четное, то x^* – локальный экстремум
		c) если n – нечетное , $f^{(n)}(x) > 0$, то x^* – локальный экстремум
		d) если n – нечетное, $f^{(n)}(x) < 0$, то x^* – локальный экстремум
	Метод дихотомии поиска минимума функции может быть использован в случае, если	a) линейная
		b) нелинейная
		c) квадратичная

Согласована на портале № 30446

<table>
<tr><td></td><td>функция:</td><td>d) зависит от нескольких переменных</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">Исследующий поиск заключается в:</td><td>a) расчете значений функции в точках вокруг выбранной</td></tr>
<tr><td>b)расчете значения новой точки при движении в выбранном направлении</td></tr>
<tr><td>поиске минимального значения градиента</td></tr>
<tr><td>поиске наилучшего алгоритма оптимизации</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">Дана функция $f(x)=(x_1-3)^2+(x_2-7)^2$ Есл и приравнять к нулю частные производные, то чему будет равна точка минимума?</td><td>a) (7;3)</td></tr>
<tr><td>b) (0;0)</td></tr>
<tr><td>c) (-3;-7)</td></tr>
<tr><td>d (3;7)</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">Задача линейного программирования – это:</td><td>a) задача оптимизации, в которой ограничения, представленные в виде равенств или неравенств и целевая функция не линейны</td></tr>
<tr><td>b) задача оптимизации, в которой отсутствуют ограничения, а целевая функция линейна</td></tr>
<tr><td>c) задача оптимизации, в которой ограничения, представленные в виде равенств или неравенств и целевая функция линейны</td></tr>
<tr><td>d) задача оптимизации, в которой ограничения, представленные в виде равенств или неравенств линейны, а целевая функция нелинейна</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">Была составлена симплексная таблица, в качестве разрешающего столбца выбран столбец при переменной x_3. Xз
<table>
<tr><td></td><td>x_1</td><td>x_3</td><td></td></tr>
<tr><td>x_2</td><td>1</td><td>1</td><td>40</td></tr>
<tr><td>x_4</td><td>1</td><td>0</td><td>20</td></tr>
<tr><td>x_5</td><td>-1</td><td>-1</td><td>10</td></tr>
<tr><td>x_6</td><td>0</td><td>1</td><td>30</td></tr>
<tr><td></td><td>-9</td><td>-20</td><td>-700</td></tr>
</table>
Какой вид будет иметь новая симплекс таблица?</td><td>a)
<table>
<tr><td></td><td>x_1</td><td>x_3</td><td></td></tr>
<tr><td>x_2</td><td>1</td><td>1</td><td>10</td></tr>
<tr><td>x_4</td><td>1</td><td>0</td><td>20</td></tr>
<tr><td>x_5</td><td>-1</td><td>-1</td><td>40</td></tr>
<tr><td>x_6</td><td>0</td><td>1</td><td>30</td></tr>
<tr><td></td><td>-9</td><td>20</td><td>-100</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>b)
<table>
<tr><td></td><td>x_1</td><td>x_3</td><td></td></tr>
<tr><td>x_2</td><td>1</td><td>1</td><td>10</td></tr>
<tr><td>x_4</td><td>1</td><td>0</td><td>20</td></tr>
<tr><td>x_5</td><td>-1</td><td>-1</td><td>40</td></tr>
<tr><td>x_6</td><td>0</td><td>1</td><td>30</td></tr>
<tr><td></td><td>-9</td><td>-20</td><td>100</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>c)
<table>
<tr><td></td><td>x_1</td><td>x_3</td><td></td></tr>
<tr><td>x_2</td><td>1</td><td>-1</td><td>10</td></tr>
<tr><td>x_4</td><td>1</td><td>0</td><td>20</td></tr>
<tr><td>x_5</td><td>-1</td><td>1</td><td>40</td></tr>
<tr><td>x_6</td><td>0</td><td>1</td><td>30</td></tr>
<tr><td></td><td>-9</td><td>20</td><td>100</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>d)
<table>
<tr><td></td><td>1</td><td>6</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td>1</td><td>0</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

4			0
5	1		0
3			0
	9	0	100

	При использовании метода Гомори после решения задачи линейного программирования симплексным алгоритмом выполняется этап:	a) Если среди значений переменных в оптимальном плане есть дробные, то составляется дополнительное ограничение, отсекающее дробную часть решения. Это дополнительное ограничение используется вместо исходных ограничений задачи, и вновь применяется процедура симплексного метода
		b)Если среди значений переменных в оптимальном плане есть дробные, то вновь применяется процедура симплексного метода с учетом исходных ограничений
		c)Если среди значений переменных в оптимальном плане есть дробные, то составляется дополнительное ограничение, отсекающее дробную часть решения. Первое значение величины, удовлетворяющее данному ограничению принимается за решение задачи
		d) Если среди значений переменных в оптимальном плане есть дробные, то составляется дополнительное ограничение, отсекающее дробную часть решения, но оставляющее в силе все прочие условия, которым должен удовлетворять оптимальный план. Это дополнительное ограничение присоединяется к исходным ограничениям задачи, и вновь применяется процедура симплексного метода
	Какими методами можно решить транспортную задачу в общем виде?	a)методом северо-западного угла
		b) симплекс-методом
		c) методом потенциалов
		d) венгерским методом
0	Как называется транспортная модель, для которой не выполняется условие $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$? Здесь a_i – мощности поставщиков; b_j – мощности потребителей	a) нестандартная
		b) закрытая
		d) несбалансированная
		c) стандартная
1	Какие существуют методы решения задачи нелинейного программирования?	a) метод штрафов
		b) симплексный метод
		c) замены переменных
		d) множителей Лагранжа

Согласована на портале № 30446

		e) Метод Коши
2	Решите задачу с помощью метода замены переменных $$f(x) = x_1^2 + x_2^2 \to \min$$ $$x_1 - x_2 = 1$$ Укажите правильный ответ	a) x1 = 2,0 x2 = 2,5
		b) x1 = 1,5 x2 = 1,5
		c) x1 = 0,5 x2 = 0,1
		d) x1 = 1,5 x2 = 0,5
		e) x1 = 0,5 x2 = 0,5
		f) x1 = 0,1 x2 = 1,5
3	Какие существуют виды штрафов?	a) квадратичный
		b) бесконечный барьер
		c) логарифмический
		d) нулевой
4	При использовании квадратичного штрафа итерационный процесс поиска стационарных точек штрафной функции начинают с:	a) больших значений штрафного параметра и в процессе итераций его уменьшают
		b) больших значений штрафного параметра и в процессе итераций его не изменяют
		c) малых значений штрафного параметра и в процессе итераций его не изменяют
		d) малых значений штрафного параметра и в процессе итераций его увеличивают
5	Двойственные задачи линейного программирования обладают следующими свойствами:	a) В одной задаче ищут максимум целевой функции, в другой — минимум.
		b) В задаче максимизации все неравенства ограничений вида $\leq$, а в задаче минимизации — все неравенства вида $\geq$.
		c) Коэффициенты при переменных в целевой функции одной задачи являются коэффициентами при переменных в целевой функции в другой.
		d) Матрицы коэффициентов при переменных в системах ограничений обеих задач являются транспонированными друг к другу
		e) Число неравенств в системе ограничений одной задачи не совпадает с числом переменных в другой задаче
		f) Условия неотрицательности переменных имеются либо в первой, либо во второй задаче
		g) Матрицы коэффициентов при переменных в системах ограничений обеих задач равны друг к другу
6	Задачи многокритериальной оптимизации можно решать следующими методами:	a) оптимизация одного признанного наиболее важным критерия, остальные критерии при этом играют роль дополнительных ограничений
		b) методом справедливого компромисса, который допускает одинаковую важность всех частных критериев
		c) методом главных компонент
		d) упорядочение заданного множества

Согласована на портале № 30446

		критериев и последовательная оптимизация по каждому из них методом последовательных уступок
		e) сведение многих критериев к одному введением экспертных весовых коэффициентов для каждого из критериев
7	Задача квадратичного программирования имеет вид: где Q – квадратная матрица размерности $n \times n$; A – матрица размерности $m \times n$; c – вектор размерности n: b – вектор размерности m	a) $f(x) = c^T x + x^T Qx$ $x \le 0$
		b) $\left.\begin{array}{c} f(x) = x + x^T Qx \\ Ax = b \\ x \ge 0 \end{array}\right\}$
		c) $\left.\begin{array}{c} f(x) = c^T x + Qx \\ Ax = b \\ x \ge 0 \end{array}\right\}$
		e) $\left.\begin{array}{c} f(x) = c^T x + x^T Qx \\ Ax = b \\ x \ge 0 \end{array}\right\}$
8	Для задачи квадратичного программирования $\begin{cases} f(x) = cx + x^T Qx \to \min, \\ g(x) = x \ge 0, \\ h(x) = Ax - b = 0. \end{cases}$ условия Куна-Таккера записываются следующим образом:	a) $\begin{cases} c + x^T (Q + Q^T) - \mu - \lambda^T A = 0, \\ Ax = b, \quad x \ge 0, \\ \mu x = 0, \quad \mu \le 0, \end{cases}$
		b) $\begin{cases} c + x^T (Q + Q^T) - \mu - \lambda^T A = 0, \\ Ax = b, \quad x \ge 0, \\ \mu x = 0, \quad \mu \ge 0, \end{cases}$
		c) $\begin{cases} c + x^T (Q + Q^T) - \mu - \lambda^T A = 0, \\ Ax \ge b, \quad x \le 0, \\ \mu x = 0, \quad \mu \ge 0, \end{cases}$
		d) $\begin{cases} c + x^T (Q + Q^T) - \mu - \lambda^T A = 0, \\ Ax = b, \quad x \ge 0, \\ \mu x \ne 0, \quad \mu \ge 0, \end{cases}$

Согласована на портале № 30446

9	Динамическое программирование – это:	a) метод оптимизации, при котором процесс принятия решения остается за человеком
		b) метод оптимизации, приспособленный к технологическим операциям
		c) метод нелинейной безусловной оптимизации
		d) метод оптимизации, приспособленный к производственным процессам
		e) метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения может быть разбит на этапы.
0	Особенности модели динамического программирования:	a) Целевая функция равна произведению целевых функций каждого шага
		b) для любого момента времени вероятностные характеристики процесса в будущем зависят только от его состояния в данный момент и не зависят от того, когда и как система пришла в это состояние
		c) выбор управления на k -м шаге зависит только от состояния системы к этому шагу, не влияет на предшествующие шаги (нет обратной связи) Состояние $x^{(k)}$ после k -го шага управления зависит только от предшествующего состояния $x^{(k-1)}$ и управления $u^{(k)}$ (нет последействия)
		d) выбор управления на k -м шаге не зависит от состояния системы к этому шагу, но влияет на предшествующие шаги
		e) Состояние $x^{(k)}$ после k -го шага управления не зависит от предшествующего состояния $x^{(k-1)}$ и управления $u^{(k)}$

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Оптимизация функций. Основные понятия и определения: задача оптимизации общего вида; целевая функция; ограничения; оптимальное решение задачи оптимизации; точность. Локальный и глобальный экстремум функции.
2. Классификация ЗО по виду ЦФ и ограничений.
3. Унимодальные функции. Критерии для проверки унимодальности.
4. Выпуклые множества и функции. Критерии проверки выпуклости.
5. Квадратичные функции. Критерии определенности (теорема Сильвестра). Градиент и матрица Гессе.
6. Необходимые и достаточные условия существования экстремума - скалярный случай. Что такое "точка перегиба " и как ее идентифицировать?
7. Необходимые и достаточные условия существования экстремума - векторный случай. Минимизация при ограничениях.
8. Одномерная оптимизация на примере метода равномерного поиска.
9. Одномерная оптимизация на примере метода дихотомии.
10. Одномерная оптимизация на примере метода золотого сечения.

Согласована на портале № 30446

11. Одномерная оптимизация на примере метода Фибоначчи.

12. Методы полиномиальной аппроксимации. Метод Пауэлла поиска минимума функции одной переменной.

13. Методы поиска минимума функции одной переменной с использованием производных на примере метода Ньютона-Рафсона.

14. Методы поиска минимума функции одной переменной с использованием производных на примере метода средней точки (поиск Больцано)

15. Методы поиска минимума функции одной переменной с использованием кубичной аппроксимации

16. Прямые методы безусловной многомерной оптимизации. Симплекс-метод.

17. Метод Хука-Дживса.

18. Градиентные методы многомерной оптимизации: метод сопряженных направлений.

19. Градиентные методы многомерной оптимизации: метод Коши.

20. Метод Ньютона. Модифицированный метод Ньютона.

21. Метод Флетчера-Ривза.

22. Метод Поллака-Рибьера.

23. Квазиньютоновские методы с переменной метрикой.

24. Метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла.

25. Нелинейное программирование. Метод замены переменных.

26. Метод множителей Лагранжа.

27. Необходимые и достаточные условия оптимальности задач с ограничениями общего вида.

28. Методы штрафных и барьерных функций. Основные виды штрафов.

29. Задача квадратичного программирования (ЗКП). Оптимизационная модель портфеля ценных бумаг.

30. Условие Куна-Таккера для ЗКП.

31. Метод решения ЗКП методом симплексного преобразовании коэффициентов уравнений.

32. Метод решения ЗКП с помощью искусственного базиса.

33. Общая постановка задачи динамического программирования

34. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана

35. Задача о распределении средств между предприятиями

36. Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на лет

37. Задача о замене оборудования

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Введение Понятие операции, классификация моделей исследования

Тема 1. Линейное программирование Постановка задачи линейного программирования, примеры задач линейного программирования.

Тема 2. Решение задач линейного программирования Графический метод решения задач линейного программирования; формы записи задач линейного программирования; основы симплекс метода, алгоритм симплекс метода; поиск начального базиса

Тема 3. Двойственная задача линейного программирования Постановка двойственной задачи. Свойства взаимно-двойственных задач. Теоремы двойственности.

Тема 7. Методы оптимизации функций Основные понятия и определения. Классификация задач оптимизации. Необходимые и достаточные условия существования экстремума (скалярный случай, векторный случай, минимизация при ограничениях). Критерии останова. Характеристики алгоритмовТема 8. Методы поиска экстремумов функции одной переменной Прямые методы оптимизации (метод равномерного поиска, метод деления отрезка пополам, метод Фибоначчи, метод золотого сечения). Сравнение прямых методов оптимизации. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания (квадратичная аппроксимация, метод Пауэлла). Методы с использованием производных (метод Ньютона-Рафсона, метод средней точки, другие методы поиска экстремума функций, метод оптимизации с использованием кубичной аппроксимации). Сравнение методов одномерной оптимизации.Тема 9. Поиск экстремумов функции нескольких переменных (безусловная оптимизация) Классификация методов безусловной оптимизации. Методы прямого поиска (симплексный метод, метод Хука-Дживса). Градиентные

Согласована на портале № 30446

методы (метод сопряженных направлений, метод наискорейшего спуска (метод Коши), метод Ньютона (МН), модифицированный метод Ньютона, метод Флетчера–Ривза, вариант Полака-Рибьера). Квазиньютоновские методы (метод Дэвидона–Флетчера–Пауэлла).

Тема 10. Нелинейное программирование Задачи с ограничениями в виде равенств (метод замены переменных, метод множителей Лагранжа). Необходимые и достаточные условия оптимальности задач с ограничениями общего видаТема 11. Методы штрафов Общая схема метода штрафов. Основные типы штрафов (квадратичный штраф, Бесконечный барьер, логарифмический штраф, штраф типа обратной функции, штраф типа квадрата срезки).Тема 11. Квадратичное программирование Задача квадратичного программирования (ЗКП). Оптимизационная модель портфеля ценных бумаг. Условие Куна-Таккера для ЗКП. Метод решения ЗКП методом симплексного преобразовании коэффициентов уравнений. Метод решения ЗКП с помощью искусственного базиса. Пример.Тема 13. Модели динамического программирования Общая постановка задачи динамического программирования, принцип оптимальности и уравнения Беллмана. Задача о распределении средств между предприятиями. Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на лет

14.1.4. Зачёт

Перечень вопросов к зачету
«Исследование операций и методы оптимизации»

1. Классы моделей исследования операций
2. Сформулируйте общую постановку задачи линейного программирования
3. Сформулируйте задачу планирования производства
4. Сформулируйте задачу составления рациона
5. Сформулируйте задачу о загрузке оборудования
6. Сформулируйте задачу о раскрое материалов
7. Сформулируйте задачу технического контроля
8. Графический метод решения задач линейного программирования
9. Стандартная форма записи задач линейного программирования
10. Основные определения и теоремы линейного программирования
11. Алгоритм симплекс метода
12. Метод симплексного преобразования таблицы ограничений поиска начального базиса в задаче линейного программирования
13. Метод искусственных переменных поиска начального базиса в задаче линейного программирования
14. Двойственная задача линейного программирования
15. Свойства взаимно двойственных задач
16. Основное неравенство теории двойственности
17. Первая теорема двойственности и ее экономический смысл
18. Вторая теорема двойственности
19. Третья теорема двойственности
20. Четвертая теорема двойственности
21. Транспортная задача . Закрытая модель транспортной задачи.
22. Открытая модель транспортной задачи
23. Многопродуктовая модель транспортной задачи
24. Модель производства с запасами
25. Решение транспортной задачи симплексным методом
26. Первоначальное закрепление потребителей за поставщиками
27. Метод потенциалов
28. Улучшение оптимального плана перевозок (циклы перераспределения)
29. Решение открытой транспортной задачи.
30. Целочисленное программирование. Графический метод решения ЗЦП.
31. Целочисленное программирование. Метод Гомори.
32. Целочисленное программирование. Метод ветвей и границ.
33. Задача о назначении.

Согласована на портале № 30446

34. Задача о коммивояжере.
35. Венгерский метод решения задачи о назначениях.
36. Задачи многокритериальной оптимизации. Постановка задачи.
37. Метод последовательных уступок решения задачи многокритериальной оптимизации.
38. Метод справедливого компромисса решения задачи многокритериальной оптимизации.

14.1.5. Темы контрольных работ

Тема 2. Решение задач линейного программирования
Тема 4. Целочисленное программирование
Тема 6. Транспортная задача
Тема 8. Методы поиска экстремумов функции одной переменной
Тема 9. Поиск экстремумов функции нескольких переменных (безусловная оптимизация)
Тема 10. Нелинейное программирование

Тема 11. Квадратичное программирование
Тема 13. Модели динамического программирования

14.1.6. Темы лабораторных работ

Линейное программирование. Задача о диете

Целочисленное программирование. Годовая производственная программа предприятия

Многокритериальная задача. Оптимизация годовой производственной программы предприятия методом справедливого компромисса

Оптимизация функций одной переменной. Оптимизация функций двух переменных

Оптимальный портфель ценных бумаг Динамическое программирование Задача о распределении средств между предпри

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;

Согласована на портале № 30446

– 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 № 30446