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

Методы оптимизации

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление и автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	40	40	часов
5	Самостоятельная работа	32	32	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 23932

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от « 8 » 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. КСУП	_____	О. И. Черепанов
доцент каф. КСУП	_____	Р. О. Черепанов
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

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

Эксперты:

Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)	_____	В. М. Зюзьков
Доцент кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)	_____	Н. Ю. Хабибулина

Согласована на портале № 23932

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение основ оптимального проектирования, основных задач оптимизации систем и методов hешения задач оптимизации систем

1.2. Задачи дисциплины

– дать представление о проблемах выбора критериев оптимальности, выбора метода оптимизации, интерпретации результатов. Научить применению вариационных методов решения задач оптимизации, методов линейного и выпуклого программирования, основам применения численных методов оптимизации, методов, базирующихся на принципе максимума Понтрягина.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы оптимизации» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Компьютерные технологии управления в технических системах, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, Философия науки и техники.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

– ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** методы и алгоритмы решения задач оптимизации систем; методы построения математических моделей, их упрощения, средства моделирования; технологию планирования эксперимента.

– **уметь** проектировать простые программные алгоритмы решения задач оптимизации систем и реализовывать их с помощью современных средств программирования; определять технологические режимы и показатели качества функционирования систем, рассчитывать оптимальные режимы работы; планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере

– **владеть** принципами и методами моделирования, навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования для решения задач оптимизации систем.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	18	18

Согласована на портале № 23932

Самостоятельная работа (всего)	32	32
Оформление отчетов по лабораторным работам	9	9
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	7
Подготовка и написание отчета по практике	8	8
Всего (без экзамена)	72	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

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	рак. зан	б. раб.,	м. раб.,	в (без	ируемые ком
3 семестр						
1 Общая постановка задачи оптимизации.	1	1	2	9	13	ОПК-1, ПК-2, ПК-4
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной.	1	1	0	2	4	ОПК-1, ПК-2, ПК-4
3 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	1	1	4	5	11	ОПК-1, ПК-2, ПК-4
4 Принцип двойственности в задачах линейного и выпуклого программирования.	2	1	0	2	5	ОПК-1, ПК-2, ПК-4
5 Численные методы безусловной оптимизации.	1	1	4	4	10	ОПК-1, ПК-2, ПК-4
6 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	2	1	4	4	11	ОПК-1, ПК-2, ПК-4
7 Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки.	2	2	0	2	6	ОПК-1, ПК-2, ПК-4
8 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	2	2	4	4	12	ОПК-1, ПК-2, ПК-4
Итого за семестр	12	10	18	32	72	
Итого	12	10	18	32	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	ое мк ос	м ые ко
3 семестр			

Согласована на портале № 23932

1 Общая постановка задачи оптимизации.	Задача оптимизации как задача оптимального расходования ограниченного объема ресурсов. Необходимые условия для постановки задачи оптимизации. Примеры.	1	ОПК-1
	Итого	1	
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной.	Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной	1	ОПК-1
	Итого	1	
3 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	Выпуклое программирование, основные определения, методы и особенности решения задач выпуклого программирования	1	ОПК-1
	Итого	1	
4 Принцип двойственности в задачах линейного и выпуклого программирования.	Принцип двойственности. Сравнение алгоритмов решения задач оптимизации на основе принципа двойственности. Примеры	2	ОПК-1
	Итого	2	
5 Численные методы безусловной оптимизации.	Простейшие численные методы и алгоритмы решения задач безусловной оптимизации	1	ОПК-1
	Итого	1	
6 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	Метод последовательного улучшения плана для решения задач линейного программирования. Типичные примеры применения	2	ОПК-1
	Итого	2	
7 Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки	2	ОПК-1
	Итого	2	
8 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей	2	ОПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

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	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								

Согласована на портале № 23932

1 Компьютерные технологии управления в технических системах	+	+			+	+	+	+
2 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Философия науки и техники	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+
2 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.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-2				+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-4				+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

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	ое мкос	мые ко
3 семестр			
1 Общая постановка задачи оптимизации.	Анализ типичных задач оптимального управления	2	ОПК-1
	Итого	2	
3 Условия оптимальности в задачах выпуклого	Выпуклое программирование, методы и особенности решения задач выпуклого программирования	4	ОПК-1

Согласована на портале № 23932

программирования.	Итого	4	
5 Численные методы безусловной оптимизации.	Численные методы и алгоритмы решения задач безусловной оптимизации	4	ОПК-1
	Итого	4	
6 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	Метод последовательного улучшения плана для решения задач линейного программирования	4	ОПК-1
	Итого	4	
8 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей	4	ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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)	Формы текущего контроля	
3 семестр			
1 Общая постановка задачи оптимизации.	Задача оптимизации как задача оптимального расходования ограниченного объема ресурсов	1	ОПК-1
	Итого	1	
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной.	Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной	1	ОПК-1
	Итого	1	
3 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	Необходимые и достаточные условия экстремума выпуклых функций	1	ОПК-1
	Итого	1	
4 Принцип двойственности в задачах линейного и выпуклого программирования.	Принцип двойственности. Алгоритмы решения задач оптимизации на основе принципа двойственности	1	ОПК-1
	Итого	1	
5 Численные методы безусловной оптимизации.	Сравнение численных методов решения задач безусловной оптимизации	1	ОПК-1
	Итого	1	
6 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования	1	ОПК-1
	Итого	1	
7 Симплекс-метод	поиск начальной угловой точки	2	ОПК-1

Согласована на портале № 23932

решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки.	Итого	2	
8 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей	2	ОПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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,	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Общая постановка задачи оптимизации.	Подготовка и написание отчета по практике	2	ОПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Подготовка и написание отчета по практике	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	9		
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
3 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	Подготовка и написание отчета по практике	2	ОПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
4 Принцип двойственности в задачах линейного и выпуклого	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного	1		

Согласована на портале № 23932

программирования.	материала			
	Итого	2		
5 Численные методы безусловной оптимизации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
6 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	Подготовка и написание отчета по практике	2	ОПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	4		
7 Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
8 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
Итого за семестр		32		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		68		

Согласована на портале № 23932

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
3 семестр				
Опрос на занятиях	3	4	4	11
Отчет по лабораторной работе	10	15	15	40
Отчет по практическому занятию	2	4	4	10
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	18	26	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	18	44	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)
	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)

Согласована на портале № 23932

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 512 с., дата обращения: 07.05.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460, дата обращения: 11.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Колбин В.В. Специальные методы оптимизации: . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 379 с., дата обращения: 07.05.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41015, дата обращения: 11.05.2018.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Шельмина Е. А. - 2015. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6146, дата обращения: 07.05.2018.
2. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению практических работ для студентов 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Шельмина Е. А. - 2015. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6147, дата обращения: 07.05.2018.
3. Методы оптимизации: Методические указания к самостоятельной работе для студентов 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Шельмина Е. А. - 2015. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6148, дата обращения: 07.05.2018.

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. scopus.com
2. Научно-образовательный портал ТУСУР.

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 № 23932

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория САПР

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 321 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная доска SmartBOARD;
- Монитор SVGA;
- Монитор 17,0" LG FLATRON L1750SQ SN (10 шт.);
- Проектор LG RD-DX 130;
- ПЭВМ -"PENTIUM-386"- 7;
- Системный блок Intel Cekeron 2.93CHz КС-1 (2 шт.);
- Системный блок Intel Cekeron 2.93CHz КС-3;
- Экран;
- Доска маркерная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– MatLab&SimulinkR2006b
– Mathcad 13,14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория САПР

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 321 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная доска SmartBOARD;
- Монитор SVGA;
- Монитор 17,0" LG FLATRON L1750SQ SN (10 шт.);
- Проектор LG RD-DX 130;
- ПЭВМ -"PENTIUM-386"- 7;
- Системный блок Intel Cekeron 2.93CHz КС-1 (2 шт.);
- Системный блок Intel Cekeron 2.93CHz КС-3;
- Экран;
- Доска маркерная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– MatLab&SimulinkR2006b
– Mathcad 13,14

13.1.4. 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 № 23932

- компьютеры;
- 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

1. Точки, в которых первая производная функция одной переменной определена и равна нулю, называются	стационарными точками функции
	точками минимума
	точками максимума
	точками экстремума

2. Точки, в окрестности которых первая производная функции одной переменной меняет знак "плюс" на знак "минус"	являются точками максимума функции
	являются точками минимума функции
	не являются точками экстремума
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

3. Точки, в окрестности которых первая производная функции одной	являются точками минимума функции

Согласована на портале № 23932

переменной меняет знак "минус" на знак "плюс"	являются точками максимума функции
	не являются точками экстремума
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

4. Если в стационарных точках функции одной переменной вторая производная определена и положительна, то	это точки максимума
	точки минимума
	точки перегиба
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

5. Градиентом функции многих переменных называется	вектор, компонентами которого являются частные производные этой функции
	матрица, элементами которой являются частные производные второго порядка
	скалярное произведение вектора, компонентами которого являются частные производные этой функции, на вектор произвольных приращений независимых переменных
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

6. В стационарной точке функции многих переменных имеет место минимум, если в этой точке	все угловые миноры матрицы Гессе положительны
	все угловые миноры матрицы Гессе отрицательны
	угловые миноры матрицы Гессе меняют знак с плюса на минус
	все угловые миноры матрицы Гессе равны нулю

7. В стационарной точке функции многих переменных имеет место максимум, если в этой точке	угловые миноры матрицы Гессе, начиная с первого, отрицательного, меняют знак с минуса на плюс
	все угловые миноры матрицы Гессе положительны
	угловые миноры матрицы Гессе меняют знак с плюса на минус
	все угловые миноры матрицы Гессе равны нулю

Согласована на портале № 23932

8. Первой вариацией функции многих переменных называется	скалярное произведение градиента функции на вектор произвольных приращений независимых переменных
	матрица, элементами которой являются частные производные второго порядка
	вектор, компонентами которого являются частные производные этой функции
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

9. Элементами матрицы Гессе являются функции многих переменных	частные производные второго порядка функции
	частные производные первого порядка функции
	координаты стационарных точек функции
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

10. Для функции $f(\vec{x}) = \frac{(x_1-3)^2}{4} + \frac{(x_2-2)^2}{9}$ в точке $\vec{x} = \{3,2\}$	имеет место минимум, так как в этой точке угловые миноры матрицы $\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{2}{9} \end{pmatrix}$ положительны
	определитель матрицы Гессе $\begin{vmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{2}{9} \end{vmatrix} > 0$
	значение функции в этой точке равно нулю
	вторые смешанные производные равны нулю

11. Для задачи на условный экстремум $f(\vec{x}) = (x_1-1)^2 + (x_2-1)^2 \to extr,$ $при \quad x_1 + x_2 = 2$ функция Лагранжа имеет вид	$L(\vec{x},\bar{\lambda}) = \lambda_0\left[(x_1-1)^2 + (x_2-1)^2\right] + \lambda_1(x_1 + x_2 - 2)$
	$L(\vec{x},\bar{\lambda}) = \lambda_0\left[(x_1-1)^2 + (x_2-1)^2\right] - 2\lambda_1$
	$L(\vec{x},\bar{\lambda}) = \lambda_0\left[(x_1-1)^2 + (x_2-1)^2\right] + \lambda_1(x_1 + x_2)$
	$L(\vec{x},\bar{\lambda}) = \lambda_0(x_1-1)^2 + \lambda_1(x_2-1)^2 + \lambda_2(x_1 + x_2 - 2)$

Согласована на портале № 23932

12. При решении задач на условный экстремум для функций многих переменных при наличии ограничений типа равенств методом неопределенных множителей Лагранжа, количество этих множителей	на единицу больше чем количество ограничений
	равно количеству ограничений
	равно количеству независимых переменных
	меньше чем количество ограничений

13. Золотым сечением отрезка (a,b) называется деление этого отрезка некоторой точкой x так, что выполняется условие	$\frac{b-a}{b-x}=\frac{b-x}{x-a}$
	$\frac{b-a}{b-x}=\frac{3}{2}$
	$x=\frac{b-a-\delta}{2}$
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

14. При решении методом неопределенных множителей Лагранжа задачи на условный экстремум $f(\vec{x})=(x_1-1)^2+(x_2-1)^2\to extr,$ $при\quad x_1+x_2=2$ координаты стационарных точек можно найти из решения системы уравнений	$\begin{cases}2(x_1-1)+\lambda_1=0,\\2(x_2-1)+\lambda_1=0,\\\lambda_1(x_1+x_2-2)=0.\end{cases}$
	$\begin{cases}2(x_1-1)+\lambda_1=0,\\2(x_2-1)+\lambda_1=0,\\\lambda_1(x_1+x_2)=2.\end{cases}$
	$\begin{cases}2(x_1-1)-\lambda_1=0,\\2(x_2-1)-\lambda_1=0,\\\lambda_1(x_1+x_2-2)=0.\end{cases}$
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

15. Метод Ньютона-Рафсона решения задач на безусловный экстремум для функции $f(\vec{x})$ заключается в построении сходящейся к точке минимума последовательности $\vec{x}^k$ такой, что	$\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k-t_k\nabla f(\vec{x}^k),$ где t_k, $\nabla f(\vec{x}^k)$ - шаг поиска и градиент функции соответственно, причем шаг выбирается из требования убывания значения функции на каждом шаге
	$\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k-\nabla f(\vec{x}^k)$, где $\nabla f(\vec{x}^k)$ - градиент функции
	$\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k+\nabla f(\vec{x}^k)$, где $\nabla f(\vec{x}^k)$ - градиент функции
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

Согласована на портале № 23932

16. Метод наискорейшего спуска решения задач на безусловный экстремум для функции $f(\vec{x})$ заключается в построении сходящейся к точке минимума последовательности $\vec{x}^k$ такой, что	$\vec{x}^{k+1} = \vec{x}^k - t_k \nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где t_k, $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - шаг поиска и градиент функции соответственно, причем шаг выбирается из условия минимума функции $\varphi(t_k) = f\left(\vec{x}^k - t_k \nabla f\left(\vec{x}^k\right)\right)$
	$\vec{x}^{k+1} = \vec{x}^k - \nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - градиент функции
	$\vec{x}^{k+1} = \vec{x}^k + \nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - градиент функции
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

17. Классический метод решения задач на условный экстремум с ограничениями типа равенств заключается в том, что	из уравнений в системе ограничений столько переменных, сколько имеется ограничений, выражаются через оставшиеся переменные, после чего подстановкой этих выражений в целевую функцию задача сводится к задаче на безусловный экстремум
	для решения применяют метод неопределенных множителей Лагранжа
	для решения применяют метод штрафных функций
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

18. Достаточное условие максимума функции многих переменных формулируется следующим образом	если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции меньше нуля, то это точка максимума
	если в стационарной точке функции многих переменных вторая производная меньше нуля, то это точка максимума
	если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции больше нуля, то это точка максимума
	если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции равна нулю, то это точка максимума

19. Вектор-градиент скалярной функции многих переменных указывает	направление наискорейшего роста функции
	направление убывания функции

Согласована на портале № 23932

	направление роста функции
	среди предложенных вариантов нет правильного ответа

20. Достаточное условие минимума функции многих переменных формулируется следующим образом	если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции больше нуля, то это точка минимума
	если в стационарной точке функции многих переменных вторая производная больше нуля, то это точка минимума
	если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции меньше нуля, то это точка минимума
	если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции равна нулю, то это точка минимума

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Билет 1.

1) Постановка задачи линейного программирования.

2) Принцип максимума Понтрягина. Применение принципа максимума на примере задачи о прямолинейном движении материальной точки.

Билет 2.

1) Функция Лагранжа в задачах минимизации функций многих переменных при наличии ограничений типа равенств.

2) Функция Гамильтона-Понтрягина, определение присоединенной системы для задачи оптимального управления, канонические уравнения.

Билет 3.

1) Условия трансверсальности в задачах оптимального управления.

2) Постановка задачи оптимального управления: основные понятия на примере задачи о прямолинейном движении материальной точки.

Билет 4.

1) Связь принципа максимума Понтрягина и классического вариационного исчисления.

2) Основы симплекс-метода решения задач линейного программирования на примере задачи: , при ограничениях вида

Билет 5.

1) Постановка задач оптимального управления: задачи со свободными концами, задачи с закрепленными концами, задачи с подвижными концами.

2) Выбор начальной угловой точки при решении задачи линейного программирования.

Билет 6.

1) Функция Гамильтона-Понтрягина.

2) Каноническая задача линейного программирования. Симплекс-таблица для некоторой угловой точки в задачах линейного программирования. Смысл основных величин в симплекс-таблице. Три варианта продолжения решения задачи линейного программирования в зависимости от значений коэффициентов в симплекс-таблице.

Билет 7.

1) Вариация, геометрическая интерпретация вариаций, основные свойства оператора варьирования, вариация сложной функции.

2) Каноническая задача линейного программирования. Симплекс-метод решения задачи

Согласована на портале № 23932

линейного программирования.

Билет 8.

1) Линейный и квадратичный функционалы. Условие стационарности функционала. Интегральный функционал, вариация интегрального функционала.

2) Понятие угловой точки, базиса, базисных и свободных переменных в задачах линейного программирования. Найти хотя бы одну угловую точку и её базис в задаче . (Ограничения заданы в виде).

Билет 9.

1) Основная лемма вариационного исчисления. Условия стационарности интегрального функционала.

2) Основная задача линейного программирования. Геометрическая интерпретация возможных вариантов решения для случая двух переменных.

Билет 10.

1) Вариационный принцип Ферма.

2) Сведение основной задачи линейного программирования к канонической задаче. Пример постановки транспортной задачи.

Билет 11.

1) Задача о брахистохроне.

2) Каноническая и основная задачи линейного программирования. Пример постановки задачи оптимального использования посевной площади.

Билет 12.

1) Понятие экстремума функции одного переменного. Необходимое условие экстремума функции одного переменного. «Подозрительные» на экстремум точки.

2) Общая постановка задачи линейного программирования. Пример постановки задачи оптимального планирования производства.

Билет 13.

1) Первое достаточное условие экстремума функции одного переменного.

2) Выпуклое программирование. Метод множителей Лагранжа: поиск седловой точки методом проекции градиента.

Билет 14.

1) Второе достаточное условие экстремума функции одного переменного. Исследование производных высших порядков.

2) Выпуклое программирование. Двойственная задача.

Билет 15.

1) Выпуклые функции одного переменного. Критерий выпуклости функций одного переменного. Исследование первой производной.

2) Выпуклое программирование. Теорема Куна-Таккера.

Билет 16.

1) Выпуклые функции одного переменного. Критерий выпуклости функций одного переменного. Исследование второй производной.

2) Выпуклые функции многих переменных. Необходимое и достаточное условие минимума гладких выпуклых функций, заданных на выпуклом множестве.

Билет 17.

1) Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод деления отрезка пополам.

2) Достаточное условие экстремума функций многих переменных для задач с ограничениями типа неравенств. (Метод множителей Лагранжа).

Билет 18.

1) Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Метод золотого сечения.

2) Метод множителей Лагранжа в задачах минимизации функций многих переменных с ограничениями типа равенств.

Билет 19.

1) Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Метод касательных.

Согласована на портале № 23932

2) Функция Лагранжа в задачах на условный экстремум функции многих переменных (с ограничениями типа равенств).

Билет 20.

1) Определение функции многих переменных. Первый и второй дифференциал функции многих переменных. Градиент функции.

2) Классический метод решения задач на условный экстремум функции многих переменных (с ограничениями типа равенств).

Билет 21.

1) Необходимое условие экстремума функции многих переменных.

2) Достаточное условие экстремума функции многих переменных.

Билет 22.

1) Достаточное условие экстремума функции одного переменного: исследование производных высших порядков.

2) Основные понятия теории оптимального управления: фазовые переменные, управление, функция цели, критерий оптимальности.

Билет 23.

1) Определение угловой точки в задачах линейного программирования.

2) Выпуклое программирование: принцип двойственности.

Кроме того, в качестве третьего вопроса каждый билет содержит простую задачу оптимизации

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Задача оптимизации как задача оптимального расходования ограниченного объема ресурсов. Необходимые условия для постановки задачи оптимизации. Примеры.

Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной

Выпуклое программирование, основные определения, методы и особенности решения задач выпуклого программирования

Принцип двойственности. Сравнение алгоритмов решения задач оптимизации на основе принципа двойственности. Примеры

Простейшие численные методы и алгоритмы решения задач безусловной оптимизации

Метод последовательного улучшения плана для решения задач линейного программирования. Типичные примеры применения

Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки

Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей

14.1.4. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Задача оптимизации как задача оптимального расходования ограниченного объема ресурсов

Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной

Необходимые и достаточные условия экстремума выпуклых функций

Принцип двойственности. Алгоритмы решения задач оптимизации на основе принципа двойственности

Сравнение численных методов решения задач безусловной оптимизации

Симплекс-метод решения задач линейного программирования

поиск начальной угловой точки

Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей

14.1.5. Темы лабораторных работ

Анализ типичных задач оптимального управления

Выпуклое программирование, методы и особенности решения задач выпуклого программирования

Численные методы и алгоритмы решения задач безусловной оптимизации

Метод последовательного улучшения плана для решения задач линейного

Согласована на портале № 23932

программирования

Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей

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.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 23932

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

Согласована на портале № 23932