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: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение вычислительных машин, систем и компьютерных сетей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	10	10	часов
2	Практические занятия	14	14	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Самостоятельная работа	108	108	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Зачет: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 29015

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) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30.10.2014 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 кафедрой автоматизированных систем управления (АСУ)	_____	А. М. Кориков
Доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ)	_____	А. И. Исакова

Согласована на портале № 29015

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

освоение основных идей методов, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных технических, организационных и экономических 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 поведения технических и экономических объектов, обучение студентов применению моделей и алгоритмов решения специальных задач оптимизации

1.2. Задачи дисциплины

– • Изучение моделей квадратичного программирования.
– • Изучение моделей динамического программирования.
– • Изучение вариационного исчисления.
– • Формирование у студентов знаний и умений, необходимых для эффективного управления техническими, организационными и экономическими системами
–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы оптимизации» (Б1.Б.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Последующими дисциплинами являются: Методы планирования эксперимента, Научно-исследовательская работа (рассред.), Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-1 способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень;

– ОК-4 способностью заниматься научными исследованиями;

– ОПК-1 способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** модели квадратичного программирования; двойственность задач нелинейного программирования; модели динамического программирования; основы вариационного исчисления

– **уметь** создавать модели нелинейного программирования и проводить анализ моделей; решать задачи квадратичного программирования; создавать оптимизационные модели; создавать модели динамического программирования; творчески использовать теоретические знания на практике; использовать полученные знания для планирования функционирования и развития предприятия и в научных исследованиях

– **владеть** методами решения задач квадратичного программирования; методами решения задач динамического программирования; методами решения задач вариационного исчисления

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36

Согласована на портале № 29015

Лекции	10	10
Практические занятия	14	14
Лабораторные работы	12	12
Самостоятельная работа (всего)	108	108
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	4	4
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	42	42
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	14
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Тема 1. Квадратичное программирование	2	4	4	21	31	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
2 Тема 2. Теория двойственности	3	2	0	13	18	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
3 Тема 3. Модели динамического программирования	2	4	4	19	29	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
4 Тема 4. Вариационное исчисление	3	4	4	19	30	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
Итого за семестр	10	14	12	72	108	
Итого	10	14	12	72	108	

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
1 семестр			

Согласована на портале № 29015

1 Тема 1. Квадратичное программирование	Задача квадратичного программирования (ЗКП). Условие Куна-Таккера для ЗКП. Метод решения ЗКП с помощью искусственного базиса. Метод решения ЗКП с помощью симплексного преобразования таблицы коэффициентов уравнений. Задача о дополнительности. Метод решения задач о дополнительности (Д). Алгоритм решения задачи КП Мицеля-Хващевского.	2	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	2	
2 Тема 2. Теория двойственности	Формулировка двойственной задачи. Геометрическая интерпретация двойственной по Лагранжу задачи. Разрыв двойственности. Решение двойственной по Лагранжу задачи. Задачи линейного и квадратичного программирования	3	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	3	
3 Тема 3. Модели динамического программирования	Детерминированные управляемые процессы. 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. Управляемые арковские процессы с доходами	2	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	2	
4 Тема 4. Вариационное исчисление	Функционалы. Основные понятия. Необходимое и достаточное условия существования экстремума функционалов. Вариационные задачи с закрепленными концами. Многомерный случай. Уравнения Эйлера-Пуассона	3	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	3	
Итого за семестр		10	

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
Последующие дисциплины				
1 Методы планирования эксперимента	+		+	
2 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+
3 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.

Согласована на портале № 29015

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОК-1	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию
ОК-4	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию
ОПК-1	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Зачет, 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	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Тема 1. Квадратичное программирование	Квадратичное программирование. Оптимальный портфель ценных бумаг	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	4	
3 Тема 3. Модели динамического программирования	Динамическое программирование	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	4	
4 Тема 4. Вариационное исчисление	Вариационное исчисление	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 29015

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Тема 1. Квадратичное программирование	необходимые и достаточные условия существования оптимального решения	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	4	
2 Тема 2. Теория двойственности	Двойственные задачи в квадратичном программировании	2	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	2	
3 Тема 3. Модели динамического программирования	Динамическое программирование. Детерминированные управляемые процессы	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	4	
4 Тема 4. Вариационное исчисление	Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		14	

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
1 семестр				
1 Тема 1. Квадратичное программирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1	Зачет, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 29015

	Итого	21		
2 Тема 2. Теория двойственности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОК-4, ОПК-1	Зачет, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	13		
3 Тема 3. Модели динамического программирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1	Зачет, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	19		
4 Тема 4. Вариационное исчисление	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-1, ОК-4, ОПК-1	Зачет, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	19		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

Согласована на портале № 29015

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
1 семестр				
Зачет	10	10	10	30
Коллоквиум	6	6	6	18
Отчет по лабораторной работе	7	7	7	21
Отчет по практическому занятию	6	6	7	19
Тест	4	4	4	12
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 29015

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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: 03.06.2018.
2. Методы оптимизации: Учебное пособие / Мицель А. А. - 2016. 68 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6603, дата обращения: 03.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах : Учебное пособие для втузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. . - М. : Высшая школа, 2005. - 544 с. (71 экз) (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.)
2. Черепанов О.И. Методы оптимизации: Учебное пособие. – Томск : ТУСУР, 2007. - 203с. (15 экз) (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Мицель А. А. - 2016. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6260, дата обращения: 03.06.2018.
2. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов / Мицель А. А. - 2016. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6473, дата обращения: 03.06.2018.
3. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению практических работ / Мицель А. А. - 2016. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6259, дата обращения: 03.06.2018.

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. Научная электронная библиотека. Режим доступа: https://elibrary.ru.
2. Электронно-библиотечная система "Лань". Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Научно-образовательный портал ТУСУР. Режим доступа: https://edu.tusur.ru/

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

Согласована на портале № 29015

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 / 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
- Maxima
- Microsoft Excel Viewer
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная вычислительная лаборатория / Лаборатория ГПО "Мониторинг"

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, 438 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Рабочие станции: системный блок MB Asus P5B / CPU Intel Core 2 Duo 6400 2.13 GHz / 5Гб RAM DDR2 / 250Gb HDD / LAN (10 шт.);
- Монитор 19 Samsung 931BF (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Экран проектора;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Maxima
- Microsoft Excel Viewer
- Microsoft Office 2003
- Scilab

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 29015

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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

	Задача квадратичного программирования (ЗКП) представляет собой задачу:	с нелинейными ограничениями и квадратичной целевой функцией
		с квадратичными ограничениями и линейной целевой функцией
		с квадратичными ограничениями и нелинейной целевой функцией
		с линейными ограничениями и

Согласована на портале № 29015

		квадратичной целевой функцией
	Условия Куна-Таккера для ЗКП записываются следующим образом: здесь $L(x,\mu,\lambda) = f(x) - \mu^T x - \lambda^T h(x)$ – функция Лагранжа	$\begin{cases} \nabla L_x = 0, \\ \nabla L_\lambda = 0, \\ \mu^T x = 0, \\ x \geq 0. \end{cases}$
		$\begin{cases} \nabla L_x \neq 0, \\ \nabla L_\lambda \neq 0, \\ \mu^T x = 0, \\ x \geq 0, \\ \mu \geq 0 \end{cases}$
		$\begin{cases} \nabla L_x = 0, \\ \nabla L_\lambda = 0, \\ \mu^T x > 0, \\ x = 0, \\ \mu \geq 0 \end{cases}$
		$\begin{cases} \nabla L_x = 0, \\ \nabla L_\lambda = 0, \\ \mu^T x = 0, \\ x \geq 0, \\ \mu \geq 0 \end{cases}$
	Метод искусственного базиса решения задачи квадратичного программирования:	полностью совпадает с аналогичным методом поиска начального базиса при решении задачи линейного программирования
		не совпадает с аналогичным методом поиска начального базиса при решении задачи линейного программирования из-за дополнительного условия $x_j \leq 0$
		не совпадает с аналогичным методом поиска начального базиса при решении задачи линейного программирования из-за дополнительного условия $x_j \geq 0$
		отличается от аналогичного метода поиска начального базиса при решении задачи линейного программирования из-за

Согласована на портале № 29015

		дополнительного условия $\mu_j x_j = 0$, где μ_i – множители Лагранжа
	Метод симплексного преобразования таблицы коэффициентов уравнений, полученных при записи условий Куна-Таккера при решении задачи квадратичного программирования:	полностью совпадает с аналогичным методом поиска начального базиса при решении задачи линейного программирования
		не совпадает с аналогичным методом поиска начального базиса при решении задачи линейного программирования из-за дополнительного условия $x_j \le 0$
		не совпадает с аналогичным методом поиска начального базиса при решении задачи линейного программирования из-за дополнительного условия $x_j \ge 0$
		отличается от аналогичного метода поиска начального базиса при решении задачи линейного программирования из-за дополнительного условия $\mu_j x_j = 0$, где μ_i – множители Лагранжа
	Дана задача: $\left.\begin{array}{l}\min\ f(x)\\ g(x)\le 0\\ h(x)=0\\ x\in X\end{array}\right\}$ Двойственная к ней задача – это:	$\left.\begin{array}{l}\max\ \Theta(\mu,\lambda)\\ \mu\ge 0\end{array}\right\}$, где $\Theta(\mu,\lambda)=\{f(x)+\mu^T g(x)+ +\lambda^T h(x);\ \ x\in X\}$
		$\left.\begin{array}{l}\max\ \Theta(\mu,\lambda)\\ \mu\ge 0\end{array}\right\}$, где $\Theta(\mu,\lambda)=\max\{f(x)+\mu^T g(x)+ +\lambda^T h(x);\ \ x\in X\}$
		$\left.\begin{array}{l}\max\ \Theta(\mu,\lambda)\\ \mu\ge 0\end{array}\right\}$, где $\Theta(\mu,\lambda)=\min\{f(x)+\mu^T g(x)+ +\lambda^T h(x);\ \ x\in X\}$
		$\left.\begin{array}{l}\min\ \Theta(\mu,\lambda)\\ \mu\ge 0\end{array}\right\}$, где $\Theta(\mu,\lambda)=\min\{f(x)+\mu^T g(x)+ +\lambda^T h(x);\ \ x\in X\}$

Согласована на портале № 29015

	Дана задача: $\begin{cases} c^T x \to \min, \\ Ax \geq b, \quad x \geq 0. \end{cases}$ Двойственная к ней задача – это:	$\begin{cases} \mu^T b \to \max, \\ A^T \mu = c, \ \mu < 0. \end{cases}$
		$\begin{cases} \mu^T b \to \max, \\ A^T \mu \geq c, \ \mu \geq 0. \end{cases}$
		$\begin{cases} \mu^T b \to \max, \\ A^T \mu \leq c, \ \mu \geq 0. \end{cases}$
		$\begin{cases} \mu^T b \to \min, \\ A^T \mu \leq c, \ \mu \geq 0. \end{cases}$
	Пусть дана целевая функция прямой задачи $f(x)$, которую надо минимизировать. Обозначим целевую функцию двойственной задачи $\Theta(\mu, \lambda)$, где μ, λ – множители Лагранжа. Разрыв двойственности в нелинейном программировании – это:	$\min(f(x)) > \max\Theta(\mu, \lambda)$
		$\min(f(x)) = \max\Theta(\mu, \lambda)$
		$\min(f(x)) \geq \max\Theta(\mu, \lambda)$
		$\min(f(x)) < \max\Theta(\mu, \lambda)$
	Пусть градиент двойственной задачи нелинейного программирования в некоторой точке $\bar{x}$ равен $\left[g(\bar{x}), h(\bar{x})\right]$. Допустимое направление $x \in X, \ g(x) \leq 0, \ h(x) = 0$. Модифицированное направление $\left[\hat{g}(\bar{x}), h(\bar{x})\right]$ градиентного метода решения двойственной задачи определяется как:	$\begin{cases} \hat{g}_i(x) = g_i(\bar{x}), \quad \text{åñëè } \bar{\mu}_i \leq 0 \text{ èëè } g_i < 0, \\ \max\left[0, g_i(\bar{x})\right], \quad \text{åñëè } \bar{\mu}_i > 0 \text{ èëè } g_i < 0. \end{cases}$
		$\begin{cases} \hat{g}_i(x) = g_i(\bar{x}), \quad \text{åñëè } \bar{\mu}_i \geq 0 \text{ èëè } g_i \geq 0, \\ \max\left[0, g_i(\bar{x})\right], \quad \text{åñëè } \bar{\mu}_i = 0 \text{ èëè } g_i < 0. \end{cases}$
		$\begin{cases} \hat{g}_i(x) = g_i(\bar{x}), \quad \text{åñëè } \bar{\mu}_i \geq 0 \text{ èëè } g_i < 0, \\ \max\left[0, g_i(\bar{x})\right], \quad \text{åñëè } \bar{\mu}_i = 0 \text{ èëè } g_i < 0. \end{cases}$
		$\begin{cases} \hat{g}_i(x) = g_i(\bar{x}), \quad \text{åñëè } \bar{\mu}_i = 0 \text{ èëè } g_i = 0, \\ \max\left[0, g_i(\bar{x})\right], \quad \text{åñëè } \bar{\mu}_i = 0 \text{ èëè } g_i < 0. \end{cases}$
	Динамическое программирование – это:	универсальный метод поиска оптимального решения
		метод поиска минимума функции
		метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения может быть разбит на этапы (шаги)
		метод оптимизации для решения

Согласована на портале № 29015

		задач распределения ресурсов
0	Принцип оптимальности в динамическом программировании состоит в том, что:	он гарантирует получение оптимального решения
		на последнем шаге нужно выбирать управление так, чтобы оно приводило к оптимальному выигрышу
		на первом шаге нужно выбирать управление так, чтобы оно приводило к оптимальному выигрышу
		на ближайшем шаге нужно выбирать управление так, чтобы оно в совокупности с оптимальным управлением на всех последующих шагах приводило к оптимальному выигрышу на всех оставшихся шагах, включая данный
1	Назовите особенности модели ДП	1.Задача оптимизации интерпретируется как N -шаговый процесс управления
		2. Целевая функция равна сумме целевых функций каждого шага.
		3. Выбор управления на k -м шаге зависит только от состояния системы к этому шагу, не влияет на предшествующие шаги (нет обратной связи).
		4.Состояние $x^{(k)}$ после k -го шага управления зависит только от предшествующего состояния $x^{(k-1)}$ и управления $u^{(k)}$ (отсутствие последействия).
		Все перечисленные выше
2	Уравнения Беллмана записываются в виде	$J(x,u)=\sum_{k=1}^{N} J_k=\sum_{k=1}^{N} J_k(x^{(k-1)},u^{(k)})\to \underset{u}{extr}$ $x^{(k)}=f^{(k)}(x^{(k-1)},u^{(k)}),\ k=1,...,N$ $u^{(k)}\in U_k(x^{(k-1)}),\ k=1,...,N$
		$J(x,u)=\sum_{k=1}^{N} J_k=\sum_{k=1}^{N} J_k(x^{(k-1)},u^{(k)})\to \underset{u}{extr}$ $u^{(k)}\in U_k(x^{(k-1)}),\ k=1,...,N$,

		$x^{(0)} \in X_0,\ x^{(N)} \in X_N$
		$J(x,u) = \sum_{k=1}^{N} J_k = \sum_{k=1}^{N} J_k(x^{(k-1)}, u^{(k)}) \to \underset{u}{extr}$ $x^{(k)} = f^{(k)}(x^{(k-1)}, u^{(k)}),\ k = 1,\ldots,N$ $u^{(k)} \in U_k(x^{(k-1)}),\ k = 1,\ldots,N$, $x^{(0)} \in X_0,\ x^{(N)} \in X_N$
		$J(x,u) = \sum_{k=1}^{N} J_k = \sum_{k=1}^{N} J_k(x^{(k-1)}, u^{(k)}) \to \underset{u}{extr}$
3	Укажите примеры функционалов	$J = y(x),\ x \in R^n$
		$J = y(x),\ x \in [a, b]$
		$J = \int_a^b y(x)\,dx;$
		$J(y) = \int_a^b \varphi\left[y_1(x), y_2(x)\right] dx$
4	Необходимое условие существования экстремума функционала $J(y) = \int_0^1 \varphi(y(x))\,dx$ имеет вид:	$\varphi(y(x)) = 0$
		$\frac{d}{dy}\varphi(y(x)) < 0$
		$\frac{d}{dy}\varphi(y(x)) \neq 0$
		$\frac{d}{dy}\varphi(y(x)) = 0$
5	Необходимое условие существования экстремума функционала $J(y) = J(y_1, y_2) = \int_0^1 \varphi(y_1(x), y_2(x))\,dx$ имеет вид:	$\nabla\varphi = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y_1}, \frac{\partial\varphi}{\partial y_2}\right) < 0$
		$\nabla\varphi = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y_1}, \frac{\partial\varphi}{\partial y_2}\right) = 0$
		$\varphi(y_1(x), y_2(x)) = 0$
		$\nabla\varphi = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y_1}, \frac{\partial\varphi}{\partial y_2}\right) > 0$
6	Достаточное условия существования минимума функционала $J(y) = \int_0^1 \varphi(y(x))\,dx$	$\delta J(y^*) > 0$
		$\delta^2 J(y^*) = 0$
		$\delta^2 J(y^*) > 0$

Согласована на портале № 29015

	имеет вид:	$\delta^2 J\left(y^*\right)<0$
7	Достаточное условия существования минимума функционала $J(y_1, y_2)=\int_0^1 \varphi(y_1(x), y_2(x))dx$ имеет вид:	$\nabla\varphi=\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y_1}, \frac{\partial\varphi}{\partial y_2}\right)>0$
		$\nabla\varphi=\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y_1}, \frac{\partial\varphi}{\partial y_2}\right)<0$
		$\nabla^2\varphi=\begin{pmatrix}\frac{\partial^2\varphi}{\partial y_1^2} & \frac{\partial^2\varphi}{\partial y_1\partial y_2}\\ \frac{\partial^2\varphi}{\partial y_1\partial y_2} & \frac{\partial^2\varphi}{\partial y_2^2}\end{pmatrix}<0$
		$\nabla^2\varphi=\begin{pmatrix}\frac{\partial^2\varphi}{\partial y_1^2} & \frac{\partial^2\varphi}{\partial y_1\partial y_2}\\ \frac{\partial^2\varphi}{\partial y_1\partial y_2} & \frac{\partial^2\varphi}{\partial y_2^2}\end{pmatrix}>0$
8	Дан функционал $J(y, y')=\int_a^b \varphi(x, y(x), y'(x))\,dx.$ Уравнение Эйлера для этого функционала имеет вид:	$\varphi_y-\varphi_{y'}=0$
		$\varphi_y-\varphi_{y'}<0$
		$\varphi_y-\frac{d}{dx}\varphi_{y'}=0$
		$\varphi_y-\frac{d}{dx}\varphi_{y'}>0$
9	Дан функционал $J(y)=\int_0^1 \varphi(x, y(x))dx.$ Уравнение Эйлера для этого функционала имеет вид:	$\varphi_y-\varphi_{y'}>0$
		$\varphi_y-\varphi_{y'}<0$
		$\varphi_y(x, y)=0$
		$\varphi_y-\frac{d}{dx}\varphi_{y'}>0$
0	Дан функционал $J(y)=\int_0^1 \varphi(x, y'(x))dx.$ Уравнение Эйлера для этого функционала имеет вид:	$\varphi_y-\varphi_{y'}=0$
		$\varphi_y-\varphi_{y'}<0$
		$\varphi_y-\frac{d}{dx}\varphi_{y'}>0$
		$\frac{d}{dx}\varphi_{y'}(x, y')=0$

14.1.2. Темы коллоквиумов

1) Квадратичное программирование. Методы решения задач квадратичного программирования.

2) Динамическое программирование. Методы решения задач динамического

Согласована на портале № 29015

программирования.

3) Вариационное исчисление. Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами

4) Вариационное исчисление. Задачи со скользящими концами

14.1.3. Зачёт

1) Запишите задачу квадратичного программирования (КП). Задача выбора портфеля ценных бумаг.

2) Условие Куна-Таккера для задач КП.

3) Решение задачи КП с помощью симплексного преобразования таблицы коэффициентов уравнений

4) Решение задачи КП с помощью искусственного базиса

5) Задача о дополнительности.

6) Метод решения задач о дополнительности.

7) Алгоритм решения задачи КП Мицеля-Хващевского.

8) Формулировка двойственной задачи.

9) Геометрическая интерпретация двойственной по Лагранжу задачи

10) Разрыв двойственности.

11) Решение двойственной по Лагранжу задачи. Алгоритм градиентного метода.

12) Задачи линейного и квадратичного программирования.

13) Общая постановка задачи динамического программирования

14) Принцип оптимальности и уравнения Беллмана

15) Задача о распределении средств между предприятиями

16) Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на лет

17) Задача о замене оборудования

18) Вариационное исчисление. Понятие функционала.

19) Необходимые и достаточные условия существования экстремума функционала.

20) Основная лемма вариационного исчисления.

21) Вариационные задачи с закрепленными концами

22) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 1, 2).

23) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 3, 4).

24) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (случаи 5)

25) Вариационные задачи с подвижными концами. Условие трансверсальности.

26) Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами (многомерный случай).

27) Уравнение Эйлера-Пуассона.

14.1.4. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

необходимые и достаточные условия существования оптимального решения

Двойственные задачи в квадратичном программировании

Динамическое программирование. Детерминированные управляемые процессы

Уравнение Эйлера для вариационных задач с закрепленными концами

14.1.5. Темы лабораторных работ

Квадратичное программирование. Оптимальный портфель ценных бумаг

Динамическое программирование

Вариационное исчисление

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.

Согласована на портале № 29015

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.

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

Согласована на портале № 29015