МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е.Троян
«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Уровень основной образовательной программы: бакалавриат

Направление(я) подготовки (специальность): 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль: Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Форма обучения: заочная

Факультет: ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет

Кафедра: АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления

Курс: 3 **Семестр:** 5

Учебный план набора 2012 и последующих лет

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Семестр 5	Всего	Единицы
Лекции	6	6	часов
Лабораторные работы	10	10	часов
Практические занятия	–	–	часов
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	–	–	часов
Всего аудиторных занятий	16	16	часов
из них в интерактивной форме	4	4	часов
Самостоятельная работа студентов (СРС)	88	88	часов
Всего (без экзамена)	104	104	часов
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена/зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость	108	108	часов
(в зачетных единицах)	3	3	ЗЕТ

Контрольная работа 5 **семестр**

Зачет 5 **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 17608

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от « 24 » 1 2017 г.

Рабочая программа по дисциплине «Методы оптимизации» составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 09.03.01- Информатика и вычислительная техника (квалификация (степень) «бакалавр»), утвержденного 12.01.2016. № 5.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «24» января 2017 г., протокол № 2.

Разработчик, к.т.н., доцент каф. АСУ _____ А.А. Шелестов

Зав. обеспечивающей кафедрой АСУ
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности.

Декан, к.ф.-м.н., доцент _____ И.В. Осипов

Заведующий профилирующей и
выпускающей кафедрой АСУ,
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Эксперт:
Доцент каф. АСУ, к.т.н. _____ А.И. Исакова

Согласована на портале № 17608

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Методы оптимизации» изучается в 5 семестре и предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных работ, получение различного рода консультаций.

Целью дисциплины является овладение студентами основных подходов к решению оптимизационных задач, включая: методы безусловной оптимизации функций одной переменной и функций многих переменных; методы решения нелинейных задач условной оптимизации; модели и методы линейного и нелинейного программирования.

Основной **задачей** изучения дисциплины является изучение общих принципов построения оптимизационных моделей прикладных задач и методов их решения.

В результате изучения дисциплины «Методы оптимизации» студенты должны знать алгоритмы решения оптимизационных задач, уметь формулировать и доказывать основные результаты этих разделов. В ходе лабораторных занятий студенты должны приобрести навыки решения задач по всем разделам, в том числе, и с использованием ЭВМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к числу дисциплин по выбору (Б2.В.ДВ.4.1). Успешное овладение дисциплиной предполагает предварительные знания по таким дисциплинам как «Вычислительная математика», «Программирование», «Дополнительные главы математики». Знания и навыки, полученные при ее изучении, используются в последующих дисциплинах: «Преддипломная практика», а также при подготовке выпускной квалификационной работы (ВКР).

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы оптимизации» направлен на формирование следующих компетенций:

- способность к самоорганизации и самообразованию (**ОК-7**);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (**ОПК-5**).

В результате освоения содержания дисциплины «Методы оптимизации» студент должен:

Знать

- основные идеи и алгоритмы оптимизации;
- методы поиска экстремума функций одной и многих переменных;
- модели и методы линейного программирования;
- методы нелинейного программирования для задач с ограничениями.

Уметь

- разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации;
- разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ.

Владеть

- навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач;
- методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов (5 семестр)
Аудиторные занятия (всего)	**16**
В том числе:	**–**
Лекции	6
Лабораторные работы (ЛР)	10
Практические занятия (ПЗ)	–
Семинары (С)-	–
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	–
Другие виды аудиторной работы	–
Самостоятельная работа (всего)	**88**
В том числе:	

Согласована на портале № 17608

Курсовой проект (работа) (самостоятельно)	–
Расчетно-графические работы	–
Проработка лекционного материала	12
Подготовка к лабораторным занятиям	28
Самостоятельное изучение тем теоретической части	48
Подготовка к экзамену/зачету	4
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	**Зачет**
Общая трудоемкость час	**108**
зач. ед	**3**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семин	СРС	Всего час.	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	Анализ экстремальных задач	0,5		2		4	**6,5**	ОК-7, ОПК-5
2	Методы минимизации функций одной переменной	1		2		12	**15**	ОК-7, ОПК-5
3	Методы поиска экстремума функций многих переменных	2		2		22	**26**	ОК-7, ОПК-5
4	Линейное программирование	1		2		20	**23**	ОК-7, ОПК-5
5	Нелинейное программирование	1,5		2		30	**33,5**	ОК-7, ОПК-5
ИТОГО		**6**		**10**		**88**	**104**	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудо-емкость (час)	Формируемые компетенции (ОК, ОПК)
1	2	3	4	9
1	**А**нализ экстремальных задач	Содержательные и формализованные постановки задач оптимизации. Критерии качества и ограничения. Классификация задач оптимизации по виду целевой функции, критерию и типу ограничений. Задачи математического программирования и управления. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функций без ограничений (скалярный и векторный случаи). Необходимые и достаточные условия существования условного экстремума в задачах с ограничениями. Теорема Сильвестра. Квадратичные формы. Функция Лагранжа. Условия оптимальности в терминах седловых точек функции Лагранжа. Теорема Куна - Таккера. Принцип двойственности в задачах математического программирования.	0,5	ОК-7, ОПК-5
2	Методы минимизации функций одной переменной	Математическая постановка задачи. Унимодальность и основные свойства унимодальных функций. Глобальная и ассимптотическая сходимость. Методы исключения интервалов: равномерного поиска, дихотомии, Фибоначчи, золотого сечения, метод ломанных. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания. Методы оптимизации с использованием производных. Сравнительные оценки методов.	1	ОК-7, ОПК-5
3	Методы поиска экстремума функций многих переменных	Методы покоординатного спуска, метод Хука-Дживса, метод сопряженных направлений Пауэлла. Градиентные методы: метод Коши, метод Ньютона, метод Флетчера-Ривза. Алгоритмы с самонастройкой параметра длины рабочего шага. Проблемы вычисления элементов матрицы Гессе. Квазиньютоновские методы, методы с переменной метрикой. Алгоритмы Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, Поллака-Рибьера, Бройдена-Флетчера-Шенно. Сравнение	2	ОК-7, ОПК-5

Согласована на портале № 17608

		методов и результатов вычислительных экспериментов.		
4	Линейное программиро-вание	Математическая постановка и особенности задач ЛП. Основные формы записи задач ЛП. Приведение задач ЛП к стандартной и канонической форме. Графический метод решения задач ЛП, характеристика экстремальных точек. Симплекс-метод. Оптимальные планы и их определение. Симплекс-таблица. Критерий оптимальности симплекс - таблицы и процедура улучшения плана. Метод искусственного базиса. Двойственная задача ЛП, двойственный симплекс-метод. Анализ чувствительности в линейном программировании. Задачи целочисленного ЛП. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Способы построения дополнительных ограничений. Рекомендации составления моделей и решения задач ЛП.	1	ОК-7, ОПК-5
5	Нелинейное программирование	Математическая постановка и особенности задач НП. Задачи выпуклого программирования. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Практические приложения алгоритмов к решению экономических задач. Метод допустимых направлений Зойтендака. Сепарабельное программирование. Метод отсекающих плоскостей, метод линейных комбинаций.	1,5	ОК-7, ОПК-5
ИТОГО			**6**	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Вычислительная математика	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Программирование			+		+			+
3	Дополнительные главы математики						+		+

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, которые обеспечивают изучение последующих дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Преддипломная практика		+		+	+	+		+
2.	ВКР	+	+	+		+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Пр	Лаб	КР/КП	СРС	
ОК-7	+		+		+	Устный опрос на лекциях. Отчет по лабораторной работе, дом. задание, тест
ОПК-5	+		+		+	Устный опрос на лекциях. Дом. задание, тест, проверка конспекта

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа / проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические/семинарские занятия (час)	Всего (час)
Работа в команде		2	**2**
Поисковый метод		4	**4**

Согласована на портале № 17608

Решение ситуационных задач	2	2	4
Итого интерактивных занятий	**2**	**8**	**10**

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудо-емкость (час.)	ОК, ОПК
1	**1**	Анализ экстремальных задач	2	ОК-7, ОПК-5
2	**2**	Минимизация функций одной переменной	2	ОК-7, ОПК-5
3	**3**	Минимизация функции многих переменных	2	ОК-7, ОПК-5
4	**4**	Линейное программирование	2	ОК-7, ОПК-5
5	**5**	Решение условных задач нелинейного программирования	2	ОК-7, ОПК-5
ИТОГО			**10**	

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ – не предусмотрены РУП.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	1÷5	Проработка лекционного материала	12	ОК-7, ОПК-5	Опрос на занятиях (устно)
2.	1÷5	Подготовка к лабораторным занятиям	28	ОК-7, ОПК-5	Отчет, защита практич. работ
3.	3, 4, 5	Самостоятельное изучение тем теоретической части	48	ОК-7, ОПК-5	Дом. задание, тест, устный доклад с презентациями
ИТОГО			**88**		

Темы для самостоятельного изучения (48 часов)

1. Методы штрафных и барьерных функций. Основные типы штрафов.
2. Задача квадратичного программирования. Пример задачи «Портфель ценных бумаг». Условие Куна-Таккера для ЗКП.
3. Вариационное исчисление, Функционалы. Основные понятия. Вариационные задачи с закрепленными концами, уравнения Эйлера, уравнения Эйлера Пуассона. Прямые методы решения вариационных задач.
4. Двойственная задача линейного программирования.

Варианты тем для контрольной работы

1. Задачи одномерной оптимизации без ограничений. Точечные и интервальные алгоритмы
2. Задачи многомерной оптимизации. Алгоритмы нулевого и первого порядка.
3. Задачи условной оптимизации. Понятие двойственной задачи и штрафа.
4. Линейное программирование. Симплекс-метод.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ – не предусмотрены РУП.

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА не предусмотрена для студентов ЗиВФ.

Согласована на портале № 17608

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1. Основная литература

1. Мицель А.А. Методы оптимизации: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ Мицель А.А. – Томск: ТУСУР, 2016. – 68 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6603

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.)
2. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления: Учебное пособие для вузов / И. Г. Черноруцкий. - СПб.: Питер, 2004. – 255 с. (40 экз.)
3. Рубан А.И. Методы оптимизации: Учебное пособие для вузов / А. И. Рубан ; Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники. - Томск: Издательство Томского университета, 1976. - 319 с. (39 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Мицель А.А. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению **самостоятельной** работы студентов [Электронный ресурс]/ Мицель А.А. – Томск: ТУСУР, 2016. – 16 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6473

2. Мицель А.А. Исследование операций и методы оптимизации в экономике. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению **лабораторных работ** [Электронный ресурс]/ Мицель А.А. – Томск: ТУСУР, 2016. – 62 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6475

3. Панасенко Е.А. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению **лабораторных работ** [Электронный ресурс]/ Панасенко Е.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 14 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2977

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. www.compress.ru – Журнал «КомпьютерПресс»
2. www.isn.ru – Российская сеть информационного общества
3. http://www.soft-unity.ru сайт компании «Софт-Юнити»
4. http://poiskknig.ru – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва
5. http://www.mathnet.ru.ru/ - общероссийский математический портал
6. http://www.lib.mexmat.ru – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета
7. http://onlinelibrary.wiley.com - научные журналы издательства Wiley&Sons
8. http://www.sciencedirect.com/ - научные журналы издательства Elsevier

Требуемое программное обеспечение

1) Операционная система MS Windows.
2) MicroSoft Visual C++ Express Edition.
3) Borland Developer Studio 2006, Free Pascal 2.4.

Согласована на портале № 17608

4) Среда разработки Microsoft Visual Studio 2005/2008.
5) Офисный пакет Microsoft Office.
6) Пакет Mathsoft MathCAD.
7) Пакет MathWorks MATLAB.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 437, 438, 439. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 10 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; графические редакторы Lightwave 3D, Corel Xara, Adobe Photoshop.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 14.1.

Согласована на портале № 17608

Таблица 14.1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 17608

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ П. Е. Троян

«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

Профиль(и) Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Форма обучения: заочная

Факультет: ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет

Кафедра: АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления

Курс: 3 **Семестр:** 5

Учебный план набора 2012 и последующих лет

Зачет 5 **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 17608

1 ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Методы оптимизации» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Методы оптимизации» компетенций приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	Знать: – основные стандартные задачи профессиональной деятельности: идеи и алгоритмы оптимизации; – методы поиска экстремума функций одной и многих переменных; – модели и методы линейного программирования; – методы нелинейного программирования для задач с ограничениями. Уметь: – на основе информационной и библиографической культуры разрабатывать модели и алгоритмы задач, с использованием методов оптимизации; – с применением информационно-коммуникационных технологий разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ. Владеть: – навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач с применением информационно-коммуникационных технологий; – методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности и с учетом основных требований информационной безопасности.
ОПК-5	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	

2 РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1 Компетенция ОК- 7

ОК-7: **Способность к самоорганизации и самообразованию**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности. – Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; – Знает методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; – Знает методики использования	Умеет: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности. – Умеет строить модели и алгоритмы задач, с ис-	Владеет: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности. Владеет: технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами

Согласована на портале № 17608

	программных средств для решения практических задач: – Знает как осуществлять разработку программного обеспечения на современных языках программирования; – Знает как осуществлять отладку разработанного программного обеспечения	пользованием современных методов оптимизации: – Умеет разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ; – Умеет осуществлять отладку разработанного программного обеспечения	планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности. – Владеет навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач; – Владеет методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
Виды занятий	– Лекции; – Лабораторные занятия – Групповые консультации.	– Лабораторные занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания; – Зачет	– Подготовка и защита индивидуального домашнего задания; – Конспект самостоятельной работы	– Защита отчета индивидуальной работы, – Защита домашнего задания; – Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
ХОРОШО (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Обладает низким уровнем общих знаний	Обладает умениями на низком уровне, которые не достаточны для выполнения даже простых задач	Работает только при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 17608

критерии			
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знает на высоком уровне основные идеи, методы и подходы решения ЗО: – Знает и понимает суть и идею работы основных алгоритмов оптимизации; – Знает и глубоко понимает теоремы и их доказательства о необходимых и достаточных условиях существования экстремума в задачах оптимизации различного типа; – Знает основные оптимизационные алгоритмы поиска экстремум в задачах условной и безусловной оптимизации.	– Умеет на высоком уровне строить математические модели объектов и систем, подлежащих оптимизации; – Умеет разрабатывать оригинальные алгоритмы и использовать известные с применением современных методов оптимизации: – Умеет разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ; – Умеет осуществлять отладку разработанного программного обеспечения и и составлять квалифицированное руководство пользователя.	– Владеет на высоком уровне навыками применения оригинального и базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач оптимизации; – Владеет методикой построения, полного анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
ХОРОШО (базовый уровень)	– Знает на хорошем уровне методы и подходы для решения ЗО: – Знает основные алгоритмов оптимизации; – Знает теоремы о необходимых и достаточных условиях существования экстремума в задачах оптимизации; – Знает основные оптимизационные алгоритмы поиска экстремум в задачах условной и безусловной оптимизации.	– Умеет на хорошем уровне использовать известные математические модели объектов и систем, подлежащих оптимизации; – Умеет использовать известные алгоритмы с применением современных методов оптимизации: – Умеет использовать стандартные программные средства для решения задач оптимизации; – Умеет осуществлять отладку разработанного программного обеспечения;	– Владеет на хорошем уровне навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения ЗО; – Владеет основами методики построения и анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
УДОВЛЕТ-ВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Знает лишь основные алгоритмы оптимизации; – Знает необходимые и достаточных условия существования экстремума в задачах оптимизации; – Знает суть основных оптимизационных алгоритмы поиска экстремум в ЗО.	– Умеет применять только известные алгоритмы оптимизации: – Умеет использовать лишь стандартные программные средства;	– Слабо владеет навыками применения базового инструментария: – Владеет началами методики построения и анализа моделей оптимизации.

2.2 Компетенция ОПК- 5

ОПК-5: Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.4.

Согласована на портале № 17608

Таблица 2.4 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; – Знает методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; – Знает методики использования программных средств для решения практических задач: – Знает как осуществлять разработку программного обеспечения на современных языках программирования; – Знает как осуществлять отладку разработанного программного обеспечения	– Умеет строить модели и алгоритмы задач, с использованием современных методов оптимизации: – Умеет разрабатывать программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ ; – Умеет осуществлять отладку разработанного программного обеспечения	– Владеет навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач; – Владеет методикой построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
Виды занятий	– Лекции; – Лабораторные занятия – Групповые консультации.	– Лабораторные занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания; – Зачет.	– Подготовка и защита индивидуального домашнего задания; – Конспект самостоятельной работы	– Защита отчета индивидуальной работы, – Защита домашнего задания; – Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знает на высоком уровне основные идеи, методы и подходы решения ЗО: – Знает и понимает суть и идею работы основных алгоритмов оптимизации; – Знает и глубоко понимает теоремы и их доказательства о необходимых и достаточных условиях существования экстремума в задачах опти-	– Умеет на высоком уровне строить математические модели объектов и систем, подлежащих оптимизации; – Умеет разрабатывать оригинальные алгоритмы и использовать известные с применением современных методов оптимизации: – Умеет разрабатывать	– Владеет на высоком уровне навыками применения оригинального и базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач оптимизации; – Владеет методикой построения, пол-

Согласована на портале № 17608

	мизации различного типа; – Знает основные оптимизационные алгоритмы поиска экстремум в задачах условной и безусловной оптимизации.	программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ; – Умеет осуществлять отладку разработанного программного обеспечения и и составлять квалифицированное руководство пользователя.	ного анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
ХОРОШО (базовый уровень)	– Знает на хорошем уровне методы и подходы для решения ЗО: – Знает основные алгоритмов оптимизации; – Знает теоремы о необходимых и достаточных условиях существования экстремума в задачах оптимизации; – Знает основные оптимизационные алгоритмы поиска экстремум в задачах условной и безусловной оптимизации.	– Умеет на хорошем уровне использовать известные математические модели объектов и систем, подлежащих оптимизации; – Умеет использовать известные алгоритмы с применением современных методов оптимизации: – Умеет использовать стандартные программные средства для решения задач оптимизации; – Умеет осуществлять отладку разработанного программного обеспечения;	– Владеет на хорошем уровне навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения ЗО; – Владеет основами методики построения и анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности.
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Знает лишь основные алгоритмов оптимизации; – Знает необходимые и достаточных условия существования экстремума в задачах оптимизации; – Знает суть лишь основных оптимизационных алгоритмы поиска экстремум в ЗО.	– Умеет применять только известные алгоритмы оптимизации: – Умеет использовать лишь стандартные программные средства;	– Слабо владеет навыками применения базового инструментария: – Владеет началами методики построения и анализа и применения моделей оптимизации.

3 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе, приведенном ниже.

3.1 Темы лабораторных занятий

1. Анализ экстремальных задач .
2. Минимизация функций одной переменной.
3. Минимизация функции многих переменных.
4. Линейное программирование.
5. Решение условных задач нелинейного программирования.
6. Квадратичное программирование.
7. Динамическое программирование.
8. Вариационное исчисление.

3.2 Пример типовых вопросов по тестам

1. В чем заключается идея работы оптимизационных алгоритмов интервальной оценки: дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи и др.?

Согласована на портале № 17608

2. Почему методы полиномиальной аппроксимации являются более эффективными по сравнению с методами интервальной оценки?

3. На каком предположении основан метод квадратичной аппроксимации?

4. Какого типа должны быть целевая функция и аппроксимирующий полином в алгоритме Пауэлла?

5. Пояснить графически схему работы алгоритма Пауэлла.

6. В чем сущность работы метода оптимизации на основе кубичной аппроксимации целевой функции?

7. Какие требования предъявляются к целевой функции в методах с использованием производных (методы точечного оценивания)?

8. Каким образом определяется параметр длины рабочего шага в методе Коши?

9. Почему метод Ньютона неэффективен при оптимизации «овражных» целевых функций?

10. Пояснить графически схему работы метода средней точки (поиск Больцано).

11. Привести сравнение эффективности одномерных методов оптимизации.

12. Являются ли методы интервальной оценки в целом более эффективными, чем методы точечного оценивания? Почему?

13. В чем заключается суть работы симплекс-метода?

14. Пояснить принцип исследующего поиска и поиска по образцу в методе Хука-Дживса.

15. В чем заключается идея метода сопряженных направлений Пауэлла? Какие направления называются сопряженными?

16. Пояснить свойство параллельного подпространства, привести геометрическую интерпретацию.

17. Назвать необходимое условие существования экстремума при использовании градиентных методов многомерной оптимизации.

18. Какой тип сходимости в методе Коши?

19. Чем отличается метод Ньютона от модифицированного метода Ньютона?

20. Назвать положительные свойства метода Марквардта.

21. В чем заключаются достоинства метода сопряженных градиентов для квадратичных функций?

22. Для решения какого типа задач оптимизации полезен метод Флетчера-Ривза?

25. Каким требованиям должна удовлетворять матрица Гессе в квазиньютоновских методах с переменной метрикой?

3.3 Домашние индивидуальные задания по теме

1. Одномерная оптимизация без ограничений: методы нулевого, первого порядка.
2. Многомерная оптимизация. Градиентные методы. Методы второго порядка
3. Решение задач линейного программирования. Симплекс-метод.
4. Приближенные методы решения задач линейного программирования на примере транспортной задачи.
5. Условная оптимизация. Методы штрафных и барьерных функций.

3.4 Темы контрольных работ

1. Задачи одномерной оптимизации без ограничений. Точечные и интервальные алгоритмы
2. Задачи многомерной оптимизации. Алгоритмы нулевого и первого порядка.
3. Задачи условной оптимизации. Понятие двойственной задачи и штрафа.
4. Линейное программирование. Симплекс-метод.

3.5 Примеры вариантов контрольных работ

Ниже приведены 4 варианта из 30 типовых заданий, содержащих 50 целевых функций**:**

ВАРИАНТ 1

1. Теорема о существования экстремума – одномерный случай. Понятие унимодальной функции. Методы интервальной оценки: дихотомии, Фибоначчи, золотого сечения.

2. Убедиться в унимодальности целевой функции и найти её экстремум:

$$f(x) = x^4 + 2x^2 + 4x + 1,\ x \in [-1;0],\ \varepsilon = 0{,}1$$

Согласована на портале № 17608

ВАРИАНТ 2

1. Теорема о существования экстремума – многомерный случай. Методы Хука-Дживса и Пауэлла.
2. Найти экстремум ЦФ с помощью методов нулевого порядка и одного из градиентных методов.

Найти точку минимума функции Вуда:

$$f(x)=100\cdot\left(x_1^2-x_2\right)^3+\left(1-x_1\right)^2+90\cdot\left(x_3^2-x_4\right)^2+\left(1-x_2\right)^2+$$
$$+10{,}1\cdot\left[\left(1-x_2\right)^2+\left(1-x_4\right)^2\right]+19{,}8\cdot\left(1-x_2\right)\cdot\left(1-x_4\right).$$

Начальная точка: $x^0=[-3;-1;-3;-1]^T$.

ВАРИАНТ 3

1. Понятие седловой точки. Критерий существования экстремума. Понятие двойственности. Виды штрафов.

4 Найти экстремум ЦФ с помощью методов множителей Лагранжа и одного из соответствующих ЗО типов штрафа:

$$f(x)=(x_1-6)^2+(x_2-6)^2;\ h(x)=x_1+x_2-8;\ x^0=[6;6];\ R_0=0$$

ВАРИАНТ 4

1. Формы записи ЗЛП. Транспортная задача.
2. Найти экстремум ЦФ с помощью симплекс-метода и одного из приближенных методов: северо-западного угла, Фогеля, наименьшей стоимости:

Найти минимум целевой функции:

$$\min[-f(x)]=-x_1+2x_2-3x_4+3x_5-0\cdot x_6-0\cdot x_7;$$

при ограничениях:

$$x_1+x_2+x_4-x_5+x_6=7,$$
$$x_1-x_2+x_4-x_5-x_7=2,$$
$$-3x_1+x_2+2x_4-2x_5=5;$$
$$x_j\geq 0;\ j=1,\ldots,7.$$

3.6 Темы для самостоятельной работы

1. Метод ломанных одномерного поиска.
2. Одномерная оптимизация с использованием полиномиальной аппроксимации.
3. Алгоритмы многомерного поиска Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, Поллака-Рибьера, Бройдена-Флетчера-Шенно.
4. Двойственная задача линейного программирования.
5. Транспортная задача. Приближенные методы решения ЗХЛП,
6. Генетические алгоритмы поиска экстремума.
7. Гравитационные методы оптимизации.
8. Решение задач динамического программирования.
9. Принцип максимума Лагранжа.

3.7 Вопросы для подготовки к теоретическому зачету (для студентов, которые не выполнили все лабораторные работы и индивидуальные задания) по дисциплине «Методы оптимизации»

1. В чем заключается идея работы оптимизационных алгоритмов интервальной оценки: дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи и др.?
2. Почему методы полиномиальной аппроксимации являются более эффективными по сравнению с методами интервальной оценки?

Согласована на портале № 17608

3. На каком предположении основан метод квадратичной аппроксимации?
4. Какого типа должны быть целевая функция и аппроксимирующий полином в алгоритме Пауэлла?
5. Пояснить графически схему работы алгоритма Пауэлла.
6. В чем заключается сущность работы метода оптимизации на основе кубичной аппроксимации целевой функции?
7. Какие требования предъявляются к целевой функции в методах с использованием производных (методы точечного оценивания)?
8. Каким образом определяется параметр длины рабочего шага в методе Коши?
9. Почему метод Ньютона неэффективен при оптимизации «овражных» целевых функций?
10. Пояснить графически схему работы метода средней точки (поиск Больцано).
11. Привести сравнение эффективности одномерных методов оптимизации.
12. Являются ли методы интервальной оценки в целом более эффективными, чем методы точечного оценивания? Почему?
13. В чем заключается суть работы симплекс-метода?
14. Пояснить принцип исследующего поиска и поиска по образцу в методе Хука-Дживса.
15. В чем заключается идея метода сопряженных направлений Пауэлла? Какие направления называются сопряженными?
16. Пояснить свойство параллельного подпространства, привести геометрическую интерпретацию.
17. Назвать необходимое условие существования экстремума при использовании градиентных методов многомерной оптимизации.
18. Какой тип сходимости в методе Коши?
19. Чем отличается метод Ньютона от модифицированного метода Ньютона?
20. Каким образом можно сравнивать многомерные методы безусловной оптимизации?
21. Какие задачи оптимизации относятся к классу ЗЛП?
22. Назовите этапы разработка модели линейного программирования.
23. Приведите запись задачи линейного программирования в общем виде.
24. Приведите запись стандартной формы ЗЛП. ЗЛП со смешанными ограничениями.
25. Каким образом ЗЛП можно представить в стандартной форме?
26. Что является допустимым решением (планом) ЗЛП?
27. Какое решение (план) ЗЛП называется оптимальным?
28. Что является допустимой областью решений ЗЛП?
29. Какая ЗЛП называется противоречивой?
30. Каким образом перейти от задачи поиска максимума к задаче минимизации ЗЛП?
31. В каком случае существует множество оптимальных решений ЗЛП?
32. Что такое неограниченный оптимум ЗЛП. Привести примеры.
33. Каким образом построить на графике область допустимых решений ЗЛП?
34. В чем состоит суть графического метода решения задач линейного программирования?
35. Где расположено оптимальное решение на допустимой области решений ЗЛП?
36. Сформулируйте основную теорему, лежащую в основе симплекс-метода (СМ) решений ЗЛП.
37. Какие переменные в ЗЛП являются зависимыми (базисными) и какие независимыми (небазисными)?
38. Приведите понятие базисного и допустимого базисного решения ЗЛП.
39. В каком случае допустимое базисное решение ЗЛП называется вырожденным (вырожденной угловой точкой), а соответствующая задача называется вырожденной?
40. В чем заключается суть алгоритма симплекс-метода?
41. Как с помощью симплекс-таблицы определить, что оптимального решения ЗЛП не существует?
42. Как с помощью симплекс-таблицы определить, что решение ЗЛП является оптимальным?
43. В чем различие между симплекс-методом и методом полного перебора допустимых вершин в области, задаваемой ограничениями?
44. Сформулируйте алгоритм поиска начального базиса в задаче линейного программирования.
45. Сформулируйте двойственную задачу ЛП.
46. В чем заключается основная идея метода множителей Лагранжа?
47. В каком случае функция Лагранжа является выпуклой функцией?
48. Что является седловой точкой функции Лагранжа?

Согласована на портале № 17608

49. Что означают понятия «активное» и «неактивное» ограничение?
50. Что такое внешний штраф? Приведите графическую иллюстрацию.
51. Дайте понятие внутреннего штрафа. Приведите графическую иллюстрацию.
52. Для учета ограничений какого типа используется квадратичный штраф? Приведите графическую иллюстрацию.
53. Что представляет собой барьерная функция?
54. Какие основные виды барьерных функций применяются в методах штрафных функций?
55. Запишите выражение для штрафа «бесконечный барьер». Приведите графическую иллюстрацию.
56. Запишите выражение для логарифмического штрафа. Приведите графическую иллюстрацию.
57. Запишите выражение для штрафа типа обратной функции. Приведите графическую иллюстрацию.
58. Запишите выражение для штрафа типа квадрата срезки логарифмического штрафа. Приведите графическую иллюстрацию.
59. В чем особенность общего алгоритма метода штрафных функций?
60. Что такое седловая точка функции Лагранжа?
61. Сформулируйте критерий седловой точки.
62. Сформулируйте необходимое условие оптимальности решения в ЗНП.
63. Сформулируйте достаточное условие оптимальности решения в ЗНП.
64. В чем заключаются свойства двойственной функции Лагранжа?
65. Какие требования должны выполняться при использовании градиентного метода решения двойственной задачи?
66. Приведите пример двойственной функция для ЗЛП.
67. В чем суть градиентного метода решения двойственной по Лагранжу задачи?
68. Какая связь между решением прямой и двойственной задачи в ЛП?

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

1. Учебное пособие по дисциплине «Методы оптимизации» приведено в рабочей программе в разделе 12.3 [1].

– Мицель А.А. Методы оптимизации: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ Мицель А.А. – Томск: ТУСУР, 2016. – 68 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6603

2. Методические указания по лабораторным работам, самостоятельной работе студентов всех форм обучения приведены в рабочей программе в разделе 12.3.1 [1-2].

Учебно-методические пособия

– Мицель А.А. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению **самостоятельной работы** студентов [Электронный ресурс]/ Мицель А.А. – Томск: ТУСУР, 2016. – 16 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6473

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

– Панасенко Е.А. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению **лабораторных работ** [Электронный ресурс]/ Панасенко Е.А. – Томск: ТУСУР, 2012. – 14 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2977

Согласована на портале № 17608