МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы автоматизированного проектирования**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Лабораторные занятия	28	28	часов
Самостоятельная работа	88	88	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	6

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 54279

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью данной дисциплины является изучение методов аналитического и численного решения задач оптимизации, получение навыков решения практических задач оптимизации с помощью программных средств.

1.2. Задачи дисциплины

1. получить представление об основах теории оптимизации и способах решения практических задач оптимизации; изучить способы решения типовых задач оптимизации с помощью программных средств; научиться анализировать полученные результаты и оценивать их точность.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 .Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа	знает: основы системного подхода и теорию оптимизации для решения задачи поиска оптимальных проектных решений
	УК-1.2 .Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	умеет: применять методики и программные средства для поиска информации при решении оптимизационных задач
	УК-1.3 .Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач	владеет методами, алгоритмами и программными средствами для решения оптимизационных задач; способен генерировать варианты проектных решений для поставленной задачи и осуществлять выбор оптимального из них

Согласована на портале № 54279

Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-9. Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	ОПК-9.1 .Знает классификацию программных средств и возможности их применения для решения практических задач	знает: классификацию программных средств и возможности их применения для решения практических задач оптимизации
	ОПК-9.2 .Умеет находить и анализировать техническую документацию по использованию программного средства, использует программные средства для решения конкретной задачи	умеет: использовать программные средства для решения типовых задач оптимизации
	ОПК-9.3 .Владеет методиками использования программного средства в соответствующем виде для решения конкретной задачи	владеет: методами, алгоритмами и программными средствами для решения типовых задач оптимизации
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Лекционные занятия	28	28
Лабораторные занятия	28	28
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	88	88
Написание конспекта самоподготовки	12	12
Подготовка к тестированию	14	14
Подготовка к контрольной работе	12	12
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	40	40
Написание реферата	10	10
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в

Согласована на портале № 54279

таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Общая постановка задачи оптимизации	2	-	4	6	УК-1
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной	4	4	18	26	ОПК-9, УК-1
3 Обработка данных эксперимента. Метод наименьших квадратов	4	4	12	20	ОПК-9, УК-1
4 Аналитические и численные методы безусловной оптимизации функций многих переменных	6	8	16	30	ОПК-9, УК-1
5 Аналитические и численные методы условной оптимизации функций многих переменных	12	12	16	40	ОПК-9, УК-1
6 Реализация методов оптимизации в программных пакетах	-	-	22	22	ОПК-9
Итого за семестр	28	28	88	144	
Итого	28	28	88	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Общая постановка задачи оптимизации	Общее понятие оптимизации. Необходимые условия для постановки задачи оптимизации. Примеры.	2	УК-1
	Итого	2	
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной	Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной. Аналитический метод поиска экстремума функции одной переменной. Численные методы нулевого, первого и второго порядков для поиска экстремума функции одной переменной.	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	4	
3 Обработка данных эксперимента. Метод наименьших квадратов	Обработка данных эксперимента. Метод наименьших квадратов. Формирование системы нормальных уравнений. Методы линеаризации исходных данных. Построение аппроксимирующего полинома на основе метода наименьших квадратов	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 54279

4 Аналитические и численные методы безусловной оптимизации функций многих переменных	Постановка задачи безусловной оптимизации функции многих переменных. Матрицы Якоби, Гессе, квадратичные формы, условия безусловного экстремума, исследование особых точек на экстремум.	2	ОПК-9, УК-1
	Алгоритмы нулевого, первого и второго порядков для решения задач безусловной оптимизации функции нескольких переменных.	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	6	
5 Аналитические и численные методы условной оптимизации функций многих переменных	Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Функция Лагранжа, ограничения типа равенств, исследование точек на экстремум. Примеры.	4	ОПК-9, УК-1
	Численные методы поиска экстремума функции нескольких переменных с учетом ограничений	4	ОПК-9, УК-1
	Постановка задачи линейного программирования. Двойственность задачи ЛП. Графическое решение задачи ЛП. Симплекс-метод для решения задачи ЛП.	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	12	
6 Реализация методов оптимизации в программных пакетах	Программный пакет Optimization Toolbox в системе MATLAB	0	ОПК-9
	Итого	-	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной	Исследование алгоритмов поиска экстремума функции одной переменной	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	4	
3 Обработка данных эксперимента. Метод наименьших квадратов	Сглаживание экспериментальных данных на основе метода наименьших квадратов	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 54279

4 Аналитические и численные методы безусловной оптимизации функций многих переменных	Поиск экстремума функции двух переменных без ограничений	8	ОПК-9, УК-1
	Итого	8	
5 Аналитические и численные методы условной оптимизации функций многих переменных	Поиск экстремума функции двух переменных с учетом ограничений	8	ОПК-9, УК-1
	Решение прямой и двойственной задачи ЛП	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	12	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Общая постановка задачи оптимизации	Написание конспекта самоподготовки	2	УК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	УК-1	Тестирование
	Итого	4		
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-9, УК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-9, УК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-9, УК-1	Тестирование
	Итого	18		
3 Обработка данных эксперимента. Метод наименьших квадратов	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-9, УК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-9, УК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-9, УК-1	Тестирование
	Итого	12		

Согласована на портале № 54279

4 Аналитические и численные методы безусловной оптимизации функций многих переменных	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-9, УК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-9, УК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-9, УК-1	Тестирование
	Итого	16		
5 Аналитические и численные методы условной оптимизации функций многих переменных	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-9, УК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-9, УК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-9, УК-1	Лабораторная работа
	Итого	16		
6 Реализация методов оптимизации в программных пакетах	Написание конспекта самоподготовки	2	ОПК-9	Конспект самоподготовки
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-9	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-9	Тестирование
	Написание реферата	10	ОПК-9	Реферат
	Итого	22		
Итого за семестр		88		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		124		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-9	+	+	+	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Лабораторная работа, Реферат, Тестирование, Экзамен
УК-1	+	+	+	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

Согласована на портале № 54279

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
6 семестр				
Конспект самоподготовки	1	1	1	3
Контрольная работа	5	5	5	15
Лабораторная работа	10	10	12	32
Реферат	0	0	10	10
Тестирование	0	0	10	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	16	16	38	100
Нарастающим итогом	16	32	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Методы оптимизации: Учебное пособие / А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко - 2017. 198 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7045.

Согласована на портале № 54279

2. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/67460.

7.2. Дополнительная литература

1. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-1217-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212441.

2. Гольдштейн, А. Л. Оптимизация в среде MATLAB : учебное пособие / А. Л. Гольдштейн. — Пермь : ПНИПУ, 2015. — 192 с. — ISBN 978-5-398-01361-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/160831.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Бабак Л.И., Черкашин М.В. Методы оптимизации в САПР: учеб.-методич. пособие / Л.И., Бабак, М.В. Черкашин, – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, изд-е 2, перераб. и дополн. – 2015. – 78 с. [электронный ресурс]. - режим доступа: свободный [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://kcup.tusur.ru/index.php?module=mod_methodic&command=view&id=138.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Согласована на портале № 54279

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:

- Far Manager;
- Foxit Reader;
- MatLab&SimulinkR2006b;
- Mathcad 13, 14;
- Microsoft EXCEL Viewer;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Word Viewer;
- OpenOffice 4;
- Windows 10 Enterprise;

Лаборатория информационных технологий: 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, 323 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- ПТК на базе IBM PC/AT - 4 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Far Manager;
- Foxit Reader;
- MatLab&SimulinkR2006b;
- Mathcad 13, 14;
- Microsoft EXCEL Viewer;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Word Viewer;
- OpenOffice 4;
- Windows Embedded 8.1 Industry Enterprise;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную

Согласована на портале № 54279

информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. 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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общая постановка задачи оптимизации	УК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной	ОПК-9, УК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 54279

3 Обработка данных эксперимента. Метод наименьших квадратов	ОПК-9, УК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Аналитические и численные методы безусловной оптимизации функций многих переменных	ОПК-9, УК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Аналитические и численные методы условной оптимизации функций многих переменных	ОПК-9, УК-1	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Реализация методов оптимизации в программных пакетах	ОПК-9	Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Реферат	Примерный перечень тем для рефератов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков

Согласована на портале № 54279

3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Точки, в которых первая производная функция одной переменной определена и равна нулю, называются
   a) стационарными точками функции
   b) точками минимума
   c) точками максимума
   d) точками экстремума
2. Точки, в окрестности которых первая производная функции одной переменной меняет знак "плюс" на знак "минус"
   a) являются точками максимума функции

Согласована на портале № 54279

b) являются точками минимума функции
c) не являются точками экстремума
d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа

3. Точки, в окрестности которых первая производная функции одной переменной меняет знак "минус" на знак "плюс"
   a) являются точками минимума функции
   b) являются точками максимума функции
   c) не являются точками экстремума
   d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа
4. Если в стационарных точках функции одной переменной вторая производная определена и положительна, то
   a) это точки максимума
   b) точки минимума
   c) точки перегиба
   d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа
5. Градиентом функции нескольких переменных называется
   a) вектор, компонентами которого являются частные производные этой функции
   b) матрица, элементами которой являются частные производные второго порядка
   c) скалярное произведение вектора, компонентами которого являются частные производные этой функции, на вектор
   произвольных приращений независимых переменных
   d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа
6. В стационарной точке функции нескольких переменных имеет место минимум, если в этой точке
   a) все угловые миноры матрицы Гессе положительны
   b) все угловые миноры матрицы Гессе отрицательны
   c) угловые миноры матрицы Гессе меняют знак с плюса на минус
   d) все угловые миноры матрицы Гессе равны нулю
7. В стационарной точке функции многих переменных имеет место максимум, если в этой точке
   a) угловые миноры матрицы Гессе, начиная с первого, отрицательного, меняют знак с минуса на плюс
   b) все угловые миноры матрицы Гессе положительны
   c) угловые миноры матрицы Гессе меняют знак с плюса на минус
   d) все угловые миноры матрицы Гессе равны нулю
8. Первой вариацией функции нескольких переменных называется
   a) скалярное произведение градиента функции на вектор произвольных приращений независимых переменных
   b) матрица, элементами которой являются частные производные второго порядка
   c) вектор, компонентами которого являются частные производные этой функции
   d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа
9. Элементами матрицы Гессе являются функции нескольких переменных
   a) частные производные второго порядка функции
   b) частные производные первого порядка функции
   c) координаты стационарных точек функции
   d) 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 x= [3,2]
    a) имеет место минимум
    b) определитель матрицы Гессе > 0
    c) значение функции в этой точке равно нулю
    d) вторые смешанные производные равны нулю
11. При решении задач на условный экстремум для функций многих переменных при наличии ограничений
    типа равенств методом неопределенных множителей Лагранжа, количество этих множителей

Согласована на портале № 54279

a) на единицу больше, чем количество ограничений
b) равно количеству ограничений
c) равно количеству независимых переменных
d) меньше, чем количество ограничений

12. Золотым сечением отрезка (a,b) называется деление этого отрезка некоторой точкой x так, что выполняется условие
a) (b - a) / (b - x) = (b - x) / (x - a)
b) (b - a) / (b - x) = 3/2
c) x = (b - a - delta) / 2
d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа
13. Классический метод решения задач на условный экстремум с ограничениями типа равенств заключается в том, что
a) 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
b) для решения применяют метод неопределенных множителей Лагранжа
c) для решения применяют метод штрафных функций
d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа
14. Достаточное условие максимума функции многих переменных формулируется следующим образом
a) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции меньше нуля, то это точка
максимума
b) если в стационарной точке функции многих переменных вторая производная меньше нуля, то это точка максимума
c) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции больше нуля, то это точка
максимума
d) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции равна нулю, то это точка максимума
15. Вектор-градиент скалярной функции многих переменных указывает
a) направление наискорейшего роста функции
b) направление убывания функции
c) направление роста функции
d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа
16. Достаточное условие минимума функции многих переменных формулируется следующим образом
a) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции больше нуля, то это точка
минимума
b) если в стационарной точке функции многих переменных вторая производная больше нуля, то это точка минимума
c) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции меньше нуля, то это точка
минимума
d) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции равна нулю, то это точка
минимума
17. 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

Согласована на портале № 54279

a) $\begin{cases} 2(x_1-1)+\lambda_1=0, \\ 2(x_2-1)+\lambda_1=0, \\ \lambda_1(x_1+x_2-2)=0. \end{cases}$

b) $\begin{cases} 2(x_1-1)+\lambda_1=0, \\ 2(x_2-1)+\lambda_1=0, \\ \lambda_1(x_1+x_2)=2. \end{cases}$

c) $\begin{cases} 2(x_1-1)-\lambda_1=0, \\ 2(x_2-1)-\lambda_1=0, \\ \lambda_1(x_1+x_2-2)=0. \end{cases}$

d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа

18. Метод наискорейшего спуска решения задач на безусловный экстремум для функции f(x) заключается в построении
сходящейся к точке минимума последовательности $\vec{x}^k$ такой, что

a) $\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k-t_k\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где t_k, $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - шаг поиска и градиент функции соответственно, причем шаг выбирается из условия минимума функции $\varphi(t_k)=f\left(\vec{x}^k-t_k\nabla f\left(\vec{x}^k\right)\right)$

b) $\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k-\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - градиент функции

c) $\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k+\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - градиент функции

d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Понятие экстремума функции одной переменной. «Подозрительные» на экстремум точки. Необходимое условие экстремума функции одной переменной.
2. Унимодальные функции одной переменной. Свойства унимодальных функций.
3. Первое достаточное условие экстремума функции одной переменной
4. Второе достаточное условие экстремума функции одной переменной. Исследование производных высших порядков
5. Выпуклые функции одной переменной. Критерий выпуклости функций одной переменной. Исследование первой производной
6. Выпуклые функции многих переменных.
Необходимое и достаточное условие минимума гладких выпуклых функций, заданных на выпуклом множестве
7. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод равномерного поиска
8. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод поразрядного поиска
9. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод деления отрезка пополам
10. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод золотого сечения

Согласована на портале № 54279

11. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод Фибоначчи
12. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод парабол
13. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод Ньютона-Рафсона
14. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод средней точки (Больцано)
15. Численные методы поиска экстремума функции нескольких переменных. Метод покоординатного спуска.
16. Численные методы поиска экстремума функции нескольких переменных. Метод наискорейшего спуска.
17. Численные методы поиска экстремума функции нескольких переменных. Метод градиентного спуска.
18. Численные методы поиска экстремума функции нескольких переменных. Метод Ньютона.
19. Численные методы поиска экстремума функции нескольких переменных. Метод Хука-Дживса
20. Численные методы поиска экстремума функции нескольких переменных. Симплекс метод Нелдера-Мида.
21. Прямая задача линейного программирования. Принцип графического решения
22. Двойственная задача линейного программирования. Переход к прямой задаче. Принцип графического решения

9.1.3. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Общая постановка задачи оптимизации.
2. Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной
3. Аналитические методы поиска экстремума функции нескольких переменных
4. Численные методы поиска экстремума функции нескольких переменных
5. Задача линейного программирования. Двойственность задачи ЛП
6. Сглаживание экспериментальных данных на основе применения метода наименьших квадратов.
7. Выравнивание и линеаризация данных
8. Методы оптимизации в составе Optimization Toolbox MATLAB

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Исследовать заданную функцию f(x) на особые точки аналитическим методом. Построить графики f(x) и f ’(x), отметить на них найденные особые точки. Оформить отчет.
   Пример: f(x)= 5x^6 – 36x^5 + 82.5x^4 – 60x^3 + 36

2. Аналитическим методом исследовать функцию z(x, y) на экстремумы, т.е. найти особые точки и определить их тип – максимум, минимум или седловая точка. Построить: а) 3D график функции z(x, y); б) линии уровня z(x, y) = const на
   плоскости (x, y). Отметить на графике с линиями уровня z(x, y) найденные особые точки. Оформить отчет.
   Пример: z(x,y)= x^2 + xy + y^2 – 3x – 3y + 5

3. Найти минимум ЦФ вида y(x) = x^4 + exp(-x) методом Ньютона-Рафсона на интервале. x□[-2; 2]
   Сделать 2 итерации. Оценить точность полученного решения.

4. Найдите минимум функции f(x,y) = x^2+y^2+x□y−3□x. Начальная точка x(0)=[3; 3]. Сделать 2 шага на основе метода покоординатного спуска. Оценить точность полученного решения на основе max-нормы

Согласована на портале № 54279

5. Решить задачу ЛП графическим методом. Оформить отчет.

$$\max F(x) = x_1 + 4x_2$$
$$x_1 + 2 \cdot x_2 \geq 2$$
$$-x_1 + x_2 \leq 3$$
$$x_1 + x_2 \leq 7$$
$$2 \cdot x_1 + x_2 \leq 10$$
$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование алгоритмов поиска экстремума функции одной переменной
2. Сглаживание экспериментальных данных на основе метода наименьших квадратов
3. Поиск экстремума функции двух переменных без ограничений
4. Поиск экстремума функции двух переменных с учетом ограничений
5. Решение прямой и двойственной задачи ЛП

9.1.6. Примерный перечень тем для рефератов

1. Реализация методов нелинейной оптимизации с ограничениями в программном пакете Optimzation Toolbox MATLAB
2. Реализация методов оптимизации в программном пакете MathCAD
3. Реализация методов оптимизации в программном пакете Mathematica
4. Реализация методов оптимизации в программном пакете SciLab
5. Реализация методов оптимизации в программном пакете GNU Octave
6. Применение генетических алгоритмов для решения задач нелинейной оптимизации
7. Реализация методов оптимизации на языке программирования Python

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

Согласована на портале № 54279

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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 № 54279

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 7 от «28» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КСУП	Н.Ю. Хабибулина	Согласовано, 127794aa-ac54-4444-9122-130bd40d9285
Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КСУП	М.В. Черкашин	Разработано, f6a9f90a-ccca-411f-a4cd-bc6a4d4c3de9

Согласована на портале № 54279