МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет систем управления (ФСУ)**
Кафедра: **Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Лабораторные занятия	36	36	часов
Самостоятельная работа	72	72	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	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78415

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение общих принципов построения оптимизационных моделей прикладных задач и методов их решения.
2. Изучение алгоритмов решения оптимизационных задач.
3. Приобретение навыков решения задач по всем разделам, в том числе, и с использованием ЭВМ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.О.05.11.
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		

Согласована на портале № 78415

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Знает виды ресурсов и ограничений для решения поставленных задач, основные методы оценки разных способов решения задач, действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность	Знает и определяет круг задач в рамках поставленной цели и выбирает оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в рамках своей профессиональной деятельности
	УК-2.2. Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения, анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов, использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности; находит оптимальные способы решения поставленных задач	Умеет и проводит анализ поставленной цели и формулирует задачи, которые необходимо решить для ее достижения, анализирует альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов, использует нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности; находит оптимальные способы решения поставленных задач в рамках своей профессиональной деятельности
	УК-2.3. Владеет методиками постановки цели и задач проекта, методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией; проводит рефлексию и оценку результатов проекта	Владеет и применяет методики постановки цели и задач проекта, методы оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыки работы с нормативно-правовой документацией; проводит рефлексию и оценку результатов проекта в рамках своей профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 78415

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основы логики, математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знает и применяет навыки базового инструментария методов оптимизации для решения прикладных задач; методики построения, анализа и применения моделей оптимизации в профессиональной деятельности
	ОПК-1.2. Умеет планировать и формулировать задачи исследования, решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Умеет и решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования с использованием методов оптимизации; разрабатывает программы, реализующие численные методы оптимизации на ЭВМ в рамках своей профессиональной деятельности
	ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, математического моделирования различных процессов	Владеет и осуществляет моделирование реальных процессов в своей профессиональной деятельности
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 и применяет классификацию программных средств для решения практических задач в своей профессиональной деятельности
	ОПК-9.2. Умеет находить и анализировать техническую документацию по использованию программного средства, использует программные средства для решения конкретной задачи	Умеет находить и анализировать техническую документацию по использованию программных средств для решения конкретных задач в профессиональной деятельности
	ОПК-9.3. Владеет методиками использования программного средства в соответствующем виде для решения конкретной задачи	Владеет и использует программные средства для решения задач в своей профессиональной деятельности
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

Согласована на портале № 78415

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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	36	36
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к тестированию	36	36
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	36	36
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 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
5 семестр					
1 Анализ экстремальных задач	4	4	8	16	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
2 Методы минимизации функции одной переменной	8	6	12	26	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
3 Методы поиска экстремума функции многих переменных	10	8	16	34	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
4 Линейное программирование	8	6	16	30	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
5 Нелинейное программирование	4	8	12	24	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
6 Методы штрафов	2	4	8	14	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
Итого за семестр	36	36	72	144	
Итого	36	36	72	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
5 семестр			

Согласована на портале № 78415

1 Анализ 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.	4	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	4	
2 Методы минимизации функции 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.	8	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	8	
3 Методы поиска экстремума функции многих переменных	Методы покоординатного спуска, метод ХукаДживса, 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 методов и результатов вычислительных экспериментов.	10	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	10	

Согласована на портале № 78415

4 Линейное программирование	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. Симплекстаблица. 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.	8	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	8	
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	4	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	4	
6 Методы штрафов	Методы штрафных и барьерных функций. Основные типы штрафов	2	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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

Согласована на портале № 78415

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Анализ экстремальных задач	Выпуклые множества. Унимодальные функции. Необходимые и достаточные условия существования экстремума.Критерий Сильвестра.	4	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	4	
2 Методы минимизации функции одной переменной	Методы оптимизации нулевого порядка: дихотомии, золотого сечения.Градиентные методы: методы Коши, Ньютона, Больцано	6	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	6	
3 Методы поиска экстремума функции многих переменных	Методы прямого поиска: симплекс-метод, ХукаДживса, Паулла.Градиентные методы: НьютонаРафсона, квазиньютоновские, сопряженных градиентов.	8	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	8	
4 Линейное программирование	Формы записи задач линейного программирования.Симплекс метод.Транспортная задача.	6	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	6	
5 Нелинейное программирование	Задачи выпуклого программирования. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Практические приложения алгоритмов к решению экономических задач. Метод допустимых направлений Зойтендака. Сепарабельное программирование.	8	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	8	
6 Методы штрафов	Методы штрафных и барьерных функций. Основные типы штрафов	4	ОПК-1, ОПК-9, УК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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
5 семестр				

Согласована на портале № 78415

1 Анализ экстремальных задач	Подготовка к тестированию	4	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа
	Итого	8		
2 Методы минимизации функции одной переменной	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
3 Методы поиска экстремума функции многих переменных	Подготовка к тестированию	8	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа
	Итого	16		
4 Линейное программирование	Подготовка к тестированию	8	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа
	Итого	16		
5 Нелинейное программирование	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
6 Методы штрафов	Подготовка к тестированию	4	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа
	Итого	8		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

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.	

Согласована на портале № 78415

ОПК-1	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ОПК-9	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
УК-2	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

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
5 семестр				
Лабораторная работа	10	15	15	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	25	25	100
Нарастающим итогом	20	45	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

Согласована на портале № 78415

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.

7.2. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.).
2. Методы оптимизации. Часть 1: Учебное пособие / А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко - 2020. 350 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9877.
3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ. Часть 2: Учебное пособие / А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко - 2022. 360 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10274.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы оптимизации: Методические указания к лабораторным работам / Е. Б. Грибанова - 2023. 66 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10722.
2. Методы оптимизации: Методические указания по самостоятельной работе / Е. Б. Грибанова - 2024. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10749.

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

Лаборатория группового проектного обучения: помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 431 ауд.

Согласована на портале № 78415

Описание имеющегося оборудования:
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

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, 209 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 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

Согласована на портале № 78415

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Анализ экстремальных задач	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Методы минимизации функции одной переменной	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Методы поиска экстремума функции многих переменных	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Линейное программирование	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Нелинейное программирование	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Методы штрафов	ОПК-1, ОПК-9, УК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		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

Согласована на портале № 78415

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
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. Является ли точка глобального экстремума целевой функции одновременно точкой локального экстремума?
   а) является

Согласована на портале № 78415

b) не является
c) зависит от вида функции.

2. Для каких функций найденный локальный минимум будет являться одновременно и глобальным?
   a) выпуклых функций
   b) невыпуклых функций
   c) унимодальных функций d) положительных функций
3. Какие из перечисленных методов являются градиентными методами?
   a) дихотомии
   b) Пауэлла
   c) Ньютона
   d) Больцано.
4. Сходимость метода равномерного поиска:
   a) линейная с коэффициентов сходимости, равным единице
   b) линейная с коэффициентов сходимости, равным двум
   c) квадратичная
   d) сперлинейная.
5. Методы, обладающие лучшими характеристиками по критерию «количество вычислений значений функции, требуемых для достижения заданной точности :
   a) метод равномерного поиска
   b) метод дихотомии
   c) метод Фибоначчи
   d) метод золотого сечения.
6. Сходимость метода золотого сечения:
   a) линейная
   b) квадратичная
   c) уперлинейная
   d) сверхлинейная.
7. Наиболее эффективным по критерию «величины относительного уменьшения интервала» является метод:
   a) Дихотомии
   b) золотого сечения
   c) Фибоначчи
   d) равномерного поиска.
8. Сходимость метода Ньютона-Рафсона:
   a) квадратичная в окрестности решения
   b) квадратичная в начале итерационного процесса, линейная – в окрестности решения
   c) кубическая
   d) суперлинейная
   e) синейная
9. Сходимость метода секущих поиска минимума функции:
   a) линейная в начале итерационного процесса, квадратичная – в окрестности решения
   b) квадратичная в начале итерационного процесса, линейная – в окрестности решения
   c) линейная
   d) квадратичная
   e) суперлинейная
10. Сходимость метода деления отрезка пополам:
    a) линейная в начале итерационного процесса, квадратичная – в окрестности решения
    b) квадратичная в начале итерационного процесса, линейная – в окрестности решения
    c) линейная
    d) квадратичная
11. В методе средней точки исследуется:
    a) знак производной независимо от её значения
    b) значение производной
    c) значение второй производной
    d) знак второй производной независимо от её значения.
12. Если в методе Хука-Дживса исследующий поиск был удачным, то следующим шагом

Согласована на портале № 78415

будет:
a) поиск по образцу
b) уменьшение приращения
c) проверка критерия останова.

13. Если в методе Хука-Дживса исследующий поиск был неудачным, то следующим шагом будет:
a) поиск по образцу
b) уменьшение приращения
c) проверка критерия останова
14. Какие из перечисленных методов являются методами прямого поиска?
a) Хука-Дживса
b) симплексный
c) Ньютона d) Коши
15. Какие из перечисленных методов являются градиентными методами?
a) Хука-Дживса
b) симплексный
c) Ньютона
d) Коши
16. Какой вид будет иметь симплекс, если рассматривается зависимость функции от двух переменных?
a) треугольник
b) квадрат
c) отрезок прямой.
17. Градиент указывает направление:
a) наискорейшего убывания функции
b) наискорейшего возрастания функции
c) наискорейшего возрастания производной функции
18. Норма градиента характеризует:
a) скорость возрастания функции
b) скорость убывания функции
c) направление возрастания функции.
19. Поиск параметра длины шага в методе Коши осуществляется с помощью методов:
a) одномерной оптимизации
b) многомерной оптимизации
c) линейного программирования
d) нелинейного программирования
20. Задача линейного программирования – это задача оптимизации, в которой:
a) ограничения, представленные в виде равенств или неравенств, и целевая функция линейны
b) ограничения, представленные в виде равенств или неравенств и целевая функция нелинейны
c) отсутствуют ограничения, а целевая функция линейна
d) ограничения, представленные в виде равенств или неравенств линейны, а целевая функция нелинейна
21. С помощью какого метода может быть решена задача линейного программирования?
a) симплекс-метода
b) Ньютона
c) Коши
22. Идея симплекс метода решения задачи линейного программирования состоит в:
a) направленном переборе угловых точек допустимого множества решений с последовательным уменьшением целевой функции
b) направленном переборе угловых точек недопустимого множества решений с последовательным увеличением целевой функции
c) направленном переборе угловых точек, в которых целевая функция положительна, с последовательным уменьшением целевой функции
d) направленном переборе всех точек допустимого множества решений с последовательным уменьшением целевой функции

Согласована на портале № 78415

23. Целочисленное программирование-это:
    a) раздел математического программирования, изучающий экстремальные задачи, в которых на искомые переменные накладывается условие целочисленности
    b) раздел математического программирования, изучающий экстремальные задачи, в которых на результат расчета целевой функции накладывается условие целочисленности
    c) раздел математического программирования, изучающий экстремальные задачи, в которых количество ограничений равно числу искомых переменных.
24. Какими методами можно найти начальное распределение при решении транспортной задачи?
    a) методом северо-западного угла
    b) методом наименьшей стоимости
    c) методом Фогеля
    d) методом Жордана-Гаусса
    e) методом искусственного базиса
25. Методы штрафов могут быть использованы для решения:
    a) только тех задач, в которых целевая функция линейна, а ограничения нелинейны
    b) задач, в которых целевая функция и ограничения нелинейны
    c) только тех задач, в которых ограничения отсутствуют
    d) задач, в которых целевая функция нелинейна, а ограничения заданы в виде равенств и неравенств

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

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

Согласована на портале № 78415

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Выпуклые множества. Унимодальные функции. Необходимые и достаточные условия существования экстремума.Критерий Сильвестра.
2. Методы оптимизации нулевого порядка: дихотомии, золотого сечения.Градиентные методы: методы Коши, Ньютона, Больцано
3. Методы прямого поиска: симплекс-метод, ХукаДживса, Паулла.Градиентные методы: НьютонаРафсона, квазиньютоновские, сопряженных градиентов.
4. Формы записи задач линейного программирования.Симплекс метод.Транспортная задача.
5. Задачи выпуклого программирования. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Практические приложения алгоритмов к решению экономических задач. Метод допустимых направлений Зойтендака. Сепарабельное программирование.
6. Методы штрафных и барьерных функций. Основные типы штрафов

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.

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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)

Согласована на портале № 78415

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 № 78415

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ
протокол № 11 от «23» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191
Заведующий обеспечивающей каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. АСУ	А.И. Исакова	Согласовано, 79bf1038-9d22-4279-a1e8-7806307b7f82
Заведующий кафедрой, каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. АСУ	А.А. Шелестов	Разработано, fd68430c-cfb3-47cf-9488-b545d84236a5

Согласована на портале № 78415