

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 27.08.2024 15:58:48

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы МЧС России»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

**Магистратура по направлению подготовки
27.04.03 Системный анализ и управление
направленность (профиль) «Системный анализ и управление в
организационно-технических системах»**

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

- приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков, необходимых для эффективного выполнения функциональных обязанностей по должностному предназначению;
- обучение умению решения прикладных задач методами многокритериальной оптимизации.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-9	Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики

Задачи дисциплины:

- системное математическое моделирование и системная оптимизация технических объектов на базе разработанных и имеющихся средств исследования и проектирования, включая стандартные и специализированные пакеты прикладных программ;
- разработка проектов сложных технических систем различного назначения, обоснование выбора аппаратно-программных средств на основе методов системного анализа, оптимизации и принятия управленческих решений;
- перспективные научные направления в области разработки и формирования решений в сложных и чрезвычайных ситуациях с использованием методов многокритериальной оптимизации;
- методиками сбора, переработки и представления научно-технических материалов по результатам исследований к опубликованию в печати, а также в виде обзоров, рефератов, отчётов, докладов и лекций с использованием методов многокритериальной оптимизации.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-9.1. Осуществляет постановку и выполняет эксперименты по проверке корректности научно обоснованных решений в	Знает
	Методы проверки корректности научно обоснованных решений в области системного анализа и автоматического управления.
	Умеет

области системного анализа и автоматического управления.	Осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности научно обоснованных решений в области системного анализа и автоматического управления.
ОПК-9.2. Осуществляет постановку и выполняет эксперименты по проверке эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа и автоматического управления.	Знает
	Методы проверки эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа и автоматического управления.
	Умеет
	Осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа и автоматического управления.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части дисциплин основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление, направленность (профиль) «Системный анализ и управление в организационно-технических системах»

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.

4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	з.е.	час.	по курсам
			1
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Контактная работа, в том числе:		10	10
Аудиторные занятия		10	10
Лекции (Л)		2	2
Практические занятия (ПЗ)		6	6
Лабораторные работы (ЛР)		2	2
Самостоятельная работа (СРС)		98	98
Зачет с оценкой		+	+

4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

для заочной формы обучения

№ п.п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Самостоятельная работа	Контроль
			Лекции	Практическое занятия	Лабораторное занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Начальные понятия многокритериальной оптимизации	18	2			16	
2	Тема 2. Классические подходы к решению многокритериальных задач оптимизации	30		2		28	
3	Тема 3. Прямые методы многокритериальной оптимизации	30			2	28	
4	Тема 4. Решение задач многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности	30		4		26	
	Зачет с оценкой	+					+
	Итого по курсу	108	2	6	2	98	

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся для заочной формы обучения

Тема 1. Начальные понятия многокритериальной оптимизации

Лекция. Формальная постановка задач оптимизации при многих критериях. Частные критерии. Парето-оптимальные решения. Эффективные решения. Интерпретация и графическое представление множества решений. Компромиссные решения. Сравнение альтернатив при многих критериях. Формализация предпочтений ЛПР. Линии уровня критерия выбора.

Самостоятельная работа. Начальные понятия многокритериальной оптимизации

Рекомендуемая литература:

основная [1],

дополнительная [1].

Тема 2. Классические подходы к решению многокритериальных задач оптимизации

Практические занятия. Оптимизация основного частного критерия. Взвешенная сумма оценок частных критериев. Минимаксный критерий.

Самостоятельная работа. Процедуры критерия Гурвица в формате дискретного множества альтернатив. Использование MS Excel для решения задач многокритериальной оптимизации

Рекомендуемая литература:

основная [1],

дополнительная [1].

Тема 3. Прямые методы многокритериальной оптимизации

Лабораторная работа. Исследование возможностей MS Excel для решения задач линейной многокритериальной максимизации. Метод последовательных уступок.

Самостоятельная работа. Метод Гермейера. Графический метод оптимизации по Гермейеру.

Рекомендуемая литература:

основная [1],

дополнительная [1].

**Тема 4. Решение задач многокритериальной оптимизации
в условиях неопределенности**

Практические занятия. Принятие решений в условиях риска. Задачи стохастического программирования. Методы нечеткой многокритериальной оптимизации.

Самостоятельная работа. Решение задач многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности. Генетические алгоритмы. Этапы решения задачи оптимизации с помощью генетических алгоритмов.

Рекомендуемая литература:

основная [1],

дополнительная [1].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины «Дискретная математика» используется лекционные и практические занятия.

1. Лекция: составляет основу теоретического обучения и должна давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрацией видео- и кинофильмов, слайдов, схем, плакатов, показом моделей, приборов и макетов, использованием компьютерной техники.

На лекционных занятиях используется мультимедийный проектор с комплектом презентаций.

2. Практическое занятие: практическое занятие проводится в целях: выработки практических умений и приобретения навыков, закрепления пройденного материала по соответствующей теме дисциплины. Главным их содержанием является практическая работа каждого слушателя (обучающегося).

3. Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе и носят групповой характер.

4. Самостоятельная работа: направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям, экзамену.

Самостоятельная работа обучающихся проводится в часы самостоятельной подготовки, устанавливаемые расписанием дня.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, решения задач. Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. Формальная постановка задач оптимизации при многих критериях.
2. Парето-оптимальные решения.
3. Эффективные решения.
4. Компромиссные решения.
5. Линии уровня критерия выбора.
6. Оптимизация основного частного критерия.
7. Оптимизация основного частного критерия в формате дискретного множества альтернатив.
8. Взвешенная сумма оценок частных критериев.
9. Минимаксный критерий.
10. Оптимизация в формате подхода критерия Гурвица.
11. Метод последовательных уступок.
12. Метод идеальной точки. Утопическая точка.
13. Метод Гермейера.
14. Метод среднего геометрического.

15. Задача линейной многокритериальной максимизации.
16. Задача целевого программирования.
17. Типы неопределенности.
18. Принятие решений в условиях риска.
19. Постановка задачи стохастического программирования. М- и Р- постановки задачи СП.
20. Методы теоретико-игрового подхода.
21. Критерии Вальда, Байеса-Лапласа, Сэвиджа, Гурвица.
22. Методы нечеткой многокритериальной оптимизации.

Типовые задачи:

Задача 1.

Определить точки локальных экстремумов функции

$$f(x) = x^3 - 2x_1x_2 + x_2^2 - 3x_1 - 2x_2$$

Задача 2.

Исследовать на экстремум функцию

$$z = 4x^2 - 6xy - 34x + 5y^2 + 42y + 7.$$

Задача 3.

Исследовать на экстремум функцию

$$z = x^3 + 3xy^2 - 15x - 12y + 1.$$

Задача 4

Имеется несколько вариантов проекта станка (см. табл.). Каждый вариант оценивается по балльной шкале одинаковым набором показателей. Приоритет показателей неизвестен. Нужно найти Парето-оптимальные решения.

Таблица

Исходные данные для задачи выбора вариантов проекта станка

Показатели	Проекты						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Надежность	10	4	6	9	5	3	3
Производительность	2	7	8	2	1	8	5
Удобство в эксплуатации	3	3	3	3	0	0	4
Простота изготовления	2	3	4	1	2	4	7
Внешний вид (дизайн)	4	1	2	3	2	1	7

Задача 5.

Требуется выбрать наилучший вариант организации поставок товара, например, из семи доступных и возможных вариантов. Соответствующие варианты альтернатив обозначаем далее через А, В, С, D, E, F и G. Эти семь альтернатив составляют множество $\{ \}$, причем $m = 7$. Пусть частные критерии в этой ситуации представлены четырьмя критериями.

Показатели этих частных критериев в формате заданных альтернатив уже проанализированы и выражены в некоторых удобных для ЛПР денежных единицах (например, в тыс. у.е.). Уточним, какие из альтернатив являются оптимальными по Парето.

Таблица 1.1.

Значения частных критериев для примера 1.1.

Альтернативные решения	Значения частных критериев			
	$g^{(1)}$	$g^{(2)}$	$g^{(3)}$	$g^{(4)}$
A	45	27	159	29
B	40	34	148	28
C	42	35	126	24
D	41	34	170	28
E	45	35	146	26
F	43	32	147	27
G	42	36	122	25

Задача 6.

6.1. Решить методом последовательных уступок трехкритериальную задачу, представленную математической моделью:

$$Z_1 = -x_1 + 3x_2 - 2x_3 \rightarrow \min;$$

$$Z_2 = -3x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \max;$$

$$Z_3 = x_1 + 2x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

$$\begin{aligned} 3x_1 + 2x_2 + ax_3 &\geq 1, \\ x_1 + ax_2 + x_3 &\leq 19, \\ ax_1 + 3x_2 &\leq 21, \\ x_1, x_2, x_3 &\geq 0. \end{aligned}$$

Значение неизвестного параметра a взять равным номеру по списку.

Уступки по первому и второму критерию оптимизации равны $d_1=6$, $d_2=4$.

Отчет должен содержать оптимальные значения переменных и всех целевых функций, полученных в результате расчета на ЭВМ.

6.2. Решение многокритериальной задачи с помощью различных критериев.

Анализируется ситуация, когда нужно выбрать наилучший вариант организации поставок товара, причем, из семи доступных вариантов: А, В, С, D, Е, F и G. Множество частных критериев представлено четырьмя критериями. Их оценки приведены в таблице:

Альтернативные решения	Значения частных критериев			
	$g^{(1)}$	$g^{(2)}$	$g^{(3)}$	$g^{(4)}$
A	29	27	24	10
B	28	34	30	20
C	24	35	35	60
D	28	34	35	40
E	26	35	60	15
F	27	32	36	40
G	25	36	40	50

А. Решить многокритериальную задачу методом уступок

В. Решить многокритериальную задачу методом Гермейера

С. Решить многокритериальную задачу методом среднего геометрического

Д. Решить многокритериальную задачу модифицированным методом среднего геометрического

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой

1. Начальные понятия многокритериальной оптимизации
2. Формальная постановка задач оптимизации при многих критериях.
3. Частные критерии.
4. Парето-оптимальные решения.
5. Эффективные решения.
6. Интерпретация и графическое представление множества решений.
7. Компромиссные решения.
8. Сравнение альтернатив при многих критериях.
9. Формализация предпочтений ЛПР.
10. Линии уровня критерия выбора.
11. Классические подходы к решению многокритериальных задач оптимизации.
12. Оптимизация основного частного критерия.
13. Оптимизация основного частного критерия в формате дискретного множества альтернатив.
14. Метод взвешенной суммы оценок частных критериев.
15. Взвешенная сумма оценок частных критериев.
16. Минимаксный критерий.
17. Процедуры минимаксного критерия в формате дискретного множества альтернатив.
18. Оптимизация в формате подхода критерия Гурвица. Управляющий параметр.
19. Прямые методы многокритериальной оптимизации
20. Метод последовательных уступок.
21. Этапы метода последовательных уступок.
22. Метод идеальной точки. Утопическая точка.
23. Оптимизация графическим методом.
24. Метод Гермейера. Графический метод оптимизации по Гермейеру.
25. Метод среднего геометрического. Модификация метода среднего геометрического.
26. Задача линейной многокритериальной максимизации.
27. Задача целевого программирования.
28. Общая характеристика методов решения задач многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности.
29. Типы неопределенности.
30. Принятие решений в условиях риска.
31. Постановка задачи стохастического программирования. М- и Р- постановки задачи СП.
32. Методы теоретико-игрового подхода. Классы игр.
33. Критерии Вальда, Байеса-Лапласа, Сэвиджа, Гурвица.
34. Генетические алгоритмы.
35. Этапы решения задачи оптимизации с помощью генетических алгоритмов.
36. Методы нечеткой многокритериальной оптимизации.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
Зачет с оценкой	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

Microsoft Windows 7 Professional – ПО-ВЕ8-834 [Лицензионное]

Microsoft Office Standard 2010 – ПО-413-406 [Лицензионное]

7-Zip – ПО-F33-948 [Свободно распространяемое]

Adobe Acrobat Reader – ПО-F63-948 [Свободно распространяемое]

Google Chrome – ПО-F2С-926 [Свободно распространяемое]

МойОфис Образование – ПО-41В-124 [Свободно распространяемое - Отечественное]

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации

2. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации

3. Электронная библиотека Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: <http://elib.igps.ru>

4. Электронно-библиотечная система IPRBOOK: <http://www.iprbookshop.ru/>

5. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com/>

7.3. Литература

Основная:

1. Многокритериальные задачи принятия решений: учебное пособие. Лотов А.В., Поспелова И.И. Изд. МАКС Пресс, М. С. – 197. 2008. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?5&type=card&cid=ALSFR-45f9dd6c-4913-4e6b-b561-b699f2a7faca&remote=false>

Дополнительная:

1. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач: монография. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Изд. Наука М. С.- 255. 1982. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?13&type=card&cid=ALSFR-6fa292d7-f827-44d3-86ab-56b8f477d231&remote=false>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория

вычислительной техники.

Автор: кандидат технических наук профессор Гвоздик М.И.