

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Утвърдил:
(акад. В. Дренски, Директор на ИМИ-БАН)

Учебна програма
за специализиран докторантски курс

Област на висше образование:	4. Природни науки, математика и информатика
професионално направление:	4.5 Математика
докторска програма:	Математическо моделиране и приложение на математиката
тема:	Методи за оптимизация
лектор:	доц. д-р Васил Георгиев Гуляшки
данни за връзка с лектора (тел., имейл)	+359 2 979 3425, vggul@yahoo.com
хорариум:	30 часа лекции
кредити съгл. кредитната система на ЦО на БАН:	20

1. Анотация

Целта на курса е да даде знания за методите, техниките и подходите за еднокритериална и многокритериална оптимизация. Тези познания биха били полезни на всички, които желаят да решават оптимизационни задачи. Курсът е полезен за инженери, икономисти, лица вземащи решения при управлението на предприятия и производствени процеси, експерти в районирането, разпределението на ресурси, секционното разпределение на населението при гласуване, както и за всички други експерти, които решават реални оптимизационни задачи в тяхната дейност.

При еднокритериалната оптимизация се започва с условията за оптималност, последователно се разглеждат методите за решаване на оптимизационни задачи без ограничения, методите за задачи с ограничения от тип равенства, методите за задачи с ограничения от тип неравенства, методите за задачи с линейни ограничения и методите за задачи с нелинейни ограничения. Разглеждат се и метаевристични алгоритми за глобална оптимизация. Накрая се разглеждат въпроси от математическото моделиране.

При многокритериалната оптимизация се започва с основни понятия и дефиниции (Парето оптималност) и с условията за оптималност. След това се разглеждат методи без

предпочитания, априорни методи, апостериорни методи и интерактивни методи. Накрая се разглеждат методите от многокритериалния анализ Електре и Прометей.

2. Необходими предварителни знания

Линейна алгебра, математически анализ и числени методи в рамките на основните курсове във ФМИ на СУ.

3. Компетентности, придобити в резултат на обучението

Запознаване с основните методи, техниките и подходите за еднокритериална и многокритериална оптимизация.

Придобиване на умения за прилагане на методите за решаване на оптимизационни задачи без ограничения, методите за задачи с ограничения от тип равенства, методите за задачи с ограничения от тип неравенства, методите за задачи с линейни ограничения и методите за задачи с нелинейни ограничения.

4. Тематично съдържание

<i>тема</i>	<i>брой часове лекции</i>
Еднокритериална оптимизация	15
Многокритериална оптимизация	15

5. Конспект

I. Еднокритериална оптимизация

1. Въведение в теорията на грешките при изчисления. Въведение в изчислителната линейна алгебра. Елементи на многомерния анализ
2. Условия за оптималност
3. Методи за безусловна оптимизация
 - а) Методи за оптимизация при целева функция с една променлива
 - б) Методи за негладки функции с множество променливи
 - в) Методи за гладки функции с множество променливи
 - г) Методи от втори порядък
 - д) Методи от първи порядък
 - е) Методи за минимизация на гладки функции без изчисление на производни
 - ж) Методи за решаване на задачата за най-малките квадрати
 - з) Методи за решаване на задачи с голяма размерност. Метод на спрегнатите градиенти
4. Методи за задачи с линейни ограничения
 - а) Методи за търсене на екстремум при ограничения от тип равенства
 - б) Методи на активния набор за ограничения от тип линейни неравенства
 - в) Задачи от специални типове

- г) Задачи с малък брой ограничения от общ вид
- д) Задачи с ограничения от специален вид
- е) Големи задачи с линейни ограничения
- 5. Методи за задачи с нелинейни ограничения
 - а) Методи на наказателните и бариерните функции
 - б) Методи на приведените градиенти и проекции на градиентите
 - в) Методи на модифицираните функции на Лагранж
 - г) Методи на проектирания лагранжиан
 - д) Оценки на множителите на Лагранж
- 6. Метаевристични алгоритми за глобална оптимизация
 - а) Генетични алгоритми
 - б) Алгоритми от тип „Табу търсене”
 - в) Алгоритми на симулираното закаляване
 - г) Еволюционни алгоритми
- 7. Моделиране
 - а) Преобразуване на задачи
 - б) Машабиране
 - в) Постановка на ограниченията
 - г) Задачи с дискретни и целочислени променливи
 - д) Динамично програмиране

II. Многокритериална оптимизация

1. Постановка на задачата. Парето оптималност. Лице вземащо решения
2. Диференцируеми условия за оптималност. Недиференцируеми условия за оптималност
3. Методи без предпочитания. Метод на еталонната точка
4. Априорни методи
 - а) Метод на ценностната функция
 - б) Метод на лексикографската наредба
5. Апостериорни методи
 - а) Метод на претеглената сума;
 - б) Метод на ε -ограниченията
6. Интерактивни методи
 - а) Метод на компромисите (автори: Chankong и Haimes)
 - б) Метод на Zionts и Wallenius
 - в) STEM-метод (автори: Venayoun, ... , Ларичев)
 - г) Метод на отправната точка (автор: Wierzbicki)
 - д) Метод на удовлетворителния компромис (автор: Nakayama)
 - е) Метод на отправното направление (автор: Korhonen)
7. Метод ELECTRE (ЕЛЕКТРЕ) (автори: Venayoun и Roy)
8. Методи PROMETHEE (ПРОМЕТЕЙ) (автори: Brans и Mareschal)

6. Препоръчителна литература:

1. Bana e Costa, C. A. ed., Readings In Multiple Criteria Decision Aid, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1990
2. Climaco, J., editor, Multicriteria Analysis, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1997.
3. Dowdy S., S. Wearden, "Statistics for research", John Wiley & sons, 1983.
4. Fandel G. and T. Gal, editors, Multiple Criteria Decision Making, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, No 448, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1997.
5. Garey M. R. and D. S. Johnson, „Computers Intractability: A guide to the theory of NP-completeness”, W. H. Freeman, San Francisco, 1979.
Гэри М., Д. Джонсон, „Вычислительные машины и труднорешаемые задачи“, Москва „Мир“, 1982г.
6. Gill P. E., W. Murray, M. H. Wright, “Practical Optimization”, Academic Press: London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 1981.
Гилл Ф. У. Мюррей, М. Райт, „Практическая оптимизация“, Москва, Мир, 1985г.
7. Goldberg D. E., Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning,, Addison Wesley, Reading, Mass, 1989.
8. Himmelblau, D. M., “Applied Nonlinear Programming”, McGraw-Hill Book Company, 1972.
Химмельблау Д., „Прикладное нелинейное программирование“, Издательство „Мир“, Москва, 1975г.
9. Miettinen, K., Nonlinear Multiobjective Optimization, Kluwer Academic Publishers, Boston / London / Dordrecht, 1999.
10. Murtagh B. A., “Advanced Linear Programming: Computation and Practice”, McGraw-Hill International Book Company, 1981.
Муртаф Б., „Современное линейное программирование. Теория и практика“, Москва „Мир“, 1984г.
11. Nemhauser, G. L. and L. A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1988.
12. Papadimitriou C. H. and Steiglitz K., “Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1982.
Пападимитриу Х., К. Стайглиц, „Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность“, Издательство „Мир“, Москва, 1985г.
13. Reklaitis G. V., Ravindran A., Ragsdell K. M., Engineering Optimization. Methods and Applications, John Wiley and Sons, 1983.
14. Strang G., “Linear Algebra and its Applications”, Academic Press: New York, 1976.
Г. Стренг, „Линейная алгебра и её применения“, Издательство „Мир“, Москва, 1980г.
15. Vincke, P., Multiple Criteria Decision Aid, John Wiley & Sons, New York, 1992
16. Алексеев, О. Г., „Комплексное применение методов дискретной оптимизации“, Издательство „Наука“, Москва, 1987г.

17. Бертсекас, Д., „Условная оптимизация и методы множителей Лагранжа“, Издательство „Радио и связь“, Москва, 1987г.
18. Бонев, К., Н. Лалова, А. Иванов, „Математическо моделиране“, книгоиздателство „Г. Бакалов“, Варна, 1989г.
19. Бончев, Е. К. „Учебник по числени методи за допълнителна математическа подготовка на инженера“, София, 1984г.
20. Гелерт В., Х. Кестнер, З. Нойбер, „Математически енциклопедичен речник“, Държавно издателство „Наука и изкуство“, София, 1983г.
21. Деннис Дж., Р. Шнабель, „Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений“, Издательство „Мир“, Москва, 1988г.
22. Димитров Б., Н. Янев, „Вероятности и статистика“, Университетски курс, издателство „Софттех“, София, 2007г.
23. Димитров Б., Н. Янев, „Теория на вероятностите и математическа статистика“, издателство „Наука и изкуство“, София, 1990г.
24. Краскевич, В. Е., К. Х. Зеленский, В. И. Гречко, „Численные методы в инженерных исследованиях“, Головное издательство издательского объединения „Вища школа“, Харьков, 1986г.
25. Стоянов, С. К. „Оптимизация на технологични обекти“, Държавно издателство „Техника“, София, 1983г.
26. Тончев, Й. „MATLAB 7, част III“, Издателство „Техника“, София, 2009г.
27. Тончев, Й., „MuPAD Новият символен мотор на MATLAB“, Издателство „Техника“, София, 2011г.
28. Форсайт Дж., М. Малкълм, К. Молър, „Компютърни методи за математически пресмятания“, Издателство „Наука и изкуство“, София, 1986г.
29. Ценов И., Петков П., „Матрични методи за анализ и синтез на линейни системи за автоматично управление“, Държавно издателство „Техника“, София, 1981г.
30. Шоуп Т., „Наръчник по изчислителни методи за инженери“, Държавно издателство „Техника“, София, 1983г.

7. Ресурсно осигуряване на обучението:

MATLAB и MuPAD.

8. Критерии за оценка

Изпитът е с продължителност 4 часа и се състои от две части – писмен и устен.

На писмения изпит докторантът развива своите идеи и концепции по два въпроса от конспекта и една задача.

На устния изпит докторантът отговаря на зададени от журито въпроси, свързани с темата на курса и поставената задача.

Крайната оценка е от 2 до 6 (с точност до 0.5).
Тя се формира на базата на следното съответствие:

Отличен (6)	Мн.добър (5)	Добър (4)	Среден (3)	Слаб (2)
Отлично владее материала. Изложението е изчерпателно, последователно, компетентно, логично и хармонично. Правилно обосновава предлаганите решения, знае как да обобщава и излага материала без да прави грешки. Притежава необходимите умения за изпълнение на практически задачи.	Познава материала. Излага го правилно без да допуска съществени неточности. Може правилно да прилага теоретични принципи и притежава необходимите умения за изпълнение на практически задачи.	Владее голяма част от материала, но допуска неточности при изложението и отговорите на въпросите. Има известни неясноти при опитите за прилагане на материала в практически ситуации.	Владее само част от материала, но се затруднява в отделните детайли. Допуска неточности във формулировките и нарушава последователността при представянето на материал. Има затруднения при изпълнение на практически задачи.	Не познава значителна част от материала, допуска съществени грешки и с големи трудности изпълнява практически задачи.

Учебната програма е обсъдена и одобрена на заседание на секция „Математическо моделиране и числен анализ“ на 09.03.2020 г.

Ръководител секция:
(проф. д-р Нели Димитрова)

Учебната програма е разгледана от Директорския съвет на ИМИ-БАН на 12.03.2020 г. (протокол № 10).

Учебната програма е приета от Научния съвет на ИМИ-БАН на 13.03.2020 г. (протокол № 4).