

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

сигнатура:				
4.5	ММAM	S	01	v2
професионално направление	код на докт. програма	вид курс (базов/спец.)	номер	версия
<i>попълва се административно след приемане от НС на ИМИ</i>				

Утвърдил:

(чл.-кор. П. Бойваленов, 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:	проф. дмн Михаил Кръстанов
данни за връзка с лектора (тел., имейл)	0884 31 97 35, krast@math.bas.bg
хорариум:	30 часа лекции
кредити съгл. кредитната система на ЦО на БАН:	20

Учебната програма заменя досега актуалната учебна програма за специализиран докторантски курс 4.5-ММAM-S-01-v1 „Методи за оптимизация“, приета с решение на НС на ИМИ-БАН на 13.03.2020 г. (протокол № 4).

1. Анотация

Курсът е посветен на числени методи за решаване на нелинейни оптимизационни задачи без ограничения. Основен акцент се поставя върху представянето на основните идеи на съвременните подходи, както и върху анализа на техните математически предположения. Обсъждат се приложимостта на разглежданите методи, тяхната ефективност и скоростта на сходимост. Разглеждат се също практически аспекти, свързани с реализацията на съответните алгоритми. Ще бъде обърнато внимание и на връзката между представените

методи и подходите за глобална оптимизация при наличие на ограничения. Курсът има за цел да изгради у студентите както теоретично разбиране, така и практически умения за прилагане на методите за оптимизация при решаването на конкретни задачи.

2. Необходими предварителни знания

Необходими са основни познания по линейна алгебра и математически анализ в рамките на основните курсове във ФМИ на СУ „Св. Климент Охридски“.

3. Компетентности, придобити в резултат на обучението

След завършване на курса студентите ще:

- разбират основните числени методи за нелинейна оптимизация без ограничения;
- умеят да анализират приложимостта и ефективността на различни алгоритми;
- познават математическите предположения за сходимост на методите;
- могат да прилагат разглежданите методи при решаване на конкретни оптимизационни задачи;
- притежават умения за числена реализация и оценка на алгоритми при решаването на практически задачи.

4. Тематично съдържание

тема	брой часове лекции
Класификация на оптимизационните задачи: Видове оптимизационни задачи. Примери и приложения. Необходими и достатъчни условия за екстремум.	2
Градиентни методи и метод на най-стръмното спускане: Основна идея и различни реализации. Избор на дължина на стъпката. Анализ на сходимостта.	6
Метод на Нютон: Основни предположения и тяхната обосновка. Анализ на сходимостта. Ограничения и практически аспекти.	2
„Trust region“ методи: Необходими и достатъчни условия за оптималност при квадратични задачи с ограничения. Метод „Dog-leg“. Локална и глобална сходимост	8
Метод на спрегнатия градиент: Алгоритъм и интерпретации. Предимства и ограничения. Анализ на сходимостта	6
Въведение в глобалната оптимизация и задачи с ограничения: Разграничение между локална и глобална оптимизация. Методи за глобално търсене.	4
Критерии за оценка на методите, ефективност и практически съображения. Връзка между задачи без и със ограничения.	2

5. Конспект

1. Класификация на оптимизационните задачи и основни примери.
2. Необходими условия за екстремум при оптимизационни задачи без ограничения.
3. Достатъчни условия за екстремум и тяхното значение.
4. Основни принципи на градиентните методи и методът на най-стръмното спускане.
5. Различни реализации на градиентните методи и избор на дължина на стъпката.
6. Анализ на сходимостта при градиентните методи.
7. Метод на Нютон – основни предположения и условия за приложимост.
8. Анализ на скоростта на сходимост на метода на Нютон.
9. Trust region методи – концепция, алгоритми и свойства.
10. Необходими и достатъчни условия за оптималност при квадратични задачи с ограничения.
11. Методът Dog-leg и приложенията му.
12. Метод на спрегнатия градиент – принципи и анализ на сходимост.
13. Разграничение между локална и глобална оптимизация.
14. Основни методи за глобално търсене и техните характеристики.
15. Критерии за оценка на методите, връзка между задачи с и без ограничения, и практически аспекти при реализация.

6. Препоръчителна литература:

1. K. Scheinberg, L. T. Biegler – Practical Optimization: Algorithms and Engineering Applications, SIAM, 2020.
2. D. P. Bertsekas – Nonlinear Programming, 3rd Edition, Athena Scientific, 2016.
3. E. K. P. Chong, S. H. Zak – An Introduction to Optimization, 4th Edition, Wiley, 2013.
4. J. Nocedal, S. Wright – Numerical Optimization, 2nd Edition, Springer, 2006.
5. S. Boyd, L. Vandenberghe – Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.
A. R. Conn, N. I. M. Gould, P. L. Toint – Trust Region Methods, SIAM, 2000.
6. M. J. D. Powell – Optimization, в Handbook of Numerical Analysis, Volume 1, Elsevier, 1990.
7. R. Fletcher – Practical Methods of Optimization, 2nd Edition, Wiley, 1987.

7. Ресурсно осигуряване на обучението:

Phyton, Visual studio code.

8. Критерии за оценка

- **Теоретичен изпит (писмен и устен) – 60%**
 - Усвояване на основните понятия и методи
 - Прецизно формулиране на математически твърдения и представяне коректно на техните доказателства
 - Познаване на алгоритмите и тяхната сходимост
 - Анализ математическите предположения
- **Проект или практически задачи с числени експерименти – 30%**
 - Реализиране на алгоритми в подходяща среда (напр. Python)

- Интерпретация на резултатите и сравнение между методи
- Анализ на грешки и поведение на алгоритмите при различни условия
- **Активност и участие в упражнения/лекции – 10%**
 - Участие в дискусии
 - Задаване на въпроси и демонстриране на разбиране
 - Последователност в работата през семестъра

Учебната програма е обсъдена и одобрена на заседание на секция „Математическо моделиране и числен анализ“ на 10.06.2025 г.

Ръководител секция: _____

(доц. д-р Милен Борисов)

Разгледана от Директорския съвет на ИМИ-БАН на 12.06.2025 г. (протокол № 25).

Приета от Научния съвет на ИМИ-БАН на 13.06.2025 г. (протокол № 7).