

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

сигнатура:				
4.5	СМ	S	01	v1
професионално направление	код на докт. програма	вид курс (базов/спец.)	номер	версия
<i>попълва се административно след приемане от НС на ИМИ</i>				

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:	Изчислителна математика
тема:	Числени методи
лектор:	доц. д-р Иван Бажлеков
данни за връзка с лектора (тел., имейл)	i.bazhlevkov@math.bas.bg
хорариум:	30 часа лекции
кредити съгл. кредитната система на ЦО на БАН:	20

1. Анотация

Целта на курса е да даде знания за основните числени методи за решаване на математически модели базирани на обикновени и частни диференциални уравнения. Тези познания биха били полезни за докторанти на които им предстои да изследват числено поведението на различни процеси, описвани с математически модели.

2. Необходими предварителни знания

Линейна алгебра, математически анализ, диференциални уравнения и числени методи в рамките на основните курсове на специалност „Математика“/„Приложна математика“ във висшите учебни заведения.

3. Компетентности, придобити в резултат на обучението

Запознаване с основните методи, техниките и подходите за дискретизация и апроксимация на обикновени и частни диференциални уравнения.

Придобиване на умения за прилагане на числените методи за решаване на математически модели базирани на обикновени и частни диференциални уравнения, както и оценка на грешката от апроксимацията. Придобиване на умения за разработване на научен софтуер за компютърно симулиране на математически модели.

4. Тематично съдържание

<i>тема</i>	<i>брой часове лекции</i>
Базови елементи от линейната алгебра, математическия анализ и диференциалните уравнения	6
Числени методи за обикновени диференциални уравнения	14
Числени методи за частни диференциални уравнения	10

5. Конспект

1. Матрична алгебра. Сума и произведение на матрици. Обратна матрица. Ранг на матрица. [1]
2. Крайномерни векторни пространства. Базис. Линейни трансформации. Собствени стойности и собствени вектори на матрица. Жорданова нормална форма на матрица. [1]
3. Системи линейни уравнения: обща теория. [1]
4. Въведение в математическия анализ в крайномерни пространства. Непрекъснатост и производна на функция на n променливи. Тейлорови развиятия. [7]
5. Теорема за неподвижната точка. [7]
6. Теорема за неявните функции. Теорема за обратните функции. [7]
7. Обикновени диференциални уравнения от първи ред. Основни понятия. Задача на Коши. Съществуване и единственост на решение. [8], [9]
8. Автономни системи обикновени диференциални уравнения. Стационарни решения. Основни фазови портрети на двумерни системи. [8], [9]
9. Устойчивост по Ляпунов на решение на автономна система обикновени диференциални уравнения. Функции на Ляпунов. [8], [9]
10. Числени методи за решаване на системи линейни уравнения. Методи на Гаус и Жордан. [2], [5]
11. Итерационни методи за решаване на нелинейни уравнения. Метод на разполовяването. Метод на Нютон. Комбинирани методи. [2], [5]
12. Числено решаване на системи нелинейни уравнения. Метод на Нютон. Градиентни методи. [2], [5]

13. Метод на Ойлер за числено решаване на задачата на Коши за обикновени диференциални уравнения. [2]–[4], [6]
14. Явни методи на Рунге-Кута за обикновени диференциални уравнения и системи обикновени диференциални уравнения от първи ред. [2]–[4], [6]
15. Методи от тип на Адамс за обикновени диференциални уравнения от първи ред. Предикторно-коректорни методи. [2]–[4], [6]
16. Диференчни методи за гранична задача за обикновени диференциални уравнения от втори ред. [2]–[4], [6]
17. Вариационни методи за решаване на диференциални уравнения (метод на Ритц). [2]–[4], [6]
18. Диференчни схеми за гранична задача за уравнението на Поасон. [2]–[4], [6], [12]
19. Диференчни схеми за едномерното уравнение на топлопроводността. [2]–[4], [6], [12]
20. Диференчни методи за уравнението на струната. [2]–[4], [6]
21. Методи на крайните елементи за решаване на елиптични задачи. [10] - [12]

6. Литература:

- [1] А. Г. Курош: Курс высшей алгебры. Изд. “Наука”, Москва, 1965.
- [2] Б. Боянов, Лекции по числени методи, Дарба, София, 1995.
- [3] Ст. Димова, Т. Черногорова, А. Йотова, Числени методи за диференциални уравнения, <http://www.fmi.uni-sofia.bg/econtent/chmdu>
- [4] Ст. Димова, Т. Черногорова, А. Йотова, Числени методи за диференциални уравнения, Университетско издателство „Св. Климент Охридски”, 2010г.
- [5] Б. Сендов, В. Попов: Числени методи. Първа част. Наука и изкуство, София, 1976.
- [6] Б. Сендов, В. Попов: Числени методи. Втора част. Наука и изкуство, София, 1976.
- [7] Г. Е. Шилов: Математический анализ. Функции нескольких вещественных переменных. Наука, Москва, 1972.
- [8] J. K. Hale: Ordinary Differential Equations. Krieger Publ. Company, 1980
- [9] S. Wiggins: Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos. Texts in Applied Math. 2, Springer, 1990.
- [10] P. Ciarlet, The Finite Element Method for Elliptic Problems, SIAM-Philadelphia, 2002
- [11] A. Em, J.-L.Guermond, Theory and Practice of Finite Elements, Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- [12] S. Larsson, V. Thomée, Partial Differential Equations with Numerical Methods, Springer Berlin Heidelberg 2003.

7. Ресурсно осигуряване на обучението:

Fortran и MATLAB.

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 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 11.05.2020 г.

Ръководител секция:

(проф. Нели Димитрова)

Учебната програма е разгледана от Директорския съвет на ИМИ-БАН на 14.05.2020 г. (протокол № 19).

Учебната програма е приета от Научния съвет на ИМИ-БАН на 15–18.05.2020 г. (протокол № 5).