

Тема: ПЛАНИРАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТИ, МОДЕЛИРАНЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ В НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

EXPERIMENTAL DESIGN, MODELING AND OPTIMIZATION IN SCIENTIFIC INVESTIGATIONS

This course may also be held in English, upon request

Лектор:

Доц. д-р инж. Елена Георгиева Колева

Assoc Prof. Dr. Elena Georgieva Koleva

Хорариум:

30 учебни часа

Анотация:

Целта на курса е да даде на докторантите познания в областта на теорията на експеримента, анализа на данни, методите за оценяване на апроксимиращи модели и параметричната оптимизация в научните им изследвания. Разглеждат се класически и използвани при компютърни експериментални планове, както и планирането за оценяване на параметрите в аналитични модели. При оценяването на апроксимиращи модели е разгледано приложението на най-често използваните подходи – методология на откликвата повърхност, кригинг модели, радиални базисни функции и многомерни адаптивни регресионни сплайн-функции, както и оценяването на параметри в аналитични модели чрез методи за нелинейно оценяване: метод на Гаус-Нютон и метод на Левенберг-Маркуард. Курсът включва също така и запознаване с методите за еднокритериална и многокритериална оптимизация.

Annotation:

The course aims to give the PhD students knowledge in the fields of the theory of experimental design, data analysis, the methods for estimation approximating models and parameter optimization in their scientific research work. Classic designs and designs, used in computer experiments, as well as designs for estimation of analytical models are considered. At estimation of approximating models the application of the most commonly used approaches are reviewed - Response Surface Methodology, kriging models, radial basis functions and multivariate adaptive regression spline-functions, as well as the parameter estimation in analytical models by nonlinear estimation methods: Gauss-Newton method and Levenberg-Markuard method. The course also includes an introduction to methods for single and multi-criteria optimization.

П Р О Г Р А М А

1. Основни принципи на експерименталните изследвания.– 1 час.
2. Методология на откликвата повърхност (Response Surface Methodology). Линеен регресионен анализ. Метод на най-малките квадрати – 2 часа.
3. Видове експериментални планове - класически и използвани при компютърни експерименти. Свойства на експерименталните планове. – 1 час.

4. Експериментални планове с две нива на факторите. Пълен факторен експеримент (ПФЕ). Дробен факторен експеримент (ДФЕ). – 2 часа.
5. Планиране на експеримента за изследване на повърхнини от втора ред. – 2 часа.
6. Методи за експериментални изследвания на многокомпонентни системи (смеси). Симплексни решеткови планове. Приведени полиномни модели. Диаграми "състав - свойство". – 2 часа.
7. Изследване на многокомпонентни системи при наложени ограничения върху компонентите. – 2 часа.
8. Планиране при компютърни експерименти. Псевдо-Монте Карло извадки. – 2 часа.
9. Латински хиперкубове. Ортогонални масиви. Равномерни планове. L_PT метод за генериране на извадки – 2 часа.
10. Други апроксимационни модели. Кригинг модели. – 2 часа.
11. Невронни мрежи. – 2 часа.
12. Радиални базисни функции. Многомерни адаптивни регресионни сплайн-функции. – 2 часа.
13. Оценяване на параметрите в аналитични модели. Методи за нелинейно оценяване. – 2 часа.
14. Планиране на експеримента при нелинейна параметризация. – 2 часа.
15. Използване на моделите за оптимизация. Методи за еднокритериална оптимизация. – 2 часа.
16. Многокритериална оптимизация. – 2 часа.

К О Н С П Е К Т

по “ ПЛАНИРАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТИ, МОДЕЛИРАНЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ В НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ ”

1. Основни принципи на експерименталните изследвания. Постановка на задачата за изследване на статиката на технологични обекти. Етапи на изследването.
2. Линеен регресионен анализ (РА). Основни предпоставки за приложение на РА. Оценяване на параметри в регресионни модели - метод на най-малките квадрати. Свойства на оценките.
3. Дисперсионен анализ на регресионния модел. Коефициент на детерминация. Коригиран .Проверка за адекватност на модела.
4. Доверителни интервали за оценките на параметрите. Проверка на хипотезата за значимост на регресионните коефициенти. Анализ на остатъците.
5. Методи за събиране на експериментални данни. Планиране на регресионни експерименти – активен и пасивен експеримент; предимства и недостатъци. Критерии за оптималност на експериментални планове.
6. Планиране на регресионни експерименти с две нива на факторите. Пълен факторен експеримент (ПФЕ). Регресионен анализ на данните, получени от ПФЕ. Дробен факторен експеримент (ДФЕ). Регресионен анализ на данните, получени от ДФЕ.
7. Планиране на експеримента за изследване на повърхнини от втора ред. Композиционни планове – ОЦКП, РЦКП, ОКП, планове на Бокс и Бенкин. ПФЕ на три нива. Последователно генерирани D-оптимални планове.
8. Методи за експериментални изследвания на многокомпонентни системи.

- Симплексни решеткови планове.
9. Регресионен анализ на данните получени от симплексни решетки. Диаграми " състав - свойство".
 10. Изследване на многокомпонентни системи при наложени ограничения върху компонентите. Метод на Мак-Лийн и Андерсън.
 11. Изследване на многокомпонентни системи при наложени ограничения върху компонентите. Метод на псевдокомпонентите.
 12. Изследване на многокомпонентни системи при наличие на два вида фактори – компоненти на сместа и променливи на технологичния процес.
 13. Оценяване на параметрите в аналитични модели. Методи за нелинейно оценяване: метод на Гаус-Нютон; метод на Левенберг-Маркуард.
 14. Планиране на експеримента при нелинейна параметризация.
 15. Планиране при компютърни експерименти. Псевдо-Монте Карло извадки.
 16. Латински хиперкубове. Ортогонални масиви. Равномерни планове.
 17. Други апроксимационни модели. Кригинг модели.
 18. Невронни мрежи.
 19. Радиални базисни функции. Многомерни адаптивни регресионни сплайн-функции.
 20. Едномерна оптимизация. Графична интерпретация. Сканиране с постоянна и променлива стъпка. Едномерен симплекс-метод. Метод на дихотомията. Метод на златното сечение. Метод на Кифер – Джонсън за непрекъснат и дискретен управляващ параметър. Случайно търсене. Просто случайно търсене, Случайно търсене с повишена плътност, Метод на случайните направления, метод на случайно търсене с обратна стъпка. Случайно търсене с „наказание за случайността”.
 21. Симплекс-метод за нелинейна оптимизация. Блоков алгоритъм. Метод на Нелдер – Мид. Градиентни методи за оптимизация от първи ред. Методи за търсене на глобален екстремум.
 22. Оптимизация при наличие на функционални ограничения тип равенство. Метод на обобщения критерий. Особености на оптимизационната задача и проблеми на решаването ѝ.
 23. Оптимизация при наличие на функционални ограничения тип неравенство (областни ограничения). Постановка на задачата. Приложимост на конвенционалните методи за нелинейна оптимизация. Метод на „наказателната функция”
 24. Многоцелева оптимизация. Оптимизация по функция на загубите. Оптимизация по обобщена функция на полезност. Функция на желателност.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Vuchkov, I.N., L.N. Boyadjieva (2001). *Quality Improvement with Design of Experiments. A Response Surface Approach*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
2. Вучков, И. *Експериментални изследвания и идентификация*. Техника, С., 1990.
3. Стоянов, С. К. *Методи и алгоритми за оптимизация*, С.: ДИ Техника, 1990.
4. Myers R.H, Montgomery D.C. 2002. *Response surface methodology. Process and product optimization using designed experiments*. Second Edition, John Wiley & Sons, Inc, 2002.
5. Lophaven, S. N., Nielsen, H.B. and Søndergaard, J. DACE: *A Matlab kriging toolbox*. Technical Report IMM-TR-2002-12, Technical University of Denmark.

6. R. D. Reed and R. J. Marks II. *Neural Smoothing: Supervised Learning in Feedforward Artificial Neural Networks*. The MIT Press, Cambridge, MA, 1999.
7. H. Wackernagel. *Multivariate Geostatistics – An Introduction with Applications*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, second, completely rev. edition, 1998.
8. Simpson T. W., J. D. Peplinski, P. N. Koch, and J. K. Allen. *On the use of statistic in design and the implications for deterministic computer experiments*. 1997.
9. Forrester A. I. J., A. Sobester, and A.J. Keane. *Engineering Design via Surrogate Modelling*. John Wiley and Sons, 2008.
10. Kleijnen J., E. Mehdad. *Kriging in multi-response simulation including a monte carlo laboratory*. 2012.

Съставил:.....

(доц. д-р инж. Елена Колева)