

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

Романюк О. Н.
“ 27” 09 2013_ року

Математичне моделювання робочих процесів технологічних машин

ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни

підготовки _____ магістра

(шифр і назва напрямку підготовки)

Спеціальності 8.05050201 «Технологія машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

Вінниця

2013 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: кафедрою технології та автоматизації
машинобудування (повна назва кафедри)

Розробники програми: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Сивак І. О., завідувач кафедри технології та автоматизації машинобудування,
д.т.н., професор.

Програма вибіркової навчальної дисципліни «Сучасні технології та машини обробки
тиском» затверджена на засіданні кафедри ТАМ

Протокол від «_04_»_____06_____2013_ року № _23__

Завідувач кафедри _____ Сивак І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою Інституту машинобудування та транспорту

Протокол від «_12_»_____06_____2013_ року № _10__

Голова методичної ради ІнМТ _____ Буренніков Ю.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Заступник директора ІнМТ з НМР _____ Петров О.В.
(підпис)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «_24_»_____09_____2013_ року № _2__

Голова _____ Романюк О. Н.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Вступ

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів технологічних машин» складена з урахуванням вимог освітньо-професійних програм підготовки магістрів спеціальності 8.05050201 «Технологія машинобудування».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів технологічних машин» є: сучасні способи математичного моделювання робочих процесів технологічних машин обробки металів тиском; методи побудови математичних моделей технологічних процесів та систем механіки; сучасний математичний апарат, який використовується при побудові математичних моделей; сучасні чисельні методи та найбільш поширені програмними продуктами.

Міждисциплінарні зв'язки:

Дисципліна «Математичне моделювання робочих процесів технологічних машин» базується на основних фундаментальних положеннях таких дисциплін:

- математика;
- прикладна математика;
- фізика;
- хімія;
- опір матеріалів;
- матеріалознавство;
- автоматизація виробництва в машинобудуванні;
- основи теорії пружності та пластичності;
- сучасні технології та машини обробки тиском.

Матеріал дисципліни є теоретичною основою для вивчення загально інженерних і спеціальних дисциплін:

- технологія обробки типових деталей та складання машин;
- проекування та виробництво заготовок деталей машин;
- технології машинобудування;
- технологічні основи машинобудування;
- технологічні процеси виготовлення деталей машин;
- дослідження процесів обробки металів тиском та машин з механотронним приводом;
- технологічні методи підвищення надійності та довговічності деталей машин.

На основі вивчення дисципліни, яка є завершальною в процесі навчання магістрантів, виконується магістерська кваліфікаційна робота.

Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання дисципліни „Математичне моделювання робочих процесів технологічних машин” – дати в систематизованому вигляді сучасні способи математичного моделювання робочих процесів технологічних машин, та методологію побудови математичних моделей технологічних процесів та систем механіки; ознайомити магістрантів із сучасним математичним апаратом, який використовується при побудові математичних моделей; ознайомити магістрантів із сучасними чисельними методами та найбільш поширеними програмними продуктами.

1.2 Основними завданнями вивчення дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів технологічних машин» є:

- освоєння основних методів розробки математичних моделей процесів та систем;
- ознайомлення з сучасним математичним апаратом, який застосовується при математичному моделюванні процесів та систем;
- освоєння основних засобів виконання чисельних розрахунків, які використовуються в інженерних дослідженнях;
- освоєння методів побудови найбільш поширених і ефективних математичних моделей, таких як: моделі у вигляді символічних функцій та функціональних рядів; дискретних математичних моделей, сучасних інформаційних технологій, які базуються на використанні графоаналітичних математичних моделей процесів та систем.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми магістранти повинні:

знати:

- методики побудови математичних моделей технологічних процесів механічної та фізико-технічної обробки деталей;
- характерні технічні системи та виконувані ними функції;
- математичні об'єкти, які використовують для математичного моделювання технологічних систем;
- фізичне та математичне моделювання систем та процесів;
- відповідні розділи математики, які використовуються при математичному моделюванні робочих процесів технологічних машин;
- основи методів теоретичного аналізу і математичного моделювання робочих процесів технологічних машин;
- формування дискретних математичних технологічних процесів;
- методи аналізу і синтезу дискретних моделей технологічних процесів.

вміти:

- розробляти ефективні математичні моделі технологічних процесів механічної обробки деталей машин на основі знань з технології та теорії;
- кваліфіковано використовувати основні математичні та фізичні методи дослідження робочих процесів технологічних машин;

- вміти використовувати основні засоби виконання чисельних розрахунків, які використовуються в інженерних дослідженнях;
- модельовати системи з розподіленими та зосередженими параметрами;
- розробляти структурні та параметричні моделі технологічних процесів;
- кваліфіковано використовувати відомі програмні продукти для досліджень математичних моделей робочих процесів технологічних машин.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 72 години, 2 кредити ESTS.

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

2.1. Лекційні заняття

Змістовий модуль 1

Математичне моделювання робочих процесів

Тема 1: Вступ.

Вступ. Задачі і методи курсу. Основні поняття і визначення. Організація вивчення дисципліни за КМС. Інструктаж з техніки безпеки та безпеки життєдіяльності. Задачі, які вирішуються при математичному моделюванні робочих процесів технологічних машин.

Література [1 – 7, 10, 11, 21].

Тема 2: Символьні моделі процесів у вигляді спеціальних функцій.

Символьні моделі процесів у вигляді спеціальних функцій. Елементарні трансцендентні та спеціальні функції. Гармонічні, гіперболічні функції. Інтегральні функції, гама-функція та зв'язані з нею функції.

Література [1, 2, 3, 13].

Тема 3: Функції Бесселя. Ортогональні поліноми.

Ортогональні поліноми. Диференціальне рівняння Бесселя. Модифіковані функції Бесселя. Застосування функцій Бесселя. Ортогональні поліноми. Поліноми Чебишева, Лежандра, Лагерра, Ерміта.

Література: [1-7,14-21].

Тема 4: Типові розривні функції. Символічні імпульсні функції.

Символьні імпульсні функції. Функції Хевісайда, Радемахера, Хаара. Символьні імпульсні функції. Технічні системи, процеси в яких описуються розривними та імпульсними функціями.

Література: [1-7,11,12,15,17,21].

Тема: 5. Дискретні математичні моделі.

Формування дискретних математичних моделей. Знаходження дискретних множин значень неперервного процесу. Методи формування масивів кінцевих різниць із неперервних процесів.

Формування дискретного масиву значень інтегральної характеристики процесу. Дискретизація процесів з розривами першого і другого роду та особливостями типу дельта-функції.

Література: [1,3,5,14,15,17].

Тема 6: Аналіз дискретних моделей шляхом інтегральних перетворень.

Дискретне перетворення Фур'є. Дискретне перетворення Лапласа, z-перетворення, хвильове перетворення, перетворення Уолша. Аналіз і синтез дискретних модельних процесів, Процеси у вигляді числових послідовностей. Ступінчасті та імпульсні дискретні процеси.

Література: [1,5,7,14,15,17].

Тема 7: Знаходження символьних математичних моделей за дискретними множинами значень процесів.

Знаходження символьних математичних моделей за дискретними множинами значень процесів. Лінійна та поліноміальна інтерполяція. Квадратична інтерполяція. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяція сплайнами. Інтерполяція кубічними сплайнами. Прогнозування параметрів процесів методом лінійної екстраполяції.

Література: [1,3-5,7, 11,14,15,17,21].

Тема 8: Апроксимація дискретних множин значень процесу.

Принципи і критерії апроксимації. Метод найменших квадратів. Апроксимація дискретного процесу лінійними математичними моделями. Апроксимація тригонометричними рядами та кубічними сплайнами. Апроксимація дискретного процесу нелінійною математичною моделлю з використанням експоненціальної функції.

Література: [1,3,4,14,15,21].

Змістовий модуль 2.

Математичні моделі технологічних процесів

Тема 9: Математичні моделі простих механічних систем.

Визначення прогинів та критичної частоти обертання пружних протяжних деталей з розподіленою масою. Розрахунок параметрів високочастотних коливань гільзи шпинделя координатно-розточувального верстата.

Література: [1,10,21].

Тема 10: Математичні моделі масивних протяжних тіл із розподіленою масою.

Математичні моделі масивних протяжних тіл із розподіленою масою. Розрахунок параметрів коливань гнучких масивних протяжних тіл із розподіленою масою. Поперечні коливання стержнів із розподіленою масою.

Література: [1,7,9,16,21].

Тема 11: Математичне моделювання позиційних приводів.

Математичне моделювання позиційних приводів металорізальних верстатів з використанням символічної математичної моделі. Схеми позиційних приводів із поворотним столом. Схема позиційного приводу з передачею гвинт-гайка та його динамічна модель.

Література [1,2,8,9,19].

Тема 12: Математичні моделі прогресивних технологічних процесів.

Математичні моделі прогресивних технологічних процесів механічної та фізико-механічної обробки деталей. Дискретизована математична модель для визначення ефективності процесів обробки поверхонь інструментом інтегрально дії. Гідроструменева обробка зовнішніх плоских, внутрішніх циліндричних та торцевих поверхонь.

Література: [1,2,8,16,18,19].

Тема 13: Дискретна математична модель процесу вібраційної обробки деталей.

Дискретна математична модель процесу вібраційної обробки деталей довільної геометрії. Динамічна модель вібробункера з вібраційним приводом. Траєкторії переміщення деталей та гранул наповнювача при повільному циркуляційному русі робочого середовища.

Література: [1,2,8,16,18,21].

Тема 14: Основні поняття про математичне планування експерименту.

Основні поняття про математичне планування експерименту. Статистичне планування експерименту прийнятої моделі. Вибір моделі та обґрунтування виду полінома поверхні відгуку. Прийняття рішень перед плануванням експерименту.

Література: [1,2,8,9,16,18,19].

Тема 15: Повний факторний експеримент.

Повний факторний експеримент. Матриця планування. Властивості повного факторного експерименту типу 2. Перевірка однорідності дисперсій та адекватності моделі. Поняття про дробний факторний експеримент.

Література: [1,2,8,9,16,18,19].

Тема 16: Поняття про дробний факторний експеримент.

Поняття про дробний факторний експеримент. Основні принципи побудови матриці планування експерименту. Визначення коефіцієнтів рівняння регресії. Оцінка статистичної значимості коефіцієнтів регресії. Оцінка оптимальних значень параметрів технологічного процесу. Метод крутого сходження.

Література: [1,2,8,9,16,18,19].

2.2. Теми практичних занять

Модуль 1

1. Елементарні трансцендентні та спеціальні функції. Гармонічні, гіперболічні функції. Інтегральні функції, гама-функція та зв'язані з нею функції.

Література [1, 2, 3, 13].

2. Диференціальне рівняння Бесселя. Модифіковані функції Бесселя. Застосування функцій Бесселя. Ортогональні поліноми. Поліноми Чебишева, Лежандра, Лагерра, Ерміта.

Література: [1,3,5,14,15,17].

3. Символічні імпульсні функції. Функції Хевісайда, Радемахера, Хаара. Символічні імпульсні функції.

Література: [1,3,5,14,15,17,21].

4. Формування дискретних математичних моделей. Знаходження дискретних множин значень неперервного процесу. Методи формування масивів кінцевих різниць із неперервних процесів.

Література: [1,3,5,14,15,17].

5. Дискретне перетворення Фур'є. Дискретне перетворення Лапласа, z-перетворення, хвильове перетворення, перетворення Уолша. Аналіз і синтез дискретних модельних процесів.

Література: [1,5,7,14,15,17].

6. Лінійна та поліноміальна інтерполяція. Квадратична інтерполяція. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяція сплайнами. Інтерполяція кубічними сплайнами.

Література: [1,3-5,7, 11,14,15,17,21].

Модуль 2.

7. Метод найменших квадратів. Апроксимація дискретного процесу лінійними математичними моделями. Апроксимація тригонометричними рядами та кубічними сплайнами. Апроксимація дискретного процесу нелінійною математичною моделлю з використанням експоненціальної функції.

Література: [1,3,4,14,15,21].

8. Розрахунок параметрів високочастотних коливань гільзи шпинделя координатно-розточувального верстата. Література: [1,10,21].

9. Розрахунок параметрів коливань гнучких масивних протяжних тіл із розподіленою масою. Поперечні коливання стержнів із розподіленою масою.

Література: [1,7,9,16,21].

10. Схеми позиційних приводів із поворотним столом. Схема позиційного приводу з передачею гвинт-гайка та його динамічна модель. Використанням символічної математичної моделі.

Література [1,2,8,9,19].

11. Дискретизована математична модель для визначення ефективності процесів обробки поверхонь інструментом інтегрально дії.

Література: [1,2,8,16,18,19].

12. Статистичне планування експерименту прийнятої моделі. Вибір моделі та обґрунтування виду полінома поверхні відгуку. Прийняття рішень перед плануванням експерименту.

Література: [1,2,8,9,16,18,19].

14. Рекомендована література

14.1. Перелік основної літератури

1. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: Підручник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 612 с.
2. Гордієнко А.І. і ін. Математичне моделювання технологічних процесів. – 2001. – 275 с.
3. Левин А.И. Математическое моделирование в исследованиях и проектировании станков. – М.: Машиностроение, 1978. – 184 с.
4. Мак-Кракен Р. Дорн У. Численные методы и программирование на Фортране. – М.: Мир, 1977. – 584 с.
5. Потемкин В.Г. МATHLAB: Справочное пособие – М.: Диалог МИФИ, 1998. – 351 с.
6. Радченко С.Г. Математическое моделирование технологических процессов в машиностроении. – К: ЗАО укрспецмонтажпроект, 1998. – 258 с.
7. Тихонов А.Н., Кальнер В.Д., Гласко В.Б. Математическое моделирование технологических процессов и метод обработки задач в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1990. – 264 с.
8. Федорець В.О., Педченко М.Н., Струтинський В.Б., Федорець О.О., Яхно О.М., Єлісєєв Ю.В. Технічна гідромеханіка, гідравліка та гідропневмопривод: Підручник. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 412 с.
9. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента. – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.

14.2. Перелік додаткової літератури

10. Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1973. – 683 с.
11. Венцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
12. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник /В.О. Федорець, М.Н. Педченко, В.Б. Струтинський та ін. – К.: Вища школа, 1995. – 463 с.

13. Гультяев А. Имитационное моделирование в среде Windows. – С-Пб.: КОРОНАпринт, 1999. – 288 с.
14. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта – М.: Наука, 1970. – 432 с.
15. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и z-преобразования. – М.: Наука, 1971. – 375 с.
16. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. – М.: Наука, 1975. – 471 с.
17. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. – М.: Наука, 1982. – 520 с.
18. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
19. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем: Навчальний посібник. – Тернопіль: ТДТУ, 1997. – 624 с.
20. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
21. Струтинській В. Б. Тензорні математичні моделі процесів та систем / В. Б. Струтинській. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 635 с.

3. Форми підсумкового контролю — залік.

4. Засоби діагностики успішності навчання

В якості поточного контролю знань магістрантів планується:

- опитування магістрантів під час всіх видів занять;
- поточні контрольні роботи, колоквиуми;
- виконання домашніх завдань;

Підсумковий контроль виконується виведенням загальної оцінки за результатами семестру.