

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра металорізальних верстатів та обладнання
автоматизованого виробництва

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення
О.Н. Романюк
«__» _____ 2015 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ
ПРОЦЕСІВ В РУХОМИХ З'ЄДНАННЯХ МАШИН**

спеціальності 8.05050301 – Металорізальні верстати та системи

Факультет машинобудування та транспорту

Вінниця 2015 рік

Навчальна програма дисципліни «Математичне моделювання процесів в рухомих з'єднаннях машин» для студентів за спеціальністю 8.05050301 – Металорізальні верстати та системи

«___» _____ 2015 року – ___ с.

Розробник програми: Обертюх Р. Р., к. т. н., професор кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованого виробництва (МРВОАВ)

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри МРВОАВ

Протокол від «___» _____ 2015 року № ___

Завідувач кафедри проф. Іскович-Лотоцький Р. Д.

Схвалено Методичною комісією Факультету машинобудування та транспорту

Протокол від «___» _____ 2015 року № ___

Голова Методичної комісії ФМТ проф. Буренніков Ю. А.

Заступник декана ФМТ з НМР доц. Петров О. В.

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «___» _____ 2015 року № ___

Голова проф. Романюк О. Н.

ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація процесів в рухомих з'єднаннях машин» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів напряму «6.050503 – Машинобудування» і спеціальності 8.05050301 – Металорізальні верстати та системи.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теорія та методологія динамічного та математичного моделювання механічних систем і динамічних процесів в них, а також математичні методи оптимізації процесів і конструкцій машин та їх ланок і елементів.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Математичне моделювання та оптимізація процесів в рухомих з'єднаннях машин» базується на дисциплінах: фундаментальних – «Вища математика», «Фізика» та «Теоретична механіка»; загальноінженерних – «Опір матеріалів», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин» і «Гідравліка, гідро – та пневмоприводи». З розділів вищої математики в математичному моделюванні динамічних процесів в механічних системах широко використовуються такі: вища алгебра (комплексні числа, багаточлени, визначники, матричне числення, системи лінійних рівнянь); диференціальне та інтегральне числення; звичайні диференціальні рівняння першого та другого порядків і їх системи та способи їх розв'язування; числові методи розв'язування диференціальних рівнянь і їх систем; комплексний аналіз (комплексні функції, ряд та інтеграл Фур'є, операційне числення тощо); теорія ймовірностей і математична статистика; математична теорія планування експерименту. В математичних методах оптимізації процесів і конструкцій машин, окрім перерахованих вище розділів вищої математики, застосовуються і такі як: теорія поля (векторний аналіз); лінійні функції та лінійні перетворення, лінійні векторні простори тощо); границі та числові ряди, функції декількох змінних, невизначені та визначені інтеграли; варіаційне числення (поняття функціонала, умовний екстремум функціонала, поняття про максимум – мінімум); лінійне і нелінійне (динамічне) програмування та їх методи; теорія множин і просторів; наближенні обчислення (похибки, наближені розв'язки різних видів і типів рівнянь, інтерполювання функцій та ін.).

Програма навчальної дисципліни складається з одного змістового модуля – математичне моделювання та оптимізація процесів в рухомих з'єднаннях машин.

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета навчальної дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація процесів в рухомих з'єднаннях машин» – теоретична підготовка студентів – магістрантів спеціальності «8.05050301 – Металорізальні верстати та системи» з основ фізичного (динамічного) та математичного моделювання механічних систем і динамічних процесів, що в них відбуваються, а також з основ (елементів) математичних методів оптимізації процесів і механічних систем та їх ла-

нок. Такі знання необхідні майбутнім фахівцям, що працюватимуть науково-дослідних і проектно-конструкторських установах, робота яких пов'язана з розробкою та дослідженнями нових машин і обладнання різноманітного призначення.

1.2. Основним завданням вивчення дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація процесів в рухомих з'єднаннях машин» є формування у майбутніх фахівців теоретичної бази знань з основ фізичного (динамічного) та математичного моделювання механічних систем і динамічних процесів, що в них відбуваються, а також з основ математичних методів оптимізації конструкцій механізмів та їх ланок. За час вивчення дисципліни студенти повинні отримати стійкі навички та уміння практичного використання набутих знань під час розв'язування науково-дослідних, дослідно-конструкторських і виробничих задач, що виникатимуть під час їх професійної діяльності.

1.3. Згідно з вимогам освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати: основні поняття фізичного (динамічного) та математичного моделювання процесів і механічних систем (машин, механізмів, приводів машин, пристроїв тощо); основи математичного апарату, який використовується для побудови та аналізу математичних моделей механічних систем і динамічних процесів, що в них відбуваються; основні види оптимізації процесів і механічних систем; основні математичні методи безумовної та умовної оптимізації як локальної так і глобальної; основи методів параметричного оптимального проектування статичних і динамічних механічних систем.

вміти: будувати структурні схеми динамічних систем, а на їх основі динамічні та математичні моделі цих систем; аналізувати фізичні процеси, що супроводжують роботу механічних систем і виділяти для конкретної системи за результатами цього аналізу найбільш суттєві; за результатами аналізу фізичних процесів, що діють в механічних системах, формувати науково-обґрунтовану структуру припущень; аналізувати та досліджувати математичні моделі механічних систем, з метою знаходження оптимальних динамічних і конструктивних параметрів цих систем; на основі аналізу математичних моделей механічних систем розробляти науково-обґрунтовану методичку проектного розрахунку конкретної машини, механізму, пристрою, процесу тощо; формувати цільові функції об'єктів, параметри яких необхідно оптимізувати за заданими критеріями; розв'язувати прості інженерні чи дослідні задачі методами послідовної безумовної оптимізації (мінімізації) – внутрішнім, зовнішнім і комбінованим (внутрішньо-зовнішнім); формувати обмеження цільових функцій під час умовної оптимізації проектних і дослідних об'єктів; використовувати необхідну умову оптимальності (умова Куна – Такера) та формувати лагранжіани під час оптимізації проектних і дослідних об'єктів методом множників Лагранжа; використовувати під час оптимального проектування машинобудівних об'єктів числові методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних і диференціальних рівнянь, а також числові методи скінченних різниць і елементів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин/ 4 кредити ESTS.

2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Змістовий модуль

Елементи математичного аналізу, які використовуються в теорії математичного моделювання та теорії оптимізації процесів в рухомих з'єднаннях машин. Види моделей і рівні моделювання механічних систем. Фізичні (динамічні) моделі механічних систем та їх функціональних частин. Математичні моделі механічних систем як абстрактні моделі. Рівні моделювання: структурний (імітаційний); логічний; кількісний (аналіз). Динамічні та математичні моделі механічних систем. Одномасові та багатомасові динамічні моделі. Характеристика рушійних сил і сил опору. Побудова математичних моделей механічних систем на основі їх динамічних моделей. Методи побудови та аналізу математичних моделей. Методи спрощення математичних моделей та їх аналізу. Адекватність математичної моделі та об'єкта досліджень. Аналітичні та числові методи дослідження математичних моделей механічних систем. Загальна характеристика аналітичних і числових методів розв'язування диференціальних рівнянь математичних моделей механічних систем. Види та методи оптимізації. Основні поняття та означення оптимізації. Критерії оптимальності – цільові функції. Класифікація математичних методів оптимізації. Загальний алгоритм процесу оптимізації. Способи задавання цільової функції. Основні поняття про параметричне оптимальне проектування статичних і динамічних механічних систем і його методи. Безумовна оптимізація. Основні поняття та означення безумовної оптимізації. Одновимірна мінімізація та її найбільш прості методи – золотого перерізу та найшвидшого спуску. Основні методи безумовної оптимізації (загальна характеристика): спряжених напрямків; спряжених градієнтів; Девідона – Флетчера – Пауела; послідовної мінімізації – внутрішній, зовнішній і комбінований (внутрішньо-зовнішній). Умовна оптимізація. Основні поняття та означення умовної оптимізації. Задачі умовної оптимізації – задачі нелінійного (математичного) програмування. Основні методи умовної оптимізації (загальна характеристика): найшвидшого спуску з компенсацією обмежень; проекції градієнта Розена з компенсацією лінійних обмежень; множників Лагранжа (необхідна умова оптимальності Куна – Такера). Приклади методу множників Лагранжа для простих задач умовної оптимізації. Загальна характеристика аналітичних і числових методів розв'язування диференціальних рівнянь, методів скінченних різниць і елементів.

3 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Молчанов А. А. Моделирование и проектирование сложных систем / Молчанов А. А. – К. : Выща шк., Головное изд-во, 1988. – 359 с.
- 2.. Асташев В. К. Динамика машин и управление машинами: Справочник/ Асташев В. К., Бабицкий В. И., Вульфсон И. И. и др.; Под ред. Г. В. Крейна. – М. : Машиностроение, 1988. – 240 с.
3. Бочаров Ю. А. Основы общей теории гидравлических кузнечно – штамповочных машин // Машины и технология обработки металлов давлением: Сб. науч. Трудов МВТУ №330. – М., 1980. – С. 12 –40.
4. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем. Навчальний посібник / Мокін Б. І., Мокін В. Б., Мокін О. Б. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця 2009. – 260 с.
5. Бидерман В. А. Теория механических колебаний: Учебник для вузов / Бидерман В. А. – М. : Высш. шк., 1980. – 408 с.
6. Іскович-Лотоцький Р. Д. Процеси та машини вібраційних та віброударних технологій : Монографія / Іскович-Лотоцький Р. Д., Обертюх Р. Р., Севостьянов І. В. – Вінниця : 2006. УНІВЕРСУМ – Вінниця – 291 с.
7. Іскович-Лотоцький Р. Д. Генератори імпульсів тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин : монографія / Іскович-Лотоцький Р. Д., Обертюх Р. Р., Архипчук М. Р. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця 2008. – 171 с.
8. Обертюх Р. Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода : монографія / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.
9. Корн Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн – М. : Наука, 1973. – 832 с.
10. Хог Э. Прикладное оптимальное проектирование / Э. Хог, Я. Арора. – М. : Мир, 1983. – 479 с.
11. Ковалёва А. С. Управление колебательными и виброударными системами (Теор. основы техн. кибернетики) / Ковалёва А. С. – М. : Гл. ред. физ.– мат. лит. Наука, 1990.– 256 с. –
12. Ланкастер П. Теория матриц. Перев. с англ. / Ланкастер П. – М. : Гл. ред. физ.– мат. лит. Наука, 1973. – 280 с.

Допоміжна

1. Чупраков Ю. И. Гидропривод и средства гидроавтоматики: Учебное пособие для вузов по специальности «Гидропривод и гидропневмоавтоматика» / Чупраков Ю. И. – М.: Машиностроение, 1979. – 232 с.

2. Искович-Лотоцкий Р. Д. Машины вибрационного и виброударного действия / Искович-Лотоцкий Р. Д., Матвеев И. Б., Крат В. А. – Киев : Техника, 1982. – 208 с.

3. Р. Р. Обертюх, Искович-Лотоцкий Р. Д., Булыга Ю. В. Динамика гидроимпульсного привода вибромашин сложно–пространственного нагружения // Вибрации в технике и технологиях. – 1996.– №1(3). – С. 23–26.

4. Демидович Б. П. Численные методы анализа. Приближения функций, дифференциальные и интегральные уравнения / Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. – М. : Наука, 1967. – 368 с.

5. Бахвалов Н. С. Численные методы (анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения) / Бахвалов Н. С. – М.: Наука, 1975. – 632 с.

6. Каргу Л. И. Основы автоматического регулирования и управления. Под ред. Пономарева В.М. и Литвинова А. П. / Каргу Л. И., Литвинова А. П., Майборода Л. А. и др. – М. : Высшая школа, 1974. – 439 с.

7. Воронов А. А. Введение в динамику сложных управляемых систем / Воронов А. А. М. : Наука, 1985. – 352 с.

8. Иосилевич Г. Б. Детали машин: Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов / Иосилевич Г. Б. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

9. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підр. / Павлице В. Т. – Львів : Афіша, 2003. – 560 с.

4 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Обертюх Р. Р. Конспект лекцій з дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація процесів в рухомих з'єднаннях машин», викладений на сайті Обертюха Р. Р.: [Obertyuh @ vntu. edu. ua](mailto:Obertyuh@vntu.edu.ua).

2. Навчальна та науково-технічна інформація з Інтернету по динамічному та математичному моделювання механічних систем та оптимізації процесів і механічних систем та їх ланок.

5 ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Диференційний залік.

6 ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Поточні контрольні роботи за окремими темами змістового модуля; модульна (лекторська) контрольна робота по завершенню вивчення змістового модуля, яка може проводитись за тестами.