

УДК 629.113

Артюх О.М.

канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ
КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
ПАКЕТУ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ
ТЕХНІЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ MATLAB**

Сьогодні, у 21-му столітті, з його глобальними економічними викликами виникає потреба у розробці принципово нових технологій створення транспортних засобів та ефективній підготовці майбутніх поколінь інженерів.

На кафедрі Автомобілі, протягом цього навчального року, розроблено принципово новий навчальний курс (у рамках навчальної програми Транспортного факультету), зосереджений на концептуально нових методологіях аналізу і контролю динаміки та експлуатаційних характеристик транспортних засобів, передових методах проектування транспортних засобів і систем, експериментальних дослідженнях і випробуваннях, а також виробничих технологіях.

Основна мета цього курсу – надати майбутнім інженерам фундаментальні знання з динаміки дорожніх транспортних засобів, а також дати уявлення про аспекти моделювання та деталізувати їх. Дорожні

транспортні засоби розробляються і будуються вже понад 130 років. Від початку і дотепер головною метою динаміки транспортних засобів було досягнення оптимальної безпеки та комфорту під час руху.

Проте саме сьогодні комп'ютерне моделювання стало важливим інструментом для розробки нових і вдосконалення існуючих концепцій дорожніх транспортних засобів. Компоненти з електронним управлінням надають нові можливості. Зазвичай вони розробляються і тестуються в програмно-апаратних середовищах (hardware-in-the-loop simulation). Тому сучасному інженеру-автомобілебудівнику потрібні базові знання основ і навички побудови базових імітаційних моделей, роботи зі складними моделями або правильної експлуатації інструментів для моделювання.

Наразі у цьому курсі вперше об'єднано два основні напрями: основи динаміки транспортних засобів та математичне моделювання. Попередньою умовою є проходження курсу вищої математики та базове знання мови програмування.

Безпосередньо курс «Математичне моделювання робочих процесів КТТЗ» складається з декількох розділів. У вступі подано огляд одиниць і величин, обговорено термінологію в динаміці транспортних засобів, розглянуті визначення, подано огляд динаміки багатоланкових систем і виведено рівняння руху для першої моделі транспортного засобу.

Друга тема присвячена дорозі, тобто спочатку обговорюється складна модель дороги, а вже потім детально описуються детерміновані та стохастичні моделі доріг; модель автомобіля з підвіскою на важелях, використовується для демонстрації впливу нерівної дороги на колеса і на шасі.

Модель керованої шини обговорюється в третій темі. Вона включає в себе складний розрахунок контакту і забезпечує всі сили і крутні моменти. Поздовжні та поперечні сили, а також крутний момент навколо вертикальної осі моделюються за допомогою динамічного підходу першого порядку. Крім того, обговорюються методи вимірювання та аспекти моделювання.

Кілька тем присвячені трансмісії. Спочатку обговорюються компоненти та концепції різних трансмісій. Потім детально вивчається динаміка колеса і шини. Представлено просту модель шини колеса транспортного засобу, що включає модель гальмівного моменту з блокуванням, яка досліджується за допомогою відповідної симуляції в MATLAB. Наведено короткий опис компонування та аспектів моделювання диференціалів, стандартних карданних передач, трансмісії, зчеплення та різних джерел живлення.

Розглядаються призначення та компоненти систем підвіски, представлено динамічну модель рейкового рульового керування, а також кінематичну модель підвіски з подвійним поперечним важелем, які проаналізовано за допомогою результатів моделювання.

Окремі теми присвячені силовим елементам. Тут додана практична модель пневматичної ресори. Окрім стандартних силових елементів, таких як

пружини, стабілізатори поперечної стійкості та амортизатори, детально розглядаються динамічні силові елементи, в тому числі гідропідвіски. Тут наведено складну модель для синусоїдального збудження, а також моделі для різних динамічних сил.

Нарешті, наприкінці курсу представлено ідею повної тривимірної моделі транспортного засобу, а також показано та обговорено типові результати стандартних маневрів водіння. Представлено вплив мехатронних систем на динаміку транспортних засобів.

Практичні заняття з цього курсу поглиблюють розуміння динаміки транспортних засобів і роблять можливим серйозне подальше самостійне вивчення цієї дисципліни. В якості мови програмування використано MATLAB завдяки його простоті використання та популярності. Результати вправ і всі приклади MATLAB, дають змогу відобразити та поглибити розуміння різних проблем динаміки транспортних засобів, вивчаючи вплив параметрів моделі на результати або модифікуючи вхідні дані для моделювання.