

УДК 621.313.12-152(06)

В. Г. Мазанов, А. П. Горбунов, О. С. Мазін

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК АВТОМОБІЛЯ У СЕРЕДОВИЩІ VISSIM

*Розглядається можливість моделювання й визначення основних динамічних та економічних параметрів автомобіля і двигуна у середовищі моделювання VisSim.*

*К л ю ч о в і с л о в а: автомобіль, тяговий розрахунок, моделювання, VisSim.*

**Постановка проблеми.** Моделювання є найважливішим і невід'ємним етапом процесу проектування сучасних технічних пристроїв і систем. У наш час складно уявити собі фахівця, не здатного перевірити моделюванням обґрунтованість прийнятих технічних рішень. Також зростає роль моделювання в навчальному процесі. У виконанні курсових і випускних кваліфікаційних робіт з дисциплін, пов'язаних з розробленням й дослідженням технічних пристроїв, етап створення й використання відповідних математичних моделей є одним з основних.

Завданням тягового розрахунку є визначення характеристик двигуна й трансмісії, що забезпечують необхідні тягово-швидкісні властивості автомобіля і його паливну економічність для заданих умов експлуатації [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботі [2] розглянута можливість використання пакета MathCAD для проведення тягово-динамічного та паливно-економічного розрахунків. Моделювання в середовищі MatLab Simulink за результатами аналогічних розрахунків показано в роботі [3]. Однак якщо в першому випадку відчувається недостатність саме моделювання, то в другому – зайва громіздкість середовища моделювання. Ураховуючи немаловажний факт ліцензування вищезазначених програмних продуктів, проведено пошук більш доступного середовища моделювання й розрахунків. Вибір зроблено на користь системи динамічного моделювання VisSim з безкоштовною студентською версією.

**Метою статті є:** а) моделювання й визначення основних динамічних та економічних параметрів автомобіля й двигуна у разі зміни навантажувальних і швидкісних режимів його роботи, динамічних показників розгону; б) розрахунок паливної економічності автомобіля в середовищі динамічного моделювання VisSim.

**Виклад основного матеріалу.** Програма VisSim, розроблена компанією Visual Solutions [4; 5] – потужний, зручний для користувача, компактний і ефективний засіб моделювання систем та їх елементів. Програма дозволяє, використовуючи розвинений графічний інтерфейс, легко, як з кубиків, будувати, а потім і досліджувати моделі систем широкого діапазону складності. Система динамічного моделювання VisSim призначена для дослідження й аналізування перехідних і сталих процесів у будь-яких динамічних системах, у тому числі автоматичних системах з використанням візуальних засобів структурного моделювання.

VisSim являє собою симулятор систем, інструментальне середовище візуального проектування. У ньому представлені інструменти для частотного, кореневого, варіаційного нейронного оцінювання якості, стійкості, синтезу, корекції, оптимізації, лінеаризації, інструменти налагодження об'єктів у контурі моделі й програмування цифрових сигнальних процесорів. До складу пакета VisSim входять модулі:

- явні – для розв'язування диференціальних рівнянь;
- неявні – для розв'язування алгебраїчних рівнянь;
- оптимізатори – для ітераційного підбору параметрів.

Базова бібліотека блоків VisSim не вимагає подальшого розширення. Розширення пакета містять бібліотеки з моделями пристроїв електропривода, систем зв'язку й суцільночисельної математики. Користувач може створити власну бібліотеку моделей.

Програма VisSim має розвинений графічний інтерфейс, використовуючи який можна створити з деяким ступенем умовності модель із віртуальних елементів. Це дозволяє дослідникам розробляти й оптимізувати моделі систем різної складності та призначення.

VisSim автоматично складає й розв'язує диференціальні рівняння за запропонованою структурою системи й параметрами її елементів. Результати виводяться в наочній графічній формі, ефективніше й швидше, ніж відомий математичний пакет MathCAD. За порівнянної і вищої продуктивності, ніж у програми Simulink, що входить у цей пакет, VisSim потребує істотно менше місця на жорсткому диску та в оперативній пам'яті. VisSim дозволяє виконувати завдання з різних дисциплін від фізики до економіки, від шкільного рівня до серйозних фізичних експериментів на віртуальних лабораторних стендах. Отже, програмою можуть користуватися й ті, хто не має глибоких знань з математики й програмування.

У даній роботі зроблена спроба побудувати модель тягового динамічного розрахунку автомобіля в середовищі пакета візуального моделювання VisSim [4], перевагами якої є:

- відкритість математичного опису всіх блоків;
- висока швидкість моделювання;
- простота інтерфейсу та мінімальні системні вимоги, що дозволяє ефективно використати модель в навчальному процесі.

У доступних джерелах інформація про реалізацію математичних моделей тягового розрахунку в середовищі пакета VisSim відсутні.

Сукупність блоків і написів у VisSim, поміщених у робочий простір і здатних функціонувати після початку процесу моделювання, називається діаграмою. Вона може бути збережена у вигляді окремого файлу і за необхідності відкрита знову. У діаграму можуть бути включені за допомогою додаткових комп'ютерних плат зовнішні фізичні пристрої, якими можна керувати.

Моделі систем і об'єктів у програмі будуються з окремих елементів – блоків. Блок – це віртуальний аналог фізичного елемента реальної системи. “Віртуальний” у даному випадку означає уявний, такий, що фізично не існує, реалізований програмно людиною, що працює з програмою. Блок сприймається як реальний об'єкт, видимий на робочому просторі моделюючої програми. Термін “аналог” припускає, що блок підкоряється тим самим законам й описується рівняннями, що й реальний, моделюємий елемент системи.

Взаємодія між блоками моделюється сигналами – функціями часу. Віртуальні блоки VisSim можуть мати або вхід, на який надходить вихідний сигнал іншого блоку, або вихід, віртуальний сигнал з якого може бути поданий на вхід іншого блоку, або вхід і вихід одночасно. Сигнали у моделі можуть бути виміряні за допомогою індикаторних блоків або розглянуті й вивчені за допомогою віртуального осцилографа.

Блоки VisSim можна умовно розділити на три основних і одну додаткову категорії:

- блоки, що мають тільки вихід (генератори);
- блоки, що мають вхід і вихід (перетворювачі);
- блоки, що мають тільки вхід (індикатори);
- блоки без входів і виходів (коментарі й ін.).

Важливим компонентом моделі є сполучна лінія – віртуальний аналог фізичного з'єднання елементів, що передає вплив від одного елемента до іншого.

Опис моделі. Після запуску моделі відкривається вікно, представлене на рис. 1. До позитивних функцій системи VisSim необхідно віднести можливість розміщення коментарів всіх етапах моделювання. Процедура інкапсуляції дає можливість користувачеві VisSim створювати нові блоки (підсистеми), ґрунтуючись на вже існуючих блоках, а також шляхом вкладення дрібніших блоків і підсистем у більші, що дозволяє структурувати весь процес моделювання. Це нагадує модель “матрьошки”, коли можна вкладати у великий об'єкт все менший і менший. У цьому випадку після натискання правої клавіші на блоці “тяговий розрахунок” відбувається перехід на наступний рівень моделі, показаний на рис. 2. На рисунку видно, що частина модулів використовує вже готові

підсистеми. Це модулі Nemaх і 2Pк1, представлені на рис. 3 з відповідними коментарями й формулами, використуваними у моделюванні.

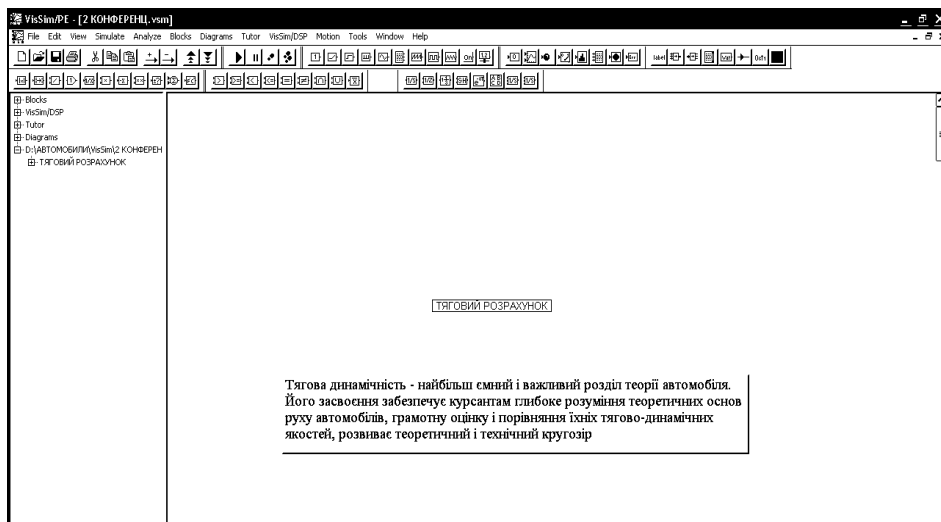


Рис. 1. Зовнішній вигляд екрана після запуску моделі

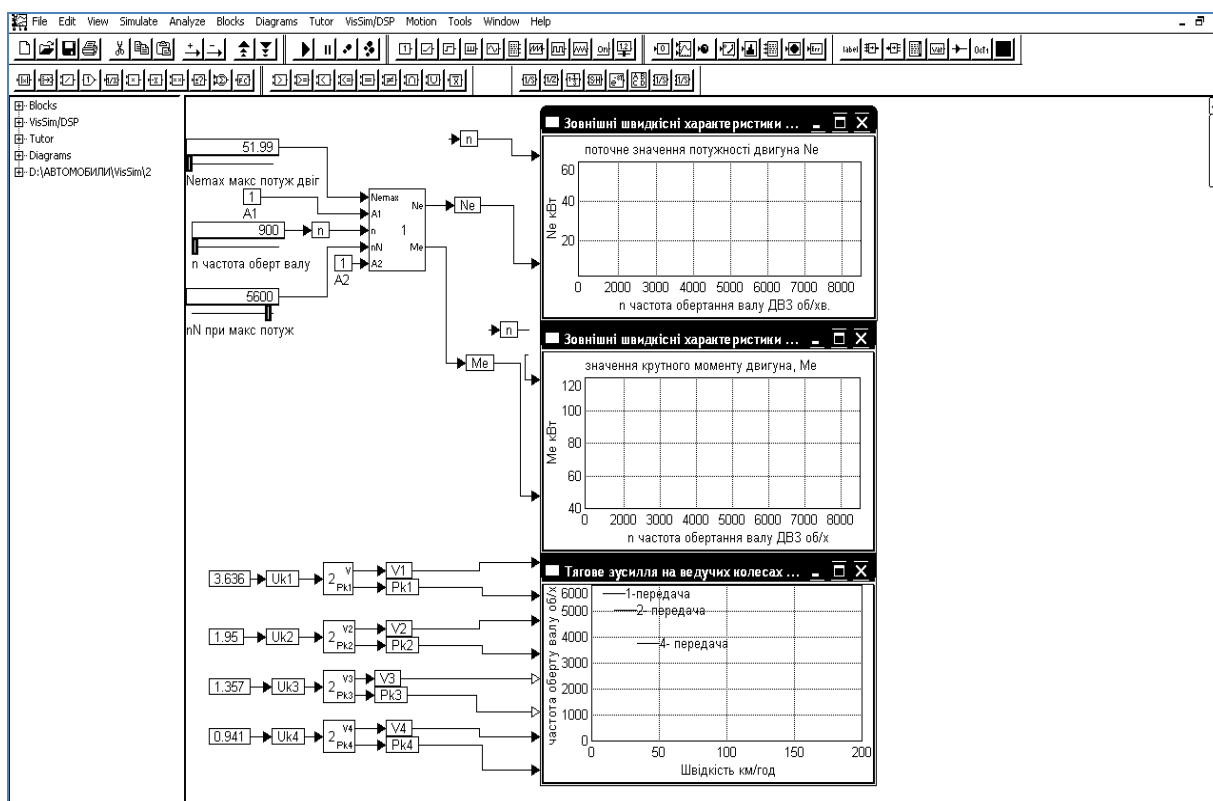


Рис. 2. Другий рівень моделі

Модель дозволяє побудувати базові характеристики тягового розрахунку автомобіля (див. рис. 4).

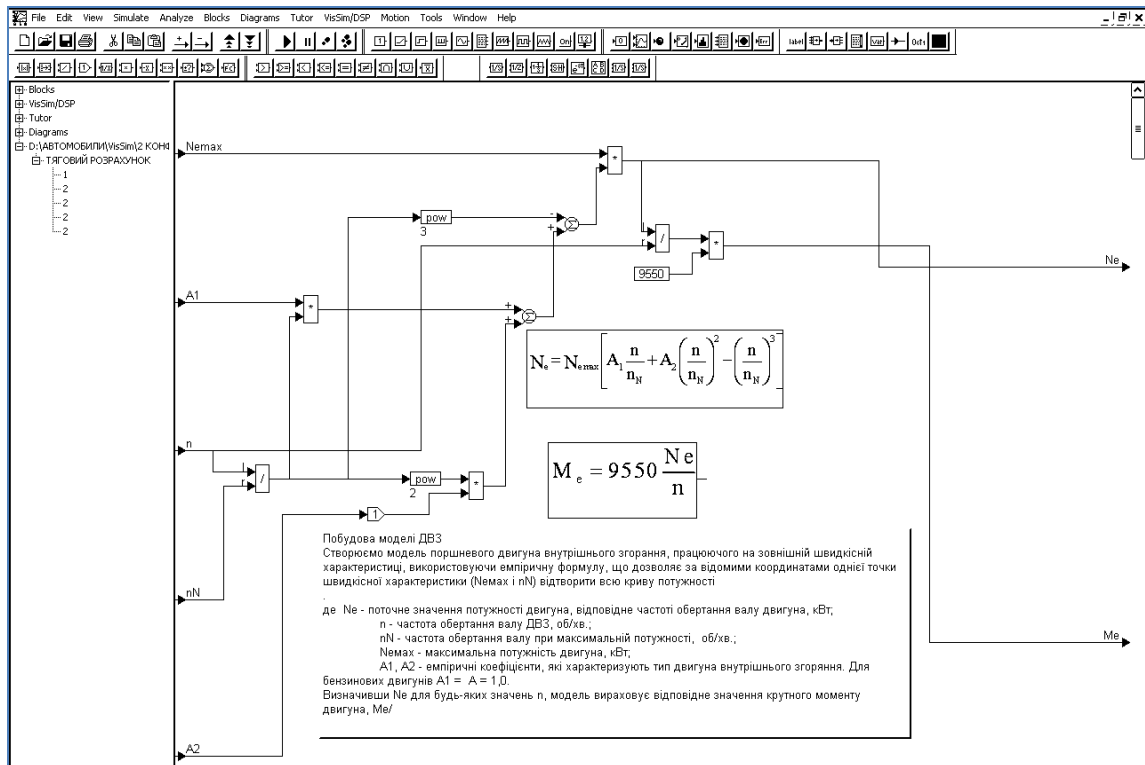


Рис. 3 Блок моделювання й розрахунку потужності та крутного моменту за зовнішньою швидкісною характеристикою

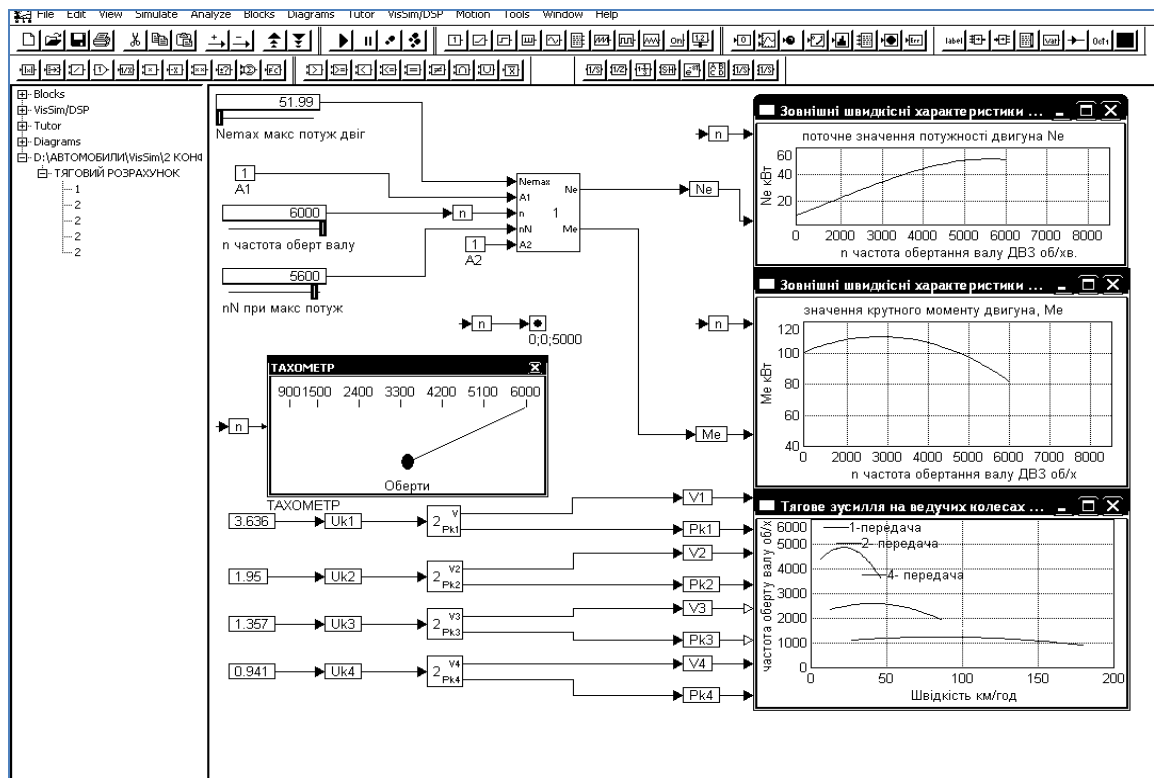


Рис. 4. Результати моделювання

Процесом моделювання й розрахунку можна управляти як вручну, використовуючи елемент “slider”, що еквівалентно збільшенню обертів двигуна при натисканні на педаль газу, так і в автоматичному режимі за допомогою блока “ramp”.

Аналогічно моделюють та обчислюють інші характеристики тягового розрахунку.

### **Висновки**

Отримані результати показують можливість ефективного моделювання будь-яких режимів автомобільної системи в пакеті VisSim. Розроблена модель, після її методологічного доопрацювання й покращення наочності, може бути використана у проведенні дослідів та лабораторних робіт, дипломному проектуванні, а також у вивченні дисципліни “Автомобілі та бойові машини”.

### **Список використаних джерел**

1. Климанов, А. В. Теория, расчет и анализ работы автотракторных двигателей [Текст] / А. В. Климанов, Г. А. Ленивецев. – Самара : СГСХА, 2002. – 127 с.
2. Страшний, І. Л. Використання середовища Mathcad для проведення тягового розрахунку [Текст] / І. Л. Страшний // тези наук.-практ. конф. Акад. внутрішніх військ МВС України 9–10 квіт. 2009 р. – Х., 2009 р. – С. 63.
3. Гібридні автомобілі [Текст] / О. В. Бажинов, О. П. Смирнов, С. А. Серіков та ін. – Х. : ХНАДУ, 2008. – 327 с.
4. Дьяконов, В. П. VisSim + Mathcad + MATLAB. Визуальное математическое моделирование [Текст] / В. П. Дьяконов. – М. : Солон-пресс, 2004. – 384 с.
5. Карлащук, В. И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на Electronics Workbench и VisSim по элементам телекоммуникационных систем [Текст] / В. И. Карлащук. – М. : Солон-пресс, 2005. – 480 с. : ил. – (Серия “Системы проектирования”).

*Стаття надійшла до редакції 20.06.2012 р.*