

ВСТУП

Практикум з дисципліни «Системотехнічне проектування телекомунікаційних мереж» повинен сформувавши у студента розуміння сутності етапу системотехнічного проектування телекомунікаційних мереж, його практичну значущість. В системотехнічному проектуванні телекомунікаційних мереж розрізняють три типи задач: задачі проектування структури, задачі проектування алгоритмів оброблення та передавання сигналів та задачі проектування алгоритмів поведінки [1–3]. Під час вивчення дисципліни «Системотехнічне проектування телекомунікаційних мереж» студенти застосовують технології аналітичного моделювання складних систем до розв'язання задач проектування структури та алгоритмів поведінки телекомунікаційних мереж. Задачі проектування алгоритмів оброблення та передавання сигналів не належать до цієї дисципліни, оскільки подані в інших дисциплінах навчального плану спеціальності «Інформаційні мережі зв'язку».

Практикум дисципліни «Системотехнічне проектування телекомунікаційних мереж» повинен сформувавши у студентів навички практичної постановки задач аналізу, синтезу та оптимізації. А також вміння використовувати (застосувати) технології аналітичного моделювання складних систем до розв'язання задач аналізу, синтезу та оптимізації структур та алгоритмів поведінки. Розв'язання задач системотехнічного проектування розпочинається з розроблення математичної моделі об'єкта дослідження. Як зазначено вище, об'єктами дослідження є структура телекомунікаційної мережі, алгоритми її поведінки або окремі процедури в алгоритмах поведінки телекомунікаційної мережі. Зауважимо, що під час розгляду поведінки для багатьох завдань проектування доцільно, застосовуючи метод декомпозиції, розділяти поведінку на функціональну і надійнісну. Термінологічно такий підхід до проектування представлений поняттями «функціональне проектування» і «надійнісне проектування».

Якщо визначається ефективність алгоритму функціональної поведінки, то під час розроблення його математичної моделі доцільно прийняти умову, що апаратні засоби вважаються безвідмовними. До того ж варто пам'ятати, що реальні значення показників ефективності за рахунок впливу на процес функціонування ненадійних апаратних засобів відрізнятуться в бік погіршення. Але під час розв'язання задачі порівняння різних варіантів побудови алгоритмів функціональної поведінки, які реалізуюватимуть на тих самих апаратних засобах, такий підхід є цілком виправданим.

Якщо необхідно дати відповідь на запитання, яку надійність забезпечить обрана відмовостійка система, то під час розроблення математичної моделі телекомунікаційної мережі доцільно розглядати тільки надійнісну поведінку відмовостійкої системи. Приклад такої задачі подано в проектних завданнях № 1 і № 3.

Якщо необхідно визначити, як на значення функціональних показників впливатиме ненадійність апаратних засобів, то під час розроблення математичної моделі необхідно враховувати у представленні функціональної поведінки появу відмов та процедуру відновлення. Приклад такої задачі в спрощеному вигляді подано в проектному завданні № 2.

Звернемо увагу читача на те, що системотехнічне проектування є актуальним не тільки для розробників, але і для виробників, і для експлуатаційників. Але для цього необхідно дати в їх розпорядження математичні моделі високого ступеня адекватності з об'єктом дослідження. Підтвердимо сказане прикладом використання математичної моделі відмовостійкої системи:

1) розробникам радіоелектронної апаратури математична модель відмовостійкої системи повинна забезпечувати можливість розв'язання задач надійнісного проектування;

2) виробникам радіоелектронної апаратури математична модель відмовостійкої системи повинна забезпечувати можливість визначати показник (показники) надійності під час отримання (купівлі) комплектуючих блоків (модулів) з відхиленнями від значень, заданих технічними умовами. Відповідно приймати рішення про можливість заміни. Наприклад, таким комплектуючим модулем у проектному завданні № 3 є акумулятор;

3) експлуатаційникам радіоелектронної апаратури математична модель відмовостійкої системи повинна забезпечувати можливість визначати показник (показники) надійності в існуючій в оператора стратегії технічного обслуговування. Відповідно приймати рішення про необхідність зміни параметрів стратегії технічного обслуговування чи заміни самої стратегії. Або відмовитись від апаратури з відносно низькою надійністю, якщо її обслуговування є надмірно дорогим, і розглянути можливість придбання апаратури з вищою надійністю. Розвиток подій саме в такому напрямі показує виконання проектного завдання № 1.

У практикумі показано застосування засобів розв'язання задач аналізу та оптимізації структур до задач, які виникають у експлуатаційників телекомунікаційних мереж з комутацією пакетів. Так у

проектному завданні № 2 розглянуто ситуацію, коли для конкретного вузла комутації умови експлуатації змінились так, що втрата пакетів стала надмірною (перевищила норматив). За допомогою розробленої моделі студент повинен провести дослідження і запропонувати кілька варіантів змін (удосконалень) для забезпечення нормальної роботи вузла комутації.

Практикум передбачає виконання п'яти проектних завдань. Кожне проектне завдання є базовим прототипом, виконання якого дає можливість перейти до виконання дипломної роботи. Тема дипломної роботи сформульована так, щоб розвинути проектне завдання.

У проектному завданні № 1 студент розробляє та верифікує структурно-автоматні моделі для оцінювання надійності радіопередавача базової станції мобільного зв'язку з однократним резервуванням без технічного обслуговування і з технічним обслуговуванням за необмеженої та обмеженої кількості ремонтів. На основі проведених досліджень він приймає рішення, який режим експлуатації радіопередавача відповідає заданим умовам.

У проектному завданні № 2 студент розробляє та верифікує структурно-автоматну модель алгоритму управління пакетами інформаційного потоку у вузлі зв'язку телекомунікаційної мережі з комутацією пакетів, який представлений системою масового обслуговування з обмеженою чергою та одноканальним, однофазним і ненадійним обслуговуванням. Розроблена модель дає можливість студенту провести дослідження залежності показника ефективності алгоритму управління (ймовірність неконтрольованої втрати пакета) за різних значень відношення інтенсивності вхідного потоку пакетів до інтенсивності їх обслуговування від:

- ü ємності буферного запам'ятовувального пристрою;
- ü інтенсивності відмов і тривалості ремонту системи обслуговування пакетів;
- ü інтенсивності блокувань системи обслуговування пакетів сусідніми вузлами та їх тривалості.

У проектному завданні № 3 студент розробляє та верифікує структурно-автоматну модель джерела безперебійного електроживлення базової станції мережі мобільного зв'язку, спроектованого як відмовостійка система з комбінованим структурним резервуванням. Із застосуванням розробленої моделі він визначає, за яких значень параметрів використаної відмовостійкої системи надійність джерела електроживлення відповідає заданим вимогам.

У проектному завданні № 4 розглянено аварійну ситуацію в телекомунікаційній мережі, коли після урагану кілька антен, а відповідно і кілька каналів зв'язку втратили працездатність. У ремонтній службі оператора є одна бригада, яка виконує відновлення антен. Провівши дослідження за допомогою розроблених моделей структури мережі, студент повинен визначити (запропонувати) раціональну послідовність проведення відновлювальних робіт.

У проектному завданні № 5 розглянено задачу, яка є актуальною для створення нової або модернізації існуючої телекомунікаційної мережі. Є заданими умови експлуатації мережі, вимога до її надійності і апаратура, яка є придбаною (або може бути придбаною) для комплектування цієї мережі. Вимога до надійності мережі зумовлена можливостями ремонтної служби оператора. Студент повинен визначити (запропонувати) оптимальний склад апаратних засобів телекомунікаційної мережі за критерієм мінімуму технічних затрат, який забезпечує необхідну її продуктивність і надійність.

Виконуючи 1, 2 і 3 проектні завдання, студенти удосконалюють знання з технології аналітичного моделювання, в якій використана модель об'єкта дослідження (проектування) у вигляді дискретно-неперервної стохастичної системи. Для використання цієї технології студенти освоюють програму ASNA-1, інструкцію з використання якої подано в Додатку 1.

Згідно з технологією, основним завданням студента є розроблення структурно-автоматних моделей, що передбачає їх верифікацію. Методику верифікації подано в Додатку 2.

Практикум з дисципліни «Системотехнічне проектування телекомунікаційних мереж» буде корисним студентам, які навчаються на таких системних спеціальностях, як: «Інформаційні мережі зв'язку», «Технології та засоби телекомунікацій», «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси», «Апаратура радіозв'язку, радіомовлення та телебачення», «Радіотехніка», «Комп'ютерні системи та мережі», «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика» та ін., а також аспірантам, які займаються проектуванням або удосконаленням інформаційних мереж зв'язку.