

Міністерство освіти і науки України
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА
КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

з дисципліни
«Технічна кібернетика транспорту»
для студентів денної та заочної форми навчання
напрямку 6.070106 – Автомобільний транспорт

Затверджено методичною
радою університету
протокол № ____
від ____ 2015 р.

Харків ХНАДУ 2016

Укладач:

С.І. Кривошапов

Кафедра технічної експлуатації і сервісу автомобілів ім. проф.
Говорущенко Микола Якович

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна «Технічна кібернетика транспорту» відноситься до групи професійно-орієнтованих дисциплін на основі базової вищої освіти за напрямом 6.070106 – «Автомобільний транспорт» з галузі знань 0701 – «Транспорт і транспортна інфраструктура».

Дисципліна «Технічна кібернетика транспорту» – спеціальна дисципліна технологічного профілю, яка забезпечує підготовку висококваліфікованого бакалавра автомобільного транспорту.

Вивчення цієї дисципліни – кінцевий етап професійної підготовки бакалавра згідно з кваліфікаційною характеристикою.

Мета дисципліни – вивчення теоретичних основ, методики і алгоритму, методів і засобів ефективного управління на транспорті.

Вивчення дисципліни «Технічна кібернетика транспорту» базується на знаннях студентами дисциплін: «Вища математика», «Статистика», «Технічна експлуатація автомобілів», «Інформатика», «Технічна діагностика».

У процесі вивчення дисципліни студенти виконують контрольну роботу (вибір варіантів див. у додатку А).

Методичні вказівки складені відповідно до програми курсу «Технічна кібернетика транспорту». Їх мета - допомогти студентам в набутті навичок звичок при вирішенні задач оптимізації в процесі управління автомобільним транспортом.

Основним видом навчальних занять студентів-заочників є самостійна робота над навчальним матеріалом, яка включає в себе наступні елементи: вивчення дисципліни за підручниками і навчальними посібниками; виконання контрольної роботи; виконання практичних робіт; індивідуальні консультації; відвідування лекцій. Завершальним етапом вивчення дисципліни «Технічна кібернетика транспорту» є здача іспиту згідно з навчальним планом.

Робота з книгою. При вивченні курсу спочатку треба намагатися отримати загальне уявлення про матеріалі, що викладено, відзначаючи важкі і незрозумілі місця, не затримуючись на математичних висновках (перше читання). При повторному читанні необхідно засвоїти основні теоретичні положення, а також ідеї і методи управління технічного системами автомобільного транспорту.

Консультації. У разі труднощів при вивченні дисципліни студент повинен звернутися до викладача для одержання письмової або усної консультації, точно вказуючи при цьому, у чому полягають труднощі. За консультацією також слід звертатися з питань самотійної роботи.

Лекції та практичні заняття. Для студентів-заочників всі види занять проводяться згідно з графіком навчального процесу. На лекціях глибоко і детально розглядаються принципом, але недостатньо висвітлені в літературі, проблемні питання. Крім того, читаються настановні та оглядові лекції з окремих розділів курсу.

Під час екзаменаційно-лабораторних сесій проводяться також практичні заняття для закріплення методики і алгоритму розв'язання завдань управління на автомобільному транспорті. До складання іспиту з дисципліни допускаються студенти, які виконали контрольну роботу і отримали допуск по практичним заняттям.

Метою контрольної роботи є перевірка засвоєння знань, отриманих шляхом самотійного опрацювання теоретичних питань з дисципліни.

Контрольна робота складається з двох завдань, вихідні дані яких вибираються за індивідуальним варіантом, номер якого визначається останніми цифрами шифру – номеру залікової книжки згідно додатка А (наприклад, номер залікової книжки 033456: дві останні цифри – 56; варіант – 56). Перелік умов завдань наведено у другому розділі методичних вказівок.

Контрольна робота виконується рукописним або комп'ютерним способом на сторінках аркушів формату А4 (210 x 297 мм) через 1,5 міжрядкових інтервали або в учнівському зошиті.

Контрольна робота повинна містити: титульний аркуш; зміст; постановку питання і поетапне вирішення завдання; список використаних джерел. Першою сторінкою контрольної роботи є титульний аркуш, який включається в загальну нумерацію сторінок. На титульному аркуші номер сторінки не проставляється, але на наступних сторінках номер проставляється.

Контрольна робота здається в деканат факультету заочного навчання до початку екзаменаційної сесії для перевірки.

Задовільна захист контрольної роботи є дозволом для здачі іспиту з дисципліни.

РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Загальні відомості про технічну кібернетику транспорту

Предмет, цілі та завдання курсу, його структура. Рекомендована література. Предмет, об'єкт, завдання, класифікація та методологія кібернетики.

Питання для самоконтролю:

- 1) Що таке «Кібернетика»?
- 2) У чому принципова відмінність завдань кібернетики і математики?
- 3) Наведіть приклад кібернетичних систем.

Література: [1, 2]

Тема 2. Побудова кібернетичної моделі

Найпростіша кібернетична модель. Вхідні та вихідні параметри. Поняття моделі, моделювання, система. Види моделей. Особливості кібернетичного моделювання. Властивості та класифікація технічних систем. Приклади кібернетичних систем на транспорті.

Питання для самоконтролю:

- 1) З яких елементів складається «найпростіша кібернетична модель»?
- 2) Наведіть приклади використання моделей на автомобільному транспорті.
- 3) Які етапи моделювання Ви знаєте?
- 4) Як проявляється властивість «суперпозиції» в складних технічних системах?

Література: [1, 2]

Тема 3. Основні поняття теорії управління

Об'єкт і мета управління. Стан об'єкта управління. Управлінський вплив. Вимірювальна техніка. Стійкість і керованість. Якість управління та показники якості управління. Програмне управління. Досягнення мети в системах управління.

Питання для самоконтролю:

- 1) Що таке «цільова функція» управління?
- 2) В чому полягає особливість системи управління?

3) Які види управлінських впливів Ви знаєте?

Література: [1, 2]

Тема 4. Системи автоматичного управління об'єктами і процесами

Системи автоматичного керування транспортними машинами. Завдання управління. Принцип зворотного зв'язку. Замкнута система управління. Розімкнена система управління. Комбінована система управління. Зміст задачі керованості.

Питання для самоконтролю:

- 1) Які основні вимоги пред'являються до АСУ?
- 2) Наведіть приклади АСУ на транспорті.
- 3) Що дає наявність зворотного зв'язку в системах управління?

Література: [1]

Тема 5. Інформація в кібернетиці

Поняття, джерела і форми інформації. Кількість інформації. Інформація в системах управління. Передача інформації. Модуляція переносників інформації. Засіб зберігання інформації.

Питання для самоконтролю:

- 1) У чому вимірюється інформація?
- 2) Що таке «бод»?
- 3) Які Ви знаєте способи зберігання інформації?

Література: [1, 2]

Тема 6. Первинні засоби збору інформації

Датчики вимірювання діагностичних параметрів системи контролю, діагностування і керування автомобілем. Класифікація первинних засобів отримання інформації. Класифікація засобів вимірювання. Електричні та електричні вимірювальні системи.

Питання для самоконтролю:

- 1) Наведіть приклад електричних вимірювальних систем, що застосовуються на автомобілі?
- 2) Якими методами можна виміряти витрату палива?
- 3) Які датчики використовуються для системи комплексного управління двигуном?

Література: [5]

Тема 7. Технічні засоби кібернетичних систем

Первинні засоби отримання інформації про технічний стан машин. Призначення і класифікація вимірювальних перетворювачів. Структурні схеми основних типів використання перетворювачів. Функції перетворення. Підсилювачі сигналів. Технічні засоби комутації і візуалізації інформації. Мікропроцесори. Комп'ютерні системи управління. Нейтронні комп'ютери.

Питання для самоконтролю:

- 1) З яких основних елементів складається мікропроцесор?
- 2) Де використовується перетворення Фур'є?
- 3) Які протоколи передачі даних Ви знаєте?
- 4) Навіщо необхідно підсилювати сигнал?

Література: [1, 5]

Тема 8. Метрологічне забезпечення кібернетичних систем

Основні методи обробки результатів вимірювань. Види похибок. Параметри оцінки похибки. Точність і достовірність отримання інформації. Основи статистичного аналізу експериментальних даних. Види і параметри законів розподілу. Алгоритм статобробки результатів експерименту.

Питання для самоконтролю:

- 1) Які види похибок Ви знаєте?
- 2) Який закон розподілу найбільш часто зустрічається на транспорті?
- 3) Наведіть приклад однопараметричного закону розподілу.
- 4) Навіщо визначається ймовірність узгодження?

Література: [1, 3, 4]

Тема 9. Кібернетичні системи моделювання

Технічні засоби симуляції сигналів. Автотестери і мотор-тестери. Комп'ютерні системи управління. Моделювання дорожніх умов експлуатації. Особливості лабораторних випробувань. Імітаційні стенди з біговими барабанами.

Питання для самоконтролю:

- 1) Наведіть приклади застосування мотор-тестерів на транспорті.
- 2) Чим відрізняється рух автомобіля по дорозі від «руху» на

стенді з біговими барабанами?

3) Що таке «їздовий цикл»?

Література: [1, 8]

Тема 10. Кібернетичної системи діагностування машини

Системи діагностування двигуна за загальним станом, вібрації і шумів, за енергетичними показниками, за параметрами олії. Математичне моделювання системи запалювання. Управління і діагностування трансмісії. Динамічна модель підвіски автомобіля. Математичне моделювання процесу гальмування.

Питання для самоконтролю:

- 1) За якими параметрами можна діагностувати загальний стан двигуна?
- 2) У чому принципова відмінність «шуму» від «вібрації»?
- 3) Якими параметрами можна оцінити стан підвіски автомобіля?
- 4) В яких одиницях вимірюється рівень шуму?
- 5) Який фізичний ефект використовується при спектральному аналізі масел?

Література: [1]

Тема 11. Сприйняття, розпізнавання та управління руху

Візуальне розпізнавання образів. Розпізнавання образів стану машин за нормативним значенням. Автоматичне керування траєкторією руху автомобіля на дорозі. Автоматичне регулювання швидкості і забезпечення високої безпеки руху автомобіля. Автомобілі з кібернетичними системами-роботами.

Питання для самоконтролю:

- 1) У чому відмінність ABS і ASR?
- 2) Які датчики використовуються для роботи системи курсової стійкості?
- 3) Яке призначення системи ЕВА?
- 4) Навіщо на автомобілях встановлюється «круїз-контроль»?

Література: [1, 6]

Тема 12. Штучний інтелект в системах управління

Стан проблеми. Людський розум. Особливості побудови

ПЕОМ. Інтелект і свідомість людини. Штучний інтелект і штучна свідомість. Властивості і характеристики створення штучних нейронних мереж.

Питання для самоконтролю:

- 1) Походження терміна «штучний інтелект».
- 2) Які існують основні підходи та напрями штучного інтелекту?
- 3) Наведіть приклади використання штучного інтелекту?

Література: [1, 8]

Тема 13. Використання нейронних систем в управлінні технічними системами

Класифікація штучних нейронних систем. Властивості нейромережових систем. Область функції, виробленої нейронної системою. Практичне застосування. Вимоги нормативних документів. Параметри, приклади та стенди.

Питання для самоконтролю:

- 1) Яким способом зображуються «графмоделі»?
- 2) Чому полягає особливість нейронних мереж?
- 3) Які програмні продукти реалізують технологію нейронних мереж?

Література: [1, 8]

Тема 14. Програмні засоби на транспорті

Класифікація прикладного програмного забезпечення. Операційні системи. Вбудоване і розподілене ПЗ. Види мереж та типи комунікацій. Глобальні мережеві технології. Протоколи передачі даних. Засоби розробки програмного забезпечення. Класифікація прикладного забезпечення, що використовується на транспорті. Використання САД і САМ систем.

Питання для самоконтролю:

- 1) Які глобальні мережі Ви знаєте?
- 2) Наведіть приклади САД систем різних рівнів.
- 3) Що таке «тонкий» і «товстий» клієнт?
- 4) Які операційні системи Ви знаєте?

Література: [1, 7]

ВКАЗІВКИ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольна робота складається з двох завдань. У першому завданні необхідно дати розгорнуту відповідь на поставлене питання, у вигляді реферату. У другому завданні необхідно провести розрахунок за наведеною методикою (алгоритму). Вихідні дані для розрахунку за варіантами наведені в додатку А. Варіант завдання визначається двома останніми цифрами номера залікової книжки. У контрольній роботі необхідно виконати розрахунок параметрів, зазначених у завданні. У звіті навести послідовність розрахунку цих параметрів.

Завдання 1

Відповісти на наступне запитання (за варіантом завдання):

- 1) Визначення кібернетики.
- 2) Види кібернетики.
- 3) Класифікація систем.
- 4) Модель. Види моделей.
- 5) Види моделювання.
- 6) Поняття підсистеми.
- 7) Визначення управління. Види управління.
- 8) Кібернетична модель управління. Елементи моделі.
- 9) Види і типи управлінь. Вимоги до систем управління.
- 10) Визначення інформації. Види інформації.
- 11) Одиниця кількості інформації. Тип інформації.
- 12) Властивості інформації. Особливості діагностичної інформації.
- 13) Процес вимірювання. Види вимірювань.
- 14) Види вимірювань. Класифікація вимірювань.
- 15) Засоби вимірів. Класифікація засобів вимірювань.
- 16) Методи вимірювань.
- 17) Характеристики вимірювань.
- 18) Кібернетична схема вимірювань.
- 19) Види і класифікація похибок.
- 20) Складові похибки вимірювань.
- 21) Метрологічні вимоги. Еталони.

- 22) Поняття випадкової величини та випадкового процесу.
- 23) Поняття закону розподілу. Види законів.
- 24) Закони розподілу: нормальний (Гауса).
- 25) Закони розподілу: експоненційний.
- 26) Закони розподілу: Вейбула.
- 27) Методика визначення закону розподілу.
- 28) Методика перевірки адекватності моделі.
- 29) Особливість застосування мікропроцесорів у вимірювальних приладах.
- 30) Складові елементи мікропроцесорних вимірювальних систем.
- 31) Визначення «Система».
- 32) Властивості складних систем.
- 33) Структура системи і способи її відображення.
- 34) Наукова карта світу.
- 35) Класифікація систем.
- 36) Особливості «Технічних систем».
- 37) Властивості «Технічної системи».
- 38) Закони розвитку «Технічної системи».
- 39) Показник якості і надійності системи.
- 40) Моделі і моделювання в технічних системах.
- 41) Проектування складних технічних систем.
- 42) Математичне моделювання в технічних системах.
- 43) Задачі загальної теорії систем.
- 44) Роль інформації в теорії технічних систем.
- 45) Імітаційне моделювання.
- 46) Поняття «гіпотеза», «теорія» і «закон».
- 47) Наукові методи дослідження технічних систем.
- 48) Роль «Інформації» в технічних системах.
- 49) Перехідні процеси технічних систем.
- 50) Фізичне моделювання в технічних системах.
- 51) Математичні методи оптимізації інженерних завдань.
- 52) Методи математичної обробки результатів експерименту.
- 53) Теорія рішення винахідницьких завдань.
- 54) Системи управління на транспорті.
- 55) Система управління уприскуванням бензинового двигуна.
- 56) Система управління уприскуванням дизельного двигуна.
- 57) Система управління трансмісії.

- 58) Антиблокувальна система гальмування.
- 59) Навігаційні системи автомобілів.
- 60) Системи керування підвіскою автомобіля.
- 61) Види вимірювань.
- 62) Датчики. Види датчиків
- 63) Підсилювачі. Первинні перетворювачі діагностичної інформації.
- 64) Класифікація перетворювачів. Засоби реєстрації та візуалізації.
- 65) Особливості організації системи управління на автомобілі.
- 66) Класифікація систем управління. Елементи систем керування автомобілем.
- 67) Режим самодіагностики в системах управління автомобілем.
- 68) Автоматизовані системи керування виробничих процесів і підприємствами.
- 69) Системи автоматизації процесу проектування.
- 70) Програмні засоби для ЕОМ.
- 71) Чисельні методи кібернетики.
- 72) Метод імітаційного моделювання.
- 73) Математичне моделювання із застосуванням ЕОМ.
- 74) Автоматизовані інформаційні системи.
- 75) Оптимізація процесу діагностування.
- 76) Діагностування трансмісії за енергетичним параметрам.
- 77) Діагностування ДВЗ за складом картерного масла.
- 78) Діагностування двигуна за вібрацій і шумів.
- 79) Математичні моделі системи запалювання.
- 80) Методи і засоби діагностування системи запалювання і живлення.
- 81) Класифікація діагностичного устаткування.
- 82) Щільність і ймовірність випадкової величини.
- 83) Вимірювачі тиску. Основні типи датчиків для вимірювання тиску
- 84) Вимірювачі температури. Основні типи датчиків для вимірювання температури
- 85) Вимірювачі витрат. Основні типи датчиків для вимірювання витрати
- 86) Вимірювачі рівня. Основні типи датчиків для вимірювання

- рівня
- 87) Вимірювачі швидкості. Основні типи датчиків для вимірювання швидкості
 - 88) Застосування кібернетичних моделей в схемах керування двигуном
 - 89) Основні системи упорскування палива. Класифікація систем упорскування
 - 90) Принципова схема вприскування палива. Використовуються датчики і перетворювачі
 - 91) Методи діагностування систем уприскування палива
 - 92) Класифікація діагностичного устаткування стосовно до стендів з біговими барабанами
 - 93) Основні вимоги, пропоновані до стендів з біговими барабанами
 - 94) Застосування САПР при проектуванні складних технічних систем.
 - 95) Методи діагностування технічного стану двигуна.
 - 96) Методи діагностування стану трансмісії
 - 97) Методи діагностування ходової частини автомобіля
 - 98) Метрологічні характеристики засобів вимірювань
 - 99) Особливості управління технологічним процесом і управління виробництвом
 - 00) Роль моделювання в науки кібернетики: види та етапи моделювання

Завдання 2

Вирішити задачу оцінки результатів вимірювання випадкової величини.

Вихідні дані:

Масив вимірювання швидкості руху наведено в додатку А (по варіанту).

Алгоритм розрахунку:

- 1) Ранжування вибірки: $X = \{X_j\}$, $j = 1..n$, де n - кількість спостережень; x_i - значення швидкості руху.

- 2) Визначення обсягу статистичної сукупності: n .
- 3) Визначення максимального X_{\max} та мінімального X_{\min} значення аргументу, визначення середнього значення:

$$X_{\text{cp}} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}.$$
- 4) Визначення розмаху: $R = X_{\max} - X_{\min}$.
- 5) Визначення ширини інтервалів: $h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{1 + 3.2 \cdot \lg n}$.
- 6) Визначення кількості інтервалу: $k = 1 + 3.2 \cdot \lg n$.
- 7) Визначення меж інтервалів: максимального $x_{i \max}$ та мінімального $x_{i \min}$ значення аргументу, визначення середнього значення: $x_{i \text{cp}} = \frac{x_{i \max} + x_{i \min}}{2}$, де $i = 1 \dots k$, на кожному інтервалі.
- 8) Визначення кількості даних m_i , які припадають на кожний інтервал.
- 9) Визначення відносної частоти попадання даних в даний інтервал: $r_i = \frac{m_i}{n}$.
- 10) Визначення емпіричної щільності на кожному інтервалі:

$$p_i = \frac{r_i}{h}.$$
- 11) Результат оформляється у вигляді таблиці та гістограми.
- 12) Визначення математичного очікування: $M = \sum_{i=1}^k x_{i \text{cp}} \cdot r_i$.
- 13) Визначення дисперсії: $D = \sum_{i=1}^k (M - x_{i \text{cp}})^2 \cdot r_i$.
- 14) Визначення середньоквадратичного відхилення: $\sigma = \sqrt{D}$.
- 15) Визначення теоретичної щільності розподілу:

$$f(x_{i \text{cp}}) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{(x_{i \text{cp}} - M)^2}{2 \cdot \sigma^2}}.$$
- 16) Визначення міри розбіжності:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - n \cdot p_i)^2}{n \cdot p_i},$$

де m_i - число значень (частота) в i -му інтервалі; p_i - теоретичне значення ймовірності в i -му інтервалі; n - загальне число спостережень.

17) Визначення числа ступенів свободи R , як різниця між числом інтервалів k і обмежених зв'язків (умов) S : $R = k - S = k - S - 1$, де S - кількість числових характеристик (параметрів) закону розподілу.

Для нормального закону розподілу: $S = 2$ (M , σ).

Для експоненційного закону розподілу: $S = 1$ (α).

Для розподілу Вейбула: $S = 3$ (α , β).

18) За R і χ^2 визначається ймовірність узгодження p статистичного і теоретичного розподілу.

Якщо $p < 0.05$ - закон відкидається.

Якщо $p > 0.05$ - закон узгоджується.

Для визначення ймовірності неузгодженості необхідно скористатися таблицею χ^2 розподілу [4, стор. 469-470].

Приклад розрахунку:

Автомобіль – автопоїзд рухається по рівній дорозі зі швидкістю V , км/год.: 54, 41, 47, 38, 52, 54, 58, 51, 44, 48, 49, 47, 45, 50, 55, 40, 48, 47, 49, 50.

1) Ранжування за зростанням: 38, 40, 41, 44, 45, 47, 47, 47, 48, 48, 49, 49, 50, 50, 51, 52, 54, 54, 55, 58.

2) Визначення обсягу статистичної сукупності: $n = 20$.

3) Визначення мінімального і максимального значення вибірки, а також середнього значення:

$$X_{\min} = 38, X_{\max} = 58, X_{\text{cp}} = \frac{58 + 38}{2} = 48, n = 20.$$

4) Визначення розмаху:

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 58 - 38 = 20$$

5) Визначення ширини інтервалу:

$$h = \frac{R}{1 + 3.2 \cdot \lg n} = \frac{20}{1 + 3.2 \cdot \lg 20} = \frac{20}{1 + 3.2 \cdot 1.3} = 3.87 \approx 4$$

6) Визначення кількості інтервалів:

$$k = 1 + 3.31 \cdot \lg n = 1 + 3.31 \cdot \lg 20 = 5.3 \approx 5.$$

7) Визначення меж інтервалів:

$$1 - 38...42; \quad 2 - 42...46; \quad 3 - 46...50; \quad 4 - 50...54; \quad 5 - 54...58.$$

8) Визначення кількості точок потрапляли в інтервал m_i :

$$1 - 3; \quad 2 - 2; \quad 3 - 9; \quad 4 - 4; \quad 5 - 2.$$

9) Визначення відносної частоти розподілу:

$$r_1 = \frac{3}{20} = 0.15; \quad r_2 = r_5 = \frac{2}{20} = 0.1; \quad r_3 = \frac{9}{20} = 0.45; \quad r_4 = \frac{4}{20} = 0.2.$$

10) Визначення емпіричної щільності розподілу:

$$p_1 = \frac{0.15}{4} = 0.0375; \quad p_2 = p_5 = \frac{0.1}{4} = 0.025;$$

$$p_3 = \frac{0.45}{4} = 0.125; \quad p_4 = \frac{0.2}{4} = 0.05.$$

11) Оформлення таблиці щільності розподілу і частотної гістограми:

i	$x_{i\min}$	$x_{i\max}$	$x_{i\text{cp}}$	m_i	r_i	Щільність		$p_i - f(x_{i\text{cp}})$
						p_i	$f(x_{i\text{cp}})$	
1	38	42	40	3	0.15	0.0375	0.019	0.0176
2	42	46	44	2	0.1	0.025	0.06	-0.035
3	46	50	48	9	0.45	0.125	0.087	0.038
4	50	54	52	4	0.2	0.05	0.06	-0.01
5	54	58	56	3	0.1	0.025	0.019	0.006
	38	58	48	20	1.0	0.2625	0.245	0.0166

12) Визначення математичного очікування:

$$M = 40 \cdot 0.15 + 44 \cdot 0.1 + 48 \cdot 0.45 + 52 \cdot 0.2 +$$

$$+ 56 \cdot 0.1 = 6 + 4.4 + 21.6 + 10.4 + 5.6 = 48$$

13) Визначення дисперсії:

$$D = (48 - 40)^2 \cdot 0.15 + (48 - 44)^2 \cdot 0.1 + (48 -$$

$$- 48)^2 \cdot 0.45 + (48 - 52)^2 \cdot 0.2 + (48 - 56)^2 \cdot 0.1 =$$

$$= 8^2 \cdot 0.15 + 4^2 \cdot 0.1 + 0 + 4^2 \cdot 0.2 + 8^2 \cdot 0.1 =$$

$$= 9.6 + 1.6 + 0 + 3.2 + 6.4 = 20.8$$

14) Визначення середнього квадратичного відхилення:

$$\sigma = \sqrt{20.8} = 4.561$$

- 15) Визначення теоретичної щільності розподілу:
 $f(40) = 0.019$; $f(44) = 0.06$; $f(48) = 0.087$; $f(52) = 0.06$;
 $f(56) = 0.019$.
- 16) Визначення міри розбіжності критерію Пірсона:
$$\chi^2 = 20 \cdot 4 \cdot \left(\frac{0.0176^2}{0.019} + \frac{0.035^2}{0.06} + \frac{0.038^2}{0.087} + \frac{0.01^2}{0.06} + \frac{0.006^2}{0.019} \right) =$$
$$= 80 \cdot (0.016 + 0.02 + 0.012 + 0.002 + 0.002) = 4.16$$
- 17) Визначення числа ступенів свободи: $S = 2$, $k = 5$
 $R = k - S - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$.
- 18) Визначення значення p за таблицею [4, стор. 469-470]:
 $p = 0.2 \cdots 0.1$.
- Оскільки $p > 0.05$ - закон узгоджується.

ДОДАТОК А

Таблиця А. 1 – Значення виміру випадкової величини за варіантами

N вар.	Результат виміру																			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
1	6	76	37	81	84	83	96	8	2	63	46	54	12	26	82	63	57	86	68	28
2	86	54	19	67	27	69	10	20	98	9	75	84	96	89	92	96	94	15	7	42
3	15	42	36	97	69	36	39	88	7	25	71	25	35	62	51	80	77	19	47	94
4	86	44	68	33	29	39	21	32	85	15	92	36	37	55	54	1	78	85	51	57
5	10	96	19	27	62	93	10	17	52	31	80	71	89	56	80	23	28	63	56	16
6	54	58	39	17	40	61	39	13	63	92	90	86	85	8	97	82	70	56	93	67
7	15	32	87	66	52	12	32	28	87	71	34	32	35	33	91	1	77	88	10	58
8	5	35	75	52	19	54	12	28	22	90	12	27	31	40	7	44	76	80	94	14
9	11	5	94	44	40	85	78	67	79	91	17	43	69	93	42	43	67	31	10	66
10	57	28	59	74	28	61	26	4	24	68	51	71	44	78	71	25	19	73	53	70
11	74	10	67	64	15	94	51	80	24	49	5	63	33	9	73	48	25	40	51	7
12	48	67	91	52	23	96	77	65	27	97	97	16	66	4	76	97	55	49	19	27
13	61	14	9	9	9	10	71	49	50	73	27	85	94	64	33	48	46	98	67	96
14	72	8	62	66	87	69	34	47	25	7	26	3	3	38	71	37	95	31	99	96
15	13	99	47	55	97	41	61	27	98	49	84	50	34	61	42	68	39	51	13	84
16	16	49	37	53	47	57	25	97	93	89	53	18	22	8	22	30	39	62	56	78
17	89	55	59	27	3	65	14	56	76	89	12	3	20	34	11	8	80	2	69	93
18	72	10	41	72	31	27	83	13	91	29	83	10	87	20	44	10	21	87	69	78
19	35	9	51	68	39	37	88	79	19	49	20	2	78	52	56	27	83	13	26	39

Продовження таблиці А.1

№ вар.	Результат виміру																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
20	95	46	20	33	91	9	96	34	81	4	66	44	40	91	71	17	10	72	65	66
21	86	55	31	99	18	33	78	27	37	67	78	96	62	79	13	24	68	97	25	10
22	3	47	87	93	65	66	92	70	24	90	75	48	81	14	79	67	14	82	67	98
23	46	27	51	77	81	14	26	15	99	76	53	42	40	39	28	26	63	13	24	33
24	20	63	3	29	47	7	15	90	26	16	93	43	44	24	10	20	47	57	37	25
25	52	50	94	41	10	19	69	59	15	63	64	74	46	39	85	80	20	52	99	75
26	34	96	26	82	82	22	98	74	10	90	38	11	11	28	13	63	26	68	57	10
27	48	89	28	42	65	36	68	54	7	46	70	85	10	11	74	87	22	32	2	38
28	60	18	57	9	18	32	3	61	2	7	11	45	88	84	77	15	5	5	40	40
29	39	35	9	24	65	91	10	74	55	57	52	89	73	82	28	96	48	99	79	48
30	62	22	45	36	3	83	82	94	46	11	69	76	66	17	23	54	93	28	42	6
31	65	69	92	13	34	77	64	84	21	75	88	98	78	84	36	54	69	16	94	48
32	60	62	8	2	23	66	90	56	30	72	87	95	33	4	1	20	56	23	97	30
33	66	24	62	78	70	33	22	9	68	9	3	66	75	71	88	99	89	61	86	41
34	78	85	74	22	56	10	24	93	44	41	3	72	52	26	15	52	78	84	75	52
35	94	99	51	13	56	4	51	2	6	64	35	10	92	89	41	38	73	64	77	17
36	82	71	96	94	78	39	58	16	57	29	25	10	1	65	18	33	75	83	24	26
37	93	69	17	52	53	79	59	51	44	19	82	8	13	12	25	89	59	64	38	40
38	1	28	96	95	62	53	67	8	88	41	24	67	61	48	82	61	32	17	15	77
39	98	20	76	57	3	51	86	34	6	2	3	83	98	3	20	3	5	33	27	64
40	59	27	4	55	59	96	96	93	17	99	10	18	58	51	60	85	63	26	72	91

Продовження таблиці А.1

№ вар.	Результат виміру																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
41	3	64	52	39	4	81	56	45	41	13	64	90	55	24	41	78	83	88	94	22
42	48	94	10	40	95	46	44	31	36	53	64	28	91	14	26	3	35	29	13	15
43	89	45	99	76	68	37	90	28	21	40	67	56	53	18	10	62	89	62	92	42
44	49	46	20	35	91	67	73	83	64	75	49	81	7	96	76	50	85	84	53	32
45	28	22	27	4	44	20	83	42	68	65	42	71	33	71	32	4	42	32	75	78
46	95	42	76	44	17	58	25	81	96	62	90	77	62	52	34	70	65	24	76	66
47	59	99	33	42	86	88	75	59	4	32	21	15	84	61	33	37	27	57	45	42
48	37	32	31	50	13	43	33	24	31	97	77	8	26	61	66	89	38	95	45	14
49	19	14	87	70	16	85	30	72	81	8	74	1	57	29	20	78	26	88	18	97
50	40	50	97	68	2	34	67	96	14	57	76	2	98	99	65	80	23	90	75	61
51	61	82	25	25	9	41	19	76	6	39	63	68	22	94	40	4	86	90	42	74
52	46	69	80	49	9	91	84	10	54	98	91	68	49	35	12	12	34	25	97	89
53	45	6	22	61	20	63	49	46	60	5	46	84	46	89	71	7	91	44	13	87
54	88	26	43	86	10	50	79	9	66	57	6	10	69	25	96	55	13	17	72	40
55	47	35	52	23	45	41	12	79	49	53	32	8	49	55	78	21	62	7	90	69
56	36	65	31	28	23	55	30	73	79	86	15	91	92	71	40	72	56	10	84	71
57	66	27	7	98	44	18	38	33	23	86	22	42	3	23	88	81	52	81	38	50
58	99	66	7	13	83	68	40	78	33	97	56	5	39	26	11	33	41	73	77	6
59	16	38	35	40	59	83	74	16	9	76	76	5	33	35	46	15	74	48	12	68
60	8	19	10	37	85	32	73	46	23	93	12	43	74	63	56	49	17	94	94	37
61	24	51	9	88	74	52	48	69	13	62	34	71	44	47	63	41	69	11	87	48

Продовження таблиці А.1

№ вар.	Результат виміру																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
62	88	24	38	29	46	62	29	82	97	84	62	41	36	10	62	83	97	15	85	23
63	27	61	43	15	99	33	38	29	25	67	3	65	15	88	5	72	44	27	52	8
64	48	82	28	91	13	23	73	4	66	87	3	94	73	41	31	69	49	20	26	46
65	37	88	44	81	84	78	35	80	60	74	9	1	40	74	11	66	6	81	51	22
66	62	99	14	79	58	56	54	7	92	73	64	95	40	79	13	94	25	32	36	88
67	83	30	89	23	86	40	37	91	96	45	56	32	19	28	76	55	59	9	54	23
68	74	19	9	84	72	88	53	45	98	29	56	75	29	57	38	68	89	1	45	79
69	3	13	99	55	37	47	97	33	90	48	42	10	63	46	12	27	55	45	98	37
70	22	32	41	1	50	93	92	85	3	27	70	48	86	22	50	48	2	22	98	65
71	88	12	47	88	1	33	39	12	1	96	99	31	61	53	27	59	39	3	32	5
72	59	98	61	66	13	62	90	56	41	43	53	81	72	56	56	16	46	87	25	62
73	36	74	71	64	55	7	61	57	52	53	80	67	26	59	58	5	82	74	81	84
74	76	87	79	18	19	22	69	49	90	55	8	60	95	65	24	3	71	66	75	87
75	37	94	51	2	33	50	19	17	62	49	17	78	85	10	78	50	35	55	82	0
76	62	68	78	36	10	7	9	72	15	2	47	73	55	86	92	27	50	77	62	24
77	96	54	74	69	32	95	22	81	71	89	45	25	60	49	62	84	16	47	35	64
78	46	51	46	89	88	80	51	35	79	36	36	94	86	93	57	38	5	43	80	52
79	85	35	55	19	93	46	68	3	56	91	52	10	69	28	76	71	49	83	32	51
80	86	10	67	50	75	16	97	47	44	68	64	84	1	69	1	48	39	75	54	87
81	86	89	31	28	96	71	36	88	59	46	37	96	65	99	77	49	90	61	76	5
82	53	70	48	12	47	94	31	28	52	88	42	28	48	81	26	56	6	10	34	69

Закінчення таблиці А.1

№ вар.	Результат виміру																			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
83	9	16	51	83	93	81	71	45	15	47	44	46	60	81	28	6	49	29	10	83
84	32	97	11	60	25	81	88	66	90	28	31	32	99	46	98	93	25	84	71	11
85	34	66	34	11	59	68	21	92	30	17	86	25	38	64	44	51	20	45	91	27
86	15	24	31	15	27	46	7	42	24	36	43	29	67	8	12	24	47	80	75	39
87	61	98	78	10	48	95	1	7	85	55	46	78	40	69	83	27	98	95	84	8
88	30	1	37	30	7	10	91	72	68	24	13	7	20	71	75	65	38	55	60	23
89	66	41	54	68	91	98	36	69	12	56	34	83	60	52	57	32	57	52	86	29
90	98	88	55	91	83	65	12	81	99	72	76	18	20	61	69	10	25	50	86	62
91	70	79	90	62	61	94	27	68	44	95	22	78	33	81	6	78	55	85	15	4
92	67	59	44	86	39	82	55	7	5	61	88	55	24	15	97	81	54	76	71	11
93	50	61	28	81	15	49	7	8	45	7	88	60	90	89	6	12	73	95	48	67
94	2	50	40	44	71	35	36	8	22	32	35	25	11	63	50	94	78	12	90	20
95	50	9	35	10	83	26	15	77	78	65	50	4	96	13	92	54	94	85	2	77
96	32	15	5	10	1	72	7	71	12	38	20	15	78	94	18	92	42	49	80	71
97	76	82	49	55	26	67	57	69	10	57	53	41	5	60	67	77	53	16	12	60
98	77	65	31	76	64	46	40	44	89	24	92	14	92	5	15	44	81	66	54	66
99	6	3	78	92	69	20	78	96	76	2	3	82	68	69	1	97	47	47	34	23
00	59	49	56	29	81	18	97	50	10	49	86	53	25	51	50	72	92	80	56	13

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1 Говорущенко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта: Учебное пособие. / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.

Додаткова література

2 Основы кибернетики. Теория кибернетических систем : Учебное пособие для вузов. / Под ред. К.А. Пупкова. – М.: «Высш. школа», 1976. – 408 с., ил.

3 Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / В.Г. Галушко. - Киев: Издательское объединение «Вища школа», 1976. - 232 с.

4 Смирнов Н.В. Курс теории вероятности и математической статистики для технических приложений / Н.В. Смирнов, И.В. Дудин-Барковский. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Наука, 1965. – 511 с.

5 Боднер В.А., Алфкоров А.В. Измерительные приборы (теория, расчет, проектирование) : учебник для вузов. / В.А. Боднер, А.В. Алфкоров. - В 2-х томах. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – Т.1: Теория измерительных приборов. Измерительные преобразователи. – 392 с., ил.; – Т.2: Методы измерений, устройство и проектирование приборов. – 224 с., ил.

Література, яка рекомендована для самостійної роботи студентів

6 Говорущенко Н.Я. Экономическая кибернетика транспорта. / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 2000. – 218 с.

7 Говорущенко Н.Я. Основы управления автомобильным транспортом / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: Высшая школа, 1978. – 224 с.

8 Мигаль В.Д. Техническая кибернетика транспорта : учебное пособие / В.Д. Мигаль. – Харьков: ВД «ІНЖЕК», 2007. – 328 с.

Навчальне видання

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

з дисципліни
«Технічна кібернетика транспорту»
для студентів денної та заочної форми навчання
напрямку 6.070106 – Автомобільний транспорт

Укладач: Кривошапов Сергій Іванович

Відповідальний за випуск: Волков Володимир Петрович

План

Підписано до друку

Формат 60x84 1/16. Папір газетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк RISO. Умовн. друк. арк. Обл.-вид. арк.

Замовлення № Тираж прим. Ціна договірна

Видавництво ХНАДУ, 61002, р. Харків-Мсп, вул. Петровського, 25

Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення і радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції, серія ДК № 897 від 17.04.2002 г.