МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра автоматики
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Технічні засоби автоматизації

Automation technical means

рівень вищої освіти — другий (магістерський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни — вибіркова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання — українська
українська/англійська

Миколаїв – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації»
(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

яка входить до переліку дисциплін вибіркового курсу.

" 18 " жовтня 20 23 року. - 16 с.

Розробник: Білюк І.С., к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики
Розробник _____ І.С. Білюк, к.т.н., доцент

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації» розглянуто на засіданні кафедри автоматики
Протокол № 4 від « 18 » жовтня 2023 р.

Завідувач кафедри _____ І.С. Білюк, к.т.н., доцент

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки
Протокол № 3 від « 20 » жовтня 2023 р.

В.о. Голови _____ Д.О. Жук, к.т.н., доцент

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу _____ А.В. Лабарткава, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації» затверджена Навчально-методичною радою НУК
Протокол № 8 від « 25 » жовтня 2023 р.

Голова НМР НУК _____

© НУК, 2023

ЗМІСТ

Стор.
Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 6
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисципліни 7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 10
7. Форми поточного та підсумкового контролю 11
8. Критерії оцінювання результатів навчання 14
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна 15
10. Рекомендовані джерела інформації 16

ВСТУП

Анотація

Курс вивчає сучасні технічні засоби автоматизації: електричні, електронні, пневматичні, гідравлічні та комбіновані, у тому числі відповідні датчики та виконавчі механізми, інтерфейсні, мікропроцесорні та комп'ютерні пристрої.

Наводяться їх технічні характеристики та відповідна класифікація. Надаються також відомості щодо інтегрованих систем автоматизованого проектування, їх організаційному, методичному, математичному та програмному забезпеченню.

Курс призначений для студентів всіх спеціальностей.

Ключові слова: автоматизований електропривод, система автоматичного керування, датчик, виконавчій механізм, система автоматизованого проектування.

Abstract

The course studies modern technical means of automation: electrical, electronic, pneumatic, hydraulic and combined, including relevant sensors and actuators, interface, microprocessor and computer devices.

Their technical characteristics and corresponding classification are given. Information is also provided on integrated automated design systems, their organizational, methodological, mathematical and software support.

The course is intended for students of all specialties.

Keywords: automated electric drive, automatic control system, sensor, actuator, computer-aided design system.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань,
спеціальність
(освітня програма),
освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика
навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна
форма навчання</td><td>заочна
форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">Для всіх
галузей знань</td><td colspan="2" rowspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД
на сайті Університету</td><td rowspan="7">Для всіх
спеціальностей</td><td colspan="2">Семестри</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Індивідуальне науково-
дослідне завдання</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин –
150</td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>0 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин для
денної форми навчання:

аудиторних – 4;

самостійної роботи
студента – 6</td><td rowspan="6">Освітній рівень:
другий
(магістерський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>130 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:
–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю</td></tr>
<tr><td>залік</td><td>залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю</td></tr>
<tr><td colspan="2">комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни «Технічні засоби автоматизації» - отримання студентами теоретичних знань з сучасних технічних засобів автоматизації: електричних, електронних, пневматичних, гідравлічних та комбінованих. Студенти вивчатимуть технічні характеристики цих пристроїв, їх класифікацію та особливості використання.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Не передбачено

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- знати сучасні технічні засоби автоматизації;
- знати особливості їх використання;
- вміти виконувати класифікацію технічних засобів автоматизації;
- вміти обирати технічні засоби автоматизації в залежності від умов їх експлуатації.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про елементи систем автоматики

Тема 1. Класифікація елементів систем автоматики. [1], с. 8-12;
Тема 2. Основні методи вимірювання та вимірювальні схеми [3], с. 2-5; [2], с. 3.
Тема 3. Класифікація електричних датчиків. Контактні датчики [3], с. 6-9
Тема 4. Потенціометричні датчики. [3], с. 10-12
Тема 5. Електромагнітні датчики. П'єзоелектричні датчики [3], с. 13-15
Тема 6. Ємнісні датчики. Термоелектричні датчики [3], с. 13-19
Тема 7. Фотоелектричні датчики. Ультразвукові датчики. [3], с. 19-24

Змістовий модуль 2. Спеціальні елементи систем автоматики

Тема 8. Датчики Холла та магнітоопору. [3], с. 24-27
Тема 9. Електромагнітні реле. Спеціальні види реле [3], с. 27-31
Тема 10. Магнітні підсилювачі. [4], с. 41-43
Тема 11 Магнітні модулятори. [4], с. 42-44
Тема 12. Елементи цифрових систем автоматики. [4], с. 43-48
Тема 13. Перетворювачі для цифрових систем автоматики. [4], с. 48-51
Тема 14. Пневматичні та гідравлічні засоби автоматизації. [4], с. 54-58

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	пр	с.р.		л	пр	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Модуль1. Технічні засоби автоматизації.								
Змістовий модуль 1. Загальні відомості про елементи систем автоматики.								
Тема 1. Класифікація елементів систем автоматики. [1], с. 8-12.	10	2	2	6	13	2	2	9
Тема 2. Основні методи вимірювання та вимірювальні схеми. [3], с. 2-5; [2], с. 3.	10	2	2	6	12	1	1	10
Тема 3. Класифікація електричних датчиків. Контактні датчики. [3], с. 6-9	10	2	2	6	10			10
Тема 4. Потенціометричні датчики. [3], с. 10-12	10	2	2	6	10			10
Тема 5. Електромагнітні датчики. П'єзоелектричні датчики. [3], с. 13-15	10	2	2	6	10			10
Тема 6. Ємнісні датчики. Термоелектричні датчики. [3], с. 13-19	10	2	2	6	10			10
Тема 7. Фотоелектричні датчики. Ультразвукові датчики. [3], с. 19-24	15	3	3	9	10			10
Разом за змістовим модулем 1	**75**	**15**	**15**	**45**	**75**	**3**	**3**	**69**
Змістовий модуль 2. Спеціальні елементи систем автоматики.								
Тема 8. Датчики Холла та магнітоопору. [3], с. 24-27	15	3	3	9	12	1	1	10
Тема 9. Електромагнітні реле. Спеціальні види реле. [3], с. 27-31	10	2	2	6	13	2	2	9
Тема 10. Магнітні підсилювачі. [4], с. 41-43	10	2	2	6	10			10
Тема 11. Магнітні модулятори. [4], с. 42-44	10	2	2	6	10			10

Тема 12. Елементи цифрових систем автоматики. [4], с. 43-48	10	2	2	6	10			10
Тема 13. Перетворювачі для цифрових систем автоматики. [4], с. 48-51	10	2	2	6	10			10
Тема 14 Пневматичні та гідравлічні засоби автоматизації. [4], с. 54-58	10	2	2	6	10			10
Разом за змістовим модулем 2	**75**	**15**	**15**	**45**	**75**	**3**	**3**	**69**
ІНДЗ (КР/КП)	–	–	–	–	–	–	–	–
Усього годин	**150**	**30**	**30**	**90**	**150**	**6**	**6**	**138**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основні методи вимірювання та вимірювальні схеми. [5], с. 8-13	4	2
2	Електромагнітні датчики. П'єзоелектричні датчики. [5], с. 9-26	4	1
3	Ємнісні датчики. Термоелектричні датчики [5], с. 26-40	4	
4	Датчики Холла та магнітоопору [5], с. 40-60	3	
5	Побудова і аналіз типових структурних схем вимірювальних перетворювачів. [6], с. 3-11	4	1
6	Побудова і аналіз електричних схем вимірювальних перетворювачів (датчиків) не електричних величин. [6], с. 28-39	4	2
7	Побудова і аналіз структурних схем аналого-цифрових і цифро-аналогових перетворювачів. [6], с. 44-50	4	
8	Побудова і аналіз функціональних схем пневматичних та гідравлічних елементів автоматики. [6], с. 44-50	3	
	Разом	**30**	**6**

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

– підготовка до лекційних занять – ***1 год/1 лекцію***;

– підготовка до практичних занять – ***1-2 год/1 заняття***;

– підготовка до контрольних заходів – ***15 - 30 год. на 1 захід***;

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	30	30
2	Підготовка до практичних занять	45	60
3	Підготовка до заліку	15	28
4	Виконання домашньої контрольної роботи	-	20
	Разом	**90**	**138**

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Не передбачено.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:
- лекція;
- практична робота;
- інструктаж;
- робота з літературою;
- методи контролю і самоконтролю:
- контрольні роботи.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни є:
- залік;
- усні відповіді;
- контрольні роботи;
- завдання на комп'ютерному обладнанні.

У процесі освоєння дисципліни здобувач має:

- виконати вісім окремих завдань, оформити паперовий аналітичний звіт у відповідності до цих завдань та представити на розгляд викладачу, який оцінює виконання кожної роботи та на основі усних відповідей визначає рівень розуміння виконаної роботи;

- скласти поточні модульні контролі за кожним змістовним модулем у вигляді стандартизованих тестів для оцінки рівня отриманих теоретичних знань; на проходження одного тесту надається 20 хвилин;

- скласти залік у вигляді усної відповіді на одне теоретичне питання та вирішення однієї практичної задачі; на підготовку надається одна година.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати до 60 балів. Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок - 40 балів. Право здавати заключний залік дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання виконання практичних робіт

Практична робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією; в цілому правильно складає звіт та робить висновки. Студент відмовляється надавати усні запитання.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складає звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Студент відмовляється надавати усні запитання.
0	Робота не виконувалася
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (8 робіт по 5 балів).

Критерії оцінювання поточного модульного контролю у формі тестування

Правильних відповідей	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

У відповідності до програми передбачено 2 поточних модульних контролі, таким чином максимальна оцінка за даний компонент програми 20 балів. Кожний тест передбачає 10 тестових запитань.

Домашня контрольна робота для заочників	**Критерії оцінювання**
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (4 роботи по 5 балів = 20 балів)

Критерії оцінювання заліку

Здобувач має відповісти на одне письмове питання та вирішити одну практичну задачу. Кожна відповідь на усне питання оцінюється максимум у 15 балів, вирішення кожної практичної задачі – у 25 балів. Загалом за залік можна отримати максимум 40 балів.

Відповідь на письмове питання	**Критерії оцінювання на заліку**
15	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
9	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.

Відповідь на письмове питання	**Критерії оцінювання на заліку**
8	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
7	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.
6	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
5	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.
4	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
3	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.
2	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, відсутні пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці.
1	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці.
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню.
	Максимальна оцінка студента за відповідь на усне питання 15 балів (1 питання по 15 балів).
25	Рішення представлене повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь правильна.

Відповідь на письмове питання	**Критерії оцінювання на заліку**
20	Рішення представлене у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь правильна.
15	Рішення представлене повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків.
10	Рішення представлене у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків.
5	Рішення представлене неповне, більш ніж наполовину, правильна відповідь відсутня.
0	Рішення не представлене взагалі або неповне, менш ніж наполовину.
	Максимальна оцінка студента за задачі 25 балів (1 задача по 25 балів).

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Практична робота № 1	5	Практична робота № 1	5
	Т2	Практична робота № 2	5	Практична робота № 2	5
	Т3	Практична робота № 3	5	*Виконання домашньої контрольної роботи*	5
	Т4	Практична робота № 4	5	*Виконання домашньої контрольної роботи*	5
	ПМК	Тестування за темами ЗМ1	10	Тестування за темами ЗМ1	10
ЗМ 2	Т5	Практична робота № 5	5	Практична робота № 5	5
	Т6	Практична робота № 6	5	Практична робота № 6	5
	Т7	Практична робота № 7	5	*Виконання домашньої контрольної роботи*	5
	Т8	Практична робота № 8	5	*Виконання домашньої контрольної роботи*	5
	ПМК	Тестування за темами ЗМ2	10	Тестування за темами ЗМ2	10
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			**100**		**100**

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90-100	A
82-89	B
74-81	C
64-73	D
60-63	E
35-59	FX
0-34	F

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Опорний конспект лекцій з дисципліни в електронному варіанті.

2. На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних систем математичного моделювання.

3. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі перевірки навичок і вмінь роботи з необхідним спеціалізованим програмним забезпеченням.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Савицький В. К., Федоришин Р. М. Технічні засоби автоматизації, Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 292 с.

2. Технічні засоби автоматизації. Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Г.С.Тимчик, В. С. Антонюк, В. Г. Здоренко, Н. М. Защепкіна, С. М. Лісовець, С. В. Барилко. – – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. –128 с.

3. Васильківський І.С. Виконавчі пристрої систем автоматизації. Навчальний посібник / І.С. Васильківський, В.О. Фединець, Я.П. Юсик. – Львів: Львівська політехніка, 2020. – 220 с.

4. Пушкар М.С. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.

5. Синєглазов В.М. Автоматизація технологічних процесів / В.М. Синєглазов, І.Ю. Сергеєв. – К.: НАУ, 2015. – 444 с.

6. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с.

Допоміжна література

7. Грицунов О.В. Інформаційні системи та технології. Навчальний посібник. –Х.: ХНАМГ, 2010. – 222 с.

8. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчо-вої промисловості: Підручник / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.

9. Безвесільна О.М. Елементи і пристрої автоматики та систем управління. Перетворюючі пристрої приладів та компютеризованих систем. Підручник. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 700 с.