

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра КІТАМ

КОМПЛЕКС НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

навчальної дисципліни

«Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації»

підготовки бакалавра

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Розробник: І.О. Яшков, доц. каф. КІТАМ

Схвалено на засіданні кафедри КІТАМ

Протокол від 31 серпня 2017 р. №1

Харків 2017 р.

ЗМІСТ

1. Робоча програма навчальної дисципліни.....	3
2. Навчальний посібник.....	20
3. Методичні вказівки до самостійної роботи.....	23
4. Методичні вказівки до практичних занять і лабораторних робіт.....	30
5. Методичні вказівки до виконання курсової роботи.....	85
6. Методичні вказівки до контрольних завдань.....	97
7. Екзаменаційні запитання.....	103

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету АКТ

_____ О.І. Филипенко

(підпис, ініціали, прізвище)

«___» _____ 20__р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціалізації)

Факультет _____ Автоматики і комп'ютеризованих технологій

(назва факультету)

Харків – 2017 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Розробник:

Яшков Ігор Олегович, ХНУРЕ, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри КІТАМ

Протокол від « 31 » серпня 2017 року № 1

Завідувач кафедри КІТАМ _____ Невлюдов І.Ш.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій

Протокол від « 31 » серпня 2017 року № 1

Голова методичної комісії _____ Б.О. Малик
(підпис) (ініціали, прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>15 «Автоматика та управління»</u>	Цикл: професійної підготовки	
	Спеціальність <u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</u>		
Модулів – 2	Спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		2-й	2-й
Індивідуальних завдань: РГЗ та КР – 1		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		3-й	3-й
		Кількість годин	
		180	–
		Аудиторні: 1) Лекції, год	
	42	–	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5,3 самостійної роботи студента – 4,7	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	2) Практичні, год	
		14	–
		3) Лабораторні, год	
		16	–
		4) Консультації, год	
		12	–
		Самостійна робота, год	
		96	–
		Індивідуальні завдання, в т. ч. курсовий проект, год	
		30	–
		Вид контролю:	
		комб. ісп.	–

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної/індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 114 %

для заочної форми навчання – 16 %

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є вивчення та засвоєння основних понять стосовно виробничих процесів приладобудування та машинобудування, а також обладнання об'єктів автоматизації, технологічних комплексів (ТК), програмно-технічних комплексів (ПТК), програмно-технічний засобів (ПТЗ), регулювальних органів (РО) та ін. Вивчення можливостей технологічного устаткування, яке застосовується, аналіз його технічних характеристик.

Завданням дисципліни є вивчення організаційно-технічних та технологічних основ виробництва, його технічну підготовку та автоматизацію.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: сучасний стан виробництва, організаційно-технічні та технологічні основи виробничих процесів; основні задачі підготовки та керування виробництвом, основні принципи формалізації, моделювання та оптимізації технологічних процесів; методи розрахунку точності технологічних процесів, класифікацію та зміст основних технологічних процесів виробництва; класифікацію процесів та їх рушійні сили; механічні, гідромеханічні, масообмінні та теплообмінні процеси та їх апаратну реалізацію.

вміти: оцінювати основні характеристики та параметри технологічних процесів виробництва; проводити розрахунки, пов'язані з моделюванням та оптимізацією, а також точністю технологічних процесів; аналізувати стан та динаміку показників якості роботи технологічного обладнання; оцінювати варіанти та складати укрупнені технологічні маршрути виготовлення окремих виробів, техніко-економічну ефективність автоматизації технологічних процесів.

3. Програма навчальної дисципліни

3.1 3-й семестр

Змістовий модуль 1. Вступ

Тема 1. Мета, задачі та зміст дисципліни. Місце у навчальному процесі.

Тема 2. Основні поняття та визначення

Змістовий модуль 2. Основні типи та організаційні форми виробництва та їх характеристики

Тема 1. Типи й організаційні форми виробництва

Тема 2. Основне виробництво

Тема 3. Організація допоміжного виробництва

Тема 4. Управління якістю продукції

Змістовий модуль 3. Технічна підготовка виробництва

Тема 1. Організація науково-дослідних робіт та конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Тема 2. Види і показники технологічності

Тема 3. Загальні правила розробки технологічних процесів

Тема 4. Правила вибору обладнання виробничих процесів

Змістовий модуль 4. Основи автоматизації виробництва

Тема 1. Системи малої автоматизації виробництва

Тема 2. Командно-інформаційні мережі

Тема 3. Засоби автоматизації

4. Структура навчальної дисципліни

4.1 3-й семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо-го	у тому числі					усьо-го	у тому числі				
		лк	пз	лб	інд	ср		лк	пз	лб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Основні типи та організаційні форми виробництва та технічна підготовка виробництва												
Змістовий модуль 1. Вступ												
Тема 1. Мета, задачі та зміст дисципліни. Місце у навчальному процесі.	3	2				1	2					2
Тема 2. Основні поняття та визначення	3	2				1	2					2
Разом за змістовим модулем 1	6	4				2	4					4
Змістовий модуль 2. Основні типи та організаційні форми виробництва та їх характеристики												
Тема 1. Типи й організаційні форми виробництва	6	2				4	6	4				6
Тема 2. Основне виробництво	12	2	6			4	12		6			6
Тема 3. Організація матеріально-технічного	6	2				4	6					6

постачання												
Тема 4. Організація допоміжного виробництва	6	2				4	6					6
Тема 5. Управління якістю продукції	13	2		8		3	14			8		6
Разом за змістовим модулем 2	69	10	6	8		19	44		6	8		30
Змістовий модуль 3. Технічна підготовка виробництва												
Тема 1. Організація науково-дослідних робіт та конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.	15	4		6		5	5					5
Тема 2. Види і показники технологічності	8	4				4	5					5
Тема 3. Загальні правила розробки технологічних процесів	7	2				5	10					10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 4. Правила вибору обладнання виробничих процесів	14	4	4	2		18	10					10
Разом за змістовим модулем 3	44	14	4	8		32	30					30
Змістовий модуль 4. Основи автоматизації виробництва												
Тема 1. Системи	21	4				17	40					40

малої автоматизації												
Тема 2. Командно-інформаційні мережі	25	4				21	33					33
Тема 3. Засоби автоматизації	31	6				25	25			8		25
Разом за змістовим модулем 4	77	14				63	98			8		98
ІНДЗ	12				12		4				30	
Усього год за семестр	180	42	14	16	12	96	180	4	6	16	30	154

5. Теми практичних занять

5.1 3-й семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Оцінка рівня технічної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві	6
2	Організаційні аспекти підготовки нових виробів та оцінювання організаційної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві	4
3	Розрахунок техніко-економічних показників складання виробів	4
	Разом	14

6. Теми лабораторних занять

6.1 3-й семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження процесу сортування виробів	8
2	Дослідження на моделі структури роботизованого процесу	4
3	Дослідження процесу функціонування технологічного комплексу	4
	Разом	16

7. Самостійна робота

7.1 3-й семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспекту та навчальної літератури	31
2	Підготовка до лабораторних робіт	26
3	Підготовка до практичних занять	19
4	Вивчення додаткових тем за літературними джерелами:	20
	Разом	96

8. Індивідуальні завдання

8.1 Додаткові теми для вивчення

В 3 семестрі:

- організаційні заходи з забезпечення високої якості виготовлення продукції;
- аналіз показників, що визначають якість продукції.

8.2 Тематика курсових робіт

Тематика курсових робіт:

- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів завантажувального пристрою (ЗП);
- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів шибєрного бункерного завантажувального пристрою (ШБЗП);
- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів технологічної машини конвеєрного типу з робочими блоками, розміщеними на транспортному органі;
- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів електромагнітного

вібратора (ШБЗП);

– розрахунок конструктивно-технологічних параметрів гніздового бункерного завантажувального пристрою (ГБЗП);

– розрахунок конструктивно-технологічних параметрів вібраційного бункерного живильника.

9. Методи навчання

В процесі вивчення дисципліни використовуються методи спільної роботи викладача і студентів, спрямовані на засвоєння студентами теоретичних знань, придбання практичних навичок і умінь, розвиток у них пізнавальних здібностей, формування високих професійних якостей: лекційний; самостійної роботи; обговорення навчального матеріалу; показу (демонстрації); досліджень; практичних робіт.

10. Методи контролю

В процесі вивчення дисципліни використовуються наступні методи контролю: попередній, поточний, періодичний, підсумковий, взаємоконтроль, самоконтроль.

Попередній контроль проводиться, щоб визначити рівень підготовленості студентів на початку вивчення дисципліни.

Поточний контроль застосовується для перевірки рівня опанування студентами програмного матеріалу та спрямований на стимулювання у студентів прагнення систематично самостійно працювати над навчальним матеріалом, підвищувати свій рівень знань.

Періодичний контроль проводиться після викладення кожного змістовного модулю та полягає у визначенні рівня та обсягу оволодіння студентами знаннями, навичками і вміннями. Періодичний контроль має системний, плановий і цілеспрямований характер.

Підсумковий контроль проводиться наприкінці семестру, він спрямований на визначення рівня реалізації завдань, сформульованих у робочій програмі навчальної дисципліни. Підсумковий контроль охоплює теоретичну і практичну підготовку студентів.

У навчально-виховному процесі діє взаємоконтроль у формі порад, консультацій, обміну досвідом, допомоги найкращих студентів тим, які відстають у навчанні. Також важливим засобом контролю є самоконтроль, який реалізує на практиці принципи активності й свідомості, міцності знань, навичок і вмінь студентів. У разі індивідуальної форми самоконтролю студент самостійно визначає ступінь опанування професійними знаннями, навичками та вміннями. Груповий самоконтроль передбачає оцінку власної навчальної діяльності та досягнутих успіхів, а також визначення недоліків, обґрунтування шляхів їх подолання.

11. Розподіл балів, які отримують студенти

11.1 3-й семестр

Підсумкову оцінку за семестр отримуємо наступним чином:

Поточне тестування та самостійна робота																	
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2					Змістовий модуль 3				Змістовий модуль 4			Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6	
T1	T2	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T1	T2	T1	T2
5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	7	8

T1, T2 ... T5 – теми змістових модулів.

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка $O_{\text{сем}}$ розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи.

Види занять / контрольний захід	Оцінка	
	Мінімальна	Максимальна
Лабораторна робота №1	3	5
Лабораторна робота №2	3	5
Практичне заняття №1	3	5

Практичне заняття №2	3	5
Аудиторна контрольна робота	18	30
Контрольна точка 1	30	50
Лабораторна робота №3	3	5
Практичне заняття №3	3	5
Аудиторна контрольна робота	24	40
Контрольна точка 2	30	50
Всього за 3-й семестр	60	100

Кожна лабораторна робота оцінюється у 5 балів (2 бали за відпрацювання + 3 бали за захист). Практичне заняття оцінюється в 5 балів (2 бали за присутність + 3 бали за виконання завдання). Контрольна робота - 50 балів. Максимальна рейтингова оцінка протягом семестру – 100 балів.

Як форма підсумкового контролю використовується комбінований іспит. При такому виді контролю підсумкова оцінка $P_{\text{сем}}$ обчислюється за формулою

$$P_{\text{сем}} = 0,6 \cdot O_{\text{сем}} + 0,4 \cdot O_{\text{ісп}} ,$$

де $O_{\text{сем}}$ – оцінка за семестр у 100- бальній системі,

$O_{\text{ісп}}$ – оцінка за іспит у 100-бальній системі.

Білет для комбінованого іспиту складається з двох теоретичних запитань. За відповідь на кожне теоретичне питання студент може отримати до 50 балів.

Якісні критерії оцінювання.

Необхідний обсяг знань та умінь для одержання позитивної оцінки:

- основні типи та організаційні типи виробництва;
- технічна підготовка виробництва;
- основи автоматизації виробництва;

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру:

Задовільно, E (60-65), D (66-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні заняття, написати контрольні роботи. Знати шляхи та методи розв'язання практичних задач, пов'язаних з технічною підготовкою виробництва.

Добре, C (75-89). Твердо знати мінімум теоретичних знань, засвоїти основну літературу, рекомендовану програмою. уміти розв'язувати практичні задачі за курсом, знати методику та алгоритм розв'язання практичних завдань.

Відмінно, B (90-95), A(96-100). Знати у повному обсязі весь теоретичний матеріал та додаткові теми. Уміти безпомилково, обґрунтовано розв'язувати практичні задачі.

Критерії оцінювання знань та умінь студента на комбінованому іспиті:

Задовільно, E (60-65), D (66-74). Показати необхідний мінімум теоретичних знань. Знати шляхи та методи розв'язання практичної задачі.

Добре, C (75-89). Твердо знати мінімум теоретичних знань, засвоїти основну літературу, рекомендовану програмою. Показати вміння розв'язувати практичну задачу та обґрунтовувати усі етапи розв'язання задачі.

Відмінно, B (90-95), A(96-100). Показати глибокі знання основного та додаткового теоретичного матеріалу, засвоїти основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою, засвоїти взаємозв'язок основних понять дисципліни та їх значення для подальшої професійної діяльності. Безпомилково розв'язати практичне завдання, пояснити та обґрунтувати обраний метод розв'язання

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка з дисципліни	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС
	екзамен	залік	
96-100	5 (відмінно)	Зараховано	A
90-95	5 (відмінно)		B

75-89	4 (добре)		C
66-74	3 (задовільно)		D
60-65	3 (задовільно)		E
35-59	2 (незадовільно)	Не зараховано	FX
1-34			F

11.3 Курсова робота

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

№ етапу	Найменування етапу	Бали
1	Аналіз предметної області та ознайомлення з літературними джерелами	7
2	Вибір і обґрунтування методу розв'язання. Постановка задачі. Аналіз типових конструкцій	15
3	Вибір і обґрунтування конструктивної схеми пристрою	15
4	Розробка алгоритму роботи пристрою	8
5	Техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень	8
6	Оформлення пояснювальної записки	8
7	Захист курсової роботи	40
	Загальна кількість	100

12. Методичне забезпечення

1 Методичні вказівки до практичних занять і лабораторних робіт з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Упоряд. І.О. Яшков. – Харків, ХНУРЕ, 2017

2 Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Упоряд. І.О. Яшков. – Харків, ХНУРЕ, 2017.

3 Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Упоряд. І.О. Яшков. – Харків, ХНУРЕ, 2017.

13. Рекомендована література

Базова

1. Невлюдов, І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів [Текст]: підруч./ І.Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.
2. Невлюдов, І.Ш. Організаційно-технічні основи виробництва електронних апаратів [Текст]: навч. посібник / І.Ш. Невлюдов, О.В. Тучин, Г.В. Карпов – Харків: ХТУРЕ, 2001. – 112 с.

Допоміжна

1. Макурін, М.С. Виробництво електронних засобів. Частина 1 [Текст]: навч. посібник / М.С. Макурін. – Харків: ХТУРЕ, 1999. – 176 с.
2. Макурін, М.С. Виробництво електронних засобів. Частина 2 [Текст]: навч. посібник / М.С. Макурін. – Харків: ХТУРЕ, 1999. – 164 с.
3. Макурін, М.С. Виробництво електронних засобів. Частина 3 [Текст]: навч. посібник / М.С. Макурін. – Харків: ХТУРЕ, 1999. – 140 с.

14. Інформаційні ресурси

1. [http://uk.wikipedia.org/wiki/Виробничі процеси](http://uk.wikipedia.org/wiki/Виробничі_процеси)
2. <http://uk.wikipedia.org/wiki/Обладнання>
3. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Об'єкти автоматизації](http://ru.wikipedia.org/wiki/Об'єкти_автоматизації)
4. http://kma-znu.ucoz.ru/index/uchebnaja_literatura
5. <http://techlibrary.ru/>

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

<http://catalogue.nure.ua/document=34066>

Шифр: 621.396 (07) Н40

Невлюдов, І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів [Текст]: підруч./ І.Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.

Анотація:

У підручнику викладено питання організації виробництва електронних апаратів (ЕА). Розглянуто зв'язок конструкції ЕА та особливості їх виробництва, зокрема в умовах автоматизованого та роботизованого виробництва, гнучких та інтегрованих виробництв. Описано основні види робіт з технічної підготовки виробництва. Розглянуто основні положення та методи розрахунку точності, моделювання та оптимізації технологічних процесів (ТП). Наведено ТП складання, монтажу, а також регулювання і контролю, зокрема з використанням засобів автоматизації та роботизації. Розглянуто приклади розв'язання типових задач, що постають перед технологами у виробництві.

ЗМІСТ

1	Організація виробництва електронних апаратів.....	7
1.1	Конструктивно-технологічні особливості сучасних електронних апаратів.....	
1.2	Електронні апарати як об'єкт виробництва	
1.3	Виробництво електронних апаратів і його організація.....	
1.4	Структура виробничого і технологічного процесів.....	
1.5	Основні принципи організації виробництва.....	
1.6	Гнучкі інтегровані виробництва (ГІВ) як вища форма організації виробництва.....	
1.7	Продуктивність праці і шляхи її підвищення.....	
1.8	Якість продукції.....	
2	Технічна підготовка виробництва електронних апаратів.....	67
2.1	Організація науково-дослідних робіт.....	
2.2	Організація конструкторської підготовки виробництва.....	

2.3	Технологічна підготовка виробництва	
2.4	Автоматизована система технологічної підготовки виробництва	
3	Основні положення та методи розрахунку точності виробництва електронних апаратів та їх деталей.....	120
3.1	Відомості з теорії ймовірностей для теоретичного аналізу точності виробництва.....	
3.2	Основи статистичного аналізу точності виробництва.....	
3.3	Розрахунки точності при виробництві ЕА.....	
3.4	Оцінка сумарної похибки за допомогою кривих розподілу точнісних діаграм.....	
3.5	Визначення технологічної точності вихідних параметрів електронних апаратів при багатоопераційному процесі виготовлення методом кореляційного аналізу.....	
4	Основні методи моделювання, оптимізації технологічних процесів у виробництві електронних апаратів.....	172
4.1	Поняття про моделі складних процесів.....	
4.2	Математичні моделі технологічних процесів.....	
4.3	Методи оптимізації.....	
4.4	Дисперсійний і регресійний аналіз технологічних процесів...	
4.5	Планування екстремальних експериментів.....	
4.6	Виявлення найбільш суттєвих технологічних факторів.....	
5	Виробництво електронних апаратів, як складна система.....	217
5.1	Загальна характеристика. Структура й особливості організації технологічних систем.....	
5.2	Оцінка надійності функціонування технологічних систем за параметрами продуктивності.....	
5.4	Надійність ТС за параметрами якості.....	
5.5	Методи оцінки надійності ТС за параметрами якості.....	
5.6	Оцінка надійності ТС за параметрами точності.....	
5.7	Технічні вимоги до методів оцінки надійності ТС за параметрами технологічної дисципліни і якості.....	
5.8	Оцінка точності технологічної системи методом квалітетів.....	
5.9	Розрахункові методи визначення показників точності ТС.....	
5.10	Дослідно-статистичні методи оцінки точності технологічних систем.....	
5.11	Реєстраційні методи визначення показників виконання завдань за параметрами якості виготовленої продукції.....	
6	Фізико-хімічні та організаційні основи технології складально-монтажних робіт при виробництві електронних апаратів.....	261
6.1	Організаційні основи складання.....	
6.2	Механічне складання.....	

6.3	Складально-монтажні роботи.....	
6.4	Особливості побудови і дослідження просторово-тимчасової структури складання і монтажу електронних апаратів.....	
7	Основи регулювальних і контрольно-випробувальних процесів.....	405
7.1	Умови, що визначають необхідність введення в електричну схему (конструкцію) регулювальних елементів.....	
7.2	Процеси регулювання і настроювання електронних апаратів.....	
7.3	Умови, що визначають необхідність контролю при виробництві електронних апаратів.....	
7.4	Автоматизація регулювання ЕА.....	
7.5	Технічний контроль електронних апаратів.....	
7.6	Технологія контролю.....	
7.7	Випробування електронних апаратів.....	
8	Основи автоматизації і механізації технологічних процесів.....	460
8.1	Основні поняття і визначення.....	
8.2	Стратегія автоматизації виробництва.....	
8.3	Основні передумови автоматизації.....	
8.4	Тенденції розвитку засобів автоматизації серійного і масового виробництва.....	
8.5	Рівні автоматизації виробництва.....	
8.6	Автоматизовані технологічні засоби і промислові роботи у виробництві електронних апаратів.....	
8.7	Автоматизоване технологічне устаткування і промислові роботи.....	
8.8	Автоматичні лінії і роботизовані технологічні комплекси.....	
8.9	Гнучка автоматизація виробництва.....	
8.10	Економічна ефективність ГВС.....	
8.11	Принципи раціонального поєднання гнучкості і продуктивності РТК.....	
9	Приклади розв'язання задач.....	560
	Перелік посилань.....	585

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Методичні вказівки до самостійної роботи
з дисципліни

«ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів денної форми навчання
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Електронне видання

ЗАТВЕРДЖЕНО
кафедрою КІТАМ
Протокол № 1
від 31 серпня 2017 р.

Харків – 2017

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 10 с.

Упорядник: І.О. Яшков

ЗМІСТ

Вступ	
1. Індивідуальні семестрові завдання для самостійної роботи студентів..	
2. Контрольні завдання до практичного заняття.....	
3. Контрольні завдання до лабораторних робіт.....	
4. Перелік довідкової літератури.....	

ВСТУП

Метою навчальної дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» є вивчення та засвоєння основних понять стосовно виробничих процесів приладобудування та машинобудування, а також обладнання об'єктів автоматизації, технологічних комплексів (ТК), програмно-технічних комплексів (ПТК), програмно-технічних засобів (ПТЗ), регулювальних органів (РО) та ін; знайомство з можливостями технологічного устаткування, яке при цьому застосовується, його технічними характеристиками.

Завдання дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» полягає у тому, щоб дати теоретичні знання і практичний досвід, потрібний для правильного застосування виробничих процесів та обладнання об'єктів автоматизації у подальшій роботі за фахом.

1 ІНДИВІДУАЛЬНІ СЕМЕСТРОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

1.1. Аудиторна робота

Основні типи та організаційні форми виробництва та їх характеристики.

Основне виробництво.

Організація матеріально-технічного постачання.

Організація допоміжного виробництва.

Управління якістю продукції.

Технічна підготовка виробництва.

Організація науково-дослідних робіт та конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Види і показники технологічності.

Загальні правила розробки технологічних процесів.

Правила вибору обладнання виробничих процесів.

Засоби автоматизації.

1.2. Позааудиторна робота

Організаційні заходи з забезпечення високої якості виготовлення продукції.

Аналіз показників, що визначають якість продукції.

Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів: завантажувального пристрою (ЗП); шиберного бункерного завантажувального пристрою (ШБЗП); технологічної машини конвеєрного типу з робочими блоками, розміщеними на транспортному органі; електромагнітного вібратора ШБЗП; гніздового бункерного завантажувального пристрою (ГБЗП); вібраційного бункерного живильника.

1.3. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Організаційні заходи з забезпечення високої якості виготовлення продукції	10
2	Аналіз показників, що визначають якість продукції.	10
3	Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів: завантажувального пристрою (ЗП); шиберного бункерного завантажувального пристрою (ШБЗП); технологічної машини конвеєрного типу з робочими блоками, розміщеними на транспортному органі; електромагнітного вібратора ШБЗП; гніздового бункерного завантажувального пристрою (ГБЗП); вібраційного бункерного живильника.	76
Разом		96

2 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

2.1 Оцінка рівня технічної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві

1 Чому технічну підготовку виробництва виробів необхідно розглядати як системно організаційний процес?

2 Що є кількісною мірою технічної готовності виробництва?

3 В чому полягає відмінність технологічної готовності виробництва від технічної?

4 Назвіть часткові показники технічної готовності й охарактеризуйте їх.

5 Як здійснюється загальна оцінка технічної готовності підприємства?

6 В чому відмінність інтегрального показника технічної готовності від часткового?

7 Наведіть методику розрахунку інтегрального показника технічної готовності.

8 Які види оснастки використовують у виробництві?

9 Що таке кондуктор?

10 Що таке прес-форма та штамп?

2.2 Організаційні аспекти підготовки нових виробів і оцінка організаційної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві

1 Чому під час вирішення задач комплексної підготовки виробництва зростає значення її організаційних аспектів?

2 Які задачі вирішуються під час організаційної підготовки виробництва (ОПВ)?

3 Які структура і зміст організаційної підготовки виробництва?

4 Як кількісно оцінюють організаційну готовність виробництва до випуску нових виробів?

5 Що розуміють під рівнем організаційної готовності виробництва до випуску нових виробів і як він визначається?

6 Як визначається коефіцієнт готовності виробничих приміщень до складання виробів, що опановуються?

7 Які особливості визначення коефіцієнта завершеності роботи з монтажу обладнання і пристроїв у відділах, цехах, технологічних системах, що організуються або реорганізуються?

8 Що таке коефіцієнт готовності планово-проектної документації (розрахунок плану-графіку випуску продукції, планування розміщення тощо)?

9 Які сфери діяльності охоплює ОПВ?

2.3 Розрахунок техніко-економічних показників складання виробів

1. Які особливості методики розрахунку техніко-економічних показників складання виробів?

2. Що таке тривалість виробничого циклу T_v ?

3. Як визначається такт поточної лінії?

4. Як кількісно оцінюють техніко - економічні показники складання виробів?

5. Що розуміють під ритмом поточної лінії і як він визначається?

6. Охарактеризувати складові технологічної собівартості виробу C_m .

7. Викласти особливості визначення критичної кількості виробів, при якій собівартість двох порівняних варіантів однакова?

8. Як визначається час роботи робочого на одному робочому місті – період комплектування заділу?

9. Що таке величина міжопераційного зворотного заділу z_{\max} ?

10. Від чого залежить норма вироблення для різних проміжків технологічного часу (година, зміна тощо) та під час складання на конвеєрних та поточних лініях?

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

3.1 Дослідження процесу сортування виробів

Типовими контрольними питаннями та завданнями є:

- навести схему інформаційних потоків підсистеми сортування виробів;
- навести перелік функцій підсистеми сортування виробів;
- у чому полягає зв'язок підсистеми сортування з іншими підсистемами виробничої системи?
- навести порядок роботи з програмою DetailsCaser на етапі дослідження процесу сортування виробів;
- навести порядок роботи з програмою DetailsCaser на етапі дослідження процесу відбраковки виробів.

3.2 Дослідження на моделі структури роботизованого процесу

Типовими контрольними питаннями та завданнями є:

- які параметри структури РТК впливають на його продуктивність?
- від чого залежить надійність РТК?
- як визначається коефіцієнт готовності?

3.3 Дослідження процесу функціонування технологічного комплексу

Типовими контрольними питаннями та завданнями є:

- охарактеризуйте ТК як систему масового обслуговування.
- назвіть основні характеристики системи з відмовами й охарактеризуйте їх;
- поясните сутність показового закону розподілу випадкової величини;
- назвіть чисельні характеристики випадкової величини;
- як визначають відносну пропускну здатність системи з відмовами?

4 ПЕРЕЛІК ДОВІДКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів / Підручн. – Харків, 2005. – 592 с.
2. Невлюдов І.Ш. Виробництво електронних апаратів. Типові задачі: Навч. посібник / І.Ш. Невлюдов. – Харків, 2008. – 400 с.

Додаткова література

3. Омаров М.А. Технологічне обладнання основних етапів виробництва друкованих плат: навч. посібник / М.А. Омаров, І.О. Яшков. Х.:ХНУРЕ, 2013.-220 с.
4. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 10 с.
5. Методичні вказівки до практичних занять і лабораторних робіт з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 10 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Методичні вказівки до практичних занять і лабораторних робіт
з дисципліни

«ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів денної форми навчання
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Електронне видання

ЗАТВЕРДЖЕНО
кафедрою КІТАМ
Протокол № 1
від 31 серпня 2017 р.

Харків – 2017

Методичні вказівки до практичних занять і лабораторних робіт з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 40 с.

Упорядник: І.О. Яшков

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

Загальні положення

1 Методичні вказівки до практичних занять

1.1 Оцінка рівня технічної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві

1.2 Організаційні аспекти підготовки нових виробів і оцінка організаційної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві

1.3 Розрахунок техніко-економічних показників складання виробів

2 Методичні вказівки до лабораторних робіт

2.1 Дослідження процесу сортування виробів

2.2 Дослідження на моделі структури роботизованого процесу

2.3 Дослідження процесу функціонування технологічного комплексу

Перелік посилань

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АКІТ– автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології;

ВПООА – виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації;

ЕОЗ – електронно-обчислювальний засіб;

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина;

ЗА – засіб автоматизації;

ОПВ – організаційна підготовка виробництва;

ПТЗ – програмно-технічний засіб,

ПТК – програмно-технічний комплекс;

РЕА – радіоелектронний апарат;

РЕЗ – радіоелектронний засіб;

РО – регулювальний орган;

РТК – робототехнічний комплекс;

РТС – робототехнічна система;

ТК – технологічний комплекс;

ТП – технологічний процес;

ЧПК– числове програмне керування;

шт. – штуки;

хв. – хвилини.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Постійний розвиток автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій (АКІТ) неможливо розглядати у відриві від виробничих процесів та обладнання об'єктів автоматизації.

Саме тому вивчення навчальної дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» (ВПООА) передбачається при підготовці фахівців багатьох інженерних спеціальностей. Насамперед це стосується спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Для спеціальностей цього напрямку ця навчальна дисципліна має особливе значення, оскільки становить теоретичну основи багатьох спеціальних дисциплін. Вищезгадане знайшло відображення у вимогах до практичних занять і лабораторних робіт з навчальної дисципліни ВПООА. Ці методичні вказівки призначені для закріплення знань з вказаної навчальної дисципліни.

Метою методичних вказівок є допомога в організації самостійної роботи студента, практичних занять і лабораторних робіт.

Методично й систематично вивчаючи визначені розділи студент набуває знань у повному обсязі з питань навчальної дисципліни.

Дисципліна «ВПООА» є частиною дисциплін циклу професійної та практичної підготовки. Вона дає основи для розробки: радіоелектронних апаратів (РЕА), технологічних комплексів (ТК), програмно-технічних комплексів (ПТК), програмно-технічний засобів (ПТЗ), регулювальних органів (РО), засобів автоматизації (ЗА) та ін.

Процеси оновлення виробництва на основі науково-технічного прогресу набули всеосяжного характеру, ув'язують в єдине ціле створення нової техніки і вдосконалення виробничої бази підприємств і об'єднань. В результаті цих процесів виникли нові форми організаційного й економічного об'єднання учасників робіт. Тому великий науковий і практичний інтерес представляють питання оцінки рівня комплексної готовності виробництва до освоєння нововведень на підприємствах. На досягнення цієї мети і спрямоване вивчення матеріалів дисципліни ВПООА. Важливе місце при цьому відводиться практичним заняттям, основною метою яких є набуття навичок самостійно ставити і вирішувати інженерні задачі з оцінки рівня комплексної готовності сучасного автоматизованого виробництва до випуску нових виробів.

Задача практичних занять – дати можливість студентам реалізувати одержані теоретичні знання в конкретних проблемних ситуаціях.

В результаті проведення практичних занять студенти повинні знати можливості та шляхи реалізації теоретичних знань на практиці; методи і технічні засоби (в тому числі засоби обчислювальної техніки) рішення професійно-орієнтованих задач. Студенти повинні вміти пов'язувати наукові проблеми і досягнення в області комплексної підготовки виробництва з

народно-господарськими задачами; вирішувати конкретні задачі по оцінці рівня комплексної готовності підприємства до випуску нових виробів.

Під час виконання лабораторних робіт студенти повинні знати особливості організації сучасного виробництва, його структуру та взаємодію складових частин. Студенти повинні вміти планувати та організовувати роботу з інформаційного забезпечення структурних підрозділів сучасного виробництва з метою отримання кінцевого результату – прибутку підприємства.

Студенти завчасно готуються до виконання лабораторної роботи. Для цього необхідно: повторити відповідний лекційний матеріал і дані практичних занять, вивчити теоретичний матеріал за інформаційними джерелами і розробити програму досліджень. Лабораторні роботи розраховані на активну індивідуальну діяльність кожного студента і виконуються за індивідуальними завданнями, які запропоновані викладачем.

При підготовці до лабораторних робіт особливу увагу слід приділити вивченню та дотриманню правил техніки безпеки. До виконання лабораторних робіт допускаються студенти, які отримали допуск за співбесідою та пройшли інструктаж з техніки безпеки, ознайомилися з правилами поведінки у лабораторії та особливостями користування технічними засобами.

Основними вимогами техніки безпеки є:

- а) при роботі з обладнанням слід керуватись правилами експлуатації електрообладнання напругою до 1000 В;
- б) забороняється робота на обладнанні без дозволу викладача;
- в) не менш, ніж один раз на дві академічні години необхідно робити перерву для провітрювання приміщення;
- г) торкатися металевих частин обладнання можна тільки однією рукою, інша рука не повинна торкатися інших частин обладнання або людей;
- д) у разі виявлення пошкодження обладнання або заземлення необхідно негайно припинити роботу та повідомити викладача та інженера.

Оформлення матеріалів звіту з лабораторної роботи повинно виконуватися згідно з вимогами [7].

Обов'язковими структурними елементами звіту є: титульний аркуш; основна частина; висновки; перелік посилань. Обов'язковими розділами основної частини є: мета роботи; програма досліджень; теоретична частина; опис лабораторної установки; експериментальна частина.

Опрацювання даних дослідження слід проводити з використанням обчислювальної техніки. Захист лабораторної роботи відбувається під час занять у встановлений викладачем час. Якщо оцінка незадовільна, то студент повинен захищати роботу вдруге, після її виправлення та доопрацювання. При підготовці до захисту роботи студент повинен орієнтуватися на перелік контрольних запитань та завдань, вміщених у кінці кожної лабораторної роботи.

1 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

1.1 Оцінка рівня технічної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві

1.1.1 Мета заняття

Метою заняття є освоєння методик технічної підготовки виробництва як системно-організаційного процесу і кількісної оцінки рівня технічної готовності підприємства до випуску нового виробу на етапі освоєння.

1.1.2 Методичні вказівки з організації самостійної роботи студентів

Під час підготовки до практичного заняття з'ясувати основну мету технічної підготовки виробництва на етапі освоєння виробів, визначити, що є кількісною мірою технічної готовності, знати послідовність оцінки цієї готовності. Необхідно користуватися інформаційними джерелами [1–6]. Для визначення рівня технічної готовності виробництва на підприємстві розрахувати часткові коефіцієнти готовності, використовуючи інформаційне джерело [6], с.41–50. Необхідно розрахувати наступні часткові коефіцієнти готовності:

а) конструкторської документації – K_I ;

б) технологічної документації – K_2 ;

в) технологічної оснастки – K_{oc} (штампи, прес-форми, кондуктори, зварювальні та складальні пристосування, інші види оснастки);

г) забезпеченості спеціальним інструментом – K_{II} ;

д) забезпеченість технологічним обладнанням – K_o (обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК), складальні робототехнічні комплекси (РТК), універсальне обладнання).

Враховуючи значення важливості кожного часткового показника, розрахувати K_{TG} – інтегральний показник технічної готовності виробництва до випуску нового виробу як середньозважену величину за формулою (1.1):

$$K_{TG} = \frac{\sum K_{T_i} m_i}{\sum m_i}, \quad (1.1)$$

де K_{T_i} – часткові коефіцієнти технічної готовності;

m_i – вагомість i -ого показника.

1.1.3 Контрольні запитання і завдання

1 Чому технічну підготовку виробництва виробів необхідно розглядати як системно організаційний процес?

2 Що є кількісною мірою технічної готовності виробництва?

3 В чому полягає відмінність технологічної готовності виробництва від технічної?

4 Назвіть часткові показники технічної готовності й охарактеризуйте їх.

5 Як здійснюється загальна оцінка технічної готовності підприємства?

6 В чому відмінність інтегрального показника технічної готовності від часткового?

7 Наведіть методику розрахунку інтегрального показника технічної готовності.

8 Які види оснастки використовують у виробництві?

9 Що таке кондуктор?

10 Що таке прес-форма та штамп?

1.1.4 Приклади аудиторних і домашніх завдань

Задача.

Необхідно визначити рівень технічної готовності виробництва на підприємстві. Вихідні дані для оцінки часткових і інтегральних показників технічної готовності виробництва до випуску нового виробу наведені у табл.1.1.

Приклад розв'язання задачі.

Використовуючи методику, яка викладена у інформаційному джерелі [2], с. 41–50, розраховуємо часткові коефіцієнти готовності (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Часткові коефіцієнти готовності

Показники	Формули	Значення, найменувань	Розрахунок
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Коефіцієнт готовності конструкторської документації	$K_1 = \frac{T_{\Phi_1}}{T_{\Pi_1}}$	T_{Φ_1}, T_{Π_1} – загальна кількість фактичних креслень нових виробів на момент початку освоєння технологічних процесів (ТП) і кількість креслень передбачених за планом.	$K_1 = 450/500=0,90$

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
Коефіцієнт готовності технологічної документації	$K_2 = \frac{T_{\Phi_2}}{T_{\Pi_2}}$	T_{Φ_2}, T_{Π_2} – загальна кількість фактичних креслень нових виробів на момент початку освоєння ТП і кількість креслень передбачених за планом.	$K_2 = 200/350=0,57$
Коефіцієнт готовності технічної оснастки	$K_{OC} = \frac{\sum K_{OCi} m_i}{\sum m_i}$, $K_{OCi} = \frac{O_{\Phi i}}{O_{\Pi i}}$	$O_{\Phi i}$ – фактична забезпеченість операцій i - м видом технологічної оснастки; $O_{\Pi i}$ – планова забезпеченість виробництва i - м видом інструмента на початок виготовлення нових виробів; m_i – коефіцієнт вагомості.	$K_{OC} = 0,91 \cdot 0,40 + 0,18 \cdot 0,40 + 0,54 \cdot 0,05 + 0,76 \cdot 0,05 + 0,75 \cdot 0,05 + 0,90 \cdot 0,05 = 0,54$
Коефіцієнт забезпеченості виробництва нового виробу інструментом загального і спеціального призначення	$K_{\Pi} = \frac{P_{\Phi}}{P_{\Pi}}$	P_{Φ} – фактична забезпеченість виробництва інструментом на момент початку виготовлення нових виробів; P_{Π} – планова (нормативна) забезпеченість виробництва інструментом.	$K_{\Pi} = 28 / 35 = 0,80$
Коефіцієнт оснащення нового виробу необхідним технологічним обладнанням, транспортними засобами	$K_o = \frac{\sum K_{oi} m_i}{\sum m_i}$, $K_{oi} = \frac{C_{\Phi i}}{C_{\Pi i}}$	$C_{\Phi i}$ – фактична наявність i -го типу обладнання, транспортних засобів тощо; $C_{\Pi i}$ – необхідна кількість i -го типу обладнання, яке забезпечує випуск нового виробу; m_i – коефіцієнт вагомості	$K_o = 0,50 \cdot 0,40 + 0,75 \cdot 0,50 + 0,54 \cdot 0,10 = 0,62$

Продовження таблиці 1.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Інтегральний показник технічної готовності виробництва до випуску нового виробу	Дивись формулу (1.1)		$K_{\text{ТГ}} = 0,90 \cdot 0,10 +$ $+ 0,57 \cdot 0,10 +$ $+ 0,54 \cdot 0,30 +$ $+ 0,80 \cdot 0,30 +$ $+ 0,62 \cdot 0,20 =$ $0,67$

Галузевий рівень технічної готовності виробництва до випуску нових виробів не перевищує 0,40 – 0,60.

Порівняння отриманого значення $K_{\text{ТГ}}$ з галузевими нормами показує, що вона незначно перевищує їх. Таким чином, виробництво нових виробів за даним варіантом початкових даних затримується. Триває безперервне доукомплектування і виправлення технічної документації, дооснащення виробництва інструментом і пристосуванням. Виріб знімається з виробництва як морально застарілий, а документація на нього залишається з літерою “О”, що вказує на те, що виріб і виробничі можливості з його випуску не вийшли за межі стадії дослідної партії.

Варіанти домашніх завдань до практичного заняття 1 у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Варіанти домашніх завдань до практичного заняття 1

Показник	Варіант; значення параметрів, найменувань																<i>m_i</i>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>I</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>T_{Φ1}</i>	47	45	50	52	54	55	57	60	63	65	70	75	80	82	84	86	-
<i>T_{Π1}</i>	57	50	55	57	58	60	64	65	68	70	75	80	85	87	89	91	-
<i>T_{Φ2}</i>	22	20	25	24	29	30	33	35	37	40	45	50	55	57	59	61	-
<i>T_{Π2}</i>	38	35	40	42	43	40	44	45	47	50	55	60	65	67	69	71	-

K_b K_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------

Продовження таблиці 1.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
O_{Φ_1}	91	45	50	52	54	55	57	60	63	65	70	75	80	82	84	86	-
O_{Φ_2}	23	50	55	57	58	60	64	65	68	70	75	80	85	87	89	91	-
O_{Φ_3}	27	45	50	52	54	55	57	60	63	65	70	75	80	82	84	86	-
O_{Φ_4}	19	22	24	26	28	30	32	34	35	37	39	42	44	46	48	50	-
O_{Φ_5}	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	86	87	88	89	-
O_{Φ_6}	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	86	87	88	89	90	91	-
O_{Π_1}	10	50	55	57	58	60	64	65	68	70	75	80	85	87	89	91	-
O_{Π_2}	12	35	40	42	43	40	44	45	47	50	55	60	65	67	69	71	-
O_{Π_3}	50	20	25	24	29	30	33	35	37	40	45	50	55	57	59	61	-
O_{Π_4}	25	29	34	36	38	40	42	44	45	47	49	52	54	56	58	55	-
O_{Π_5}	40	45	44	50	51	59	64	66	71	74	89	89	89	89	89	94	-
O_{Π_6}	44	46	51	59	62	66	73	78	81	86	87	88	89	90	91	92	-
K_{OC_1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40
K_{OC_2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40
K_{OC_3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05
K_{OC_4}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05
K_{OC_5}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05
K_{OC_6}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05
K_{OC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30
P_{Φ}	28	33	39	41	47	52	54	59	61	68	69	73	77	81	88	91	-
P_{Π}	35	37	41	42	43	57	57	61	66	66	73	77	79	83	89	99	-
K_{Π}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30
C_{Φ_1}	2	1	2	3	1	2	1	6	1	2	3	4	5	1	2	3	-
C_{Φ_2}	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	-

Продовження таблиці 1.2

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
C_{Φ_3}	6	5	4	3	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	-
C_{Π_1}	4	7	6	5	4	3	2	7	2	3	4	5	6	7	8	9	-
C_{Π_2}	8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	-
C_{Π_3}	11	12	11	10	9	8	7	6	10	11	10	11	9	8	7	6	-
K_{O_1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40
K_{O_2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50
K_{O_3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10
K_O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20

У табл. 1.2: $O_{\Phi_1} - O_{\Phi_6}$ та $O_{\Pi_1} - O_{\Pi_6}$ – відповідно готовність технологічної оснастки (1 – штампи, 2 – прес-форми, 3 – кондуктори, 4, 5 – зварювальні та збиральні пристосування, 6 – інші види оснастки) фактично і за планом; $C_{\Phi_1} - C_{\Phi_3}$ та $C_{\Pi_1} - C_{\Pi_3}$ – відповідно оснащеність технологічним обладнанням (1 – верстати з ЧПК, 2 – робототехнічні системи (РТС), 3 – універсальні верстати) фактично і за планом.

Задача.

Виконати розрахунок організаційно-технічних параметрів розподіленого пластинчатого вертикально-замкненого конвеєра при двохрядному розташуванні робочих місць в шаховому порядку.

Вихідні дані: максимальна кількість робочих місць на лінії $K_{\max} = 40$; відстань між двома сусідніми робочими місцями з однієї сторони конвеєра $l = 1,2$ м; довжина натяжної та приводної станцій, $L' = 3,2$ м; діаметр натяжного барабану $D = 0,6$ м; ритм $r^T = 3$ хв.; шаг конвеєра $d = 0,6$ м.

Визначити робочу довжину тримального органа конвеєра L_p , довжину конвеєра, швидкість руху тримального органа, розмір пластини конвеєра, кількість транспортних пристроїв.

Розв'язання

Робоча довжина тримального органа конвеєра при двохрядному розташуванні робочих місць в шаховому порядку

$$L_p = \frac{(k_{\max} + 1) \cdot l}{2},$$

де k_{\max} — максимальна кількість робочих місць на лінії; l — відстань між двома сусідніми робочими місцями з однієї сторони конвеєра,

$$L_p = \frac{(40 + 1) \cdot 1,2}{2} = 24,6 \text{ м.}$$

Довжина конвеєра

$$L_k = L_p + L',$$

де L' — довжина приводної та натяжної станцій.

$$L_k = 24,6 + 3,2 = 27,8 \text{ м.}$$

Повна довжина тримального органа:

$$L_n = 2 \cdot L_p + \pi \cdot d,$$

$$L_n = 2 \cdot 24,6 + 3,14 \cdot 0,6 = 51,084 \text{ м.}$$

Швидкість руху тримального органу конвеєра, що рушить безперервно,

$$V = \frac{d}{r^T},$$

де r^T — постійний ритм роботи лінії,

$$V = \frac{0,6}{3} = 0,2 \text{ м/хв.}$$

Розмір пластини конвеєра:

– ширина

$$a = l_1 + 40,$$

де l_1 — ширина виробу, $l_1 = 32$ мм.

Тоді $a = 72$ мм;

– довжина b вибирається виходячи з умови, що між виробами була ціла кількість пластин, тобто при відстані між виробами 0,6 м та кількості пластин 36 її довжина 0,2 м (200 мм).

Кількість транспортних пристроїв:

$$Q = \frac{L_n}{l} Q = \frac{51,084}{1,2} = 42,5.$$

Приймаємо $Q = 43$.

1.2 Організаційні аспекти підготовки нових виробів і оцінка організаційної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві

1.2.1 Мета заняття

Метою заняття є освоєння системи показників для оцінки організаційної готовності виробництва до випуску нових виробів, набуття практичних навичок оцінки стану організаційної готовності виробництва на початок освоєння нових виробів на підприємстві.

1.2.2 Методичні вказівки по організації самостійної роботи студентів

При підготовці до практичного заняття необхідно усвідомити, що організаційна підготовка може бути визначена як сукупність передвиробничих організаційних мір по раціоналізації структури, сумісності, упорядкованості та

регламентації матеріальних і трудових елементів виробництва і керування ними в просторі і в часі з метою налагодження ефективного і стійкого випуску нових високоякісних виробів. Іншими словами, важливо зрозуміти, що організаційна підготовка виробництва (ОПВ) охоплює дві сфери діяльності – організацію виробництва (включаючи організацію праці) і організацію управління у двох вимірах – просторовому і часовому.

Крім того, необхідно засвоїти методику якісного і кількісного визначення стану підготовленості виробництва до випуску нового виробу.

Методика для оцінки показників організаційної готовності виробництва до випуску нового виробу на підприємстві на етапі освоєння наведена в [6], с.62 – 73.

Під час підготовки необхідно користуватися інформаційними джерелами: [1 – 6].

Для визначення рівня організаційної готовності виробництва при здійсненні переходу на виготовлення нових виробів, які потребують суттєвої перебудови організаційних сторін виробництва на підприємстві розрахувати часткові коефіцієнти готовності, використовуючи методику, викладену у інформаційному джерелі [6]. Необхідно розрахувати наступні часткові коефіцієнти організаційної готовності:

а) коефіцієнт готовності планово-проектної документації (розрахунок плану-графіку випуску продукції, планування розміщення тощо) – K_D ;

б) коефіцієнт завершеності роботи з монтажу обладнання і пристроїв у відділах, цехах, технологічних системах, що організуються або реорганізуються – K_0 ;

в) коефіцієнт готовності виробничих приміщень до складання виробів, що опановуються – K_L ;

г) рівень організаційної готовності виробництва – K_{OG} ;

д) індекс зростання рівня організаційної готовності виробництва – I_{OG} .

Розрахунок часткових і інтегральних показників готовності дає можливість оцінити стан і хід робіт, що виконуються, з організаційної підготовки і на цій основі визначити міри впливу на його прискорення, раціональності початку освоєння нових виробів і продовження робіт з підготовки.

1.2.3 Контрольні запитання і завдання

- 1 Чому при рішенні задач комплексної підготовки виробництва зростає значення її організаційних аспектів?
- 2 Які задачі вирішуються при організаційній підготовці виробництва?
- 3 Які структура і зміст організаційної підготовки виробництва?
- 4 Як кількісно оцінюють організаційну готовність виробництва до випуску нових виробів?
- 5 Що розуміють під рівнем організаційної готовності виробництва до випуску нових виробів і як він визначається?
- 6 Як визначається коефіцієнт готовності виробничих приміщень до складання виробів, що опановуються?
- 7 Які особливості визначення коефіцієнта завершеності роботи з монтажу обладнання і пристроїв у відділах, цехах, технологічних системах, що організуються або реорганізуються?
- 8 Що таке коефіцієнт готовності планово-проектної документації (розрахунок плану-графіку випуску продукції, планування розміщення тощо)?
- 9 Які сфери діяльності охоплює ОПВ?

1.2.4 Приклади аудиторних і домашніх завдань

Задача. Необхідно здійснити перехід на виготовлення нових виробів, який потребує суттєвої перебудови організаційних сторін виробництва.

Варіанти комплексу основних заходів і стан з їх виконанням наведено у таблиці 1.3.

Розрахувати значення часткових показників і оцінити їх вплив на результати організаційної підготовки виробництва, якщо рівень організаційної готовності виробництва на начало опанування повинен складати 0,93.

Приклад розв'язання задачі.

Використовуючи методику [2], можна розрахувати показники організаційної готовності (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Показники організаційної готовності

Показники	Формули	Значення	Розрахунок
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Коефіцієнт готовності планово-проектної документації (розрахунок плану-графіку випуску продукції, планування розміщення тощо)	$K_D = \sum \frac{T_{\Phi_i}}{T_{\Pi_i}} m_i$	T_{Φ_1} ; T_{Π_1} – відповідно, фактично на дату оцінки і плановий об'єм роботи з розробки i – того виду планово-проектної документації, розрахований через нормативну працесмість; m_i – вагомість (важливість) впливу i -го документа на результати ОПВ; ($0 \leq m_i \leq 1$)	$K_D =$ $= 3000/3500 \cdot 0,3 +$ $+ 2300/2800 \cdot 0,4 +$ $+ 200/250 \cdot 0,2 +$ $+ 180/200 \cdot 0,1 =$ $= 0,84$
Коефіцієнт завершеності робіт з монтажу обладнання, машин, пристроїв у знову організованих і реорганізованих відділах, цехах, поточних і автоматичних лініях	$K_0 = \frac{C_{\Phi_i}}{C_{\Pi_i}} m_i$	C_{Φ_1} ; C_{Π_1} – відповідно, фактична на дату оцінки і планова вартість монтажу і відлагодження i -го виду обладнання, необхідного для опанування нового виробу; m_i – вагомість (важливість) впливу i -го документа на	$K_0 = 280/285 \approx$ $\approx 0,98$

		результати ОПВ; ($0 \leq m_i \leq 1$)	
--	--	--	--

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
Коефіцієнт підготовленості виробничих приміщень до складання виробів, що опановуються	$K_{\text{Д}} = \sum \frac{П_{\Phi_i}}{П_{\Pi_i}} P_i$	$П_{\Phi_i}$; $П_{\Pi_i}$ - відповідно, площа фактично підготовлених приміщень на період оцінки і загальна площа приміщень, необхідних для випуску нових виробів по i -му цеху, відділу; P_i вагомість (важливість впливу i -го цеху на результати ОПВ; ($0 \leq P_i \leq 1$))	$K_{\Pi} = 140/180 \approx 0,78$
Рівень організації готовності виробництва.	$K_{\text{ОГ}} = \sqrt[n]{K_1 K_2 \dots K_n}$	K_1, K_2, \dots, K_n – відповідно, значення часткових аналітичних коефіцієнтів, які характеризують стан організаційної підготовки виробництва в результаті заходів з ОПВ	$K_{\text{ОГ}} = 0,74$
Індекс зростання рівня організаційної готовності виробництва	$I_{\text{ОГ}} = \frac{K_{\text{ОГ}}^{\text{Д}}}{K_{\text{ОГ}}^{\text{П}}}$	$K_{\text{ОГ}}^{\text{Д}}$; $K_{\text{ОГ}}^{\text{П}}$ - відповідно, інтегральні коефіцієнти рівня організаційної готовності, досягнутого і планового, на період оцінки робіт з ОПВ.	$I_{\text{ОГ}} = 0,74/0,93 \approx 0,80$

З розрахунку видно, що невиконання намічених об'ємів організаційних заходів суттєво впливає на зниження рівня організаційної готовності у порівнянні з планом.

Таким чином, розрахунок часткових і інтегральних показників готовності дає можливість оцінити стан і хід виконання робіт з ОПВ і на цій основі визначити заходи впливу на його прискорення, доцільність начала опанування нових виробів і подовження роботи з підготовки.

Задача.

У наслідок обстеження виробництва, збирання і обробці статистичних матеріалів за попередні роки по групі однорідних виробів були отримані початкові дані з динаміки продуктивності праці P_{ϕ} і собівартості одиниці продукції C_{ϕ} на різних етапах опанування, технічної, економічної, організаційної і соціальної готовності виробництва. Значення узагальнюючих показників опанування планової продуктивності $K_n = 0,67$ і планової собівартості $K_c = 1,22$.

Необхідно знайти рівняння регресії і оцінити комплексну готовність виробництва до опанування нового виробу аналогічної групи при заданому рівні завершеності робіт з підготовки виробництва.

Розв'язання.

Якщо підготовку виробництва обмежити досягнутим рівнем інтегральних показників готовності, то виробництво виробу буде здійснюватися при середній продуктивності праці, яка складає всього 67% рівня планової, а собівартість виробів вище планової у 1,22 рази. Очевидно, що готовність виробництва до випуску нового виробу за даними показниками не може бути задовільною, а ступень завершеності робіт слід вважати невисоким.

Варіанти домашніх завдань до практичного заняття 2 у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Варіанти домашніх завдань до практичного заняття 2

Показник	Показники організаційної готовності підприємства		m_i
	по плану (норматив)	фактично на початок опанування	
	Варіант		

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розробка проекту реконструкції цеху збирання виробів, <i>нормо – години</i>	3500	3600	3400	3700	3550	3000	3100	2800	3200	3000	0,3
Розробка проекту створення механічного цеху точних виробів, <i>нормо – години</i>	2800	2950	2700	3000	2900	2300	2350	2100	2500	2400	0,4
Розробка календарно планових нормативів на опанування виробів, <i>нормо – години</i>	250	260	230	250	240	200	190	220	200	230	0,2
Розробка і видача цехам і дільницям планів – графіків випуску виробів, <i>нормо – години</i>	200	180	210	200	190	180	170	185	200	180	0,1
Планування механічного цеху, монтаж і налагодження обладнання, тис. <i>грн</i>	285	300	270	280	265	280	285	260	270	280	1,0
Перепланування і монтаж обладнання збирального цеху, тис. <i>грн</i>	140	150	130	120	150	180	160	190	175	170	1,0

1.3 Розрахунок техніко-економічних показників складання виробів

1.3.1 Мета заняття

Метою заняття є освоєння системи показників для оцінки техніко-економічних показників складання виробів, набуття практичних навичок оцінки стану техніко-економічної готовності виробництва на початок освоєння нових виробів на підприємстві.

1.3.2 Методичні вказівки по організації самостійної роботи студентів

Методика розрахунку техніко-економічних показників складання виробів наведена в інформаційному джерелі [3], с.109 – 113.

Під час підготовки до практичного заняття необхідно користуватися інформаційними джерелами: [1 – 8].

Необхідно звернути увагу на те, що тип виробництва визначають з аналізу конструкції виробу, програми випуску та дійсного річного фонду робочого часу. Для певного типу виробництва обирають оптимальні методи складання, необхідне обладнання й оснащення. Тип виробництва установлюють за допомогою коефіцієнта серійності

$$k_c = \frac{K_0}{n_p},$$

де k_0 — кількість складальних операцій за технологічним процесом;

n_p — кількість робочих місць, необхідних для виконання процесу складання

$$n_p = \frac{N \sum_{i=1}^{K_0} T_{um,i}}{60 \cdot k \cdot \Phi_o},$$

де N — річний обсяг випуску виробів, *шт.*;

$\sum_{i=1}^{K_0} T_{um.i}$ — трудомісткість складання виробів, *хв.*;

$T_{um.i}$ — норма штучного часу *i*-ї складальної операції, *хв.*;

k — коефіцієнт виконання норм у процесі складання; Φ_∂ — дійсний річний фонд часу, *год.*

Тривалість виробничого циклу T_γ — час між запуском у виробництво та завершенням виготовлення партії виробів. Тривалість циклу залежить від сполучення операцій.

При послідовному сполученні операцій

$$T_\gamma = N \cdot T_y,$$

де N — кількість виробів в партії; T_y — час проходження усіх операцій одним виробом.

При паралельному сполученні операцій кожен виріб переходить на наступну операцію, не очікуючи доки усі інші вироби цієї партії проходять дану операцію, тоді

$$T_\gamma = T_y + (N-1)T_{um_{max}},$$

де $T_{um_{max}}$ — норма часу найбільш трудомісткої операції.

При послідовно-паралельному способі сполучення операцій

$$T_\gamma = \sum_{i=1}^n t_{zc} + N \cdot T_{um_k}$$

де t_{zc} — зсув у часі між початками двох операцій, що йдуть послідовно, *хв.*;

T_{um_k} — норма часу кінцевої операції, *хв.*

Якщо тривалість попередньої операції більше наступної, то зсув між цими операціями

$$t_{zc} = T_{um_i} - (N-1)T_{um_{i+1}}.$$

Якщо попередня операція менше наступної, то зсув між операціями:

$$t_{zc} = T_{um_i}.$$

Операції технологічного процесу бажано проектувати рівними або кратними одна до іншої за тривалістю. Це дозволяє легко організовувати поточне виробництво. Розрахунки поточних та конвеєрних ліній полягають у визначенні їх основних параметрів та виконуються однаково. У процесі розрахунку необхідно знайти: τ — такт поточної лінії, *хв.*; T_{π} — темп поточної лінії, *шт./год.*; t_{π} — ритм поточної лінії, *хв.*, що розраховують лише в тому випадку, якщо вироби передаються транспортними партіями; n_p — кількість робочих місць на лінії; L — довжину поточної лінії або конвеєра, *м*; B_{π} — ширину стрічки транспортеру, *см*; v_k — швидкість руху конвеєра, *м/хв.*

Такт поточної лінії

$$\tau = \frac{\Phi_{3M}}{\Pi_{33}},$$

де Π_{33} — змінне завдання запуску, *шт.*;

Φ_{3M} — фонд робочого часу за зміну, *хв.*:

$$\Phi_{3M} = 492 - T_{об} - T_{відп},$$

де $T_{об}$ — час організаційно-технічного обслуговування лінії, *хв.*; $T_{відп}$ — час на відпочинок, *хв.*; $T_{об}$ і $T_{відп}$ у сумі складають 7 – 10 % від оперативного часу, що дорівнює

$$T_{он} = T_o + T_{\partial},$$

де T_o — основний технологічний час; T_{∂} — допоміжний час, що не перекривається.

Π_{33} — змінне завдання запуску, *шт.*:

$$\Pi_{33} = \frac{100 \cdot \Pi_3}{100 - p},$$

де Π_3 — змінне планове завдання випуску виробів, *шт.*; p — відсоток допустимого браку.

Темп поточної лінії

$$T_{\text{л}} = \frac{60 - (T_{\text{об}} + T_{\text{відн}})/r}{\tau},$$

де r — кількість годин в зміні ($r = 8,2$).

Ритм поточної лінії

$$t_{\text{л}} = \frac{T_{\text{зм}} \cdot S}{\Pi_{33}},$$

де $T_{\text{зм}}$ — тривалість зміни, *хв.*; S — кількість виробів, що складаються, в транспортній партії

$$n_p = \sum_{i=1}^n \frac{T_{\text{шт.}i}}{\tau}.$$

При розташуванні робочих місць в лінію з однієї сторони стрічки транспортера

$$L = l_{\text{шт}} \cdot n_p,$$

де питома довжина одного робочого місця за напрямком руху стрічки транспортеру $l_{\text{шт}} \geq 1,2 \text{ м}$.

При розташуванні робочих місць з двох сторін стрічки транспортеру в шаховому порядку

$$L = l_{num} \left(\frac{n_p}{2} + 1 \right),$$

де $l_{num} \geq 0,8 \text{ м.}$

Швидкість руху конвеєра, таким чином, визначається за формулою

$$v_k = \frac{l_{num}}{\tau}.$$

Перервно-поточні (прямоточні) лінії характеризуються відсутністю строгої синхронності операції. Ритмічність такої лінії полягає в тому, що через певні проміжки часу на кожній операції оброблюється строго визначена, однакова кількість виробів при різному завантаженні робочих місць. Отже, під ритмом роботи $T_{л}$ прямоточної лінії розуміють інтервал часу (кратний тривалості зміни), протягом якого на лінії формується заготовка заданої величини. Внаслідок різниці роботи за операціями, що мають різну продуктивність, створюються міжопераційні оперативні заділи.

Повне використання фонду робочого часу досягається впровадженням багатоверстатного обслуговування та суміщення обслуговування операцій. Для цього складають графік обслуговування, що визначає періоди роботи обладнання та робочих, порядок та час переходів робочих, що обслуговують декілька операцій протягом зміни.

Необхідно з'ясувати як визначається час роботи робочого на одному робочому місті – період комплектування заділу, величина міжопераційного зворотного заділу z_{max} , норма вироблення для різних проміжків технологічного часу (година, зміна тощо) та під час складання на конвеєрних та поточних лініях.

Економічний розрахунок проводиться при: виборі найбільш ефективного варіанту технологічного процесу; виборі спеціального оснащення; обґрунтуванні технологічності виробу.

Вибір технологічного процесу з ряду прийнятних варіантів проводять визначенням критичної кількості пристроїв чи порівнянням приведеної технологічної собівартості.

Технологічна собівартість виробу C_m – частка собівартості, що включає витрати, що можуть суттєво змінюватися при зміні технологічного процесу:

$$C_m = M + Z + П + E = P + \frac{B}{N_p},$$

де M – витрати на матеріали, що використовуються в з'єднаннях; Z – заробітна плата виробничих робітників; E – витрати, пов'язані з експлуатацією обладнання та універсальних пристроїв; $P = M + Z + E$ – річні витрати на складання одного виробу; $П = \frac{B}{N_p}$ – річні витрати з експлуатації, амортизації та налагодження спеціального оснащення, віднесені до одиниці виробу, що складається.

Критичну кількість виробів, при якій собівартість двох порівняних варіантів є однаковою, визначають з рівності $C_{m1} = C_{m2}$:

$$N_{кр} = \frac{P_2 - P_1}{B_1 - B_2}.$$

1.3.3 Контрольні запитання і завдання

1. Які особливості методики розрахунку техніко-економічних показників складання виробів?
2. Що таке тривалість виробничого циклу T_u ?
3. Як визначається такт поточної лінії?
4. Як кількісно оцінюють техніко - економічні показники складання виробів?
5. Що розуміють під ритмом поточної лінії і як він визначається?
6. Охарактеризувати складові технологічної собівартості виробу C_m .
7. Викласти особливості визначення критичної кількості виробів, при якій собівартість двох порівняних варіантів однакова?

8. Як визначається час роботи робочого на одному робочому місті – період комплектування заділу?

9. Що таке величина міжопераційного зворотного заділу z_{\max} ?

10. Від чого залежить норма вироблення для різних проміжків технологічного часу (година, зміна тощо) та під час складання на конвеєрних та поточних лініях?

1.3.4 Приклади аудиторних і домашніх завдань

Задача.

Визначити час виготовлення партії виробів у кількості 10^3 шт. при послідовному сполученні операцій, якщо норми штучного часу на окремих операціях складають: $T_{шт.1} = 2$ хв.; $T_{шт.2} = 6$ хв.; $T_{шт.3} = T_{шт.4} = 4$ хв.; $T_{шт.5} = 3$ хв.; $T_{шт.6} = 2$ хв.; $T_{шт.7} = 7$ хв.

Розв'язання.

Час проходження усіх операцій одним виробом:

$$T_y = \sum_{i=1}^n T_{шт.} = 28 \text{ хв.}$$

При послідовному сполученні складальних операцій:

$$T_{ц} = N \cdot T_y = 1000 \cdot 28 = 28000 \text{ хв.}$$

Домашнє завдання. Визначити час виготовлення партії виробів у кількості 10^3 шт. при різноманітному сполученні операцій, якщо норми штучного часу на окремих операціях складають: $T_{шт.1} = 2$ хв.; $T_{шт.2} = 6$ хв.; $T_{шт.3} = T_{шт.4} = 4$ хв.; $T_{шт.5} = 3$ хв.; $T_{шт.6} = 2$ хв.; $T_{шт.7} = 7$ хв. При паралельному сполученні складальних операцій зсув між початками суміжних операцій:

$$- T_{зм. 12} = T_{шт. 1} = 2 \text{ хв.};$$

$$- t_{зм. 23} = 6000 - 999 \cdot 4 = 2004 \text{ хв.};$$

$$- t_{зм. 34} = 0 \text{ хв.};$$

$$- t_{зм. 45} = 4000 - 999 \cdot 3 = 1003 \text{ хв.};$$

$$- t_{зм. 56} = 3000 - 999 \cdot 2 = 1002 \text{ хв.};$$

$$- t_{зм. 67} = 2 \text{ хв.}$$

Домашнє завдання.

Радіоелектронний блок засобу автоматизації збирають в результаті виконання семи складальних операцій, норми штучного часу яких становлять: $T_{шт.1} = 2 \text{ хв.}; T_{шт.2} = 6 \text{ хв.}; T_{шт.3} = T_{шт.4} = 4 \text{ хв.}; T_{шт.5} = 3 \text{ хв.}; T_{шт.6} = 2 \text{ хв.}; T_{шт.7} = 5 \text{ хв.}$

Визначити, при якому способі організації процесу складання буде швидше виготовлена партія радіоелектронних блоків засобу автоматизації, що складається з 300 *шт.*

Порівняти три варіанти організації процесу складання – паралельний, послідовно - паралельний і потоковий, поклавши, що змінне завдання у випадку потокового складання дорівнює 100 *шт.*

Зсув між початками суміжних операцій для паралельно - послідовного сполучення операцій:

- $t_{зм. 12} = T_{шт. 1} = 2 \text{ хв.};$
- $t_{зм. 23} = 6 \cdot 300 - 299 \cdot 4 = 604 \text{ хв.};$
- $t_{зм. 34} = 0 \text{ хв.};$
- $t_{зм. 45} = 4 \cdot 300 - 299 \cdot 3 = 303 \text{ хв.};$
- $t_{зм. 56} = 3 \cdot 300 - 299 \cdot 2 = 302 \text{ хв.}; t_{зм. 67} = 2 \text{ хв.}$

Задача.

Визначити тривалість виробничого циклу при поточній організації складання партії виробів у кількості 100 *шт.* Змінне завдання запуску $\Pi_{33} = 94 \text{ шт.};$ фонд робочого часу за зміну $\Phi_{зм} = 470 \text{ хв.}$ Час проходження усіх операцій одним виробом $T_y = 30 \text{ хв.}$

Розв'язання.

Тривалість виробничого циклу при поточній організації складання визначається за формулою

$$T_u = T_y + (N - 1) \cdot \tau,$$

де τ - такт поточної лінії:

$$\tau = \frac{\Phi_{зм}}{\Pi_{33}}.$$

Визначаємо

$$\tau = 470/94 = 5 \text{ хв./шт.}$$

Тоді тривалість виробничого циклу при поточній організації складання

$$T_u = T_y + (N - 1) \cdot \tau = 30 + (100 - 1) \cdot 5 = 525 \text{ хв.}$$

Задача.

Визначити змінне завдання запуску та темп поточної лінії (ПЛ). Витрати на організаційно - технічне обслуговування складають $T_{об.} = 12 \text{ хв.}$, час на відпочинок $T_{відн.} = 8 \text{ хв.}$, змінне планове завдання $P_3 = 196 \text{ шт.}$, відсоток допустимого браку $p = 2 \%$. Фонд робочого часу за зміну $\Phi_{зм} = 470 \text{ хв.}$

Розв'язання.

Визначаємо змінне завдання запуску

$$P_{33} = \frac{100 \cdot P_3}{100 - p} = \frac{100 \cdot 196}{100 - 2} = 200 \text{ шт.}$$

Темп поточної лінії

$$T_l = \frac{60 - (T_{об.} + T_{відн.})/r}{\tau};$$

$$T_l = \frac{60 - (12 + 8)/8,2}{2,35} \approx 25 \text{ шт./год.}$$

Домашнє завдання.

Визначити параметри поточної лінії, якщо витрати на організаційно - технічне обслуговування складають $T_{об.} = 12 \text{ хв.}$, час на відпочинок $T_{відн.} = 8 \text{ хв.}$, змінне планове завдання $P_{33} = 196 \text{ шт.}$, відсоток допустимого браку $p = 2 \%$. Габарити радіоелектронного блоку, що складається, $160 \times 120 \times 80 \text{ мм.}$ Розташування робочих місць з двох сторін стрічки в шаховому порядку.

Питома довжина робочого місця $l_{\text{пит.}} = 120 \text{ см.}$ Ширина стрічки транспортера $B_{\text{л}} = 30 \text{ см.}$ Час на виконання усіх складальних операцій на поточній лінії складає 142 хв.

Домашнє завдання.

Визначити тривалість виробничого циклу складання одного блоку РЕА в цеху, якщо трудомісткість складальних операцій 10 год., трудомісткість контрольних операцій 2 год., трудомісткість транспортних операцій 3 год. Час природних процесів, що передбачені технологією, 20 год. Кількість операцій, що виконуються в даному цеху, — 11, поза даного цеха — 5. Час міжопераційного зберігання в цеху — доба, а поза цехом — дві доби. Роботи виконуються в дві зміни.

Домашнє завдання.

Визначити час виготовлення партії радіоелектронних блоків у кількості 10000 шт. при різних сполученнях операцій (послідовному, паралельному, паралельно-послідовному), якщо норми штучного часу на певних операціях складають: $T_{\text{шт.1}} = T_{\text{шт.2}} = 6 \text{ хв.}; T_{\text{шт.3}} = 4 \text{ хв.}; T_{\text{шт.4}} = 4 \text{ хв.}; T_{\text{шт.5}} = 3 \text{ хв.}; T_{\text{шт.6}} = 2 \text{ хв.}; T_{\text{шт.7}} = 5 \text{ хв.}$

Задача.

Визначити середній час безвідмовної роботи автоматичної лінії (АЛ) складання, якщо середній час обслуговування й усунення відмов складає 320 с, позациклові втрати часу 3,2 с/шт., а циклова продуктивність складає 0,12 шт./с.

Розв'язання.

Визначимо ймовірність відмов АЛ на кожному робочому циклі

$$W_{\text{с}} = \frac{\sum t_n}{Q_{\text{сеп}}},$$

$$W_{\text{с}} = \frac{3,2}{320} = 0,01.$$

Середнє напрацювання на відмову

$$K_n = \frac{1}{W_{\text{с}}},$$

$$K_n = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ циклів.}$$

Час робочого циклу

$$T_p = \frac{1}{Q_n},$$

$$T_p = \frac{1}{0,12} = 0,33 \text{ с.}$$

Середній час безвідмовної роботи АЛ становить

$$T_{cp} = K_n \cdot T_p,$$

$$T_{cp} = 100 \cdot 0,33 = 33 \text{ с.}$$

Задача.

Визначити тип виробництва за допомогою коефіцієнта серійності при наступних вихідних даних: програма випуску $N = 14800 \text{ шт.}$; кількість складальних операцій за технологічним процесом $k_0 = 21$; норма штучного часу i -ї операції $T_{шт.i} = 15,4$; коефіцієнт виконання норми $k = 0,76$; дійсний річний фонд часу $\Phi_\partial = 1823 \text{ год.}$

Розв'язання.

Тип виробництва визначають за коефіцієнтом закріплення операцій k_c . Для визначення k_c необхідно знати n_p — кількість робочих місць, необхідних для виконання складання

$$n_p = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^{kp} T_{шт.i}}{60 \cdot k \cdot \Phi_\partial},$$

де N — програма випуску;

$$n_p = \frac{14800 \cdot 15,4}{60 \cdot 0,76 \cdot 1823} = 5 \text{ робочих місць.}$$

Тоді

$$k_c = \frac{21}{5} = 4,2.$$

Виходячи з умови, що $k_c \leq 1$ — виробництво масове, $k_c > 1$ — виробництво серійне, $k_c \gg 1$ — виробництво одиничне, робимо висновок, що при $k_c = 4,2$ — виробництво серійне.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

2.1 Дослідження процесу сортування виробів

2.1.1 Мета роботи

Метою даної роботи є:

- вивчення різних видів систем технічного зору (СТЗ) та особливостей їх застосування у виробничих процесах та обладнанні об'єктів автоматизації;
- ознайомлення з практичними реалізаціями деяких із них у виробничій лінії сортування плоских виробів, що змодельована у програмі-емуляторі «DetailsCaser»;
- дослідження впливу параметрів СТЗ на кількість помилок визначення бракованих виробів.

2.1.2 Методичні вказівки з організації самостійної роботи студентів

Під час підготовки до виконання та здавання лабораторної роботи студентам необхідно ознайомитися з матеріалами, присвяченими СТЗ, що наведені у інформаційних джерелах [1-5].

Особливу увагу звернути на побудову, використання СТЗ у виробничих процесах та обладнанні об'єктів автоматизації.

Зорові можливості роботів реалізуються за допомогою системи давачів: давачі відстані, сили, тактильні давачі, тощо. Та чи не найбільше значення для збільшення гнучкості використання роботів, для отримання найповнішої інформації, необхідної для роботи роботів у всіх сферах народного господарства, дають системи технічного зору.

Вимірювальні системи, методи вимірювання та обладнання при використанні СТЗ мають набагато більше можливостей, ніж при використанні давачів.

Серед методів розпізнавання об'єктів можна привести наступні.

Логічний метод розпізнавання ОР. В цьому методі використовується так звана чутлива поверхня – матриця чутливих елементів, що можуть бути у одному з двох станів – 0 або 1. Попадаючи на чутливу поверхню об'єкти активізують різні набори чутливих елементів, завдяки чому і відбувається ідентифікація ОР.

Ідентифікувати за допомогою цього методу можна плоскі фігури довільної форми, при цьому задача полягає в знаходженні серед інших об'єктів об'єкта, найбільш близького вихідному.

Як чутливі елементи матричного поля використовуються електроконтакти фотометричних, пневматичних та електромагнітних давачів,

що дозволяють бачити двовимірні зображення поверхні, тобто дозволяють бачити ту поверхню об'єкта, що безпосередньо контактує з чутливим полем;

Фотоелектронний метод розпізнавання дозволяє розпізнавати рухомі деталі різної форми. Він забезпечує зорову чутливість промислового робота (ПР) при обслуговуванні конвеєрів.

Цей принцип розпізнавання деталей складається з виділення основної і допоміжних ознак для однозначної класифікації деталей, що мають однакові плоскі проекції.

Основою методу є застосування фотоприймача, що являє собою лінійку з рівновіддаленими один від одного фотодавачами;

Система розпізнавання, що базується на використанні *відеодавачів чи відеоприймачів*.

В таких системах застосовуються складні алгоритми розпізнавання отриманих зображень через те, що різноманітні завади (погане освітлення, недостатня прозорість повітря, відбивання світла блискучими поверхнями ОР, тощо) відіграють особливо велику роль.

В даній лабораторній роботі буде розглянуто роботу конвеєрної виробничої дільниці сортування і відбраковки виробів з використанням давачів, що базуються на першому і другому із описаних вище методів розпізнавання.

Розглянемо більш детально принцип розпізнавання першого давача.

В момент спалаху світловипромінювача на фотоприймачі виникає сукупність сигналів, що є дискретною апроксимацією фрагментів проекції деталі. Запит усіх фотодавачів виконується пристроєм обробки інформації одночасно з частотою прямування імпульсів від світловипромінювача. При цьому образ деталі формується миттєвими перерізами деталі площиною, перпендикулярною поверхні деталі і направляючій прямій руху деталі, а також площиною, паралельною цій прямій. Таким чином формується два набори попередніх даних.

Пристрій обробки інформації перетворює множину сигналів від фотодавачів в 0 і 1 та виявляє кількість неосвітлених фрагментів. У результаті отримуються два набори даних для подальшого аналізу – гістограми кількості неосвітлених точок по вертикалі і горизонталі. Отримані гістограми звіряються із зразковими для виявлення типу деталі.

Розглянемо принцип розпізнавання другого давача.

Після отримання скан-портрету поточної деталі останній являє собою матрицю елементів, що можуть приймати одне з двох значень – 0 чи 1 (нуль відповідає неосвітленій точці, одиниця – освітленій). В пам'яті керуючої ЕОМ зберігаються скан-портрети зразкових деталей, з якими в подальшому і порівнюється отриманий. З того, що попередній давач уже виявив тип деталі, впливає необхідність порівняння отриманого скан-портрету тільки з одним із зразкових. Це значно прискорює процес розпізнавання бракованих деталей, бо процес порівняння досить складний і займає багато часу і ресурсів

обчислювальної машини, що не вигідно при використанні конвеєрних виробництв.

Порівняння двох скан-портретів проходить у два етапи. Спочатку сканується перший портрет, і в його нулях перевіряються нулі іншого. В окрему змінну записується кількість точок, кольори яких не співпали. Далі та ж операція проводиться для другого скан-портрету. Якщо кількість не співпалих точок мінімальна (визначається необхідною точністю системи), то поточна деталь не бракована.

Сканування портретів один одним носить зрозумілий фізичний зміст – це накладення однієї деталі на іншу і виявлення частин нижньої деталі, що видно у отвори верхньої. Це дозволяє організувати подібну перевірку на апаратному рівні і ще більше прискорити процес розпізнавання

2.1.3 Порядок виконання роботи та методичні вказівки щодо її виконання

У програмі DetailsCaser, що моделює конвеєрну дільницю виробництва плоских виробів з отворами (рис 2.1), на якій здійснюються процеси сортування і відбраковки виробів, використовуються перший і другий методи розпізнавання, що дозволяє прискорити ці процеси.

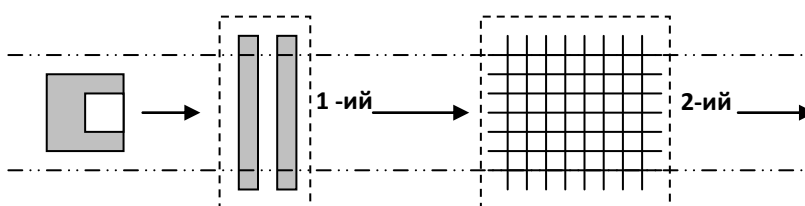


Рисунок 2.1 – Схема конвеєрної дільниці, що моделюється

На першому етапі за допомогою фотоелектронного методу виявляється тип виробу, причому роздільну здатність (кількість фотоприймачів на одиницю довжини на лінійці світлочутливих давачів) першого давача можна вибирати досить малою (її допустима величина залежить тільки від величини попарної схожості виробів, що сортуються). На цьому ж етапі можливе і виявлення браку, якщо відмінність бракованого і правильного виробу досить висока.

На другому етапі за допомогою логічного методу перевіряється відповідність форми поточного виробу зразковій. На цьому кроці відбувається остаточне відсіювання бракованих виробів.

Програма дозволяє відключати перевірку другим давачем і, регулюючи роздільну здатність першої ланки СТЗ, слідкувати за кількістю помилок у визначенні браку цією ланкою.

У програмі використовуються деталі чотирьох типів, причому для кожного із них задано шість можливих бракованих варіантів. Крім цього, у програмі закладено можливість змінювати зразок виробу (варіант, що вважається на

данний момент не браком) на один із шести заданих для неї бракованих елементів. При цьому попередній зразок замінює вибраний бракований варіант. Ця можливість моделює процес навчання СТЗ як один із етапів її роботи.

Програму-емулятор написано у середовищі візуальної розробки програмних засобів Delphi, тому для своєї роботи вона вимагає IBM-сумісний комп'ютер із операційною системою родини Windows.

Процес розпізнавання запускається вибором відповідного пункту в меню "Файл" або натиском клавіші F2; закінчення процесу – аналогічно, тільки «гарячою» клавішею є F3.

Кнопки "Стоп" і "Пуск" відповідно призупиняють і знову запускають процес, що виконується. Відмінність їх дії від дії клавіш F3 і F2 відповідно полягає в тому, що вони лише призупиняють хід процесу, не перериваючи, наприклад, статистики, і знову запускають його, тоді як останні переривають процес повністю і знуляють усі його параметри.

Кнопка "Змінити" на панелі зразку в режимі зупинки процесу (клавіша F3) дозволяє вибрати за зразок один із варіантів бракованих деталей. При цьому заміна виконується для деталі, вибраної у випадяючому списку деталей, розміщеного у лівій верхній частині головного вікна програми. При натисканні цієї кнопки назва панелі бракованих деталей змінюється з "Браковані деталі" на "Вибери тут", а назва самої кнопки змінюється на "Відміна". Панель бракованих деталей починає блимати сірим і сріблястим кольором, привертаючи увагу до себе. Натискання лівої кнопки миші на зображенні одного з бракованих елементів, розміщених на панелі, виконує вибір цього елемента в якості нового зразка. Натискання кнопки "Відміна" замість вибору одного з бракованих елементів повертає усі змінені параметри у попереднє положення без заміни зразка.

Регулятор у лівій частині панелі бракованих виробів призначений для збільшення або зменшення проценту випадання браку. Нове значення відсотку випадання браку враховується вже для наступного виробу.

Регулятор, що розташований ліворуч від панелі "Показання давачів" призначений для збільшення або зменшення роздільної здатності першої ланки СТЗ, що моделюється. Нове значення роздільної здатності враховується вже для наступної деталі, що перевіряється.

Регулятор, розташований зверху місця виходу деталей, відповідає за швидкість конвеєру. При збільшенні швидкості крок між попереднім і наступним зображеннями деталі збільшується, що призводить до втрати наглядності, проте дозволяє прискорити отримання статистики.

Статистична інформація надається на спеціальній панелі у правій верхній частині головного вікна програми взагалом по процесу, та біля місця виходу кожного виду виробу.

Натисканням кнопки зі стрілкою у правій нижній частині головного вікна програми виконується вихід з програми. Крім цього, до такого ж ефекту

призводить натискання клавіші F10 або вибір відповідної команди в меню “Файл”.

Ознайомлення з програмою:

- уважно прочитати опис програми, наведений у даних методичних вказівках. При цьому необхідно мати перед собою на дисплеї комп'ютера запущену програму, щоб була можливість співставляти описувані елементи управління з їх реалізаціями у програмі;

- не запускаючи процесу, ознайомитися з виробами та варіантами браку, що використовуються у програмі. Для цього необхідно вибирати відповідні вироби у випадуючому спискові, що розташований у лівій верхній частині головного вікна програми;

- попрактикуватися у зміні зразків виробів. Для цього натиснути кнопку “Змінити”, коли вибраний виріб, для якої необхідно змінити зразок і вибрати новий зразок серед бракованих варіантів. Замалювати деякі із зразків деталей і занести рисунки в теоретичну частину звіту;

- ввімкнувши перевірку другим давачем, запускати процес для різних зразків кожного з чотирьох виробів. Прослідкувати, щоб при зміні зразка нормою починав вважатися вибраний зразком варіант, а попередній зразковий – браком. Замалювати показання першого і другого давачів для різних виробів і різних зразків, рисунки занести до практичної частини звіту;

- підготуватися для проведення подальших досліджень, повернувши (за бажанням) початкові варіанти зразків виробів; встановивши в середнє положення регулятори кількості бракованих виробів та кроку між давачами першої ланки СТЗ.

Дослідження процесу сортування виробів:

- при початкових значеннях параметрів системи та ввімкненій перевірці другим давачем запустити процес (клавіша F2). Зняти статистичні дані для A_1 виробів (значення A_1 задається викладачем). Дані занести в таблицю довільної форми, наприклад, як показано в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Статистичні дані процесу сортування

	Дослідження 1		Дослідження 2		Дослідження С	
	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2
Виріб 1						
Виріб 2						
.....						
Виріб Е						
Всього						

Позначення у табл.2.1: A_1 – задана кількість деталей i –го виду; A_2 – кількість виробів, що визначена під час дослідження; С – номер останнього дослідження; Е – номер останнього виробу.

Звернути увагу, що у разі, коли перший давач не знаходить відповідності поточного виробу ні одному із зразків, поточна деталь вважається бракованою і на другому давачеві не перевіряється. Зробити висновок.

- змінюючи положення регуляторів кількості бракованих деталей та роздільної здатності першої ланки СТЗ, провести ще два-три дослідження, їх результати занести до таблиці. Конкретні значення положень регуляторів задаються викладачем кожній бригаді окремо.

Дослідження процесу відбраковки виробів

а) встановити регулятор кількості бракованих виробів на максимум;

б) увімкнути перевірку другим давачем, запустити новий процес;

в) змінюючи значення роздільної здатності першої ланки СТЗ моделі, що розглядається, визначити:

1) процент помилок у визначенні бракованих виробів при різних значеннях роздільної здатності та швидкості конвеєра (коли перевірка другим давачем відбулася);

2) продуктивність роботи другого давача при різних значеннях кроку та різних значеннях швидкості конвеєра (відношення загальної кількості перевірених виробів до кількості перевірених другим давачем);

3) межу збільшення кроку (давач починає помилятися у виборі типу виробу) для різних значень швидкості конвеєра.

Результати досліджень звести у таблицю довільної форми, наприклад, табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Дані дослідження процесу відбраковки

Крок	Параметри	Швидкість конвеєра			
		1	2	...	5
1	Помилки, %				
	Продуктивність				
2	Помилки, %				
	Продуктивність				
...	Помилки, %				
	Продуктивність				
11	Помилки, %				
	Продуктивність				

4) вимкнути перевірку другим давачем; змінюючи значення кроку між давачами першої ланки СТЗ моделі, проаналізувати поведінку системи. Зробити висновки.

2.1.4 Контрольні питання та завдання

Типовими контрольними питаннями та завданнями є:

- навести схему інформаційних потоків підсистеми сортування виробів;
- навести перелік функцій підсистеми сортування виробів;
- у чому полягає зв'язок підсистеми сортування з іншими підсистемами виробничої системи?
- навести порядок роботи з програмою DetailsCaser на етапі дослідження процесу сортування виробів;
- навести порядок роботи з програмою DetailsCaser на етапі дослідження процесу відбраковки виробів.

2.2 Дослідження на моделі структури роботизованого процесу

2.2.1 Мета роботи

Метою роботи є набуття практичних навичок дослідження й оптимізації структур роботизованих складальних процесів.

2.2.2 Методичні вказівки з організації самостійної роботи студентів

Дана робота вимагає знання визначеного матеріалу за структурою складальних процесів, робототехніки, методики побудови структурно-компонувальних схем робототехнічних комплексів (РТК), методів моделювання й оптимізації як самих технологічних процесів (ТП), так і оптимізації варіантів структур РТК. У цьому зв'язку необхідно попередньо ознайомитися з вимогами і контрольними запитаннями даної роботи і самостійно вивчити стосовно до цієї теми питання, викладені в [1-8] і конспекті лекцій. Приступаючи до роботи студент повинен знати на рівні відтворення основні відомості складально-монтажних процесів, побудови роботизованих комплексів, основним технічним характеристикам промислових роботів і вміти застосовувати їх при виконанні даної роботи.

2.2.3 Опис лабораторної роботи

Лабораторна робота може виконуватися як у реальних виробничих умовах, на підприємстві, так і в навчальній лабораторії. У зв'язку з цим лабораторна установка є робототехнічною системою, яка складається з технологічного устаткування і промислових роботів, пов'язаних єдиною метою з реалізації процесів складання виробів. Технологічне устаткування може бути будь-якого призначення.

2.2.4 Порядок виконання роботи і методичні вказівки з її виконання

Під час виконання даної роботи потрібно мати на увазі, що в сукупності задач технологічної підготовки роботизованого виробництва особливе місце займає задача оптимізації структури технологічного процесу. Це

обумовлюється тим, що в структурі РТК знаходить своє відображення структура технологічного процесу.

Структурне рішення ТП істотно впливає на показники надійності, продуктивності і капіталоємкості РТК.

Структура будь-якого ТП, так само як і РТК включає комплекс технічних засобів, що забезпечують виконання технологічного завдання. До числа основних параметрів структур РТК відносяться: g – кількість одиниць технологічного устаткування, необхідних для виконання повного обсягу технологічних операцій; n_{np} – кількість робочих позицій, на яке розділений РТК, що складається з послідовно розташованих потоків виробів.

Робоча позиція є сукупністю жорстко заблокованих у єдину систему декількох одиниць устаткування та ПР і функціонуючих таким чином, що відмова в роботі однієї одиниці призводить до зупинки всієї позиції.

Наведені параметри є змінними для різних варіантів структур РТК, а параметр n_{np} – найважливіша структурна ознака. Звичайно $1 \leq n_{np} \leq g$. Під час дослідження варіантів структури РТК важливою умовою вибору кращого варіанта є зв'язок розрахунків продуктивності РТК з вимогами надійності. Варто розрізняти циклову продуктивність РТК (що характеризує кількісну можливість випуску виробів за умови його безперервної роботи) і фактичну продуктивність (що має менше чисельне значення внаслідок наявності відмов у роботі технічних засобів).

Математичною моделлю якості структури РТК у даному випадку є

$$J = \Phi[\eta_e, \mu(t), \lambda(t), Q_\phi], \quad (2.1)$$

за такими обмеженнями:

$$\eta_e \rightarrow 1; \mu(t) \rightarrow 0; \lambda(t) \rightarrow 0; Q_\phi \rightarrow \max,$$

де J – функціонал якості структури; η_e – коефіцієнт готовності РТК; $\mu(t)$ – інтенсивність відновлення РТК; $\lambda(t)$ – параметр потоку відмов; Q_ϕ – фактична продуктивність РТК.

За показник надійності, що характеризує ступінь безвідмовності РТК, доцільно прийняти коефіцієнт готовності, що визначає математичне сподівання того, що РТК буде працездатним у будь-який момент часу t і враховує тільки випадкові відмови устаткування.

Коефіцієнт готовності за великий час спостережень визначається за формулою:

$$\eta_e = T_{cp} / (T_{cp} + T_e), \quad (2.2)$$

де T_{cp} – середній час роботи РТК до виникнення відмовлення, год;

T_e – середній час відновлення працездатності РТК, год.

Середній час безперервної роботи визначається як величина, зворотна параметру потоку відмов $\lambda(t)$, що характеризує щільність імовірності виникнення відмови РТК у розглянутий проміжок часу t , тобто

$$T_{cp} = 1/\lambda(t), \quad (2.3)$$

де $\lambda(t)$ – параметр потоку відмов, визначається за формулою

$$\lambda(t) = \lambda_1(t) + \lambda_2(t) + \lambda_3(t) + \lambda_4(t), \quad (2.4)$$

де $\lambda_1(t)$ – щільність імовірності подачі на позицію непридатних виробів;

$\lambda_2(t)$ – щільність імовірності відмовлення устаткування;

$\lambda_3(t)$ – щільність імовірності відмовлення ПР;

$\lambda_4(t)$ – щільність імовірності відмовлення системи керування.

Середній час відновлення працездатності РТК після виникнення відмови визначається за формулою

$$T_e = 1/\mu(t), \quad (2.5)$$

де $\mu(t)$ – інтенсивність відновлення комплексу.

Таким чином, підставляючи отримані вирази у формулу (2.2), одержимо

$$\eta_e = \mu(t) / [\mu(t) + \lambda(t)]. \quad (2.6)$$

Для визначення фактичної продуктивності РТК використовуємо за теорією продуктивності автоматизованих систем формулу

$$Q_{\phi} = Q_y \cdot \eta_e, \quad (2.7)$$

де Q_y - циклова продуктивність;

η_z - коефіцієнт готовності РТК.

Виходячи з прийнятого підходу незалежного визначення Q_u і η_z та враховуючи трудомісткість виконання кожної технологічної операції T_i , визначаємо циклову продуктивність у залежності від варіанта структурної побудови РТК. При послідовному розташуванні робочих позицій вихід придатних виробів із РТК визначається тривалістю самої трудомісткої операції, отже, циклова продуктивність визначається таким чином

$$Q_u^{nocl} = 1/T_{1max} . \quad (2.8)$$

При паралельному розташуванні робочих позицій у РТК

$$Q_u^{nap} = \sum_1^n Q_w = \sum_1^n (1/T_i) , \quad (2.9)$$

або

$$Q_u^{nap} = 1/T_i , \quad (2.10)$$

якщо трудомісткості окремих операцій рівномірно розподілені по робочих позиціях, де n – кількість робочих позицій.

Коефіцієнт готовності РТК визначається на підставі коефіцієнтів готовності одиниць технологічного устаткування і ПР. При цьому передбачається, що в послідовному розташуванні устаткування на робочій позиції відмова кожного з них приводить до відмови всієї позиції. У цьому випадку імовірність відмови робочої позиції визначається добутком імовірності відмов складових позиції, отже, коефіцієнт готовності дорівнює

$$\eta_z^{noc} = \prod_{i=1}^k \eta_i , \quad (2.11)$$

де k – кількість устаткування і ПР, що входять у робочу позицію;

η_i – коефіцієнт готовності i -го устаткування.

При паралельному розташуванні робочих позицій сумарний коефіцієнт готовності дорівнює

$$\eta_e^{nap} = 1 / n \sum_{i=1}^k \eta_i.$$

(2.12)

Кожна структура досліджується в двох варіантах: у послідовному і паралельному, побудованими згідно з варіантами.

Структура РТК залежить від таких параметрів: складу РТК; параметра потоку відмов $\lambda(t)$; інтенсивності відновлення РТК $\mu(t)$; кількості робочих позицій n ; кількості одиниць обладнання, що входить у робочу позицію k .

Таким чином, вибір структури РТК – альтернативна задача.

Визначити: η_e ; T_{cp} ; T_v ; Q_f ; Q_u за даними, що подані у табл. 2.1–2.3 – структура та склад РТК.

Таблиця 2.1– Варіант 1

Структура	Склад РТК	T , хв	$\lambda(t)$	$\mu(t)$	n	k
Послідовна/ паралельна	Напівавтомат складання ФУ	3,7	0,03	0,01	4	1
Послідовна/ паралельна	Автомат пайки ФУ	2,1	0,01	0,015	4	2
Послідовна/ паралельна	ПР РФ-2М	0,5	0,05	0,005	4	1
Послідовна/ паралельна	Бункерне пристосування	0,95	0,01	0,003	4	1

Таблиця 2.2– Варіант 2

Структура	Склад РТК	T, хв	$\lambda(t)$	$\mu(t)$	n	k
Послідовна/ паралельна	Напів-автомат складання ФУ	2,3	0,05	0,05	3	2
Послідовна/ паралельна	Автомат контролю ФУ	3,4	0,15	0,09	3	1
Послідовна/ паралельна	Установка очищення ФУ	0,95	0,23	0,17	3	1
Послідовна/ паралельна	Напів-автомату пакування ФУ	2,2	0,185	0,08	3	1
Послідовна/ паралельна	Напів-автомат маркірування виробів	3,1	0,095	0,05	3	2

Таблиця 2.3 – Варіант 3

Структура	Склад РТК	T , хв	$\lambda(t)$	$\mu(t)$	n	k
Послідовна/ паралельна	Автомат свердління 2Н135	4,7	0,025	0,183	2	1
Послідовна/ паралельна	Автомат фрезерувальний 6Д12	6,3	0,270	0,281	2	2
Послідовна/ паралельна	Автомат контролю АК-125	3,7	0,115	0,215	2	1
Послідовна/ паралельна	Автомат упакування виробів АУ-150	2,8	0,099	0,112	2	2

2.2.5 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинний містити:

- а) програму досліджень;
- б) стислі теоретичні відомості;
- в) структуру РТК;
- г) вихідні дані для аналізу РТК;
- д) результати досліджень;
- е) висновки.

2.2.6 Контрольні запитання і завдання

1. Які параметри структури РТК впливають на його продуктивність?

2. Від чого залежить надійність РТК?
3. Показники надійності, назвіть і охарактеризуйте.
4. Що характеризує коефіцієнт готовності РТК?
5. Як визначається коефіцієнт готовності?

2.3 Дослідження процесу функціонування технологічного комплексу

2.3.1 Мета роботи

Мета роботи – дослідження процесу функціонування технологічного комплексу (ТК) на основі теорії масового обслуговування для визначення основних показників ТК і надбання практичних навичок оцінювання стану ТК, як системи масового обслуговування.

2.3.2 Методичні вказівки з організації самостійної роботи студентів

Необхідно попередньо вивчити відповідний розділ конспекту лекцій і матеріал, викладений у [1–8], ознайомитися з особливостями і структурою досліджуваного ТК, скласти план досліджень і підготувати необхідні матеріали. Виконуючи дану роботу, варто мати на увазі, що при дослідженні операцій і процесів виготовлення продукції часто приходиться зіштовхуватися в практиці виробництва з аналізом роботи ТК, ПТК, ПТЗ, РО, ЗА, використовуючи методи аналізу систем масового обслуговування (СМО). Прикладом таких систем і є технологічні системи, комплекси й окреме устаткування. В залежності від умов і мети дослідження за основні характеристики СМО можуть бути прийняті: абсолютна пропускна здатність ТК; відносна пропускна здатність ТК; середня кількість заявок, яку може обслужити ТК в одиницю часу; середній відсоток заявок, отримавших відмову; імовірність того, що заявка, яка надійшла, негайно буде прийнята до обслуговування; середній час чекання в черзі; закон розподілу кількості заявок у черзі та ін.

Під час аналізу ТК важливо знати такі основні параметри, як: кількість каналів n ; інтенсивність потоку заявок λ ; продуктивність кожного каналу – середню кількість заявок μ , що обслуговується каналом в одиницю часу; умови утворення черги; обмеження, якщо вони мають місце.

Будемо вважати всі потоки подій, що переводять ТК зі стану в стан, пуассонівськими.

У випадку, коли пуассонівський потік стаціонарний (найпростіший потік), інтервал часу між подіями в цьому потоці є випадкова величина, розподілена за показовим законом

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}, \quad (t > 0), \quad (2.13)$$

де λ – інтенсивність потоку подій.

Якщо з якогось стану S_i систему виводить відразу кілька найпростіших потоків, величина T – час перебування системи в даному стані - є випадкова величина, розподілена за законом (2.1), де λ – сумарна інтенсивність усіх потоків подій, що виводять систему з даного стану.

Найбільш характерним ТК як СМО з відмовами є, наприклад, потокова лінія, роботизований модуль складання, окремий автомат пайки, напіваавтомат підготовки елементів та ін.

2.3.3 Опис лабораторної установки

Лабораторна робота може виконуватися у виробничих умовах або в лабораторії технологічного устаткування на конкретному технологічному комплексі.

2.3.4 Порядок виконання роботи

У методичному плані робота виконується в такій послідовності:

- ознайомитися з особливостями і структурою ТК;
- провести дослідження відповідно до методичних вказівок;
- виконати необхідні розрахунки, вихідні дані наведені в табл. 2.4;
- дати висновки і рекомендації з удосконалювання ТК.

Досліджуємо найпростіший ТК як одноканальну СМО з відмовами. Нехай ТК складається з одного каналу ($N=1$), і на нього надходить пуассонівський потік заявок з інтенсивністю λ , що залежить у загальному випадку від часу t : $\lambda = \lambda(t)$.

Заявка, що застала канал зайнятим, одержує відмову і залишає систему.

Обслуговування заявки продовжується протягом випадкового часу $T_{обс}$, розподіленого за показовим законом з параметром

$$f(t) = \mu \cdot e^{-\mu t}, \quad (t > 0). \quad (2.14)$$

У табл. 2.4 – Вихідні дані для визначення основних характеристик ТК

Таблица 2.4 – Вихідні дані для визначення основних характеристик ТК

Варіант	Кількість каналів (устаткування)	λ	t , хв.
1	Автомат паяння друкованих плат	0,2	0,20
2	Модуль складання типових елементів заміни	0,3	0,22
3	Автомат підготовки ЕРЕ до складання	0,4	0,35
4	Модуль одержання друкованого рисунка	0,29	0,19
5	Модуль формування виводів ЕРЕ	0,5	0,4
6	Робоче місце механізованого складання на лінії	0,2	0,15
7	Роботизований модуль контролю виробів	0,5	0,47
8	Роботизований модуль дозованого паяння	0,3	0,29

Приймаємо, що один канал безперервно зайнятий і видає обслуговані заявки з інтенсивністю μ .

Треба визначити: відносну пропускну здатність системи (q); абсолютну пропускну здатність системи (A); імовірність відмови ($P_{відм}$).

Досліджуємо єдиний канал обслуговування як фізичну систему S , що може знаходитися в одному з двох станів: S_0 – канал вільний; S_1 – канал зайнятий (рис.2.1).

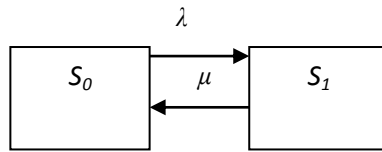


Рисунок 2.1– Граф станів системи

Зі стану S_0 у S_1 систему переводить потік заявок з інтенсивністю λ , з S_1 у S_0 – потік обслуговування з інтенсивністю μ . Позначимо імовірність станів $p_0(t)$ і $p_1(t)$.

Очевидно, що для будь-якого моменту t

$$p_0(t) + p_1(t) = 1. \quad (2.15)$$

Складаємо диференціальні рівняння Колмогорова для імовірностей станів:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda \cdot p_0 + \mu \cdot p_1 \\ \frac{dp_1}{dt} &= -\mu \cdot p_1 + \lambda \cdot p_0 \end{aligned} \right\}. \quad (2.16)$$

Після нескладних перетворень маємо

$$\frac{dp_0}{dt} = -\lambda \cdot p_0 + \mu(1 - p_0), \text{ або } \frac{dp_0}{dt} = -(\mu + \lambda)p_0 + \mu. \quad (2.17)$$

Рівняння (2.17) потрібно вирішувати з початкових умов $p_0(0)=1$, $p_1(0)=0$, тобто у початковий момент канал вільний.

Для найпростішого потоку заявок, тобто при $\lambda = \text{const}$

$$p_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\mu + \lambda} \cdot e^{-(\lambda + \mu)t}. \quad (2.18)$$

У початковий момент часу (при $t=0$) канал вільний ($p_0(0)=1$). Зі збільшенням t імовірність p_0 зменшується й при $t \rightarrow \infty$ дорівнює $\frac{\mu}{\lambda + \mu}$.

Величина $p_1(t)$, що доповнює $p_0(t)$ до одиниці, змінюється, як показано на рис. 2.2.

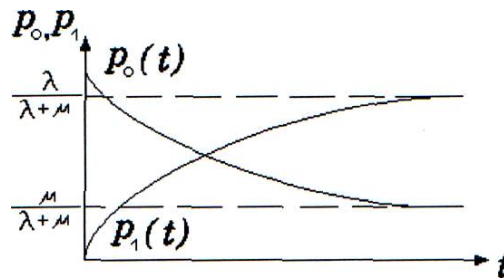


Рисунок 2.2 – Залежність імовірностей p_0 і p_1 від часу t

Неважко переконатися, що для одноканальної системи з відмовами імовірність p_0 є не що інше, як відносна пропускна здатність q . Дійсно, є імовірність того, що заявка, яка прийшла в момент t , канал вільний, інакше імовірність того, що заявка, яка прийшла в момент t , буде обслугована. Таким чином, для даного моменту часу t середнє відношення кількості обслугованих заявок до кількості надійшовших також дорівнює p_0 , тобто $q = p_0$.

У межі, при $t \rightarrow \infty$, коли процес обслуговування буде стабільним, граничне значення відносної пропускної здатності є

$$q = \frac{\mu}{\lambda + \mu}. \quad (2.19)$$

Знаючи відносну пропускну здатність q , легко знайти абсолютну пропускну здатність A . Вони пов'язані співвідношенням

$$A = \lambda \cdot q. \quad (2.20)$$

У межі, $t \rightarrow \infty$, абсолютна пропускна здатність стане стабільною і буде дорівнювати

$$A = \frac{\lambda \cdot \mu}{\lambda + \mu}. \quad (2.21)$$

Знаючи відносну пропускну здатність системи (імовірність того, що заявка, яка прийшла в момент часу t , буде обслугована), можна визначити імовірність відмови

$$P_{відм} = 1 - q. \quad (2.22)$$

Імовірність відмови $P_{відм}$ є не що інше, як середня частка не обслугованих заявок серед тих, що надійшли. У межі, при $t \rightarrow \infty$,

$$P_{відм} = 1 - \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \quad (2.23)$$

Визначимо числові характеристики випадкової величини T , (інтервал часу між подіями), а саме – математичне сподівання (середнє значення) m_t і дисперсію D_t .

Математичне сподівання m_t

$$m_t = \frac{1}{\lambda}. \quad (2.24)$$

Дисперсія величини D_t

$$D_t = \frac{1}{\lambda^2}. \quad (2.25)$$

Визначаємо середнє квадратичне відхилення випадкової величини t

$$\sigma_t = \sqrt{D_t} = \frac{1}{\lambda}. \quad (2.26)$$

Отже, для показового розподілу математичне сподівання і середнє квадратичне відхилення дорівнюють один одному й зворотні параметру λ .

Якість обслуговування в системі з відмовами визначається в основному відношенням λ/μ , тобто відношенням середньої кількості вимог, що надійшли на вхід системи в одиницю часу, до середньої кількості вимог, які обслуговуються одним каналом за одиницю часу

$$\lambda_{np} = \lambda / \mu , \quad (2.27)$$

де λ_{np} - приведена щільність вхідного потоку вимог.

2.3.5 Зміст звіту

Звіт з даної лабораторної роботи повинний містити: програму досліджень; вихідні дані для характеристики ТК; розрахунки, пов'язані з визначенням основних характеристик ТК; висновки і рекомендації з удосконалення ТК.

2.3.6 Контрольні запитання і завдання

1. Охарактеризуйте ТК як систему масового обслуговування.
2. Назвіть основні характеристики системи з відмовами й охарактеризуйте їх.
3. Поясніть сутність показового закону розподілу випадкової величини.
4. Назвіть чисельні характеристики випадкової величини.
5. Як визначають відносну пропускну здатність системи з відмовами?
6. Як визначають абсолютну пропускну здатність системи з відмовами?
7. Як знаходять імовірність відмови системи?
8. Що характеризує параметр λ ?
9. Що характеризує параметр μ ?
10. Яким чином можна поліпшити технічні характеристики ТК?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. *Кодра, Ю.В.* Технологічні машини [Текст]: навч. посіб. / Ю.В. Кодра. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2004.
2. *Невлюдов, І.Ш.* Основи виробництва електронних апаратів [Текст]: підручник / І.Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005.
3. *Невлюдов, І.Ш.* Основи виробництва електронних апаратів. Типові задачі [Текст]: навч. посіб. / І.Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2008.
4. *Невлюдов, І.Ш.* Організаційно-технічні основи виробництва електронних апаратів [Текст]: навч. посіб. / О.В. Тучин, Г.В. Карпов. – Харків: ХТУРЕ, 2001.
5. *Шеремет, Ю.М.* Проектування технологічних процесів в радіоапаратобудуванні [Текст] / Ю.М. Шеремет. – Львів: НВО «Електрон», 1995.
6. *Алиев В.Г.* НТП и подготовка производства [Текст] / В.Г. Алиев. – М: Экономика, 1987.
7. *Державний стандарт України. ДСТУ 3008–95.* Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.- Київ., 1995.
8. *Державний стандарт України. ДСТУ 2869 –94.* Надійність техніки. Терміни та визначення. Київ., 1994.

Електронне навчальне видання

Методичні вказівки

до практичних занять і лабораторних робіт з дисципліни

«ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів денної форми навчання

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Упорядник: ЯШКОВ Ігор Олегович

Авторська редакція

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи
з дисципліни

«ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів денної форми навчання
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Електронне видання

ЗАТВЕРДЖЕНО
кафедрою КІТАМ
Протокол № 1
від 31 серпня 2017 р.

Харків – 2017

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 15 с.

Упорядник: І.О. Яшков

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

Загальні положення

1 Мета та задачі курсової роботи

2 Тематика курсових робіт

3 Структура та зміст курсової роботи

3.1 Вимоги до завдання на курсову роботу

4 Методичні вказівки щодо виконання курсової роботи

4.1 Вступ

4.2 Аналіз завдання, типових конструкцій пристрою

4.3 Інженерні розрахунки конструктивних параметрів пристрою

4.4 Розробка алгоритму роботи пристрою

4.5 Висновки

Перелік посилань

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АКІТ – автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології;
ГБЗП – гніздовий бункерний завантажувальний пристрій;
ЕОЗ – електронно-обчислювальний засіб;
ЕОМ – електронно-обчислювальна машина;
ЗА – засіб автоматизації;
ЗП – завантажувальний пристрій;
ККД – коефіцієнт корисної дії;
ПЗ – пояснювальна записка;
ПТЗ – програмно-технічний засіб,
ПТК – програмно-технічний комплекс;
РГЗ – розрахунково-графічне завдання;
РЕА – радіоелектронні апарати;
РЕЗ – радіоелектронний засіб;
РО – регулювальний орган;
САПР – система автоматизованого проектування;
ТЗ – технічне завдання;
ТК – технологічний комплекс;
ТУ – технологічні умови;
ШБЗП – шиберний бункерний завантажувальний пристрій.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Постійний розвиток автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій неможливо розглядати у відриві від виробничих процесів та обладнання об'єктів автоматизації.

Саме тому вивчення навчальної дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» передбачається при підготовці фахівців багатьох інженерних спеціальностей. Насамперед це стосується студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Для спеціальностей цього напрямку ця навчальна дисципліна має особливе значення, оскільки становить теоретичну основи багатьох спеціальних дисциплін. Вищезгадане знайшло відображення у вимогах до курсової роботи (КР) з навчальної дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації». Ці методичні вказівки призначені для закріплення знань з вказаної навчальної дисципліни.

Курсова робота по навчальній дисципліноі «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» передбачає такі моменти:

- самостійне опрацювання матеріалу починається з вивчення мети та задач курсової роботи, здійснюється за планом без викладача, але під його керівництвом;
- самостійна праця з КР виконується у поза аудиторний час, передбачений на цей вид роботи робочою програмою навчальної дисципліни;
- розподіл часу з самостійного опрацювання матеріалу по тематиці КР передбачається робочою програмою навчальної дисципліни.

Метою методичних вказівок є допомога в організації виконанні КР.

Методично й систематично вивчаючи визначені розділи КР студент набуває знань у повному обсязі з питань навчальної дисципліни.

Дисципліна «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» є частиною дисциплін циклу професійної та практичної підготовки. Вона дає основи для розробки систем автоматизації та (або) оптимізації: технологічних комплексів (ТК), програмно-технічних комплексів (ПТК), програмно-технічний засобів (ПТЗ), регулювальних органів (РО) та ін.

Радіoeлектронні системи є складними виробами, що складаються з великої кількості різноманітних деталей і вузлів. Залежно від призначення, вимог і особливостей електричних схем найбільш прості радіотехнічні пристрої можуть бути зібрані у вигляді самостійних приладів і апаратів, складніші – у вигляді стаціонарних і рухомих установок (станцій), що складаються з ряду окремих вузлових частин (модулів, блоків).

Тему для виконання КР студент-заочник може вибирати за місцем роботи, заздалегідь погодивши її з викладачем, який є в даній групі керівником або консультантом з КР.

Темами КР можуть бути розрахунки конструктивно-технологічних параметрів будь-яких завантажувальних пристроїв (гніздового бункерного, шибєрного бункерного та ін.) За відсутності відповідних тем за місцем роботи студента завдання йому видає викладач. Після захисту КР, лабораторного практикуму студент допускається до здачі іспиту з навчальної дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації».

1 МЕТА ТА ЗАДАЧІ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Метою курсової роботи (КР) є:

- систематизація та розширення теоретичних знань студентів з основних розділів навчальної дисципліни;
- поглиблене вивчення питань, пов'язаних з виробничим процесом та обладнанням об'єктів автоматизації;
- застосування знань з різних навчальних дисциплін для виконання завдання КР;
- підготовка студентів до виконання бакалаврської роботи.

Задачами курсової роботи є:

- рішення комплексу питань технологічного, конструкторського, схемотехнічного, організаційного та економічного характеру, пов'язаних з темою КР, структурної та параметричної оптимізації технологічної системи з використанням математичного моделювання та САПР;
- виконання необхідних інженерних розрахунків конструктивно-технологічних параметрів обладнання об'єктів автоматизації;
- аналіз типових конструкцій обладнання об'єктів автоматизації;
- вибір і обґрунтування конструктивної схеми пристрою;
- розробка алгоритму роботи пристрою;
- техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

Слід зазначити, що керівник КР повинен давати студенту поради та рекомендації, застерігати його від прийняття помилкових рішень, проте остаточне рішення з будь-яких питань КР належить студенту – автору КР.

2 ТЕМАТИКА КУРСОВИХ РОБІТ

Згідно з завданням студента тематика КР, повинна бути актуальною, по можливості, реальною, виконуватись згідно з завданнями, які висунуті кафедрою технології та автоматизація виробництва радіоелектронних та електронно-обчислювальних засобів (ТАВР), філіями кафедри ТАВР, науково-дослідними та промисловими підприємствами, організаціями та установами. Завдання на КР може бути пов'язане із студентськими науковими розробками, господарськими договорами.

КР повинні вирішувати задачі вдосконалення виробничих процесів та обладнання об'єктів автоматизації.

КР передбачають: розробку комплексу питань технологічного, конструкторського, схемотехнічного, організаційного та економічного характеру, пов'язаних з темою КР; здійснення структурної та параметричної оптимізації технологічної системи з використанням математичного моделювання та САПР; аналіз типових конструкцій обладнання об'єктів автоматизації; вибір і обґрунтування конструктивної схеми пристрою; розробка алгоритму роботи пристрою; техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

КР можуть мати більш розвинену одну з перелічених частин відповідно до нахилів студентів, задач КР.

Прикладами тем КР є:

- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів завантажувального пристрою (ЗП);
- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів шиберного бункерного завантажувального пристрою (ШБЗП);
- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів технологічної машини конвеєрного типу з робочими блоками, розміщеними на транспортному органі;
- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів електромагнітного вібратора (ШБЗП);
- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів гніздового бункерного завантажувального пристрою (ГБЗП);
- розрахунок конструктивно-технологічних параметрів вібраційного бункерного живильника.

Перелік тем затверджується на засіданні кафедри.

Під час виконання КР необхідно приділяти увагу питанням техніки безпеки, захисту навколишнього середовища.

3 СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ

КР виконують відповідно до завдання. КР складається з пояснювальної записки (ПЗ) обсягом не більше 40 с. До переліку графічного матеріалу входять ескіз заготовки, схеми і конструкції пристроїв, алгоритм роботи пристрою.

КР повинен містити:

- вступ;
- аналіз завдання на КР студента;
- аналіз типових конструкцій;
- вибір і обґрунтування конструктивної схеми пристрою;
- розробка алгоритму роботи пристрою;
- техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- висновки;
- перелік посилань;
- додатки.

Зміст КР визначається тими задачами, рішення яких поставлене завданням на КР студента.

У ПЗ повинно бути обґрунтування напрямку розробки теми КР з визначенням рис, які складають суть удосконалень, що накреслені у КР, відображенням техніко-економічних показників виробничого процесу та обладнання об'єктів автоматизації.

Застосування обладнання об'єктів автоматизації слід довести порівнянням його можливостей, характеристик, сукупності автоматизованих функцій з аналогічними властивостями інших типів, моделей. Вдосконалення, які плануються ввести, оформлюють технічним завданням на розробку, а розробка може бути представлена з різними ступенями деталізації (у вигляді структурних, функціональних або електричних принципових або інших схем) з розрахунком окремих елементів, параметрів та характеристик.

При можливості ті або інші властивості обладнання об'єктів автоматизації визначаються експериментально, шляхом макетування або моделювання з відповідним формулюванням технічної задачі, підготовкою вхідних даних, вибором методів, побудовою математичних моделей та дослідженням об'єктів, розрахунків їх параметрів, розробкою програм рішення конкретних задач (наприклад, керування транспортними або промисловими роботами).

Можуть вирішуватись оптимізаційні задачі по обґрунтуванню режимів виготовлення, структури та параметрів обладнання об'єктів автоматизації, задачі оцінки його надійності.

Графічний матеріал повинен давати загальне уявлення про зміст КР та відображати ті конкретні рішення, які студент знайшов для досягнення бажаних результатів.

3.1 Вимоги до завдання на курсову роботу

Завдання на КР виписується на бланку встановленої форми з заповненням усіх граф.

Вихідні дані до КР визначаються його характером і містять в собі:

– кінцеву мету КР (виробничий процес, обладнання об'єктів автоматизації, тощо);

– вид виробу, його характеристики;

– техніко-економічні показники об'єкта КР.

У ряді випадків показники можуть уточнюватись під час виконання КР чи шляхом постановки експерименту для їх визначення або уточнення.

Можуть бути вказані розділи, підрозділи ПЗ, які відбивають специфіку КР і відсутні у типовій структурі.

Завдання на КР студента встановлює перелік графічного матеріалу, який необхідно виконати.

В завданні бажано навести вимоги по використанню ЕОМ під час виконання КР.

4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

4.1 Вступ

Стисло викласти сучасний рівень та перспективні напрямки розвитку, вдосконалення виробничих процесів та обладнання об'єктів автоматизації аналогічного призначення.

Дати обґрунтування реальності та актуальності теми КР, показати призначення виробничих процесів та обладнання об'єктів автоматизації, вказаних у КР, дати перелік основних робіт (задач), які необхідно вирішити під час виконання КР.

4.2 Аналіз завдання, типових конструкцій пристрою

Аналіз виконується з метою порівняння технічних вимог з характеристиками виробничих процесів та обладнання об'єктів автоматизації аналога або пошуку засобів, якими можна досягнути виконання кожного пункту вимог, оцінки складності реалізації як окремо взятих вимог, так і всього комплексу разом, визначення ступеня прогресивності та можливості реалізації завдання, області застосування результатів КР.

Розробити рекомендації по вдосконаленню конструкції пристрою з метою автоматизації виробництва.

4.3 Інженерні розрахунки конструктивних параметрів пристроїв

Наводяться початкові дані для інженерних розрахунків конструктивних параметрів пристроїв, здійснюється їх аналіз.

Після цього необхідно навести послідовність розрахунку конструктивних параметрів пристроїв, результати обчислення за методикою, що наведена у [1].

Обов'язково навести у пояснювальній записці аналіз результатів інженерних розрахунків конструктивних параметрів пристроїв.

4.4 Розробка алгоритму роботи пристрою

Після аналізу методів складання алгоритмів роботи пристроїв [1,14] побудувати алгоритм їх роботи та навести схему роботи пристроїв у пояснювальній записці.

4.5 Висновки

Навести основні результати, отримані під час виконання КР за кожним розділом, ступінь виконання кожного з вимог завдання на КР, а також дати

рекомендації щодо можливості реалізації результатів на практиці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Невлюдов, І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів [Текст]: підруч./ І.Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.
2. Невлюдов, І.Ш. Організаційно-технічні основи виробництва електронних апаратів [Текст]: навч. посібник / І.Ш. Невлюдов, О.В. Тучин, Г.В. Карпов – Харків: ХТУРЕ, 2001. – 112 с.
3. Кодра, Ю.В. Технологічні машини: [Текст]: навч. посібник / Ю.В. Кодра; - Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2004. – 466 с.
4. Пашков, Е.В. Промышленные мехатронные системы на основе пневмопривода [Текст]: учеб. пособие/ Е.В. Пашков, Ю. А. Осинский; - Севастополь: СевНТУ, 2007. - 400 с.
- 5 ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.- Чинний від 23.02.95.
- 6 ДСТУ 3040 –95. Апаратура радіоелектронна. Конструкції базові несівні уніфіковані. Типи і розміри.-Чинний від 28.03.95.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Методичні вказівки до контрольних завдань
з дисципліни

«ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів денної форми навчання
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Електронне видання

ЗАТВЕРДЖЕНО
кафедрою КІТАМ
Протокол № 1
від 31 серпня 2017 р.

Харків – 2017

Методичні вказівки до контрольних завдань з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 10 с.

Упорядник: І.О. Яшков

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Перелік контрольних запитань.....	5
Рекомендована література.....	8

ВСТУП

Мета методичних вказівок до контрольних завдань з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації»– допомога студентам самостійно підготуватися до виконання контрольних завдань або самостійна перевірка рівня своїх знань з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації».

Контрольні завдання охоплюють такі теми:

1. Типи й організаційні форми виробництва
2. Основне виробництво
3. Організація допоміжного виробництва
4. Управління якістю продукції
5. Технічна підготовка виробництва
6. Організація науково-дослідних робіт та конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.
7. Види і показники технологічності
8. Загальні правила розробки технологічних процесів
9. Правила вибору обладнання виробничих процесів
10. Основи автоматизації виробництва
11. Засоби автоматизації

ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ЗАПИТАНЬ

1 Сучасний стан виробництва. Завдання підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

Контрольні запитання та завдання для самоперевірки знань

1. Чому при створенні сучасної електронної апаратури зростає роль технології?

2. Визначте суть основних проблем технології виробництва електронних засобів.

3. Дайте визначення терміну «технологія».

4. Вкажіть місце технологічного процесу у виробничому процесі виготовлення виробів.

2 Основні типи та організаційні форми виробництва та їх характеристики

Контрольні запитання та завдання для самоперевірки знань

1. Охарактеризувати основні типи та організаційні форми виробництва

2. Які види технологічних документів ви знаєте? Вкажіть призначення кожного з них.

3. Яка інформація міститься в основному написі технологічних документів?

4. Як позначаються конструкторські документи?

5. Яка система позначення технологічних документів?

6. Навести характеристики основних типів та організаційних форм виробництва

3 Технічна підготовка виробництва

Контрольні запитання та завдання для самоперевірки знань

1. Як визначається коефіцієнт технічної готовності виробництва до виготовлення нового виробу на підприємстві?

2. Як визначається коефіцієнт організаційної готовності виробництва до виготовлення нового виробу на підприємстві?

3 Як визначаються часткові показники технічної готовності виробництва до виготовлення нового виробу на підприємстві?

4 Як визначаються часткові показники організаційної готовності виробництва до виготовлення нового виробу на підприємстві?

5 Дайте визначення технологічності конструкції виробу.

6 У чому полягає методика відпрацювання конструкції виробу на технологічність?

7 Які показники технологічності ви знаєте?

8 У чому полягає кількісна та якісна оцінка технологічності?

4 Основи автоматизації виробництва

Контрольні запитання та завдання для самоперевірки знань

1. У чому полягає підготовка комплектуючих до електричного монтажу?

2. Яке устаткування при цьому використовується?

3. Як вибирати технологічні режими виконання операцій?

4. Яке устаткування використовують у малосерійному виробництві?

5. З яких модулів і яким чином компонують сучасні лінії пайки?

4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів / Підручн. – Харків, 2005. – 592 с.
2. Невлюдов І.Ш. Виробництво електронних апаратів. Типові задачі: Навч. посібник / І.Ш. Невлюдов. – Харків, 2008. – 400 с.

Додаткова література

- 3 Омаров М.А. Технологічне обладнання основних етапів виробництва друкованих плат: навч. посібник / М.А. Омаров, І.О. Яшков. Х.:ХНУРЕ, 2013.-220 с.
4. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 10 с.
5. Методичні вказівки до практичних занять і лабораторних робіт з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 10 с.

Електронне навчальне видання

Методичні вказівки

до контрольних завдань з дисципліни

«ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ
АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів денної форми навчання

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Упорядник: ЯШКОВ Ігор Олегович

Авторська редакція

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Екзаменаційні запитання
з дисципліни

«ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ
АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів денної форми навчання
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Електронне видання

ЗАТВЕРДЖЕНО
кафедрою КІТАМ
Протокол № 1
від 31 серпня 2017 р.

Харків – 2017

Екзаменаційні запитання з дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронне видання] / Упоряд.: І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 10 с.

Упорядник: І.О. Яшков

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Пояснювальна записка до комплексу екзаменаційних запитань.....	5
2. Критерії оцінювання знань та умінь студента	6
3. Перелік довідкової літератури.....	7
4. Екзаменаційні запитання	9

ВСТУП

Метою вивчення навчальної дисципліни є вивчення та засвоєння основних понять стосовно виробничих процесів приладобудування та машинобудування, а також обладнання об'єктів автоматизації, технологічних комплексів (ТК), програмно-технічних комплексів (ПТК), програмно-технічний засобів (ПТЗ), регулювальних органів (РО) та ін. Вивчення можливостей технологічного устаткування, яке застосовується, аналіз його технічних характеристик.

Завданням дисципліни є вивчення організаційно-технічних та технологічних основ виробництва, його технічну підготовку та автоматизацію.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: сучасний стан виробництва, організаційно-технічні та технологічні основи виробничих процесів; основні задачі підготовки та керування виробництвом, основні принципи формалізації, моделювання та оптимізації технологічних процесів; методи розрахунку точності технологічних процесів, класифікацію та зміст основних технологічних процесів виробництва; класифікацію процесів та їх рушійні сили; механічні, гідромеханічні, масообмінні та теплообмінні процеси та їх апаратну реалізацію.

вміти: оцінювати основні характеристики та параметри технологічних процесів виробництва; проводити розрахунки, пов'язані з моделюванням та оптимізацією, а також точністю технологічних процесів; аналізувати стан та динаміку показників якості роботи технологічного обладнання; оцінювати варіанти та складати укрупнені технологічні маршрути виготовлення окремих виробів, техніко-економічну ефективність автоматизації технологічних процесів.

1 ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КОМПЛЕКТУ ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ЗАПИТАНЬ

Формою підсумкового контролю дисципліни «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації» є комбінований іспит.

При цьому виді контролю підсумкова оцінка P_n обчислюється за формулою:

$$P_n = 0,6 \cdot O_{сем} + 0,4 \cdot O_{ісп},$$

де $O_{сем}$ – оцінка за семестр у 100-бальній системі,

$O_{ісп}$ – оцінка за іспит у 100-бальній системі.

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка $O_{сем}$ розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи.

Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних запитань.

За відповідь на кожне теоретичне питання студент може отримати до 50 балів.

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Якісні критерії оцінювання.

Необхідний обсяг знань та умінь для одержання позитивної оцінки:

- основні типи та організаційні типи виробництва;
- технічна підготовка виробництва;
- основи автоматизації виробництва;

2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ СТУДЕНТА

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, Е (60-65), D (66-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні заняття, написати контрольні роботи. Знати шляхи та методи розв'язання практичних задач, пов'язаних з технічною підготовкою виробництва.

Добре, С (75-89). Твердо знати мінімум теоретичних знань, засвоїти основну літературу, рекомендовану програмою. уміти розв'язувати практичні задачі за курсом, знати методику та алгоритм розв'язання практичних завдань.

Відмінно, В (90-95), А(96-100). Знати у повному обсязі весь теоретичний матеріал та додаткові теми. Уміти безпомилково, обґрунтовано розв'язувати практичні задачі.

Критерії оцінювання знань та умінь студента на комбінованому іспиті:

Задовільно, Е (60-65), D (66-74). Показати необхідний мінімум теоретичних знань. Знати шляхи та методи розв'язання практичної задачі.

Добре, С (75-89). Твердо знати мінімум теоретичних знань, засвоїти основну літературу, рекомендовану програмою. Показати вміння розв'язувати практичну задачу та обґрунтовувати усі етапи розв'язання задачі.

Відмінно, В (90-95), А(96-100). Показати глибокі знання основного та додаткового теоретичного матеріалу, засвоїти основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою, засвоїти взаємозв'язок основних понять дисципліни та їх значення для подальшої професійної діяльності. Безпомилково розв'язати практичне завдання, пояснити та обґрунтувати обраний метод розв'язання

3 ПЕРЕЛІК ДОВІДКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. Невлюдов, І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів [Текст]: підруч./ І.Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.
2. Невлюдов, І.Ш. Організаційно-технічні основи виробництва електронних апаратів [Текст]: навч. посібник / І.Ш. Невлюдов, О.В. Тучин, Г.В. Карпов – Харків: ХТУРЕ, 2001. – 112 с.

Допоміжна

1. Макурін, М.С. Виробництво електронних засобів. Частина 1 [Текст]: навч. посібник / М.С. Макурін. – Харків: ХТУРЕ, 1999. – 176 с.
2. Макурін, М.С. Виробництво електронних засобів. Частина 2 [Текст]: навч. посібник / М.С. Макурін. – Харків: ХТУРЕ, 1999. – 164 с.
3. Макурін, М.С. Виробництво електронних засобів. Частина 3 [Текст]: навч. посібник / М.С. Макурін. – Харків: ХТУРЕ, 1999. – 140 с.

4 ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 Конструктивно-технологічні особливості сучасних виробів приладобудування та машинобудування

- 2 Електронні апарати як об'єкт виробництва
- 3 Виробництво сучасних виробів приладобудування та машинобудування і його організація
- 4 Структура виробничого і технологічного процесів
- 5 Основні принципи організації виробництва
- 6 Гнучкі інтегровані виробництва як вища форма організації виробництва
- 7 Продуктивність праці і шляхи її підвищення
- 8 Якість продукції
- 9 Технічна підготовка виробництва сучасних виробів приладобудування та машинобудування
- 10 Організація науково-дослідних робіт
- 11 Організація конструкторської підготовки виробництва
- 12 Автоматизована система технологічної підготовки виробництва
- 13 Основні положення та методи розрахунку точності сучасних виробів приладобудування та машинобудування
- 14 Відомості з теорії ймовірностей для теоретичного аналізу точності виробництва
- 15 Основи статистичного аналізу точності виробництва
- 16 Розрахунки точності при виробництві сучасних виробів приладобудування та машинобудування
- 17 Оцінка надійності функціонування технологічних систем за параметрами продуктивності, якості, точності
- 18 Стратегія автоматизації виробництва
- 19 Рівні автоматизації виробництва
- 20 Автоматизоване технологічне устаткування і промислові роботи
- 21 Автоматичні лінії і роботизовані технологічні комплекси
- 22 Гнучка автоматизація виробництва
- 23 Економічна ефективність ГВС
- 24 Принципи раціонального поєднання гнучкості і продуктивності РТК

Електронне навчальне видання

Екзаменаційні запитання

з дисципліни

«ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

для студентів денної форми навчання

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

спеціалізація «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Упорядник: ЯШКОВ Ігор Олегович

Авторська редакція