



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ



ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ  
НАПН УКРАЇНИ

# Технології сучасного виробництва

Навчальний  
посібник



  
КОНВІ  
ПРІНТ  
Київ - 2021

*Схвалено і рекомендовано до друку  
Вченою радою Інституту педагогіки НАПН України  
(протокол №11 від 23.11. 2020 р.)*

**Рецензенти:**

**Кулішов В.С.**, доцент Білоцерківського інституту неперервної професійної освіти, кандидат педагогічних наук;

**Гомон В.І.**, директор Ірпінського МНВК, вчитель технологій.

**Експерт:**

**Піддячий М.І.**, головний науковий співробітник Інституту педагогіки НАПН України, доктор педагогічних наук, професор.

**Туташинський В. І.**

Технології сучасного виробництва: навчальний посібник / [Електронне видання] — Київ: КОНВІ ПРІНТ, 2021. - 155 с.

ISBN 978-617-8124-09-0

Навчальний посібник “Технології сучасного виробництва” є результатом прикладного педагогічного дослідження, проведеного відділом технологічної освіти НАПН України протягом 2018-2020 років.

У посібнику розкривається система сучасних технологій, особлива увага звертається на технології Індустрії 4.0. і технології пріоритетних для України галузей економічної діяльності.

Зміст навчального посібника ґрунтується на компетентнісному, діяльнісному та особистісно орієнтованому підходах у навчанні й реалізується за допомогою проектної педагогічної технології.

В посібнику пропонуються навчальні проекти, пов'язані з використанням сучасних технологій, проектуванням автоматичних пристроїв і конструюванням роботів, застосуванням технологій 4.0.

Навчальний посібник доповнює і поглиблює вивчення “Технологій” та профільного предмета “Основи машинознавства” у професійних ліцєях і є складовою навчально-методичного забезпечення профільної технологічної освіти учнів 10-11 класів закладів загальної середньої освіти.

Навчальний посібник призначений для учнів ліцєїв і класів технологічного профілю загальноосвітніх шкіл, МНВК та міжшкільних ресурсних центрів.

УДК 7.012(075)

© Туташинський В.І., 2021

© Інститут педагогіки НАПН України, 2021

© КОНВІ ПРІНТ, 2021

ISBN 978-617-8124-09-0

---

---

# ЗМІСТ

Передмова .....	4
-----------------	---

## Розділ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІНЮЮТЬ СВІТ

§1. Людина та сучасні технології .....	6
§2. Науково-технічний прогрес і зміни технологій .....	8
§3. Проблеми та перспективи розвитку технологій в Україні ..	16

## Розділ 2. СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЙ

§4. Технології сучасного виробництва .....	22
§5. Застосування технологій у енергетиці .....	25
§6. Технології машинобудування .....	34
§7. Технології автомобілебудування .....	44
§8. Технології суднобудування .....	50
§9. Технології літакобудування .....	56
§10. Технології ракетобудування .....	65
§11. Сучасні технології аграрного виробництва .....	69
§12. Застосування біотехнологій .....	82
§13. Вибір технології. Трансфер технологій .....	86

## Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЇ 4.0

§14. Високі технології .....	92
§15. Предикативна аналітика та кіберфізичні системи .....	95
§16. Інтернет речей .....	101
§17. Технології адитивного виробництва .....	107
§18. Автоматизація виробництва .....	111

## Розділ 4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА І РОБОТОТЕХНІКА

§19. Проектування і використання автоматичних пристроїв ..	115
§20. Робототехніка .....	120
§21. Проєкт «Мій робот .....	131
Додатки .....	139
Література .....	152

---

---

## ПЕРЕДМОВА

Сучасний світ стімко змінюється і те, що зовсім недавно було фантастикою чи існувало лише у віртуальному середовищі, сьогодні стає вже реальністю. Ці зміни у різних сферах нашого життя пов'язані з новими технологіями настільки, що можна стверджувати: технології змінюють світ!

У процесі розвитку цивілізації постійно удосконалювалися знаряддя праці, створювалися нові винаходи й розроблялися усе досконаліші технології виробництва. Але і понині для створення нових виробів поряд із найновішими технологіями використовуються старовинні техніки і технології минулих століть.

Але як відрізнити найцінніші надбання людської культури від застарілих технологій? Які технології можна вважати сучасними? Як обрати найліпшу технологію для реалізації власного проєкту? — На ці, й багато інших запитань можна знайти відповідь за допомогою цього навчального посібника.

Книга знайомить із системою сучасних технологій, інноваційними технологіями пріоритетних для України галузей виробництва, розкриває таємниці нанотехнологій і біотехнологій, розширює уявлення про цифрові технології та робототехніку.

З метою формування проєктно-технологічної компетентності у посібнику пропонуються компетентнісні задачі та навчальні проєкти, пов'язані з використанням сучасних технологій, проєктуванням автоматичних пристроїв і конструюванням роботів.

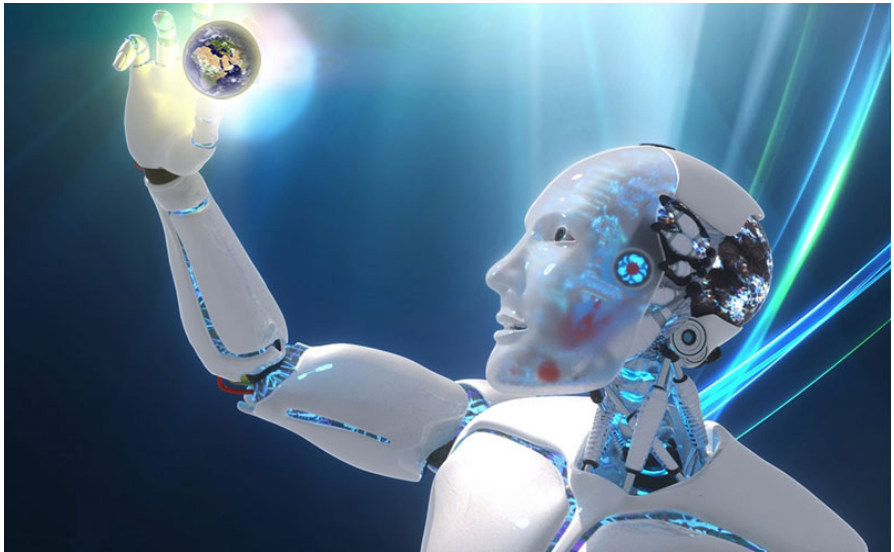
Цей посібник доповнює й поглиблює вивчення «Технологій» і профільного предмета «Основи машинознавства» у 10-11 класах ліцеїв та інших загальноосвітніх закладів України.



---

# РОЗДІЛ І

## ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІНЮЮТЬ СВІТ



---

---

## §1. ЛЮДИНА ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Розвиток людської цивілізації характеризується винайденням і використанням усе більш досконаліших засобів праці, техніки і технологій. Технічна база, технології виробництва, готовність людей їх застосовувати — основа суспільного прогресу. Технології змінюють світ, умови життя і саму людину.



Мал.1. Сучасні технології змінюють діяльність людей

---

---

Досліджуючи вплив різних чинників на розвиток суспільства, нобелівський лауреат Роберт Солоу виявив закономірність: збільшення удвічі валової продукції на одну витрачену людино-годину на 87,5 % за визначений період часу відбувалося за рахунок технологічних змін.

З кожним роком вплив технологій на всі сфери нашого життя зростає. У розвитку технологій можна виокремити найбільш значні етапи, які ще називають ланками технологічного ланцюга.

Перший — початок виготовлення примітивних ручних знарядь праці.

Другий — винайдення способів добування вогню (за допомогою тертя).

Третій — опанування скотарства, птахівництва, землеробства.

Четвертий — застосування у праці людей енергії тварин (волів, коней).

П'ятий — використання енергії неживої природи (води, вітру).

Шостий — винайдення технологічних машин (заміна функції руки).

Сьомий — опанування технології перетворення теплової енергії у механічну (парові машини).

Восьмий — виробництво машин з двигунами внутрішнього згорання;

Дев'ятий — використання електричної енергії та електричних машин;

Десятий — опанування технології утворення матеріальних ресурсів хімічним шляхом.

Одинадцятий — розроблення технології використання ядерної енергії.

Дванадцятий — опанування технології утворення матеріальних ресурсів фізичним шляхом (синтетичні матеріали, нанотехнології).

Тринадцятий — поширення інформаційних технологій (АСУ, INTERNET), створення штучного інтелекту.

Чотирнадцятий — опанування біологічних технологій (генна інженерія).

П'ятнадцятий — поширення космічних технологій і використання космічних ресурсів.

З розвитком науки і технологій до вже існуючих приєднуються нові ланки технологічного ланцюга і людство виходить на новий етап розвитку.

Вивчення історії виникнення і змін технологій цікаве не тільки тому, що таким чином пізнається розвиток цивілізації та зростання могутності людини, а ще й через те, що відкривається джерело, яке пов'язує минуле, сучасність і майбутнє.

Поміж ланок технологічного ланцюга є такі, що показують не лише етапи еволюції в розвитку техніки і технологій, але й здійснюють радикальний вплив на розвиток матеріальної культури й усе життя людства. Такі періоди в розвитку технологій називають *технологічними революціями*.



## Словник термінів

*Технологічний ланцюг* — сукупність найбільш значних взаємозв'язаних етапів у безперервному процесі розвитку технологій.

*Технологічна революція* — радикальна зміна науково-технічного прогресу на основі наукових відкриттів, розроблення нових технологій і винайдення нової техніки.



## Запитання та завдання

1. Використовуючи свої знання з історії, фізики, трудового навчання та особистий досвід проектно-технологічної діяльності наведіть приклади застосування знарядь праці у різних технологічних ланцюгах.
2. Назвіть відомі вам найпоширеніші технології?
3. У яких галузях життєдіяльності людини застосовуються технології?
4. Чим для вас цікаве вивчення еволюції технологій?
5. Які технології, на ваш погляд, мають найбільший вплив на життя сучасної людини? Поясніть, чому ви так вважаєте.
6. Які технології ви хотіли б навчитися застосувати для реалізації свого проєкту?

## §2. НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС І ЗМІНИ ТЕХНОЛОГІЙ

Усе в світі змінюється. Все досконалішими стають і технології. З'являються нові винаходи та наукові відкриття. Але чи завжди зміни в технологіях і науково-технічний прогрес відбуваються еволюційно?

Як свідчить історія розвитку цивілізації, науково-технічний прогрес може здійснюватися в двох формах: еволюційній та революційній.

*Еволюційна форма* науково-технічного прогресу (НТП) спостерігається тоді, коли техніка і технології, що застосовуються у виробництві, удосконалюються на основі вже відомих знань. Прикладом цієї форми НТП є розвиток та вдосконалення використання енергії пари, вітру, електроенергії.

*Революційна форма* науково-технічного прогресу означає винайдення більш досконалих техніки і технологій, що розробляються на принципово нових наукових ідеях і відкриттях.

---

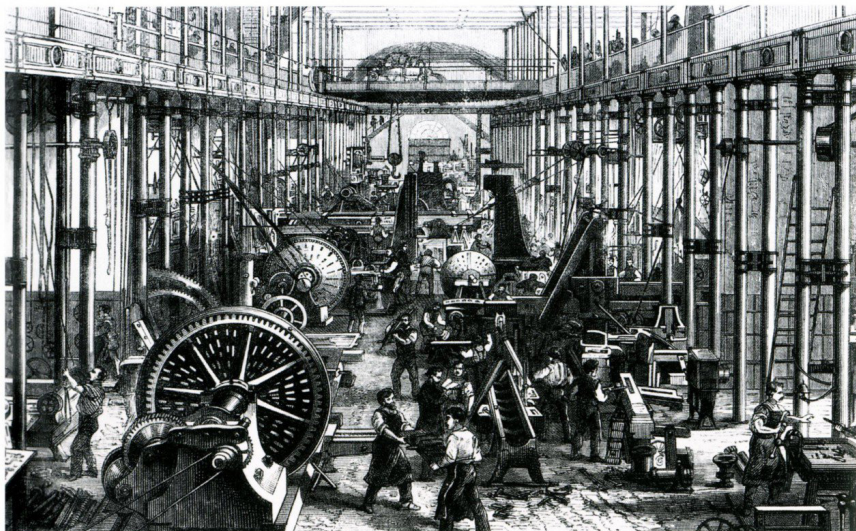
Револьюційною формою НТП можна вважати перехід від ручних знарядь праці до машинних, заміна енергії пари на електричну, застосування лазерної та інших сучасних технологій.

Винаходи та запровадження у виробництво принципово нових науково-технічних розробок призводять до суттєвих змін у виробничому процесі, передбачають значне зростання продуктивних можливостей людства. Тому в цьому випадку йдеться про науково-технічну революцію.

НТР є якісним стрибком у розвитку продуктивних сил суспільства на основі докорінних зрушень у наукових знаннях.

Поширене тепер виробництво сформовано трьома технологічними революціями.

*Перша технологічна революція* розпочалася у Великобританії в кінці 18-го і завершилася в середині 19-го століття. У цей період відбувся радикальний перехід до розвитку промисловості з механічними методами виробництва. Розвиток механічного виробництва відбувався за допомогою використання енергії води та парових двигунів.



**Мал.2. Промислове виробництво в період першої технологічної революції.**

Упровадження поділу праці і масового виробництва за допомогою електричної енергії призвели до другої технологічної революції.





**Мал.3. Виробництво в період другої технологічної революції**

З розвитком промислового виробництва і виникненням фабрик другий період радикальної технологічної трансформації спричинив масове виробництво споживчих товарів.

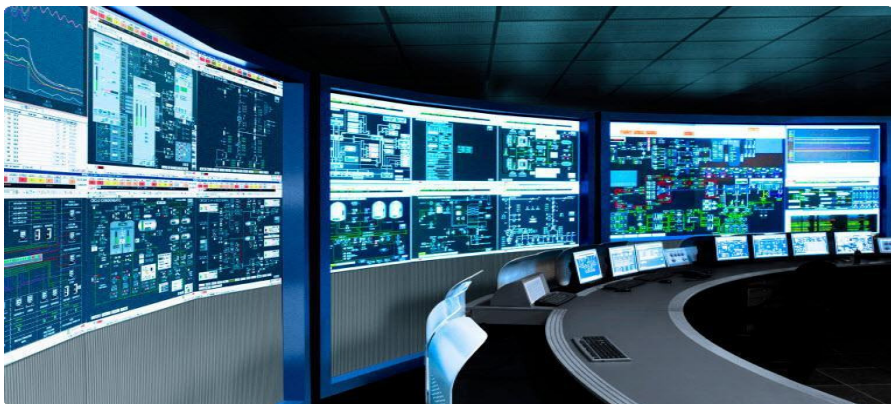


**Мал.4. Масове виробництво у період другої технологічної революції**



---

До третьої технологічної революції призвело використання електронних та інформаційних систем, а також розроблення і упровадження технологій автоматизації виробництва.



**Мал. 5. Використання електронних та інформаційних систем у період третьої технологічної революції**



**Мал.6. Автоматизація та роботизація виробництва**

Нині розпочалася *четверта технологічна революція*, яка має створити розумне виробництво, об'єднати індустрію, споживання і глобальну мережу в єдиний Інтернет речей.

Розумне виробництво стає нормою у світі, в якому системи та мережі здатні самостійно збирати і обробляти великі масиви інформації, обмінюватися інформацією, правильно реагувати на неї, щоб управляти виробничим процесом без шкоди людині та природі.

Відповідно до теорії «довгих хвиль» видатного вітчизняного економіста М. Кондратьєва науково-технічна революція розвивається хвилеподібно, з циклами протяжністю приблизно в 50 років, протягом яких формується новий технологічний уклад.

*Технологічний уклад* містить групи технологій, які пов'язані однотипними технологічними ланцюгами.

Проаналізуйте основні риси кожного з технологічних укладів (табл.1).

Таблиця 1.

### Основні риси технологічних укладів

Характеристики технологічного укладу	Технологічні уклади				
	I	II	III	IV	V
1. Період домінування	1770-1830	1830-1880	1880-1930	1930-1980	1980-2030
2. Ядро технологічного укладу	Провідна галузь промисловості				
	Текстильна промисловість	Машинобудування, пароплавобудування	Електро-технічне та важке машинобудування Автомобіле- і тракторобудування		Електронна промисловість, роботобудування

	Прогресивний напрямок розвитку виробництва				
	Промислова виплавка чавуну	Промислове виробництво сталі		Хімізація виробництва, кольорова металургія	Оптово-конна техніка, телекомунікації
	Прогресивні риси машинобудування				
	Текстильне машинобудування	Верстатозна інструментальна промисловість	Універсальне машинобудування і металообробка	Спеціалізоване машинобудування	Гнучкі виробничі системи
	Розвиток транспорту				
	Будівництво каналів	Пароплавство, залізниці	Тепло- і електровози	Автомобільний транспорт	Авіація, трубопроводи
	Матеріали				
	Чавун	Сталь	Леговані сплави	Пластмаси кольорові метали	Конструкційні і функціональні матеріали
	Енергоносії				
	Вода, вітер	Пара	Вугілля	Нафта	Газ

3. Ключовий фактор	Водяний двигун, текстильні машини	Паровий двигун, верстати	Електро-двигун, сталь	Двигун внутрішнього згоряння, нафтохімія	Мікро-електронні компоненти, атомна енергетика
4. Формується ядро нового укладу	Паровий двигун, машинобудування	Сталь, електроенергетика, важке машинобудування, неорганічна хімія	Автомобілебудування, органічна хімія, кольорова металургія, видобуток і перегонка нафти	Радар, трубо-провід авіапромисловість, видобуток і переробка газу	Біотехнологія, космічна техніка, тонкі хімічні технології
5. Основні економічні інститути	Конкуренція підприємців, їх об'єднання, кооперація індивідуального капіталу	Концентрація виробництва у великих організаціях, розвиток акціонування	Злиття фірм, концентрація виробництва в картелях та трестах, панування монополій і олігополій, концентрація капіталу	Транснаціональні корпорації олігополії на світовому ринку, вертикальна інтеграція	Міжнародна інтеграція на основі інформаційних технологій, інтеграція виробництва і збуту
6. Організація інноваційної активності в країнах-лідерах	Організація наукових досліджень в наукових товариствах, індивідуальне інженерне і винахідницьке підприємництво та партнерство.	Формування науково-дослідних установ, інтернаціоналізація професійної освіти, формування систем охорони інтелектуальної власності	Створення внутрішньофірмових науково-дослідних відділів, застосування праці вчених та інженерів у виробництві	Спеціальні науково-дослідні відділи на підприємствах, державна підтримка НДДКР, розвиток освіти, трансфер технології	Створення інноваційних структур та національних інноваційних систем

---

Кожний технологічний уклад має свій вплив на розвиток економіки. Застарілі уклади, що втратили свій вирішальний вплив на темпи зростання, залишали у складі національного багатства країни: створені виробничі, інфраструктурні об'єкти, культурну спадщину тощо.

Тривалість деяких хвиль перевищувала 50 років через збіг періоду спаду хвилі, що йде, з періодом зростання нової хвилі. У зв'язку з прискоренням НТП тривалість наступних хвиль (укладів) скорочується.

Кожна технологія має свій життєвий цикл.

Від зародження до широкого поширення технологія стає:

*новітньою технологією* (будь-яка нова технологія, що має високий потенціал, але ще не застосовується у практичній діяльності);

*передовою технологією* (технологія, яка вже зарекомендувала себе на практиці, але ще має невелике поширення на ринку);

*сучасною технологією* (визнана технологія, що стає стандартом, широко застосовується і попит на цю технологію підвищується).



### **Словник термінів**

*Технологічний уклад* — це групи технологічних сукупностей, які пов'язані один з одним однотипними технологічними ланцюгами.

*Життєвий цикл технології* — сукупність стадій від зародження технологічних нововведень до їх рутинізації.



### **Запитання та завдання**

1. Чи завжди зміни в технологіях відбуваються еволюційно?
2. Порівняйте, чим відрізняються різні технологічні уклади.
3. Наведіть відомі приклади революційної форми науково-технічного прогресу.
4. Як визначається життєвий цикл технології?
5. Які технології можна вважати сучасними?
6. Чим відрізняється новітня технологія від передової?
7. Чи можна вважати новітньою технологією, що застосовується у виробництві експериментальних зразків продукції?
8. За допомогою таблиці 1 визначте, які технології характерні для шостого технологічного укладу?
9. Поясніть, чому будь-яка технологія через деякий час застаріває?

---

---

### §3. ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ

Включення незалежної України в світовий ритм техніко-економічного розвитку відбулося наприкінці XIX ст. на рівні третього технологічного укладу за значного впливу першого та другого укладів. Упровадження нових та застосування інноваційних технологій відбувалося в умовах економічної кризи шляхом так званої наздоганяючої модернізації. Як наслідок, нові технологічні уклади у більшості галузей виробництва співіснували з попередніми. При цьому на багатьох виробництвах техніка і технології з кожним роком застарівали і ставали непридатними для подальшого застосування, нерационально використовувалися дефіцитні природні ресурси.

Учені Національної академії наук України провели цікаве дослідження галузевої структури технологічних укладів промисловості. Для наукового аналізу технологічних укладів у нашій країні вони обрали такі галузі промисловості:

- третій технологічний уклад — теплові електростанції, паливна промисловість, вугільна промисловість, чорна металургія, промисловість металевих конструкцій, промисловість будівельних матеріалів, скляна й порцеляново-фаянсова промисловість;
- четвертий технологічний уклад — кольорова металургія, хімічна й нафтохімічна промисловість, машинобудування (без електротехнічної промисловості), автомобільна промисловість, тракторне й сільськогосподарське, будівельно-шляхове й комунальне машинобудування, машинобудування для легкої й харчової промисловості (без побутових приладів), виробництво сантехнічного та газового устаткування, суднобудівна промисловість, ремонт машин і устаткування, деревообробна та целюлозно-паперова, легка харчова, борошномельно-круп'яна та комбікормова промисловість;
- п'ятий технологічний уклад — електротехнічна, верстатобудівна та інструментальна промисловість, приладобудування, виробництво побутових приладів і машин, авіаційна, хіміко-фармацевтична, поліграфічна промисловість.

У найрозвинутіших країнах світу нині триває інтенсивний перерозподіл ресурсів з четвертого до п'ятого економічного укладу і розвивається шостий технологічний уклад. Формується шостий технологічний уклад, що тісно пов'язаний з нанотехнологіями, робототехнікою, розвитком штучного інтелекту, інтернетом речей, генною інженерією тощо.

В Україні п'ятий технологічний уклад існує в основному в оборонних галузях промисловості, літакобудуванні, ракетобудуванні. Шостий — в космічних технологіях, нанотехнологіях, мікробіологічній промисловості.



---

У створених на базі наукових установ та університетів технологічних парках розробляються й реалізуються інноваційні технології. Так, наприклад, технопарком Національної академії наук України «Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона» розроблено інноваційні технології електрозварювання у різних середовищах (під водою, в космосі, тощо), технологію плазмового різання. Вченими створено устаткування для використання альтернативних джерел енергії (вітроенергетичні установки, сонячні електростанції).

Технопарком «Інститут монокристалів» (м. Харків) розроблено інноваційні технології вирощування та обробки монокристалів і функціональних матеріалів.

Науковим парком «Київська політехніка» розробляються технології для створення безпілотних літальних апаратів та космічної техніки.

Завдяки розробленню і використанню сучасних технологій аграрного виробництва Україна входить до сімки передових виробників рослинної олії, картоплі, цукру, свинини.

Зберігаючи високий потенціал розвитку в галузях, у яких Україна має конкурентні переваги завдяки природним ресурсам і використанню нових технологій в економіці нашої країни відбуваються структурні зміни, що забезпечують зростання виробництва продукції з високою доданою вартістю.

Особливо високими темпами в Україні у співпаці з іноземними компаніями розвиваються та поширюються інформаційні та комунікаційні технології.

Здобуття наукових знань, накопичення, поширення та використання нової інформації призводять до усе швидшої зміни технологій.



### **Словник термінів**

*Інноваційні технології* — нові, або вдосконалені технології, що забезпечують отримання економічного та/або соціального ефекту.

*Наздоганяюча модернізація виробництва* — осучаснення виготовлення продукції шляхом придбання нової техніки та вже поширених у розвинутих країнах світу технологій.

*Технологічний парк* — об'єднання наукових і фінансових установ та інноваційно активних підприємств з метою забезпечення виробництва нової високотехнологічної продукції.



### **Запитання та завдання**

1. Як ви вважаєте, якому технологічному укладу відповідають найпоширеніші в Україні технології?
2. У яких галузях виробництва в Україні сформовано п'ятий технологічний уклад?

3. Чому не всі нові технології вважаються інноваційними?
4. Наведіть приклади інноваційних технологій, розроблених в Україні.
5. Поясніть, чому з часом період зміни технологій скорочується?
6. Підготуйте презентацію про винаходи українських вчених та найвідоміші у світі технології, розроблені в Україні.
7. Запропонуйте проєкт, який відображатиме еволюцію розвитку технологій.

#### **Компетентнісні задачі**

1. Під час затвердження і державної реєстрації інноваційних та інвестиційних проєктів, як правило, проводиться їх експертиза та класифікація. До яких проєктів слід віднести документ, у якому ставиться технічне завдання розробити і застосувати новітню технологію виробництва продукції з використанням власних фінансових і матеріальних ресурсів?
2. Проаналізуйте таблицю, в якій зазначені теми і дається коротка характеристика деяких з інноваційних та інвестиційних проєктів, що реалізувалися в Україні. Як ви вважаєте, які з наведених нижче проєктів є інноваційними?

Тема проєкту	Характеристика проєкту
Розроблення та організація виробництва спеціальних машин для санітарної очистки території.	У рамках проєкту здійснюється розроблення технології виробництва спеціальних машин для комунальних господарств. У виробництві спеціальних машин будуть застосовані нові конструктивні рішення та технології обробки металів і сплавів.
Організація масового виробництва зернозбиральних комбайнів.	Проєктом передбачається розширення вже існуючого виробництва зернозбиральних комбайнів і подальше удосконалення вже розробленої та упродовженої технології.
Розроблення технології та організація виробництва вітротурбін.	В проєкті передбачено створення перспективних моделей вітротурбін, які будуть використовувати енергію поривів вітру за допомогою зміни швидкості обертання ротора.

---

---

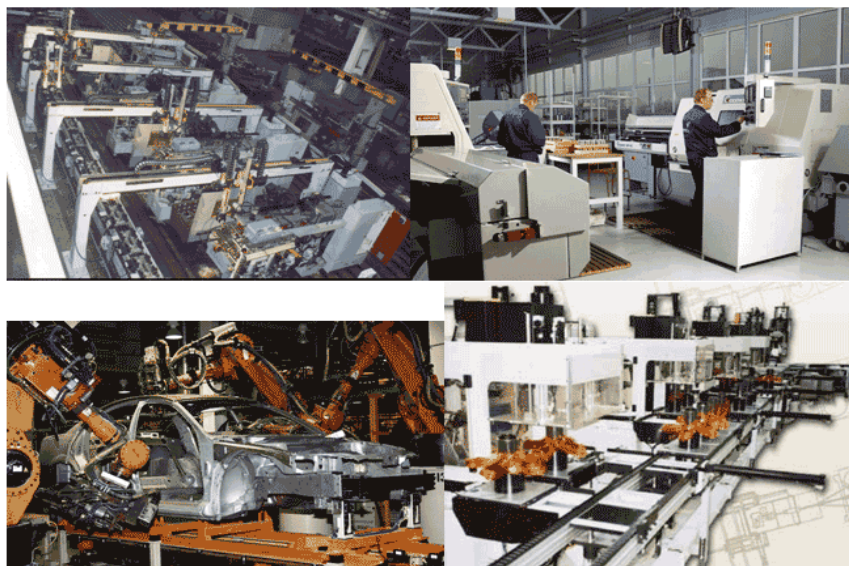
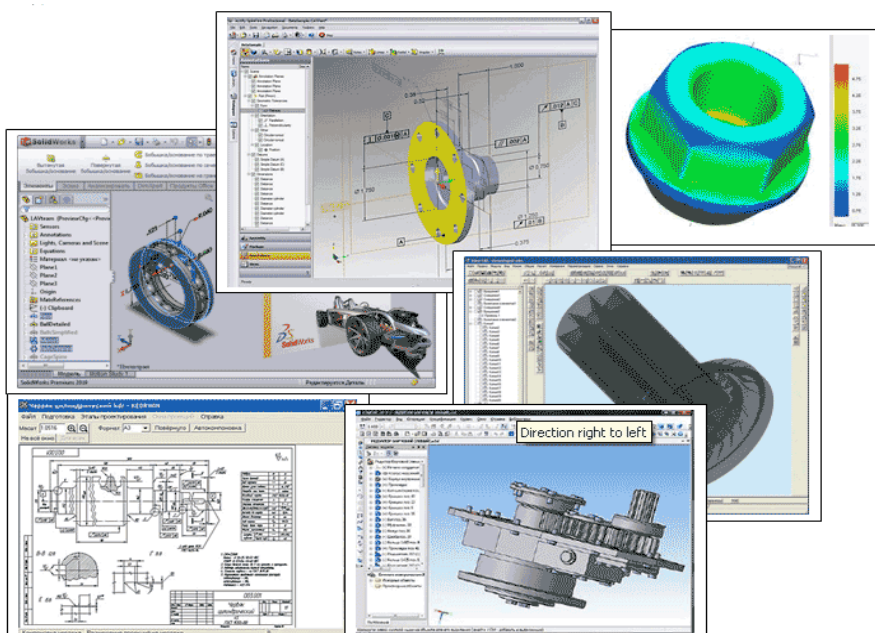
## Тести до розділу I

1. Виберіть правильне і найбільш точне визначення.  
Сучасна технологія — це:
  - а) будь-яка нова технологія, що має високий потенціал, але ще не застосовується у практичній діяльності;
  - б) технологія, яка вже зарекомендувала себе на практиці, але ще має невелике поширення на ринку;
  - в) визнана технологія, що стає стандартом, широко застосовується і попит на цю технологію підвищується;
  - г) технологія, що широко застосовується на більшості підприємств.
2. Як впливають технологічні зміни на виробництво продукції?
  - а) збільшують вартість продукції;
  - б) призводять до збільшення обсягів виробництва продукції за людино-годину;
  - в) поліпшують рекламу продукції;
  - г) здешевлюють ціни на продукцію.
3. Які технології характерні для четвертої технологічної революції?
  - а) автомобілебудування;
  - б) атомна енергетика;
  - в) радіоелектроніка;
  - г) розумне виробництво, Інтернет речей.
4. Які технології характерні для третьої технологічної революції?
  - а) вітроенергетика;
  - б) використання електронних та інформаційних систем;
  - в) генна інженерія;
  - г) розумне виробництво, Інтернет речей.
5. В яких галузях промисловості України сформовано п'ятий технологічний уклад?
  - а) харчовій, текстильній; хімічній; гірничодобувній; металургійній; деревообробній;
  - б) електротехнічній, верстатобудівній, авіаційній, хіміко-фармацевтичній, поліграфічній, приладобудуванні.
  - в) суднобудівній;
  - г) легкій промисловості.
6. Які технології відносяться до інноваційних?
  - а) які містять раціоналізаторські ідеї;
  - б) які є новими для підприємства й приносять прибуток;
  - в) які надають можливість виробляти нову продукцію;
  - г) які містять новизну і дають економічний та/або соціальний ефект.
7. Що характерне для наздоганяючої модернізації виробництва?

- 
- 
- а) упровадження нових технологій;
  - б) змагання у виробництві продукції;
  - в) електрифікація, комплексна механізація та автоматизація виробництва;
  - г) випуск модерних речей, виробництво товарів високої моди та ексклюзивних виробів.
8. Які зміни були характерні для першої технологічної революції?
- а) перехід до технологій промислового виробництва;
  - б) перехід до технологій аграрного виробництва;
  - в) застосування електричної енергії;
  - г) застосування енергії води, вітроенергетики та сонячної енергії.
9. До якого технологічного укладу відносяться космічні технології?
- а) першого;
  - б) третього;
  - в) четвертого;
  - г) шостого.
10. Що характерно для технопарку?
- а) місця для паркування машин;
  - б) виробництво промислової продукції;
  - в) поєднання можливостей наукових і фінансових установ та виробництва;
  - г) техніка, ландшафтний дизайн і парки.
11. Як розвивається науково-технічна революція відповідно до теорії М. Кондратьєва?
- а) по спіралі;
  - б) хвилеподібно;
  - в) лінійно;
  - г) імпульсивно.
12. Які технології характерні для шостого технологічного укладу?
- а) нанотехнології, космічні технології;
  - б) машинобудування; текстильного виробництва; швейного виробництва;
  - в) порошкової металургії;
  - г) технології металообробки.

# РОЗДІЛ II

## СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЙ



## §4. ТЕХНОЛОГІЇ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

Технологія — багатогранне поняття. Технології ви вже застосовували на заняттях з трудового навчання та інших уроках і в повсякденному житті.

Спираючись на власний досвід, спробуйте визначити, що можна називати технологією виробництва?

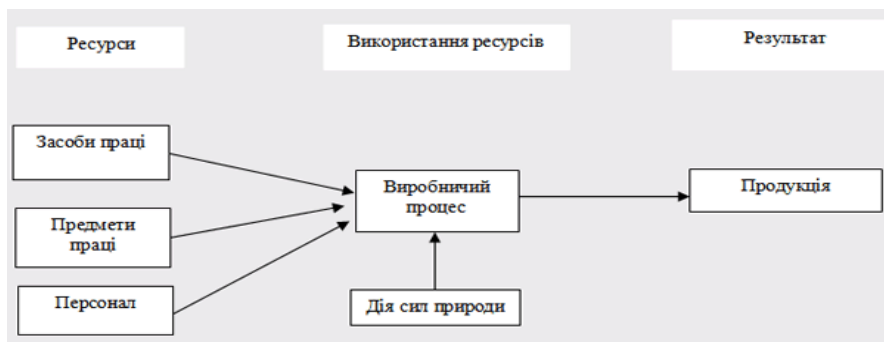
За допомогою технологій перетворюють енергію, інформацію та речовини в процесі виготовлення продукції, надання послуг, обробки й переробки матеріалів, складання готових виробів, контролю якості та управління виробництвом.

Сукупність науково й практично обґрунтованих методів і прийомів, які застосовуються для отримання енергії та створення матеріальних об'єктів називають **технологією виробництва**.

Технології виробництва включають у себе методи, прийоми, режим роботи, послідовність операцій і процедур, що тісно пов'язані з використовуваними засобами (устаткуванням, машинами, механізмами, інструментами, матеріалами).

Технологія характеризується **виробничим процесом** — сукупністю дій людей і машин, спрямованих на виготовлення з матеріалів і напівфабрикатів готових для використання виробів.

Розгляньте схему (мал.7), розташовану нижче і спробуйте пояснити, як із наявних ресурсів у процесі виробництва створюється продукція.



Мал.7. Виробничий процес

Під час виробничого процесу з наявних ресурсів (матеріалів, напівфабрикатів) за допомогою засобів праці (машин, механізмів, пристосувань, інструментів) і певного впливу на предмети праці, працівники (персонал), створюють продукцію. У результаті здійснення виробничого процесу за допомогою сил природи і технології виходить готова продукція.

Можна, виокремити такі базові способи впливу на предмети праці.



**Базові способи впливу на предмети праці  
в технологічних процесах**

Назва способу	Суть способу	Приклади технологій
Механічний (фізико-механічний)	Зміна предметів праці з допомогою механічного впливу	Технології машинобудування, швейного виробництва, деревообробки.
Хімічний	Зміна предметів праці за допомогою хімічних реакцій	Хімічні технології. Технології сільського господарства, текстильного виробництва, електротехнічної промисловості
Біологічний	Зміна предметів праці під впливом процесів, що відбуваються в живих організмах	Технології харчової промисловості (одержання дріжджового тіста), агротехнології, виробництво біопалива та ін.
Енергетичний	Перетворення одного виду енергії в інший. Зміна предметів праці за допомогою безпосереднього впливу енергією.	Технології виробництва електроенергії, технології одержання міді, алюмінію шляхом електролізу, загартування деталей виробів струмами високої частоти в машинобудуванні тощо.

Для даного підприємства сукупність основних виробничих процесів називають **базовими технологіями**.

Наприклад, для виробництва автомобілів базовою буде технологія машинобудування. Для виробництва меблів — технологія деревообробки, для виготовлення одягу — технологія швейного виробництва. Для створення сайтів — цифрові технології.

Виробничий процес складається з основних і допоміжних процесів.

Основні процеси безпосередньо пов'язані з виготовленням деталей, складанням виробів, а допоміжні забезпечують можливість виготовлення продукції (наприклад, транспортування матеріалів, ремонт устаткування).

*Частина виробничого процесу, яка безпосередньо пов'язана зі зміною форми, розмірів, стану заготовок, тобто перетворенням їх у готові деталі, називають **технологічним процесом**.*

На виробництві технологією або технологічним процесом часто називають безпосередньо операції видобутку, транспортування й переробки сировини, що є основою виробничого процесу.

У залежності від базових способів впливу на предмет праці є різні технологічні процеси, кожний з яких має свою структуру й особливості.

---

---

Технологічний процес може складатися з операцій, установок, позицій, переходів, проходів, робочих прийомів.

*Операція* — закінчена частина технологічного процесу обробки заготовки, виконувана на одному робочому місці. Так, наприклад, вал із шпоноквою канавкою виготовляють у дві операції: точіння і фрезеруванням.

*Установка* — частина операції, виконувана при одному закріпленні заготовки (наприклад, у патроні токарного верстата або на столі фрезерного верстата).

*Позиція* — частина операції, виконувана при одному закріпленні заготовки відносно верстата й затискного пристрою (наприклад, при використанні ділильних головок, спеціальних патронів для нарізування багатоходових різьб).

*Перехід* — частина операції, виконувана при обробці однієї поверхні одним інструментом без зміни режиму різання.

Під час обробки заготовки ріжучим інструментом припуск можна знімати «в одну стружку» або «в кілька стружок», не змінюючи режиму різання. У цьому разі говорять про один або кілька проходів.

*Прохід* — одноразовий рух різального інструмента відносно оброблюваної заготовки, при якому знімається один шар матеріалу заготовки.

*Робочий прийом* (наприклад, установлення, зняття заготовки, заміна інструмента, контрольне вимірювання) — закінчена дія, необхідна для виконання операції, переходу або проходу.

Проте є сучасні технології, у яких немає поділу технологічного процесу на окремі складові.

Основні вихідні документи для проектування технологічного процесу: робоче креслення, технічні умови на виготовлення виробу.

Технологічний процес проектують стосовно до конкретних умов виробництва.

Технології широко застосовуються у різних галузях виробництва (енергетиці, добувній промисловості, машинобудуванні, будівництві, сільськогосподарському виробництві, текстильній та легкій промисловості тощо).

Кожна з галузей виробництва відіграє свою роль і використовує характерні для неї технології.

Енергетика забезпечує виробництво та передачу електричної енергії до споживачів.

Добувна промисловість — видобування сировини (нафти, кам'яного вугілля, руд, з яких виплавляють метал).

У машинобудівній галузі завдяки застосуванню технологій створюються верстати, автомобілі, сільськогосподарська і побутова техніка й багато інших виробів.



## Словник термінів

*Базові технології* — сукупність основних виробничих процесів для даного підприємства.

*Виробничий процес* — сукупність дій людей та машин, спрямованих на виготовлення з матеріалів і напівфабрикатів готових виробів.

*Технологія виробництва* — науково й практично обґрунтовані методи і прийоми, що застосовуються для перетворення і отримання енергії, створення матеріальних об'єктів та полегшення праці людини.



## Запитання та завдання

1. Які є базові способи впливу на предмет праці?
2. Наведіть приклади найпоширеніших механічних технологій.
3. Що таке виробничий процес?
4. Назвіть складові виробничого процесу.
5. Які базові технології застосовуються у машинобудуванні?
6. Чим відрізняються виробничі технології від технологій у невиробничих сферах економічної діяльності?

### Компетентнісні задачі

1. У сучасному виробництві важливо, щоб на виготовлення виробів використовувалося якомога менше матеріалів і енергії. Використовуючи свої знання з трудового навчання, хімії, фізики, біології чи інформатики запропонуйте базову технологію для виготовлення спроектованих вами виробів. Поясніть, які переваги матиме технологія, запропонована вами, і до якого технологічного укладу її слід віднести.

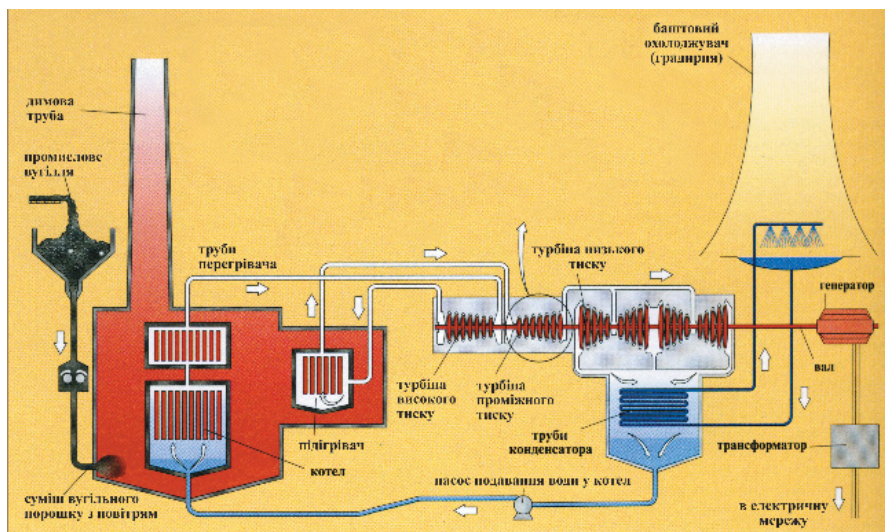
2. Використовуючи набутий у шкільних навчальних майстернях досвід проектування і виготовлення виробів, складіть технологічну карту виготовлення одного з рекомендованих проєктів виробів, розміщених у додатку до цього навчального посібника.

## §5. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ

У кожного, напевно, виникала ситуація, коли з часом розряджався заряд батареї телефону, смартфона чи іншого пристрою. Що треба зробити в таких ситуаціях ви знаєте. А чи можете ви пояснити, звідки береться електрична енергія і як вона надходить до споживачів?

Для отримання електричної енергії застосовуються різні технології її генерування на індустріальних об'єктах, що називаються електричними станціями.

Найбільше електричної енергії виробляється на теплових електростанціях. Розгляньте схему теплової електростанції, зображену нижче, проаналізуйте як вона працює та визначте, яке призначення кожного з її елементів (турбіна, генератор, насос, охолоджувач та ін.)

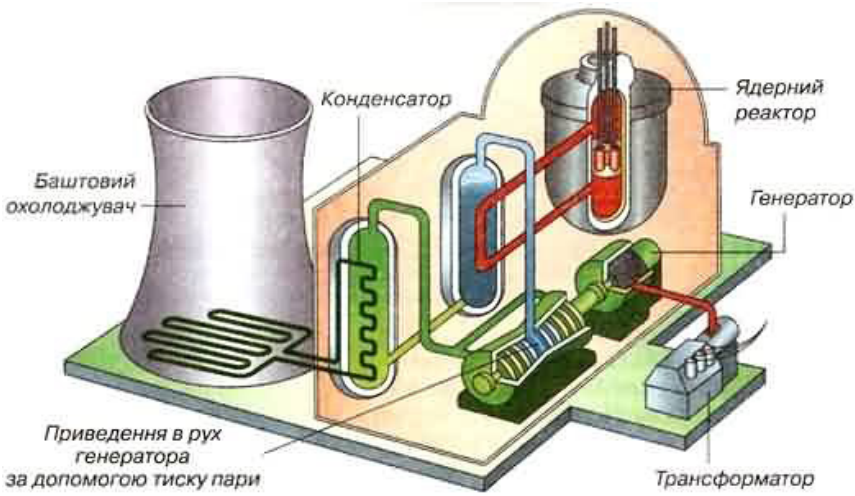


**Мал. 8. Схема теплової електростанції, що працює на вугіллі**

Робота теплових електростанцій ґрунтується на використанні енергії пари, яка при нагріванні води під великим тиском приводить у рух струмоутворюючі елементи генератора.

Теплові електростанції працюють від спалювання нафти, газу, вугілля, інших видів органічного палива, природні запаси якого обмежені. Відходи від їх спалювання забруднюють навколишнє середовище. Тому необхідні альтернативні технології отримання електричної енергії.

На атомній електростанції застосовуються технології отримання електроенергії за допомогою керованого розпаду ядерного палива в захищеному реакторі. При цьому виділяється гігантська кількість тепла, яка нагріває циркулюючий навколо паливних елементів теплоносій — рідкий натрій чи воду. Теплоносій нагрівається і перетворюється в пару. Струмені пари під великим тиском обертають турбіну, а та в свою чергу — генератор, який виробляє електроенергію.



**Мал.9. Схема виробництва атомної енергії**



**Мал. 10. Загальний вигляд атомної електростанції**

Не так давно, технології виробництва атомної енергії вважалися надійними, економічними і перспективними. Однак, катастрофа на Чорнобильській атомній електростанції у 1986 році, а також у місті Фокусіма (Японія) в 2011 році та низка аварій на різних атомних об'єктах у інших



---

---

країнах світу, довели, що треба продовжувати пошук нових технологій виробництва електричної енергії.

Особлива увага в останні роки звертається на технології поновлювальної енергетики, що використовують енергію сонця, вітру, води, геотермальну енергію, біопаливо, а також енергію водню та енергію термоядерного синтезу.

Екологічно найчистішими є вітрові, сонячні та гідроелектростанції. У зв'язку з цим нині перевага надається використанню енергії сонця, вітру і води.



**Мал.11. Сонячна електростанція та вітрогенератори**

Електростанція збирає на свої фотоелементи сонячні промені, що потім трансформуються у електричний струм. На території електростанції збудовано ще й електричні вітряки. Вітер, як відомо, утворюється в результаті нерівномірного нагрівання поверхні Землі Сонцем і потоки повітря можна використовувати для приведення в рух вітрових турбін.

Принцип дії всіх вітроустановок один: під напором вітру обертається колесо з лопатями, яке передає крутний момент через систему передач валу генератора, що виробляє електроенергію. ККД найліпших вітрових установок досягає 45 % у разі стійкої роботи при оптимальній швидкості вітру. Найкращими для розташування вітрових установок є місцевості з потужними та сталими вітрами, такі як прибережні смуги та вершини гір.



Однією з вже дуже поширених альтернативних технологій виробництва електроенергії є гідроенергетика.

На гідроелектростанціях електричну енергію отримують за допомогою турбін, використовуючи кінетичну енергію течії води. Для цього за допомогою гребель на річках штучно створюється перепад рівнів води. Схематично технологію виробництва електроенергії на гідроелектростанції можна показати так:



**Мал.12. Перетворення енергії падаючої води в електричну енергію на гідроелектростанції**

Потік води із водосховища приводить у рух турбіни генератора, який виробляє електричну енергію. Далі вироблена електроенергія по проводах передається від електростанції до споживачів.

Гідроелектростанції задовольняють значну частину потреб у електричній енергії, але не можуть вирішити всіх проблем енергетики. Тому застосовуються й інші технології отримання електроенергії.

З метою отримання електричної енергії для вирішення побутових проблем і потреб широко застосовуються хімічні технології та хімічні джерела струму (ХДС). Дуже поширеними ХДС є гальванічні елементи.

Гальванічні елементи перетворюють енергію хімічної реакції на електричну енергію.

Пригадайте уроки хімії: найпростіший гальванічний елемент можна скласти з двох металевих пластин, занурених у розчин їхніх солей. Такі елементи відрізняються значенням електрорушійної сили (ЕРС): чим більша різниця активності металів (тобто чим далі один від одно-

---

---

го вони розташовані в ряду активності), тим більшу ЕРС матиме гальванічний елемент.

Сконструйовано багато різновидів гальванічних елементів. Найпоширенішими з них стандартні електричні батарейки, паливні елементи та акумулятори.

Особливістю паливних елементів є те, що окисно-відновна реакція, яка відбувається в них, — це реакція повного окиснення рідкого або газоватого палива (водню, метан, метанолу тощо) киснем повітря. Реагенти до них потрапляють ззовні: паливо зберігається в окремому контейнері, а кисень потрапляє до реактора із повітря.

Із власного досвіду ви знаєте, що батарейки швидко розряджаються. А для роботи паливних елементів постійно потрібне паливо. Як вирішити ці проблеми?

З уроків фізики і хімії та власного досвіду ви вже знаєте про електричні акумулятори.

Через особливості конструкції та використаних матеріалів, електричні акумулятори можна відновлювати. На відміну від одноразових елементів, акумулятори можна підзаряджати майже до первісного стану, підключивши їх до зовнішньої електричної мережі. Під дією зовнішнього джерела струму окисно-відновна реакція всередині акумулятора перебігає у зворотному напрямку — відбувається заряджання акумулятора.

Кислотний свинцевий акумулятор використовується в автомобілях та інших транспортних засобах для підпалювання паливно-повітряної суміші у двигунах внутрішнього згоряння та живлення приладів. Найбільші недоліки таких акумуляторів: необхідність періодично замінювати концентровану сульфатну кислоту, громіздкість та велика маса.

Лужні акумулятори позбавлені недоліків кислотних, але дають меншу напругу: ЕРС зарядженого нікель-кадмієвого акумулятора досягає близько 1,36 В. Крім того, у них часто використовують метали (ртуть, кадмій), потрапляння яких у довкілля є небезпечним. Їх доцільно застосовувати там, де необхідні акумулятори невеликого розміру (побутові прилади), а також коли маса й розміри є критичними параметрами (літаки, космічні кораблі, підводні човни).

Літій-іонні та літій-полімерні акумулятори дедалі частіше застосовують в електронних пристроях: смартфонах, ноутбуках, фото- та відеокameraх тощо. У них електродами зазвичай є алюмінієва та мідна фольга, а носієм заряду — йони Літію Li<sup>+</sup>. Але літій-іонні акумулятори протягом тривалої експлуатації накопичують водень, унаслідок чого вони починають нагріватися під час зарядження і стають вогненебезпечними.

Літій-полімерні акумулятори позбавлені зазначених недоліків, тому їх використовують частіше.



## Словник термінів

*Гальванічний елемент* — пристрій для перетворення енергії хімічної реакції на електричну енергію.

*Геотермальною енергетика* — промислове отримання енергії з гарячих джерел, термальних підземних вод.



## Запитання та завдання

1. Які технології генерування електричної енергії використовуються на промислових об'єктах?
2. Чому атомні електростанції є небезпечними?
3. Які особливості мають електричні акумулятори різних типів.
4. Чому гальванічні елементи мають обмежене застосування в техніці?
5. Поясніть, чому сонячна енергія повинна бути найдешевшою?
6. Як ви вважаєте, чому вітрові електростанції недостатньо поширені в Україні?
7. Чому біотехнології відносяться до поновлювальної енергетики?
8. Чому використані батарейки треба утилізувати?

## Проект «Батарейки, здавайтесь!»

Однією з сучасних проблем, вирішення якої залежить від кожного з нас, є утилізація використаних хімічних джерел електричної енергії, які використовуються для живлення різноманітних пристроїв (ліхтариків, пультів, настінних годинників та ін.). Після розрядження батарейок та інших джерел електричної енергії постає проблема: куди їх подіти?

Як стверджують екологи, одна батарейка може забруднити 16 кв. метрів землі. Але ще донедавна більше 99% всіх використаних батарейок в Україні безконтрольно викидались у довкілля. Крім цього, оскільки переробка батарейок платна, їх переробка не проводилася. Завдяки активістам і підтримці багатьох людей вдалося це змінити. На початку 2020 року перші 22 тонни батарейок було відправлено з України на переробку на завод GreenWEEE в Румунії.

Місією учасників проекту є об'єднання людей, які турбуються про те, щоб усі відпрацьовані батарейки відправлялись на переробку, а не в землю.

Учасники проекту сповідують такі цінності:

- 
- відповідальність за планету;
  - любов до України;
  - віра в об'єднання людей;
  - сила інформації.

Подумайте, як би ви могли сприяти збору використаних батарейок та організації їх утилізації для подальшої переробки? Проведіть дослідження і з'ясуйте, як утилізують непридатні для подальшого використання батарейки ваші знайомі. Запропонуйте свою участь у цьому екологічному проєкті.

### **Компетентнісні задачі**

1. Сонячні батареї можуть забезпечувати дешеве і децентралізоване постачання електроенергії. Але, щоб їх підключити до звичайної електромережі, необхідні перетворювачі постійного струму в змінний, що підвищує собівартість сонячної електроенергії. Запропонуйте спосіб вирішення цієї проблеми.

2. Використовуючи знання географії, поясніть, як залежить потужність сонячної електростанції від місця її розміщення?

## **Проєкт «Вітряк»**

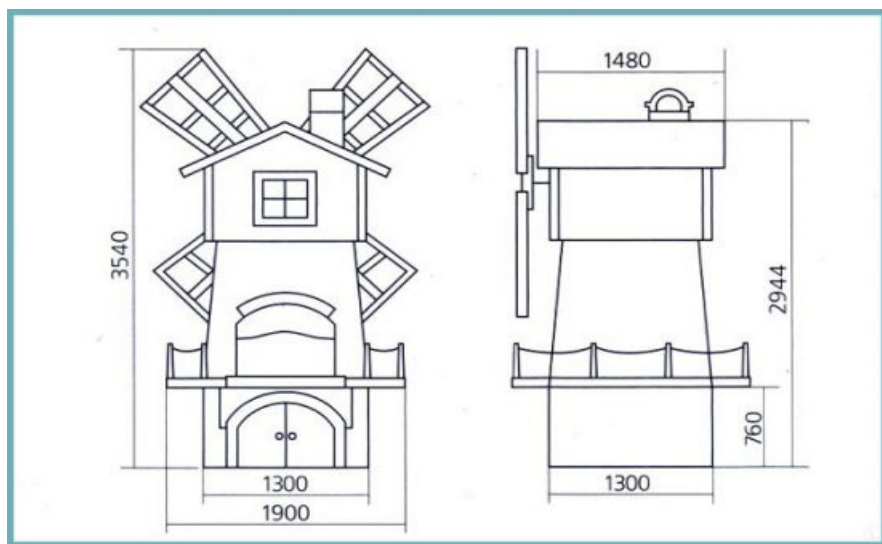
Вітряк — не лише згадка про минуле. Такий технічний об'єкт може також бути функціональним, красивим і сучасним!



**Мал. 13. Вітряк**

Присадибна чи дачна ділянка вже давно не вважаються тільки місцем для вирощування овочів і фруктів. Вона також може стати затишним місцем для відпочинку і розваг на свіжому повітрі. У прагненні зробити дачу красивою, доглянутою і оригінальною, господарі облаштовують на території клумби, висаджують рідкісні та екзотичні рослини, роблять міні-фонтан, колодязь або штучний ставок. Іноді також встановлюють декоративний млин чи вітряк. Зрозуміло, що виконувати їх первісну функцію — перетворювати зерно у борошно — потреби тепер немає, але вони, тим не менш, успішно служать іншим цілям.

Зазвичай такий виріб виготовляють із дерева, тому в процесі роботи над проектом розраховуватимемо саме на цей матеріал. Насамперед займемось креслеником. Графічне зображення допоможе не тільки уявити, як буде виглядати готова модель, але і допоможе розробити технологію його виготовлення.



**Мал.14. Кресленик моделі вітряка**

Для реалізації проекту потрібні інструменти: рулетка, лінійка, ножівка, цвяхи, шурупи, саморізи, шуруповерт або викрутка, молоток, дріль, абразивний папір, рівень, а також олівці/маркери.

Матеріали: фанера або листи ДСП; широка дошка для основи товщиною 20 мм; дерев'яні рейки; бруски; рейки або вагонка для лопатей гвинта і обшивки корпусу.

---

Кількість необхідних матеріалів залежить від величини майбутньої моделі вітряка. Розрахувати їх можна, вже маючи на руках готовий кресленик.

Вибираючи деревину, зупиніться на сосні. Вона м'яка, добре піддається обробці і довгий час зберігає приємний аромат хвої.

Визначте етапи виконання проєкту і відзначайте, що ви вже зробили, і до якого етапу переходите.

Завершивши проєкт, підготуйте його презентацію та поширте в соціальних мережах, якими ви користуєтесь.

## §6. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Серед галузей виробництва, що забезпечують випуск готової продукції однією з основних є машинобудування. Як ви вважаєте, чому саме машинобудування вважається однією з головних галузей промисловості?

Машинобудування забезпечує створення засобів виробництва для практично усіх сфер економічної діяльності й впливає на їх розвиток. Саме завдяки використанню машин підвищується продуктивність праці й полегшується виконання більшості технологічних процесів.

Кожна галузь виробництва працює за своєю технологією, і в більшості випадків ця технологія складається з різних виробничих процесів. Візьмемо, наприклад, завод, на якому виготовляються технологічні машини. Таке виробництво пов'язане, в першу чергу, з обробкою металів різанням. У цьому випадку технологія вивчає та розробляє способи обробки металів на металорізальних верстатах — токарних, фрезерних, свердлильних і т.д. На цих верстатах заготовкам надають заданої форми — перетворюють їх в готові деталі. Крім того, на багатьох машинобудівних заводах можна зустрітися з технологією ливарного виробництва — вона займається питанням лиття деталей з розплавленого металу. Технологія термічної обробки визначає, як обробляти металі шляхом нагрівання та охолодження. При цих процесах форма виробу не змінюється, але змінюються фізичні властивості матеріалу — його міцність, твердість, пружність.

Який саме спосіб застосувати при виготовленні та обробленні тієї чи іншої деталі — повинен вибрати технолог. При вирішенні цих задач технолог в першу чергу орієнтується на те, скільки деталей потрібно виготовити, оскільки технологія виробництва залежить від кількості деталей, які виготовляються. Наприклад, якщо в прямокутній пластині необхідно просвердлити отвір, то зазвичай на пластині насамперед розмічають і кернують центр майбутнього отвору, а потім на свердлильному верстаті свердлять отвір. Але така технологія придатна лише для таких умов,



---

---

коли виготовляється одна чи кілька таких пластин. Якщо ж їх буде багато (десятки, сотні, тисячі), то такий спосіб виготовлення вже не буде раціональним — занадто багато часу буде витратити робітник на розмітку деталей. Технологи цю задачу вирішують так — вони відмовляються від розмітки деталі і виготовляють спеціальний пристрій — кондуктор. Робітник вставляє деталь в кондуктор, в якому є направляюча втулка для свердла, і без розмітки свердлить отвір в деталі. Також можна використати кондуктор відразу для декількох деталей — це ще більше прискорить роботу. Іноді виявляється більш вигідним не використовувати універсальні різці чи фрези, придатні для виконання різних робіт, а виготовити спеціальний ріжучий інструмент, призначений для виконання лише певних операцій. Набір спеціальних кондукторів, штампів, інших пристроїв, інструментів, необхідних для закріплення, подачі та контролю заготовок і деталей, називається технологічним оснащенням. Його створюють на заводі, готуючись до виробництва нових машин. А яким повинно бути це оснащення і які режими обробки застосувати — вирішують технологи. На кожну деталь вони розробляють технологічну документацію, в якій вказується послідовність всіх операцій, режими обробки, обладнання та оснащення, а також маршрут переміщення деталі з цеху в цех.

Дуже часто одного тільки виготовлення деталей недостатньо. В більшості випадків з окремих деталей необхідно скласти готовий вузол чи машину. Технологія складання також залежить від кількості виробів. Автомобіль, наприклад, можна скласти на невеликому майданчику, а якщо необхідно виготовляти сотні тисяч автомобілів у рік, для складання відводять цілі цехи з конвеєрними лініями. В залежності від кількості машин, які виготовляються, в машинобудуванні розрізняють три основних види виробництва — індивідуальне, серійне та масове, і кожне з них має свою технологію.

Технологія виготовлення невеликих електричних двигунів, які виробляються тисячами, відрізняється від технології виготовлення, наприклад, літаків, отже, відрізняються один від одного і заводи, які виготовляють ці машини, обладнання, яке для цього використовується, а також організація виробництва, і розташування обладнання. Все підпорядковується технології, а тому, можна зробити висновок, що технологія — це основа виробництва, без якого в наш час не може розвиватися сучасна промисловість.

Для створення машин потрібні потужні виробництва з технологіями, що забезпечують виготовлення різних деталей.

---

Широко розповсюдженими процесами промислового виробництва є одержання металевих деталей і виробів за допомогою фізичного впливу на матеріал прикладанням зусиль стиску та розтягу — штампування і кування.

Для штампування листових деталей використовується холоднокатана сталь. Під дією великого фізичного навантаження преса за допомогою штампа можна отримати плоскі деталі та вироби.

Деталі та вироби об'ємної форми можна виготовити за допомогою кування.

Під час кування зусилля стиску прикладається до заготовки, нагрітої до високої температури, за допомогою однієї або двох послідовних операцій пресування. Профіль кінцевого виробу визначається формою порожнини штампа.

У відкритих штампах заготовка стискається між одним штампом, прикріпленим до ковадла, і вертикальним прес-штоком.

У закритих штампах заготовка стискається між нижнім і верхнім штампом, прикріпленим до прес-штока.

При об'ємному штампуванні на падаючому молоті використовується пара або стиснуте повітря, що піднімають молот, який потім падає під впливом сили ваги або приводиться в дію тими ж парами або стиснутим повітрям. Кількість і сила ударів молота контролюються оператором. Часто він утримує заготовку за холодний кінець і одночасно керує молотом. Раніше штампування на падаючому молоті складало приблизно дві третини всього об'ємного штампування. Тепер ця технологія застосовується в менших обсягах.

При об'ємному штампуванні на пресі для надання виробу необхідної форми за допомогою одноразового повільного контрольованого ходу, застосовується прес-шток із механічним або гідравлічним приводом.

Об'ємне штампування на пресі зазвичай автоматизоване. Воно може бути гарячим або проводитися при нормальній температурі (холодне штампування, об'ємне штампування видавлюванням).

Різновид кування за звичайною технологією — *прокатування*, при якому до заготовки, що повертається оператором, прикладається постійне зусилля. У результаті отримується продукція однакового профілю.

Найбільш поширена продукція об'ємного штампування зі сталі — високоміцні деталі машин, такі як вали, зубчасті колеса, болти і компоненти підвіски автомобілів. Високоміцні компоненти авіаційної та космічної техніки (лонжерони, диски тощо) штампують з алюмінію, титану та легованої сталі.

---

---

Для виготовлення деталей у машинобудуванні також широко застосовується технологія *лиття*.

У процесі лиття розплавленим металом заповнюються порожнини термостійкої виливниці, що має форму готової деталі. Для одержання внутрішньої порожнини в майбутньому виробі у виливниці встановлюється стержень.

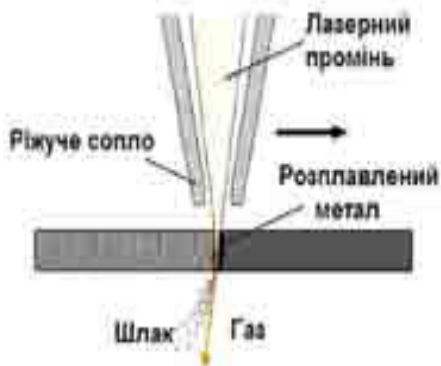
Процес лиття передбачає виконання таких послідовних етапів:

- виготовлення моделі виробу;
- виготовлення форми і стержнів, складання форми;
- плавлення і рафінування металу;
- розливання металу у форми;
- охолодження виливка;
- виймання металевого виливка з форми і звільнення його від стержня;
- видалення зайвого металу з отриманого виливка.

У сучасному машинобудуванні використовуються технології обробки різноманітних матеріалів. Важко уявити машинобудування без використання металу. З огляду на те що метал піддається куванню, зварюванню, литтю, його використовують для виготовлення різноманітних інструментів, корпусів верстатів, конструкційних елементів споруд тощо.

Розвиток техніки привів до появи нових матеріалів, механічна обробка яких традиційними способами ускладнена. До них належать, перш за все, матеріали з високою твердістю, загартовані сталі, магнітні сплави з рідкоземельних елементів тощо. З традиційних способів в обробці таких матеріалів застосовується тільки шліфування. Для вирішення проблеми обробки надтвердих і крихких матеріалів розроблено та впроваджено в практику спеціальні способи обробки: електрохімічний, електроерозійний, лазерний, ультразвуковий, гідроабразивний.

Найбільш високотехнологічним і сучасним способом обробки металу є його *лазерна обробка* (мал. 15). Спрямований на поверхню металу чи іншого конструкційного матеріалу лазер може нагрівати його до високої температури, плавити, наприклад, метал, здійснювати його розкрій (різання), зварювання, загартування, наплавку, гравіювання, маркування та інші технологічні операції.



**Мал.15. Лазерна обробка металу: а – схема; б – процес обробки**

Використання лазерної технології забезпечує високу продуктивність і точність обробки матеріалів, економить енергію та матеріали, підвищує екологічну безпеку підприємства.

*Лазерний розкрій* металу здійснюється за рахунок наскрізного пропалювання металевого листа точно сфокусованим лазером. У галузі лазерної обробки матеріалів в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України розроблено так звані гібридні технології обробки конструкційних матеріалів. Вони ґрунтуються на поєднанні лазерного і дугового розрядів для керування процесами зварювання, наплавлення, термообробки та різання матеріалів.

Іншим методом обробки конструкційних матеріалів та отримання потрібної форми заготовки є *електроерозійна обробка* (тобто різання). Вона здійснюється за допомогою електричного розряду, який утворюється між двома електродами. Під дією високої температури внаслідок електричного розряду з поверхні заготовки шляхом плавлення металу можна видалити його певний шар.

Такий метод добре застосовувати під час обробки твердих матеріалів, виготовлення виробів зі складною конфігурацією та високою точністю.

Не меншою популярністю користується *гідроабразивне різання* металу. Це універсальний метод обробки різанням, що дозволяє однаково ефективно обробляти всі види металів і сплавів. Технологія гідроабразивної обробки (мал. 16) ґрунтується на застосуванні принципу ерозійного впливу абразивної суміші, що подається під високим тиском на оброблювану заготовку. У процесі такої дії з порожнини розрізу заготовки видаляються відходи оброблюваного матеріалу. Абразивна суміш яв-

ляє собою воду, змішану з дрібними частинками абразиву (наприклад, з гранатовим піском розміром близько 0,4 мм). Інструмент різання — абразивна суміш — одночасно є і охолоджувачем. Відповідно, процес гідроабразивного різання є холодним механічним руйнуванням матеріалу. Нині в Україні щорічно утворюється величезна кількість твердих відходів виробництва та споживання. Тільки десята частина з них застосовується як вторинні матеріальні ресурси, а решта потрапляє у сховища, терикони. Тверді відходи є одним з найвагоміших чинників забруднення довкілля: призводять до забруднення підземних та поверхневих вод, погіршення стану атмосферного повітря, земельних ресурсів, а головне — негативно впливають на самопочуття та здоров'я людей.



**Мал. 16. Гідроабразивна обробка: а — схема; б — процес обробки**

Великий обсяг твердих відходів утворюється і на підприємствах чорної металургії. Так, у результаті виплавлення однієї тонни сталі утворюється 650—700 кг твердих відходів — шлаків, шламів та відходів металу. Шлаки та шлами використовуються в будівельній індустрії для виробництва будівельних матеріалів, а відходи металу направляються на повторну переплавку. В Україні тільки чорного брухту збирається щороку близько 11 мільйонів тонн. Тому на сьогодні існує проблема бережливого та раціонального використання металу та виробів з нього. Саме запровадження на металообробних підприємствах сучасних технологій дає можливість говорити про виробництво предметів з мінімальними відходами або майже *безвідходне виробництво*.

Технологія машинобудування ґрунтується на застосуванні комбінації кількох способів обробки матеріалів (електрохімічний спосіб нанесення захисних і декоративних покриттів на метали, зварювання й різання матеріалів пучком електронів тощо).



---

Для того щоб поверхні металевих виробів були стійкішими до корозії, щільніше прилягали одна до іншої і мали кращий вигляд, існують різноманітні методи обробки. Деякі вироби обробляються послідовним циклом, що складається з декількох таких методів. Для очищення деталей застосовуються багато засобів: механічне шліфування, полірування, знежирювання у парах розчинника, миття органічними розчинниками, «травлення» у концентрованих кислотних або лужних розчинах, електролітичне знежирювання. Останнє полягає в зануренні деталі у ванну, що містять ціанід і концентрований луг, у яких електролітично утворені водень або кисень усувають жир. Очищення супроводжується відповідним промиванням і завершуються сушінням виробу.

Для одержання поверхні поліпшеного зовнішнього вигляду і відбивної здатності застосовують *електролітичне полірування*. Процес включає анодне розчинення плям, що залишаються на поверхні після знежирювання в парах розчинника і гарячого знежирювання лугами. У якості електролітичних розчинів часто використовуються кислоти, тому обробка завершується ретельним промиванням.

*Нанесення гальванічних покриттів* — хімічний або електрохімічний процес нанесення металевого шару на поверхню виробу (наприклад, нікелю для захисту від корозії, хрому) застосовують для поліпшення властивостей поверхні або срібла і золота для прикраси. Іноді використовуються неметалеві матеріали. Катод, яким служить сам виріб, і анод — метал, що буде осаджуватися, занурюють у розчин електроліту (кислого, лужного або лужного із солями ціанідів і комплексами) і підключають до зовнішнього джерела постійного струму. Позитивно заряджені катіони анода направляються до катода, де відновлюються до металу й осаджуються тонким шаром. Процес продовжується, поки нове покриття не досягне потрібної товщини. Потім виріб миють, сушать і полірують.

Склоподібна емаль, або глазур, використовується для нанесення теплостійких, корозійностійких і стійких покриттів на метали (зазвичай сталь), із яких виготовляється різноманітний асортимент виробів, включаючи ванни, газові й електричні плити, кухонний посуд, резервуари-сховища та контейнери, електроустаткування. Крім того, емалі використовують в художньому оформленні кераміки, скла, у ювелірній справі. Спеціалізоване використання порошків емалі у виробництві таких декоративних виробів, як Клуазонне (Cloisonne) і Лимож (Limoges), було відомо протягом сторіч.

*Хімічне травлення* забезпечує сатиновану або матову оздобу поверхні. В основному воно використовується як попереднє оброблення перед анодуванням, лакуванням, поліруванням або хімічним глянцюванням.

---

Найбільш часто травлення застосовується для алюмінію і нержавіючої сталі. Алюміній травиться в лужних розчинах, що містять суміші їдкого натру, гідроокису калію, тринатрієвого фосфату і вуглекислого натрію, щоб запобігти утворенню осаду. Часто використовується гідроксид натрію з концентрацією від 10 до 40 г/л при температурі від 50 до 85 С.

*Цинкування* полягає в нанесенні тонкого шару цинку на різноманітні сталеві вироби для захисту від корозії. Щоб покриття міцно сполучилося з основним матеріалом, виріб повинен бути чистим, вільним від окислів. Перед тим, як деталь потрапить у ванну для цинкування, потрібно виконати цілий ряд процедур: очищення, промивання, сушіння або відпал. При гарячому цинкуванні виріб занурюють у ванну з розплавом цинку; електrolітичне цинкування по суті являє собою гальваностегію (описану раніше). Готові вироби зазвичай оцинковуються серійно, безупинний метод використовується для сталевий смуги, листа або дроту.

*Термообробка* — нагрівання й охолодження металу, що залишається у твердому стані застосовується для зміни властивостей металу. Майже завжди вона пов'язана з перетворенням кристалічної структури металу, у результаті чого змінюються його властивості (наприклад, відпал робить метал більш ковким, нагрівання і повільне охолодження зменшує його твердість, гартування збільшує її, низькотемпературне нагрівання знімає внутрішні напруження).

*Відпал* — операція, що широко використовується перед подальшою холодною обробкою металу для поліпшення його пластичності, для зняття залишкових напружень. Відпал полягає у нагріванні до визначеної температури, витримуванні при цій температурі протягом заданого часу і подальшому охолодженні з регульованою швидкістю. Зміцнення при старінні. Цей вид термообробки часто використовується для алюмінієво-мідних сплавів. Природне отвердіння, що відбувається в них, пришвидшується нагріванням приблизно до 180 С протягом приблизно однієї години.

*Гомогенізація*, яку зазвичай застосовують для виливків або деталей, спресованих із металевий порошку, призначена для того, щоб усунути або значно зменшити сегрегацію. Це досягається шляхом нагрівання до температури приблизно на 20 градусів нижче точки плавлення металу протягом двох або більш годин, за яким йде різке охолодження.

Ще одна з поширених операцій термічної обробки металів і сплавів — *нормалізація*. Цей процес, подібний повному відпалу, забезпечує одержання однорідних механічних властивостей, а також збільшує пластичність і опір механічному навантаженню.

---

Збільшення твердості сплавів заліза досягається *гартуванням* — нагріванням його вище інтервалу фазового перетворення і потім швидким охолодженням до кімнатної температури в оливi, водi або на повітрі. Вирiб часто має занадто високi внутрішні залишкові напруження і для 49 збільшення міцності повинен пройти повторне нагрівання до температури нижче інтервалу перетворення й охолодження з заданою швидкістю. Ступінчасте загартування (ізотермічне загартування з витримкою) — подібні процеси, що відрізняються лише тим, що вирiб проходить гартування, наприклад, у сольовій або свинцевій ванні при температурі 400 С. Поверхневе зміцнення і цементація. Цей прийом термообробки сплавів на основі заліза робить поверхню предмета твердою, тоді як його серцевина залишається порівняно пластичною.

*Металізація*, або напилювання металу, — засіб нанесення захисного покриття на механічно оброблену шорстку поверхню шляхом розпилення капель розплаву. Використовується для нарощування зношених поверхонь, для утилізації погано оброблених деталей. Цей процес більш відомий як шопінг (Schooring), по імені доктора Шоопінга, що винайшов його.

*Фосфатування* використовується головним чином для маловуглецевої і оцинкованої сталі й алюмінію, щоб збільшити зчеплення та корозійну стійкість фарбових, масляних і парафінових покриттів. Фосфатування полягає у тому, що метал вступає в реакцію з розчином одного або декількох фосфатів заліза, цинку, марганцю, натрію або амонію. Розчини фосфату натрію й амонію використовуються для спільного очищення і фосфатування.

*Ґрунтування*. Органічні ґрунти наносяться на металеві поверхні, щоб підсилити зчеплення з фарбами, які наносяться пізніше й уповільнити корозію на поверхні поділу фарба-метал. Ґрунти містять смоли, барвники і розчинники і наносяться на підготовлену поверхню пензлем, розпиленням, зануренням, валиком або за допомогою електрофорезу.

*Полімерні покриття* наносяться на метали в рідкому виді, у виді порошків, що потім тверднуть або спікаються, або у вигляді готових листів, що нашаровуються на поверхню за допомогою клею. Найбільше часто використовуються поліетилен, поліаміди (нейлон) і полівінілхлорид.

Іноді під час виготовлення спроектованих машин виникає необхідність виконувати технологічні операції, які важко або зовсім неможливо здійснити традиційними методами обробки конструкційних матеріалів. Зокрема, у сучасному машинобудуванні нерідко доводиться обробляти дуже тверді, крихкі або надто в'язкі матеріали, а також нежорсткі заготовки й отвори різного профілю, у тому числі з криволінійною віссю. Важ-

---

---

ко, а іноді неможливо у цих випадках досягти заданої форми, розмірів і якості поверхні деталі традиційними механічними методами. Саме тому замість традиційних методів обробки матеріалів застосовують *електрофізичні й електрохімічні методи*, які ґрунтуються на безпосередньому використанні в зоні обробки електричної, хімічної, світлової або інших видів енергії з метою поступового руйнування оброблювального матеріалу для виготовлення деталі заданої форми і розмірів.

Цікаво знати, що в цих методах механічні навантаження на заготовку з боку інструмента відсутні або такі малі, що практично не впливають на точність обробки та на зміцнення обробленої поверхні. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки, що пов'язані з видаленням зайвого матеріалу, умовно поділяють на 5 основних груп: електроерозійні, електрохімічні, ультразвукові, променеві та комбіновані. Кожна із зазначених груп складається з кількох самостійних методів.

У виробництві можуть використовуватися метали в критичному напівтвердому стані, що можуть витікати через сопло головки принтера під дією тиску. Розвиток цієї технології надає можливість налагодити виробництво високоякісних металевих виробів, що не потребують подальшої механічної обробки. Розроблена *технологія* має назву *прямого друку металом* (direct metal writing). В цій технології металева заготовка попередньо нагрівається до температури, при якій метал або сплав переходить в напівтвердий стан. У цьому стані в металі є дрібні тверді металеві частки, покриті рідким металом, який вже встиг розплавитися. Коли на такий метал діє тиск, тверді металеві часточки відриваються одна від одної, і метал починає текти через сопло головки, ніби зубна паста з тюбика. Пройшовши через сопло принтера, під час контакту з більш холодними шарами цього ж металу або матеріалу підкладки, метал охолоджується і стає твердим. Виготовлені за допомогою такої технології деталі та вузли можна буде використовувати на землі, у воді, в повітрі, і в космосі.



### **Словник термінів**

*Безвідходні технології* — сукупність технологічних процесів, що забезпечують виготовлення виробів без отримання відходів виробництва.

*Технологія машинобудування* — наука про практично обґрунтовані методи і прийоми виготовлення машин.

*Сегрегація* — відокремлення за певними ознаками.



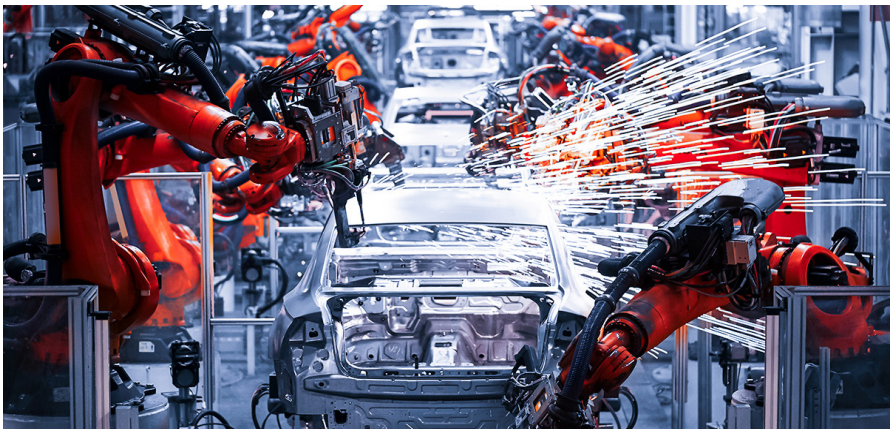
### **Запитання та завдання**

1. Чому саме машинобудування, а не інші галузі вважають основною галуззю промислового виробництва?
2. В чому суть процесів кування і штампування?
3. Чим визначається профіль кінцевого виробу при куванні?
4. Які існують види кування та штампування?
5. Опишіть технологічний процес ливарного виробництва та складіть схему цього процесу.
6. Чим відрізняється процес прокатування від штампування металу?
7. У яких випадках замість традиційних методів обробки матеріалів застосовують електрофізичні й електрохімічні методи?
8. Поясніть, у чому сутність технології прямого друку металом і які вона має переваги, порівняно з іншими технологіями виробництва?

#### **Компетентнісні задачі**

1. Помічено, що під час свердління великих отворів у деталях з тонколистового металу, краї отворів часто виходять неякісними. Запропонуйте таку технологію масового виробництва цих деталей, яка б забезпечувала отримання якісних отворів.
2. Після проведення гартування сталевих інструментів вони змінюють свої властивості. Поясніть, як і чому властивості сталевих виробів після гартування змінюються, якщо хімічний склад матеріалу залишається незмінним? У разі необхідності перегляньте відео про термічну обробку металів чи скористайтесь рекомендованою літературою в кінці цього навчального посібника.

## **§7. ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ**







Спробуйте уявити життя без автомобілів. Мабуть, воно буде далеким від сучасного.

Щорічно на вулицях з'являється все більше транспортних засобів, які перевозять пасажирів і вантажі. Але далеко не завжди автомобілі роблять наше життя ліпшим, забруднюючи повітря шкідливими газами, створюючи небезпеку і затори на дорогах.

Як можна допомогти вирішити ці та інші проблеми за допомогою сучасних технологій автомобілебудування? На перший погляд може здатися, що вирішити їх нереально, адже очевидно є суперечність: чим більше виробляється автомобілів, тим складнішими стають проблеми, пов'язані з автотранспортом. Проте це не завжди так, адже якщо замінити застарілі моделі автомобілів на такі транспортні засоби, що не забруднюють довкілля, не так часто ламаються і не створюють аварійних ситуацій, обладнати їх надійними засобами безпеки та розумними приладами, а також розбудувати транспортну інфраструктуру (дороги, мости, переходи та ін.), то проблем може стати значно менше. Як ви вважаєте?

Можливо ви також могли б запропонувати свій проєкт безпечнішого і комфортнішого перевезення пасажирів, наприклад, розроблення конструкції електромобіля чи шкільного автобуса, використовуючи сучасні технології автомобілебудування.

---

Які ж сучасні технології застосовуються в автомобілебудуванні?

Більшість технологічних процесів і технологічних операцій, що поширені в автомобілебудуванні вам уже знайомі, тому що є спільними для широкого класу не лише транспортних машин. Це лиття, штампування, свердління, токарна, фрезерна обробка деталей, їх шліфування, фарбування, полірування та складання. За допомогою цих технологічних процесів виготовляються більшість деталей і вузлів автомобіля. Але здійснюються зазначені технологічні процеси не так, як у при одиничному виробництві виробів, а застосовується конвеєрне виробництво, верстати-автомати та роботи.



**Мал. 17. Конвеєрна лінія на автозаводі**

В Україні виготовляються як легкові, так і вантажні автомобілі й спеціальні транспортні засоби. Найбільшими виробниками автомобілів в Україні є «Богдан», «ЗАЗ», «АвтоКрАЗ», «Еталон», «Єврокар», «Черкаський автобус».

Перегляньте відео про виробництво українських автомобілів на автозаводі КРАЗ. Це відео допоможе Вам скласти уявлення про технологію автомобілебудування.

Відео доступно: <https://www.youtube.com/watch?v=rtXfXnRQ3EU>.

Багато деталей автомобілів тепер виготовляється не зі сталі, а з легких сплавів та пласмас. Автомобілі обладнують усе новими приладами для підвищення надійності експлуатації та безпеки руху.

---

---

Технологічні процеси на сучасних автозаводах змінюються. Наприклад, надійні в експлуатації автомобільні диски з титану, як і більшість інших деталей автомобіля, тепер можна надрукувати на 3D-принтері. Вже є приклади, коли автомобіль повністю виготовляється за допомогою технології 3D друку.

Орієнтуючись на споживача, та враховуючи розвиток технологій, автомобільна промисловість розвивається і застосовує все сучасніші технології. Нові можливості автомобілів, технічні розробки сприяють поліпшенню умов управління автомобілем, підвищують безпеку, гарантують комфорт і всебічну інформативність про процеси та явища, що відбуваються довкола транспортного засобу та безпосередньо в ньому.

Так, наприклад, к зараз розробляють технології виробництва безповітряних шин. Вони знайшли застосування на практиці: використовуються на гольф-картах, монтуються на малогабаритну будівельну техніку. Інноваційна конструкція безповітряних шин привела до збільшення їхньої вантажопідйомності, поліпшення експлуатаційних характеристик, при збереженні високих екологічних характеристик. Вагу автомобіля утримує конструкція спиць, що розподіляє її по всій внутрішній поверхні шини, конструкція якої не передбачає накачування повітрям — до мінімуму зводиться необхідність технічного обслуговування, і усунуто можливість проколів шин. Спиці виготовлені з термопластичної гуми, протектор — з цього ж матеріалу і каучуку. У разі аварії подушки розкриваються протягом 40 мс після удару, збільшуючи розмір ремня і утримуючи людини в більш безпечному положенні. Вони дозволяють рівномірно розподілити навантаження на грудну клітину пасажирів. Це істотно знижує ймовірність отримання серйозних травм.

Ще одна з сучасних технологій автомобілебудування — виготовлення гідрофобних вікон. В основі створення захисних покриттів нового покоління лежить так званий «метод хімічного щеплення»: захисне покриття наноситься на поверхню матеріалу, який необхідно захистити від впливу агресивних агентів навколишнього середовища і закріплюється на ньому за рахунок міцних хімічних зв'язків. Після обробки засобом скло набуває гідрофобних властивостей. У результаті скло не змочується, набуває теплоізоляційних якостей, стає стійким до обмерзання, зовнішніх забруднень (дим, пил, бруд, органічні забруднення): під час дощу, мокрого снігу зберігається хороша видимість, краплі легко скочуються зі скла під тиском повітряного потоку.

Для запобігання аварійних ситуацій створено систему допомоги водієві по смузі, яка допомагає зберігати рух у потрібному напрямку. Ця система призначена для усунення основної причини зіткнення: водій-

---

---

ської помилки, неувважності і сонливості. Система сприяє водієві двома способами: пасивним і активним. Перший спосіб спрямований на попередження водія, якщо він починає відхилятися до обраної ним смуги руху. Другий — активний разом з першим, автоматично здійснює коригування напрямку руху. Дані про функціонування системи надходять на панель приладів, де вони контролюються світловим індикатором. Водій отримує попереджувальний сигнал від рульового колеса, яке створює вібраційні імпульси у разі небезпеки. Крім того, попередження супроводжується звуковим і світловим сигналом. Регулювання напрямку руху відбувається в примусовому порядку шляхом коригування роботи рульового управління за допомогою підсилювача керма, або одностороннім пригальмовуванням коліс.

Технологія комунікації автомобіль-автомобіль V2V (vehicle-to-vehicle) дозволяє водієві «заглянути за кут» і завчасно отримати інформацію про небезпеки, які знаходяться за межами прямої видимості. За допомогою технології виділеного зв'язку на коротких відстанях і GPS транспортні засоби зможуть обмінюватися між собою інформацією про дорожньо-транспортні пригоди, критичні ситуації на дорозі, небезпечні маневри інших автомобілів. Блок керування моніторить напрямок і швидкість руху машини, її геолокацію показники датчиків систем активної безпеки.

Система розпізнавання дорожніх знаків TSR покликана попереджати водіїв про необхідність дотримання швидкісного режиму. Дана система розпізнає дорожні знаки обмеження швидкості при їх проїзді і нагадує водієві поточну максимальну дозволена швидкість, якщо він рухається швидше. Вона конструктивно складається з відеокамери, блоку управління і пристрою подачі інформації. Система розпізнавання дорожніх знаків другого покоління інформує водія про різні дорожні знаки: рух без зупинки заборонено, заборона обгону, тощо.

Створено також систему, яка розпізнає людей біля автомобіля, автоматично уповільнює автомобіль, знижує силу удару і навіть уникає зіткнення. Застосування системи дозволяє скоротити смертність пішоходів при дорожньо-транспортній пригоді і знизити ризик важких травм. В системі виявлення пішоходів реалізовані наступні взаємопов'язані функції: виявлення пішоходів, попередження про небезпеку зіткнення та автоматичне гальмування.

Розроблено також подушки безпеки для пішоходів, призначені для зниження ступеня пошкодження пішохода при зіткненні з автомобілем. Подушка безпеки надувається зовні автомобіля і закриває нижню частину лобового скла і бічні стійки. Вона складається з наступних конструктивних

---

---

елементів: датчиків зіткнення, блоку управління (модуль пішохода), механізмів звільнення шарніра капота і власне подушки безпеки.

Система автоматичного паркування забезпечує паркування автомобіля в автоматичному чи автоматизованому режимах. Автоматичне паркування здійснюється за рахунок узгодженого управління кутом повороту рульового колеса і швидкості руху автомобіля. Конструкція системи автоматичного паркування включає ультразвукові датчики, вимикач, електронний блок управління, а також виконавчі пристрої систем автомобіля.

Набирає великої популярності така система, як автопілот. Автопілот — пристрій або програмно-апаратний комплекс, що керує транспортний засіб за заданою йому траєкторію. Дана система має ряд переваг та недоліків, і в майбутньому безпілотний транспорт стане масовим явищем, але для цього необхідно вирішити ряд завдань. Незважаючи на це, більшість провідних автомобільних компаній в світі ґрунтовно займаються цим питанням і вже мають успіхи в цьому. Одним із останніх прикладів: у Парижі запустили пасажирські безпілотники. Кожен з міні-автобусів розрахований на 12 пасажирів. Вони рухаються по 1,5-кілометровому маршруту по спеціально відведених для них смугах щодня. Передня і задня частина машин повністю симетричні, тому, прибувши до місця призначення, без розвороту їде назад.

Одна з найважливіших проблем сучасного автомобілебудування — освоєння виробництва транспортних засобів, що працюють, використовуючи альтернативні джерела енергії.

Для упровадження нових технологій на автозаводах і станціях технічного обслуговування потрібні кваліфіковані фахівці. Проектування, конструювання, розроблення технології, налагоджування верстатів, автоматизованих систем і роботів, складання автомобілів, контроль якості, ремонт технологічного обладнання не обходяться без інженерів-конструкторів, дизайнерів, механіків, слюсарів, токарів, фрезерувальників, автоелектриків, малярів.



### **Словник термінів**

*Безпілотний автомобіль* — транспортний засіб, обладнаний системою автоматичного управління, який може пересуватися без участі людини.

*3D друк* — процес виготовлення фізичних об'єктів за допомогою пошарового нарощування матеріалу.





### Запитання та завдання

1. Які сучасні технології застосовуються в автомобілебудуванні?
2. Які матеріали найпоширеніші в автомобілебудуванні?
3. Чому для автомобілебудування характерне конвеєрне виробництво?
4. Наведіть приклади технологій автомобілебудування?
5. Підготуйте презентацію про автомобілебудування в Україні.
6. Проведіть віртуальні екскурсії на автозавод та СТО.
7. Наведіть приклади проєктів автомобілів майбутнього.

### §8. ТЕХНОЛОГІЇ СУДНОБУДУВАННЯ

Транспортні шляхи з кожним роком стають усе більш завантаженими. Як морська держава і країна з великими повноводними ріками Україна має можливість розвивати морське та річкове суднобудування. Розміщення виробництва кораблів орієнтується на морське узбережжя та внутрішні магістральні водні шляхи, де розташовуються суднобудівні й судноремонтні заводи.

Основним центром морського суднобудування нашої країни є Миколаїв. У цьому місті є три суднобудівні заводи, які можуть випускати різноманітні океанські й морські судна-танкери, суховантажні дизель-електроходи, військові судна.

Другим центром суднобудування є Херсон, де на двох суднобудівних заводах випускають різні типи океанських і морських суден, доки для морських портів і портові крани.

Судноремонт і виробництво невеликих морських суден є в Одесі, Іллічівську та Маріуполі.

*Морське суднобудування* — одна з галузей машинобудування України, що може виробляти конкурентноздатну продукцію для потреб нашої країни і світового ринку. Для її розвитку потрібні замовлення, інвестиції, нові ідеї і технології.

Важливе для України і *річкове суднобудування*. Воно розвинуте в Херсоні, де випускають катери, теплоходи, судна озерного типу, земснаряди, та в Києві, де на суднобудівному заводі виробляють траулери, рефрижератори, буксирні і пасажирські судна. Річкове суднобудування і судноремонт є в Ізмаїлі і Вилково (на Дунаї), а також у Запоріжжі.

Основні види продукції, які виробляє ця галузь машинобудування: судна вантажні та вантажно-пасажирські, технічні та допоміжні, прогулянкові, спортивні надувні, моторні й веслувальні.



---

Відновлення і нарощування обсягів суднобудування — одне з пріоритетних завдань розвитку економіки України.



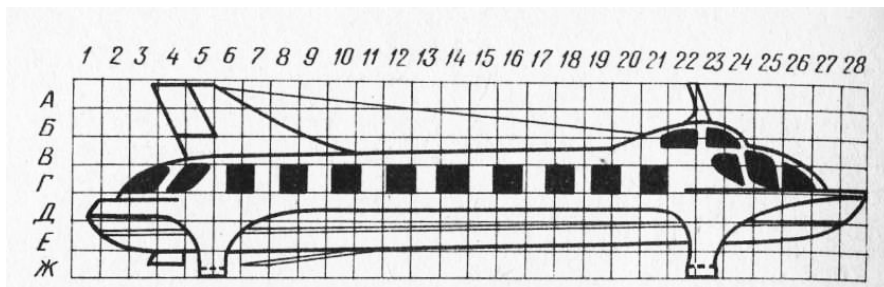
**Мал.18. Суднобудування в Україні**

Стародавні кораблі будувалося за технологіями, які виявилися дуже вдалими з точки зору гідродинаміки і досі застосовуються в суднобудуванні. Фахівці з історії техніки встановили, що технічні рішення та інженерні прийоми стародавніх суднобудівників гідні пошани і захоплення. Дослідники по крихтах збирали відомості про прийоми, якими користувалися античні суднобудівники. Мистецтво суднобудування вдосконалювалося протягом століть. Досвід суднобудування накопичувався

---

поколіннями майстрів і передавався послідовникам, збагачувався науковими знаннями. Саме так були виведені головні принципи мореплавства і закладені основи гідродинаміки суден.

Традиційна технологія суднобудування знайома кожному судномоделистові. Можливо, й ви хотіли б створити корабель своєї мрії.



**Мал. 19. Моделі суден, які можна виготовити своїми руками**

З давніх часів будівництво судна розпочиналося з виготовлення каркасу. Конструкція складалася з кіля, штевеня, стрингерів і шпангоутів. Жорстку конструкцію згодом обшивали дошками, надаючи корпусу певні обводи. Цей спосіб будівництва суден у своїх основних рисах зберігся до теперішнього часу як і збереглися у суднобудуванні згадані вище спеціальні терміни.

Сучасні археологічні знахідки свідчать, що античні майстри нерідко змінювали порядок виконання технологічних операцій. Іноді спочатку виготовляли обшивку, натягуючи її шар за шаром на заздалегідь при-

---

---

готовані шаблони, відповідні майбутнім шпангоутам. Потім ці ребра послідовно вставлялися в корпус двома або трьома ярусами. Подібна технологія давала можливість швидко ставити будівництво кораблів на потік. Потокове виробництво суден вимагало відповідної організації. Є свідчення того, що в місцях будівництва кораблів були спеціальні ангари, де зберігалися заготовки та вже виконані вузли судів. Там же при необхідності відбувалося складання всієї конструкції. У джерелах зустрічаються вказівки на те, що часто зібрані на подібних верфях кораблі розбиралися і перевозилися на великі відстані, де знову збиралися і спускалися на воду. Така організація виробництва дозволяла швидко і з мінімальними витратами сил і засобів запускати в експлуатацію цілі військові флотилії.

Спочатку всі судна виготовлялися з дерева. Перша залізна баржа була побудована в 1789 році, а перше залізне морське судно було виготовлено в 1843 році. До 1930 року єдиним методом будівництва суден було їх подетальне виготовлення. Корпус судна збирався з окремих деталей на місці його спорудження і спускання на воду. Металеві деталі з'єднувалися за допомогою заклепок. Потім почали застосовувати електрозварювання і стало можливим виготовляти судно посеційно і зварювати секції між собою. Така технологія прискорила спорудження нових суден.

Потім було розроблено блочний метод, при якому стало можливим виготовлення окремих блоків за межами будівництва судна.

Проектування сучасних кораблів і суден ґрунтується на теорії корабля як науці про морехідні якості судна та будівельній механіці корабля, котра гарантує міцність його конструкції.

Рівень розвитку суднобудування залежить від технології суднобудування, що спирається на досягнення науково-технічного прогресу у сфері організації суднобудівного виробництва та побудови суден.

Нині теорія проектування суден і технологія суднобудування інтенсивно розвиваються як самостійні науки.

Ефективність експлуатації та безпеки плавання суден забезпечуються на основі аналізу основних функціональних операцій, що здійснюються суднами, залежності їх результату від рівня морехідних якостей суден, їх міцності, ефективності та злагодженості роботи механізмів, систем, устаткування та екіпажів. Створюють моделі технічних, навігаційних і економічних властивостей судна та формують моделі функціонування, що враховують особливості середовищ існування судна. Подальший пошук розв'язків завдань функціонування судна виконують за допомогою математичного або імітаційного моделювання процесів його експлуатації. Рівень технічної досконалості судна і корисності продуктивного

---

періоду його експлуатації визначають за критеріями технічної та економічної ефективності.

Для сучасних суден характерні похила форма форштевня, наявність носового бульба, що зменшує хвильовий опір води. Особливою відмінністю архітектурно-конструктивного типу вантажних суден є ступінь відкритості вантажних люків, що впливає на ефективність виконання вантажних робіт і на загальний вигляд судна.

Значну роль відіграють також окремі елементи судна (кількість і довжина ярусів надбудов, форма димових труб, щогли тощо). Архітектура великих пасажирських суден вирізняється застосуванням елементів, що підкреслюють композиційну єдність судна, його технічну і естетичну досконалість. В архітектурі військових кораблів вирішальну роль відіграють питання бойової і конструктивної довершеності.

Будівництво будь-якого судна розпочинається з його закладки.

Виробничий процес складається з таких етапів: *достапельного, стапельного, добудовчого і здавального.*

*На достапельному етапі* виконуються операції з металообробки і виготовлення деталей судна, складання та зварювання секцій і блоків.

*На стапельному етапі* складають і зварюють секції і блоки корпусу судна, проводиться їх ізоляція, випробування на водонепроникність, з'єднують трубопроводи та установлюють механізми.

*На добудовчому етапі* судно спускають на воду і проводять його добудову на плаву, установлюють важке обладнання, проводять перевірку роботи механізмів і систем судна.

*На здавальному етапі* проводиться комплекс випробувань судна: швартові, ходові, ревізія, контрольний вихід.



### **Словник термінів**

**Судно** — узагальнювальний морський термін, що застосовується до усіх видів плавучих засобів.

**Кіль корабля** — повздовжня конструктивна балка нижньої частини судна, що є головним кріпленням і забезпечує міцність днища і корпусу судна.

**Форштевень** — особливо міцна частина корпусу судна, продовження кіля вперед і вгору, що створює носове закінчення корпусу судна.

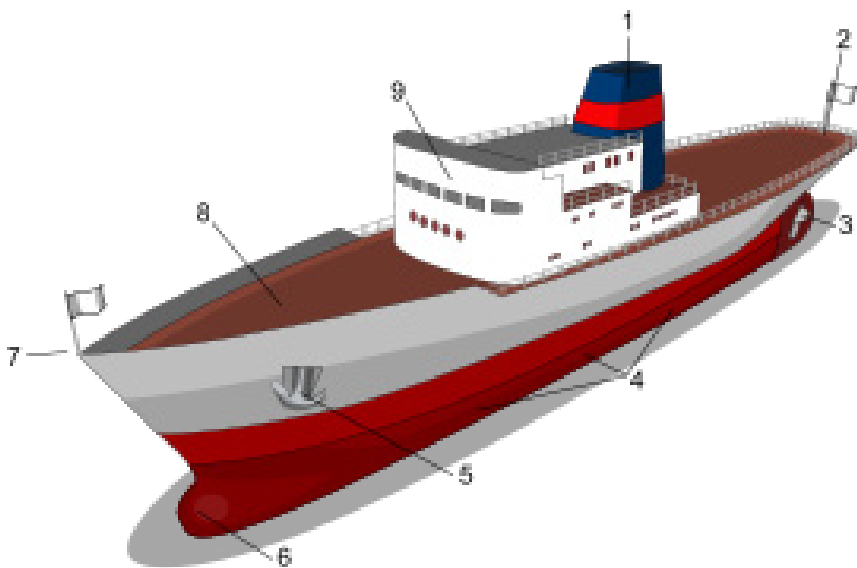
**Стрингери судна** — повздовжній елемент конструкції корпусу (каркаса) судна.

**Шпангоут** — поперечний брус, ребро корпусу судна або дирижабля, що служить основою для обшивки, а також фюзеляж літака.



### Запитання та завдання

1. Які морські та річкові судна виготовляються в Україні?
2. Назвіть центри морського та річкового суднобудування в Україні.
3. Поясніть, як закони фізики застосовуються в суднобудуванні та судноплаванні.
4. Чому судна, виготовлені з важчого за воду металу, не тонуть у воді?
5. Опишіть традиційну технологію суднобудування?
6. Які особливості має форма сучасних суден?
7. Чим відрізняються сучасні технології суднобудування від традиційних?
8. Охарактеризуйте основні етапи виробництва судна.
9. Проведіть самостійне дослідження літературних джерел і з'ясуйте, які матеріали використовують у сучасному суднобудуванні.
10. З'ясуйте, як називаються позначені цифрами частини моделі корабля, зображеної нижче (мал.21)?



Мал. 21. Модель корабля

11. Спробуйте виготовити власну модель корабля, користуючись рекомендованою літературою та іншими джерелами інформації з суднобудування.

---

---

## §9. ТЕХНОЛОГІЇ ЛІТАКОБУДУВАННЯ

Люди з давен мріяли навчитися літати як птахи. Але як це зробити не знали. Лише в кінці 19 ст. вдалося реалізувати віковичну мрію про польоти в небі. Проте вдалося це зробити в інший спосіб.

Спостереження за «повітряними зміями», які здавен були дитячою забавкою, підказали простіший спосіб створення літального апарата, ніж повторення рухів крил птахів, бо в польоті повітряний змій має ту ж саму основу, що й крило літака: в небі їх тримає підйомна сила від набігаючого повітряного потоку.

Першими в авіації були такі літальні апарати, як планер О. Лілієнталя (середина 90-х років 19 ст.); літак О.Ф. Можайського (1882 р.); літак К. Адера (1890 р.); літак братів Райт (1903 р.).

Винахідник літака А.Ф. Можайський спочатку пробував літати на повітряному змієві. Правда його змій був величезним: щоб підняти його в повітря, знадобилося троє коней. Для того, щоб літак міг літати, йому потрібен був лиш сильний і легкий двигун, який відігравав роль дитини, котра тягне за нитку. Як тільки з'явився такий двигун, стало можливим підняти літак у повітря.

Перші польоти на літальних апаратах американців братів Райт відкрили еру підкорення відстаней з нечуваними швидкостями, неймовірних рекордів дальності і висоти польоту, героїчних льотчиків і допитливих конструкторів.

У 1910 році в Києві був побудований перший літак повністю із вітчизняних матеріалів. Піднявся в повітря на ньому його конструктор — професор О.С. Кудашев.

Історія авіаційного Києва пам'ятає видатного льотчика і талановитого конструктора — Петра Миколайовича Нестерова — автора одноімєнної «мертвої петлі». Тут він в 1913-1914 рр. займався вдосконаленням конструкції літака «Ньюпон-4», розробляв дослідну конструкцію семициліндрового двигуна потужністю 120 к.с. з повітряним охолодженням. У 1913 році П.С. Нестеров провів груповий переліт ланкою з трьох літаків за маршрутом Київ- Остер — Київ з посадками на польових аеродромах. Під час польоту вперше в історії авіації проводилась маршрутна кінозйомка. В 1914 році Петро Миколайович виконав два рекордних перельоти: Київ — Одеса за 3 год. 10 хв. і Київ — Гатчина за 9 год. 35 хв. Для того часу це було великим досягненням.

1913 року над полем у м. Києві П.М. Нестеров уперше в світі виконав на літаку замкнуту петлю у вертикальній площині.

У 1914 році Київське товариство повітреплавання відзначило Нестерова за наукову розробку питання про глибокі крени, а також за виконану

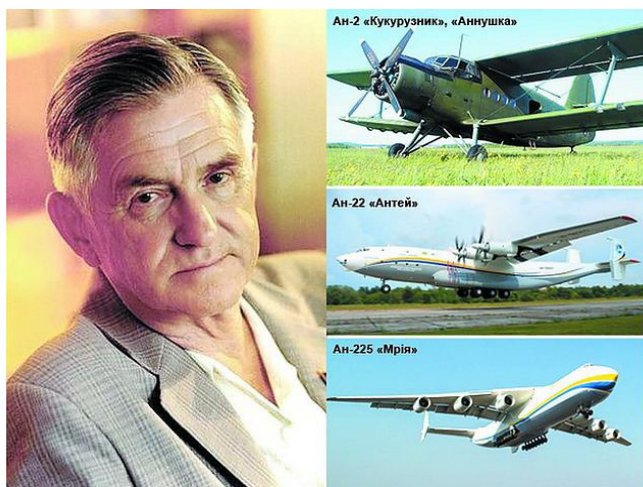


ним «мертву петлю» і присудила золоту медаль товариства. Пізніше, Київське міське товариство вручило відважному пілоту — новатору пам'ятний золотий жетон, з яким Нестеров не розлучався ніколи.

Під час Першої світової війни Нестеров брав участь у бойових діях, впроваджуючи в життя різноманітні винаходи. Так для руйнування оболонки ворожого дирижабля він пристосував в хвостовій частині аероплану „ніж-пилку», а для руйнування повітряного гвинта літака неприятеля — довгий трос з вантажем на кінці в вигляді «кішки». Крім того, для повітряного бою Нестеров придумав бойовий маневр «таран».

Автор ідеї першого в світі гідролітака і першого винищувача з шасі, що забирається в повітрі — Дмитра Павловича Григоровича також з Києва. Ще будучи студентом Київського політехнічного інституту, Д.П.Григорович активно займався в авіаційному гуртку. Закінчивши інститут, він зайнявся створенням першого спортивного літака, якого назвав «Г-1». Поблизу інститутських будівель Григорович пристосував хлів для складання машини. Деталі літака виготовлялись на квартирі. Незабаром Григорович переїхав з Києва до Петербургу, де йому запропонували посаду технічного директора і головного конструктора заводу. Там Григорович і спроектував на початку 1913 року перший у світі гідролітак «М-1» і в тому ж році «М-2» і «М-4», котрі використовували як злітну і посадочну смугу водяний простір.

Найбільша епоха в розвитку авіації в Україні належить геніальному конструктору Київського Окремого Конструкторського Бюро — Антонову Олегу Костянтиновичу (1906-1984).



Мал. 22. Олег Костянтинович Антонов і його літаки

---

Майже за 60 років конструкторської діяльності під керівництвом Олега Костянтиновича було створено декілька десятків різних машин — вантажних, пасажирських, спеціальних. Особисто Антонов зробив неоціненний вклад у розвиток світової науки з питань планеризму і літакобудування.

Ось як він розповідав про свій шлях в авіацію: «Мені дуже хотілося літати. Чотирнадцятирічним школярем я намагався поступити в льотну школу. Але мене не прийняли. Я зробив прямолінійний, але правильний висновок — якщо хочеться літати, але нема на чому, треба побудувати те, на чому можна літати. Я почав будувати планери. Ось так я став конструктором».

Після закінчення інституту в 1930 році О.К. Антонов очолив конструкторське бюро, яке розробляло планери. Під його керівництвом було побудовано декілька тисяч ширяючих апаратів. У роки війни конструктор створював планери для армії — вантажні, десантні, транспортні. А в 1946 році після закінчення війни він почав працювати для Аерофлоту: був спроектований і побудований літак АН-2, який і до нині служить на господарських роботах в Україні.

АН-2 — це біплан. Біплани, в яких одне крило коротше за друге, називаються півторапланами. На початку розвитку авіації будували і триплани — з трьома крилами одне над одним. А якщо крил було більше, ніж три, то це вже мультиплан — справжня етажерка. Нічого доброго із цих конструкцій не вийшло — дуже вони були незграбними. Випробування часом витримав лиш біплан. Треба відмітити, що біплан більш маневренний за звичайного літака. Зате, щоб зміцнити дерев'яно-полотняні крила біплану, приходилось ставити розтяжки, підкоси, розкоси, котрі зовсім не прикрашали літак і, найголовніше, збільшували і без того значний лобовий опір. Відомо: чим більший лобовий опір, тим менша швидкість. Тому в кінці кінців перемогли більш швидкісні моноплани. В сім'ї металевих птахів залишився тільки один діючий біплан — АН-2.

Ще однією невід'ємною складовою частиною літака є так званий пропелер. Пропелером раніше називали повітряний гвинт, який створює тягу для польоту.

Ідею повітряного гвинта ще в 1475 році запропонував Леонардо да Вінчі. А в 20-му сторіччі пропелер знадобився літаку та гелікоптеру. Перші гвинти робили з дерева. В 20-х роках вони стали металевими (з дюралюмінію). З появою реактивних літаків пропелери відійшли на задній план. Але сьогодні, коли паливо стає все дорожче, конструктори згадали про більш економічні повітряні гвинти, придумали так звані гвинтовентилятори. Порівняно із звичайними гвинтами вони меншого діаметру і ваги, набагато менше шумлять і економлять майже третину палива.

АН — марка літаків, побудованих в конструкторському бюро, яким довгий час керував Олег Костянтинівич Антонов. Діапазон їх — від найменших АН-2 і АН-14 «Бджілка» до повітряного вантажника АН-72. Ці літаки, маленькі і великі, які літають далеко і близько, об'єднуються такими чудовими якостями, як невибагливість і економічність. Усі машини з маркою „АН» можуть приземлятися не лише на бетонні доріжки, але і на ґрунтові аеродроми.



**Мал.23. Лінійка літаків АН**

Незамінні літаки Антонова і під час освоєння Арктики. В наші дні конструктори створили спеціальний арктичний літак АН-74. Майже будь-яка площадка — лід, сніг — підходять йому для посадки. Для цього літак обладнали лижним і колісним шасі. А якщо все-таки сісти неможливо, то літак має обладнання для парашутного скидання вантажу. До речі, це перший реактивний літак О.К. Антонова. Всі решта — турбогвинтові.

Двигун — «серце» літака. Він створює тягу, необхідну для польоту. Першим авіаційним двигуном, який підняв літак в повітря, був звичайний автомобільний двигун. Поступово поршневі двигуни вдосконалювались. В одних циліндри розміщувались вздовж валу і охолоджувались водою, як в автомобільних двигунах, а в інших розміщувались, як промені зірки — навколо валу (тому вони так і називалися зіркоподібними) і мали повітряне охолодження. У тих і інших були свої переваги і недоліки.

У 50-і роки на середніх і тяжких літаках появились турбогвинтові та турбореактивні (їх часто називають просто реактивними) двигуни. Як вони працюють? У турбогвинтових основну частину тяги створює гвинт,

---

---

що крутиться двигуном. І лише десята частина тяги виникає за рахунок потоків розігрітих газів, які вириваються із сопла. У реактивних же — тяга цілком створюється струменем газу. Який тип двигуна вибрати і де його установити, вирішує конструктор. В ті ж 50-і роки був створений пасажирський АН-24, на базі якого розроблені вантажний АН-26 і спеціальний літак для аерофотозйомок АН-30.

Транспортні АН-12 і АН-22 «Антей» перевозять великі вантажі. Найбільший у світі транспортний літак, створений в конструкторському бюро О.К. Антонова — АН-124 «Руслан». Його киль знаходиться на висоті восьмиповерхового будинку, а пілотська кабіна — на рівні третього поверху. Він призначений для перевезення особливо великих вантажів, особливо в віддалених і важкодоступних районах Далекого Сходу і Півночі. Цьому літакові також не обов'язковий бетонний аеродром, він може приземлятися і на ґрунтові смуги.

Від АН-22 «Антей», свого попередника, «Руслан» відрізняється не лише більшою вантажопідйомністю і розмірами кабіни, але і в три рази більшою продуктивністю і ефективністю. На борту літака працюють 34 ЕОМ. Вони об'єднані в чотири системи: навігаційну, автоматичного пілотування, дистанційного пілотування і контролю. Готовність літака до польоту також перевіряється з допомогою ЕОМ. Для надійності роботи застосовується чотирикратне дублювання різноманітних систем.

Для серійного випуску деталей такого літака прийшлося розробляти нові технологічні процеси (наприклад, обробка великих деталей проводилась на верстатах з програмним управлінням, деякі деталі виготовлялися з допомогою вибуху). Широко використовуються в конструкції літака скло і вуглепластики. Завдяки цьому вага деяких деталей зменшилася майже на третину, що дуже важливо в авіації.

Унікальне обладнання «Руслана» дозволяє швидко навантажувати і розвантажувати двадцятитонні залізничні і морські контейнери, мостові конструкції, обладнання для буріння, важкі трактори, автобуси і навіть невеликі судна. Для полегшення навантаження-вивантаження літак може ніби присідати за рахунок зменшення висоти шасі.

На літаку може працювати два екіпажі і для відпочинку змінного складу тут обладнана спеціальна кабіна. Салон на 88 місць призначений для людей, які супроводжують вантажі.

Необхідно ще сказати, що турбовентиляторні двигуни, створені під керівництвом генерального конструктора В.Л. Лотарева спеціально для „Руслана», — найпотужніші в світі. При цьому за рівнем створюваного шуму АН-124 відповідає вимогам ІКАО, тобто він може експлуатуватися і на міжнародних лініях.

---

За роки своєї діяльності Антонов Олег Костянтинович став з 1962 р. генеральним конструктором з літакобудування, академіком.

Після смерті Олега Костянтиновича Антонова, Київське ОКБ ім. О.К. Антонова очолив генеральний конструктор Петро Васильович Балабуєв. Традиції ОКБ продовжились в створенні вантажного літака «Мрія», який здатний виводити на стартову висоту космічні кораблі багаторазового використання типу «Буран» для запуску в космічний простір; пасажирського літака з принципово новим конструктивним рішенням турбогвинтових двигунів і на подібному принципі — літака для гасіння лісових пожеж.

Літакобудування в Україні продовжує розвиватися. У цехах Одеського авіаційного заводу готують один за одним до льотних випробувань багатоцільові літаки Y1 «Дельфін». Налагодженням випуску крилатих машин місцеві авіабудівники, власне, поновили призабутий статус Одеси — одного з ключових центрів літакобудування України. Адже ще донедавна їх іменували авіаремонтниками, а саме підприємство тепер входить до кластера «Укроборонпрому». Про славетний бренд літакобудування нагадав піднятий у небо над Одесою літак «Анатра-2» — відновлена копія того самого літака-розвідника «Анатра Анасаль», який серійно випускали одеські авіабудівники ще у 1916 році. Після відзначення 90-річнниці літака одеської марки згадали і про перший «Аероклуб», першу «Школу пілотів», перший політ у 1910 році на французькому аероплані «Фарман IV» відважного авіатора Михайла Єфімова, відкриття у 1911 році майстерні під гучною назвою «Завод аеропланів Анатра» та аеродрому, який досі називають «Шкільним».

Якщо в 1911 році у небо над Одесою піднялись всього 7 літальних апаратів, а в наступному — 20 аеропланів «Фарман-IV» і «Блеріо», то уже через п'ять років — місцеві авіабудівники вийшли на щомісячний випуск 80 крилатих машин одеської марки.

Через сто років їх нащадки взялись відроджувати славні традиції літакобудування. Розпочали з модернізації навчально-тренувального реактивного літака «Л-39С» чеського виробництва. Зважаючи на актуальність підготовки військових льотчиків, керівництво Міноборони України прийняло рішення передати заводу партію літаків «Л-39С», що є симуляторами винищувачів «МіГ-29» і «Су-27», для здійснення їх комплексної модернізації. Експерти виходили з того, що реактивний «Л-39С» можна «навчити» симулювати політ на «МіГ-29» у бойовій обстановці — як при перехопленні цілі, так і в повітряному бою, включно зі стрільбою і бомбометанням по наземних цілях. І конструктори, технологи, виробничники успішно реалізували доведене завдання.



Більш того, після передачі Збройним Силам України модернізованих «Альбатросів», які ще називають «Л-39М», організовано випуск «з нуля» сучасного навчально-тренувального літака Y1 «Дельфін». Оскільки потужності підприємства дають змогу реалізувати цей перспективний проєкт. Ідея заводчан знайшла підтримку, було розроблено технічну документацію, і після схвалення проєкту підприємство приступило до випуску одномоторних літаків.

Y1 «Дельфін» — результат запровадження у практику новітніх технологій літакобудування. Випуск цієї машини також є значним кроком уперед у справі підготовки льотчиків, оскільки вона якнайкраще підходить для здійснення курсантами перших польотів. На цих літаках є можливості вдосконалити навички пілотування на малих висотах, а для безпеки польотів встановлена система порятунку за допомогою парашутів.

«Дельфін» успішно пройшов державні випробування і сертифікований для польотів. Завод володіє сучасною технічною базою, конструкторською документацією, і в разі потреби фахівці спроможні внести зміни для кращого виконання тих чи інших технічних завдань.

Поки що літак застосовується передусім при підготовці кадрів цивільної авіації, наприклад, курсантів Кіровоградської льотної академії. Але літак можна успішно застосовувати і на початковому етапі тренувань курсантів та льотчиків Збройних Сил України, а також для здійснення моніторингу прикордонних зон, участі в пошуково-рятувальних операціях і багатьох інших заходах.



Мал. 24. Тестування систем «Дельфіна»



---

«Дельфін» — дуже надійне і маневрене повітряне судно. У небі він почувається так упевнено, як дельфін у відкритому морі, дозволяючи льотчику виконувати фігури складного і вищого пілотажу та забезпечуючи курсантам успішне опанування основ сучасного швидкоплинного повітряного бою, включно з виходом зі штопора. Літак може оснащуватися бортовим обладнанням, як на базі традиційних аналогових приладів, так і сучасним цифровим, яке отримало назву «скляна кабіна».

Молоді пілоти мають змогу відпрацювати всі елементи зльоту-посадки, включно з випуском і прибиранням стійки шасі, чого не забезпечують інші літаки цього класу. Наприклад, легкомоторний літак ХАЗ-30 виробництва Харківського авіаційного промислового підприємства. Крім того, оснащений «Дельфін» надійним двигуном від французької компанії Societe de Motorisations Aeronautiques, яка входить у масштабний авіа-конгломерат Safran SA і постачає двигуни та авіоніку для лайнерів компаній Boeing та Airbus. Плануємо найближчим часом оснастити літак турбогвинтовим двигуном AI-450С виробництва вітчизняних компаній «Івченко Прогрес» і «Мотор Січ», у якому застосована новітня система управління паливом двигуна. Літак комплектується виключно українськими вузлами й агрегатами.

Завдяки потужному двигуну «Дельфін» спроможний розганятися до 385 км/год і здійснювати на висоті 3 тисячі метрів безпосадочні польоти на відстань 1320 кілометрів, тобто здатний подолати відстань з Одеси до Харкова чи Києва і повернутися назад. До того ж на літаку встановлений двигун дизельного типу, що спалює пального стільки ж, як легковий автомобіль — з розрахунку 16 літрів на сто кілометрів.

Літак розрахований на чотирьох осіб — пілота і трьох пасажирів або членів екіпажу, в залежності від необхідності.

Уже зареєстрована одеська авіакомпанія, що готується надавати послуги повітряного ВІП-таксі для представників ділових кіл і в тих випадках, коли виникає необхідність здійснення екстреної поїздки.

Звісно, налагодження випуску легкомоторних літаків Y1 «Дельфін» — лише один із напрямків розвитку авіабудування.

Поряд з виконанням значних обсягів ремонтних робіт, авіабудівники розгорнули серійне виготовлення деталей винищувачів і навчально-тренувальних літаків, успішно реалізують програму імпортозаміщення.

Україна належить до небагатьох країн світу, що володіють повним циклом (макротехнологією) створення авіаційної техніки. Власні технології літакобудування мають всього шість країн. Виробництво великих пасажирських літаків освоїли ще менше. Найбільші літаки — аеробуси, що вміщають близько 300 пасажирів випускають компанії США. Літаки,

---

розраховані на меншу кількість пасажирів, виробляються в країнах ЄС, в Канаді, в Бразилії, в Ірані і в Україні — на Харківському авіазаводі і на київському «Антонові».

Деякі моделі літаків типу Ан є унікальними і випереджають аналогічні світові зразки.

Літакобудування є однією з найбільш прибуткових і в той же час найбільш затратних галузей машинобудування. Так, наприклад, вартість одного комерційного польоту найбільшого у світі українського транспортного літака «Мрія» становить близько мільйона доларів США.

Авіабудівна галузь складається з понад 60 підприємств, на які припадає близько 25 відсотків зайнятих у машинобудуванні в Україні.

Потенціал авіаційної промисловості дає змогу збільшувати обсяги розроблень і виробництва авіаційної техніки, зокрема:

- регіональні пасажирські та транспортні літаки,
- авіаційні двигуни та агрегати,
- бортове радіоелектронне обладнання, орієнтоване на використання супутникових систем зв'язку, навігації та спостережень,
- вертольоти та літальні апарати малої авіації, зокрема безпілотні.

До перспективних розробок галузі можна віднести літаки типу Ан-74, Ан-38, Ан-70, Ан-124, Ан-140, Ан-148, Ан-178, Ан-225 та їх модифікації, український гвинтокрил, а також серійне виробництво двигунів.



### **Словник термінів**

*Біплан* — літак з двома крилами, розміщеними одне над другим.

*Вуглепластики* — композитні матеріали на основі смол і вуглецевих волокон.

*Фюзеляж* — корпус літака, основа його конструкції.



### **Запитання та завдання**

1. Підготуйте презентацію про моделі літаків, які виробляються в Україні?
2. Які машинобудівні технології застосовуються в літакобудуванні?
3. Які особливості технологій літакобудування?
4. Наведіть приклади використання технологій літакобудування.
5. Поясніть, як технології літакобудування можуть впливати на безпеку польотів.

6. Перегляньте відео [https://www.youtube.com/watch?v=RXj\\_M81MATI](https://www.youtube.com/watch?v=RXj_M81MATI) і висловіть своє ставлення до вітчизняного літакобудування та випробовування літаків.
7. Запропонуйте проєкт, у якому можуть застосовуватися технології літакобудування.

## §10. РАКЕТО-КОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Коли повідомляють про космічні технології, то здається, що це щось таке неземне і далеке від нас. Чи насправді це так?

Космічні технології тепер у нашому повсякденному житті. Достовірний прогноз погоди, мобільний зв'язок, Інтернет, навігація, супутникове телебачення, обстеження всієї території Землі стали можливими завдяки космічним технологіям.

Україну по праву можна вважати космічною державою.



**Мал.25. Україна – космічна держава**

Саме наш земляк — Сергій Павлович Корольов, який народився у місті Житомирі, згодом навчався авіамоделюванню в Одесі, першим у світі зміг здійснити мрію про політ людини у космос, створивши перший космічний корабель і штучний супутник Землі. Йому вдалося реалізувати всі нові проєкти освоєння космосу впродовж багатьох років.



**Мал.26. Конструктор Сергій Павлович Корольов**

Серед космонавтів, які проводили у космосі експерименти і освоювали космічні технології, був і українець Леонід Каденюк.



**Мал.27. Космонавт Леонід Каденюк**

---

---

Україна — одна з небагатьох країн світу, яка має замкнений цикл ракетобудування, починаючи з ракетного палива та виробництва спеціальних матеріалів, і закінчуючи ракетами-носіями та космічними апаратами.

В Україні є інфраструктура для створення ракет і штучних супутників землі, наукова база та успішні конструктори.

У нашій країні є технології та досвід виробництва такого космічного обладнання:

- двигуни, вузли і агрегати ракет-носіїв;
- космічні апарати;
- окремі системи космічних апаратів;
- ракета-космічні комплекси;
- ракети-носії.

У портфоліо української космічної галузі входить три сімейства ракет-носіїв, які запускаються на чотирьох космодромах світу.

Одна з головних ролей в ракетобудуванні та космічних технологіях України належить конструкторському бюро «Південне» і Державному підприємству «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод ім. О. М. Макарова», що знаходиться у місті Дніпрі.

У виробництві ракет поєднані технології, що об'єднують металургійну, металообробну, радіотехнічну та інші галузі.

За час незалежності українськими ракетами було виведено понад 300 космічних апаратів на замовлення різних країн світу.

Україна запустила в космос супутники для дистанційного зондування Землі власної розробки і виробництва — «Січ-1», «Січ-1М», «Січ-2».

В Україні були розроблені і вироблені перший ступінь для американської ракети-носія Antares і двигун для європейської ракети-носія Vega.

Нині в Україні реалізується низка нових проєктів у галузі ракетобудування, необхідних для підтримання обороноздатності країни.

На початку XXI сторіччя інтерес до космосу почав згасати. Людина вже майже тридцять років не була на Місяці, плани з підкорення інших планет відкладені. Саме в цей час підприємець та інженер Ілон Маск вирішив повернути інтерес до космосу, міжпланетних перельотів та заснувати першу колонію на Марсі. Для реалізації цієї ідеї він створив приватну космічну компанію SpaceX.

На початку планувалося будувати ракети на основі української ракети-носія «Дніпро» — це міжконтинентальна балістична ракета, переобладнана для запуску супутників на земну орбіту. Але пізніше в SpaceX прийняли рішення розробити свою ракету. За основу було обрано вертикально інтегровану модель, коли компанія самостійно займається всіма процесами — від проєктування до виготовлення компонентів, збирання

---

та відправлення готової ракети в космос. Це дозволило вже на початковому етапі здешевити ракету-носії майже у десять разів у порівнянні з державними компаніями, які зазвичай залучають багатьох підрядників, що зумовлює зростання ціни.

Falcon 1 — перша в світі приватна ракета з рідинним ракетним двигуном. Перший ступінь ракети був оснащений одним двигуном та приземлявся в океан за допомогою парашутів.

Наразі компанія SpaceX вже добре відпрацювала технологію посадки перших ступенів як на землю так і на корабель-дрон.

SpaceX розробила багаторазовий транспортний космічний корабель, який може доставляти на МКС (Міжнародну космічну станцію) вантаж та повертати вантажі на землю.

Крім транспортної версії, яка успішно використовується з 2010 року, компанія завершує розробку керованої пасажирської версії Dragon V2. Вона зможе вмістити сімох астронавтів, та, на відміну від вантажної версії, зможе самостійно стикуватися з МКС без використання маніпулятора станції. За допомогою Falcon Heavy планується доставляти корисні вантажі на Марс для майбутньої колонії, а також відправляти туристів на подорожі до Місяця.



### **Словник термінів**

*Космічні технології* — новітні технології, що розвиваються завдяки аерокосмічній індустрії та наукам, які досліджують космос.



### **Запитання та завдання**

1. Наведіть приклади застосування космічних технологій?
2. У яких галузях застосовуються космічні технології?
3. Поясніть, що таке вертикально інтегрована модель.
4. Які переваги вертикально інтегрованої моделі у ракетобудуванні?
5. Які досягнення має наша країна у ракетобудуванні?
6. Критично оцініть проєкт щодо туризму на Місяць.

#### **Компетентнісні задачі**

1. Ще у 1995 році було створено американсько-російсько-норвезько-українське підприємство «Морський старт» (Sea Launch), метою якого було будівництво морської платформи в районі екватора для космічних стартів.

Чому саме екватор вважається найліпшим місцем для запуску ракет у космос.



- У 2016 році проєкт молодої української команди Mars Hopper став переможцем Хакатона NASA. Автори проєкту запропонували альтернативну технологію переміщення по Марсу. Було запропоновано створити літак, який, приземляючись, буде збирати лід з поверхні планети і перетворювати його в газ. Вивільнена при цьому енергія буде створювати реактивну тягу для наступного стрибка і обертання пропелерів. Фактично, літак буде переміщатися по планеті, як стрибає комаха.

Через які особливості на Марсі було визнано раціональним саме такий спосіб пресування по цій планеті?

- Які властивості повинні мати матеріали для корпусів ракет-носіїв?

## §11. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА



Наша країна має величезний потенціал аграрного виробництва. Про родючі українські чорноземи знають не тільки в нашій країні, а й у всьому світі. Але чому врожаї сільськогосподарських культур в Україні не такі високі як у розвинутих країнах, що мають гірші природні умови?

Україна виробляє значні обсяги сільськогосподарських культур: пшениці, жита, ячменю, кукурудзи, соняшника та продуктів їх переробки. Але через застарілі технології та високу конкуренцію на зовнішньому

---

ринку сільськогосподарське виробництво не завжди дає бажаний економічний ефект. Тому необхідно ширше застосовувати нові технології аграрного виробництва.

Застосовуючи сучасні технології аграрного виробництва, Україна здатна забезпечити не лише власні потреби у продовольстві, а й експортувати продукцію на зовнішні ринки.

З традиційними способами виробництва сільськогосподарської продукції ви вже знайомі й, можливо, маєте певний досвід.

Нові технологічні рішення в агропромисловому виробництві пов'язані з селекційною роботою, генною інженерією, органічним землеробством, застосуванням сільськогосподарських машин, мікророзшенням, а також інформаційними технологіями.

Найперше завдання аграрного виробництва в Україні — забезпечити культуру землеробства.



**Мал.28. Обробіток ґрунту**

Обробіток ґрунту застосовують з метою створення сприятливих умов для росту і розвитку вирощуваних культур, поліпшення стану ґрунту, активізації кругообігу в ньому поживних речовин, знищення бур'янів, шкідників, боротьби з хворобами та їх збудниками.

---

---

Під час обробітку ґрунту здійснюються такі *технологічні процеси*: *перевертання скиби, розпушування, кришіння, перемішування, ущільнення ґрунту та вирівнювання його поверхні*.

Основним прийомом (заходом) обробітку ґрунту є *оранка*. Під час оранки перевертається і розпушується орний шар, підрізаються бур'яни, заробляються в ґрунт добрива та поживні рештки.

Для забезпечення більш повного перевертання, розпушування і кришіння ґрунту, внесення поживних речовин плуги обладнують передплужниками, які встановлюють перед кожним корпусом плуга. Передплужник зрізає та скидає на дно борозни верхній шар ґрунту товщиною 10—12 см. Основний корпус плуга піднімає нижню частину орного шару і прикриває ним шар ґрунту, знятий передплужником. Оранку плугом з передплужником називають культурною і застосовують на ґрунтах з глибиною орного шару не менше 20 см. Передплужники не використовують, якщо в ґрунт заорюють гній, мінеральні добрива, для переорювання осушених боліт з потужним шаром торфу, недавно розкорчованих ділянок.

Якщо обробіток ґрунту не передбачає перевертання верхнього шару, його називають *безполицевим*. Застосовують його на чистих від бур'янів полях після просапних культур, у районах поширення вітрової ерозії. В таких районах на поверхні ґрунту треба залишати поживні рештки.

Глибоке розпушування ґрунту без перевертання його верхнього шару проводять культиваторами-плоскорізами, а також культиваторами-глибокородзпущувачами. Для глибокого розпушування ще використовують звичайні плуги із знятими полицями.

Глибина оранки залежить від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей вирощуваних культур. Оранка може бути мілкою (до 20 см), середньою (20—22 см), глибокою (25 см і більше) та плантажною (понад 45 см). Плантаж застосовують при закладанні садів та ягідників. Під корене-та бульбоплоди глибина оранки становить 30-32 см, кукурудзу та соняшник — 25-27, зернові культури — 20-25 см. На підзолистих, солонцюватих, світло-сірих опідзолених ґрунтах з неглибоким орним шаром орний шар поглиблюють поступово з обов'язковим внесенням органічних та мінеральних добрив.

Після збирання культур суцільного способу сівби проводять *лущення*. Його застосовують для розпушування, часткового перевертання та перемішування ґрунту, а також для підрізування бур'янів. Лущення сприяє зберіганню і накопиченню в ґрунті вологи, знищенню бур'янів та шкідників. При запізненні з лущенням ґрунт швидко висихає і ефективність цього заходу значно зменшується. Своєчасне лущення поліпшує якість

---

---

оранки, зменшує питомий опір ґрунту під час обробітку. Для лущення застосовують дискове та лемішне знаряддя.

Розпушування, перевертання ґрунту, підрізування бур'янів забезпечує *культивация*. Виконують її просапними, паровими та універсальними культиваторами. Важкі цілинні та перелогові ґрунти обробляють дисковими культиваторами із сферичними дисковими робочими органами (з вирізами або без них).

Під час боронування неглибоко розпушується і перемішується ґрунт, вирівнюється його поверхня, частково знищуються проростки та сходи бур'янів, фунтова кірка.

Для вирівнювання поверхні поля, подрібнення великих ґрудок і брил проводять *шлейфування*. Його застосовують під час весняного обробітку ґрунту. Шлейфування поліпшує умови сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

Ущільнюють і вирівнюють поверхню ґрунту, знищують кірку, подрібнюють брили, які утворилися під час оранки, посилюють підняття вологи, з нижніх шарів ґрунту, поліпшують контакт насіння з ґрунтом за допомогою *коткування*, що загалом сприяє появі дружніх і рівномірних сходів. Для коткування використовують гладкі, зубчасті, кільчасті та кільчасто-щпорові котки.

*Оранка дисковими плугами* застосовується на важких і кам'янистих, засмічених корінням дерев, на перезволожених ґрунтах і при вирощуванні рису. Ярусну оранку виконують дво- або триярусними плугами. Триярусну оранку проводять перед закладанням садів, виноградників, лісосмуг, для поліпшення дерново-підзолистих і солонцюватих ґрунтів, а двоярусну — під просапні культури на чорноземних ґрунтах. Плантажну оранку застосовують перед садінням садів, виноградників, лісосмуг, а також на солонцюватих ґрунтах з неглибоким заляганням гіпсу або карбонатів.

Ретельне перемішування і розпушування оброблюваного шару ґрунту забезпечується за допомогою *фрезерування* — обробітку ґрунту фрезею. Після фрезерування можна висівати культури без додаткового обробітку ґрунту. Фрезу використовують як основне знаряддя для первинного обробітку торфоболотних і мінеральних ґрунтів, покритих купинами та міцною дерниною, поліпшення лук і пасовищ, у сівозмінах на старорорних ґрунтах для знищення дернини багаторічних трав, а також для обробітку важких ґрунтів під овочеві культури та картоплю. Дуже ефективно фрезування для міжрядного обробітку просапних культур, у садах і ягідниках тощо.

---

Для нарізування щілин з метою посилення водопроникності ґрунту, зменшення руйнівної дії водної ерозії та накопичення запасів вологи у ґрунті застосовують *щілювання*. Проводять його пізно восени на глибину 50—60 см. Щілини нарізають тільки впоперек схилу в напрямку горизонталей.

За допомогою певного заходу обробітку здійснюють одну або декілька технологічних операцій, що здебільшого не забезпечує виконання всіх вимог з обробітку ґрунту. Тому більш ефективним є застосування не окремих, а декількох заходів, що становить *систему обробітку ґрунту*.

*Основний обробіток* — це найбільш глибокий обробіток ґрунту під певну культуру сівозміни, який істотно змінює його будову. До основного належить оранка, безполицевий і плоскорізний обробіток. Щоб підготувати ґрунт до сівби, крім оранки або глибокого безполицевого обробітку, доводиться застосовувати заходи поверхневого обробітку ґрунту.

Заходів поверхневого обробітку ґрунту є багато, з них найбільш поширені: лушення, культивация, боронування, шлейфування, коткування, милування, підгортання. Завдання таких заходів — подрібнення брил, що утворилися під час основного обробітку, розпушування ґрунту, який ущільнився під впливом атмосферних опадів та власної маси, або ущільнення надмірно розпушеного ґрунту, знищення бур'янів, неглибока заробка добрив у верхній шар ґрунту, руйнування ґрунтової кірки, а також здійснення спеціальних заходів догляду за рослинами (прополювання, підгортання, підживлення).

В рослинництві розрізняють *системи обробітку ґрунту під озими і ярі культури*. Систему обробітку ґрунту під ярі культури, в свою чергу, поділяють на *системи зяблевого, передпосівного та післяпосівного обробітку*. Розрізняють також системи зяблевого поліпшеного та зяблевого напівпарового обробітку ґрунту.

Зяблева система обробітку ґрунту — це сукупність заходів і способів обробітку під ярі культури після збирання попередника до закінчення осінніх польових робіт. Зяблевий обробіток, проведений восени під ярі культури, в наступному році має перевагу перед весняним обробітком ґрунту під ярі культури не тільки ранніх, але й пізніх строків сівби. При зябловому обробітку в ґрунті у більшості регіонів, за винятком надмірно зволжених, краще накопичується і зберігається волога атмосферних опадів, а також весняних талих вод. Зяблевий обробіток створює більш оптимальні агрофізичні властивості, забезпечуючи тим самим сприятливі умови для мікробіологічної діяльності в ґрунті. Він більш ефективно сприяє боротьбі з бур'янами (особливо багаторічними), шкідниками і збудниками хвороб сільськогосподарських культур, забезпеченню опти-



---

---

мальному фітосанітарному стану ґрунту. Зяблевий обробіток порівняно з весняним зменшує напруженість робіт у весняний період, сприяє ефективнішому використанню машинно-тракторного парку. Зяблевий обробіток ґрунту після культур звичайної рядкової сівби включає лущення стерні та зяблеву оранку. При цьому завдяки лущенню створюються умови для проростання насіння бур'янів, а зяблевою оранкою знищуються їх сходи. Така система обробітку сприяє очищенню ґрунту від багаторічних бур'янів, забезпечує кращу якість оранки і сприяє отриманню вищого урожаю.

Після збирання зернових культур перший і найважливіший захід — *лущення ґрунту*. У районах достатнього зволоження лущення рекомендується проводити неглибоко — на 5-6 см, а в районах недостатнього та нестійкого зволоження на 6-8 і 10-12 см. Зяблеву оранку на злущених полях проводять негайно після появи масових сходів і розеток бур'янів (через 15-20 днів після лущення). Проте, якщо ґрунт сухий, відсутні дощі і проростання бур'янів затримується, тоді поле орють в оптимальні для даної місцевості строки. Своєчасне лущення з пізньою осінньою оранкою не може замінити ранню зяблеву оранку. Там, де лущення стерні не проводили, необхідно орати слідом за збиранням урожаю і в стислі строки. Зяблева оранка створює сприятливі умови для накопичення і збереження вологи, боротьби з бур'янами, шкідниками і збудниками хвороб сільськогосподарських культур. Урожай ярих зернових після зяблевої оранки, як правило, на 25-35% вищий, ніж після весняної оранки. Зяблевою оранкою поглиблюють і окультурюють орний шар ґрунту. Важливе значення мають строки виконання зяблевої оранки. Чим раніше її провели, тим вищі одержують урожаї. Це стосується як злущених, так і незлущених полів. При своєчасному і високоякісному лущенні (особливо повторному) зяблеву оранку проводять дещо пізніше.

У сучасному землеробстві склалися системи *напівпарового і комбінованого (поліпшеного) зяблевого обробітку ґрунту*. Напівпаровий зяблевий обробіток включає лущення стерні дисковими лущильниками у двох напрямках на глибину 5—6 см слідом за збиранням попередника і оранку плугами з передплужниками наприкінці липня — у першій половині серпня. Плуги агрегатують з боронами, а за посушливих умов — з кільчасто-шпоровими котками. У міру появи сходів бур'янів проводять культивуацію з боронуванням. Щоб зменшити руйнування структури ґрунту, що певною мірою запобігає його запливанню, останню культивуацію здійснюють без боронування. Напівпаровий зяблевий обробіток ефективний у зоні достатнього зволоження, а в роки з достатньою кількістю опадів і в інших зонах на полях з однорічними бур'янами. Комбінований



---

або поліпшений зяблевий обробіток включає лущення стерні дисковими знаряддями на глибину 6-8 см після збирання попередника, а через 10-12 днів повторне лущення, яке проводять лемішними лущильниками чи культиваторами-плоскорізами на глибину 12-14 см в поєднанні з боронуванням важкими зубовими чи голчастими боронами, а за посушливої погоди з кільчасто-шпоровим коткуванням. У подальшому з появою сходів бур'янів і з метою запобігання ґрунтової кірки поле обробляють боронами або культиваторами в агрегаті з боронами, а наприкінці вересня — у жовтні орють плугами з передплужниками. Поліпшений зяблевий обробіток ефективний у степу і лісостепу, особливо на ґрунтах, які запливають, і на схилах. Поліпшений зяблевий обробіток рекомендується в районах нестійкого і недостатнього зволоження, а також на полях, забур'янених багаторічними бур'янами. Після збирання просапних та інших культур, які пізно дозрівають, часу до зими залишається мало. Vegetація бур'янів вже закінчилася, тому на таких полях не завжди проводять лущення, і завдання цього заходу дещо інше, ніж після культур, які збираються рано. Якщо поле забур'янене кореневищними або коренепаростковими бур'янами, проводять лущення дисковим чи лемішним знаряддям. Для подрібнення післяжнивних решток дискують також поля після кукурудзи, сорго, соняшнику. Лущення завжди поліпшує якість оранки.

Після зими ґрунт здебільшого ущільнений. У ньому багато вологи, мікробіологічні процеси відбуваються повільно. З потеплінням втрати вологи з ґрунту різко збільшуються, проростають бур'яни. Якщо ґрунт до сівби не обробляти, то він пересохне, ущільниться, заросте бур'янами. Залежно від конкретних умов система передпосівного обробітку ґрунту включає неглибоке ранньо-весняне розпушування шляхом боронування (закриття вологи) на всій площі і передпосівний обробіток, який виконують диференційовано, залежно від вимог до вирощування сільськогосподарських культур.

*Починають обробляти ґрунт тоді, коли верхній його шар, який буде розпушуватися, матиме фізичну сплість.* Глибші шари в цей час звичайно перезволожені, іноді мерзлі. Наочним показником готовності поля до закриття вологи є посіріння верхівок гребенів ріллі. Однак, якщо дні, коли настає весняне потепління, хмарні, посіріння гребенів можна і не помітити. Тому слід користуватися й іншими показниками. Ґрунт, який можна обробляти, не мається, не прилипає до знарядь.

Раніше досягають легкі ґрунти. Тому закриття вологи слід робити вибірково, в міру доспівання ґрунту на окремих ділянках поля. Не можна починати весняний обробіток ґрунту занадто рано, коли він ще

---

надмірно вологий і не розпушується. Передчасний обробіток призводить до замазування ґрунту і утворення щільної кірки. При запізненні з цією роботою не тільки втрачатиметься волога, а й погіршуватиметься якість розпушування, оскільки ґрунт буде подрібнюватись лише на великі частинки, а це погіршить якість наступного передпосівного обробітку. Ранньовесняне розпушування ґрунту проводять під кутом до прямої зяблевого обробітку. Для цього використовують широкозахватні машини в агрегаті з гусеничними тракторами, після проходу яких не утворюються глибокі колії і менше ущільнюється ґрунт. Для закриття вологи використовують здебільшого зубові борони і шлейфи. Борони добре розпушують ґрунт, руйнують капіляри і знижують капілярне випаровування води, але недостатньо вирівнюють ґрунт. Шлейфи добре вирівнюють ріллю, подрібнюють брили і дещо ущільнюють поверхню ґрунту, що знижує дифузне випаровування вологи. На легких і структурних ґрунтах ефективне боронування зубовими боронами в 1-2 сліди. *Ознака високоякісного закриття вологи — добре розпушений на поверхні дрібногрудочкуватий шар ґрунту 3-5 см завтовшки, незначна його гребенястість (висота гребенів і глибина борозенок — не більше 3 см) і відсутність огривів.* В Україні, як правило, під ранні ярі культури (ячмінь, овес, горох, вику та інші) після боронування зябу одночасно з сівбою проводять так звану передпосівну культивуацію з боронуванням на глибину загортання насіння. Така послідовність робіт створює умови для загортання насіння на частково ущільнене ложе і накриття його розпушеним шаром ґрунту. Це забезпечує краще надходження вологи і повітря до насіння і дружніше його проростання. При якісній передпосівній культивуації знищуються всі бур'яни, які на цей час вегетують. Розрив у часі між ранньовесняним обробітком (боронуванням чи шлейфуванням) і передпосівною культивуацією залежить від настання фізичної спілості того шару, на глибину якого проводиться другий обробіток.

На схилах крутизною понад 2° передпосівний обробіток проводять впоперек схилу або контурно, а при двох слідах — перший прохід роблять впоперек оранки, тобто вздовж схилу, другий — впоперек першого. Під культури, які висівають у більшості випадків зразу ж після закінчення сівби ранніх ярих культур (цукрові буряки, льон, картопля, ранні гібриди кукурудзи), у районах нестійкого і недостатнього зволоження після ретельного вирівнювання ґрунту проводять лише одну передпосівну культивуацію з боронуванням на глибину загортання насіння.

Перед сівбою, щоб краще вирівняти поверхню і ущільнити надто розпушений ґрунт та забезпечити також рівномірне загортання насіння, іноді рекомендується допосівне прикочування ґрунту. Передпосівний

---

---

обробіток ґрунту під пізні ярі культури (кукурудзу, сою, просо, гречку, сорго, суданку та інші) має свої особливості. Насамперед, його переносять на пізніші строки, оскільки оптимальні строки їх сівби наступають, коли температура ґрунту на глибині 8-10 см досягає +10 °С і більше. Від початку весняно-польових робіт і до настання оптимальних строків сівби пізніх ярих культур залишається досить великий проміжок часу для підготовки ґрунту. У цей період заходи по обробітку ґрунту повинні бути спрямовані на створення умов для збереження вологи у посівному шарі та максимального його очищення від насіння бур'янів.

*Система післяпосівного обробітку ґрунту* передбачає вирішення таких завдань: підтримка оптимальної структури орного шару ґрунту, за якої забезпечуються добрий контакт насіння з ґрунтом і створюються сприятливі умови для його проростання і появи дружних повних сходів; зменшення непродуктивних втрат вологи; знищення ґрунтової кірки і сходів бур'янів; загорання в ґрунт добрив, пестицидів.

До появи сходів проводять коткування і боронування, а після їх появи — боронування, культивуацію, підгортання. Відразу після сівби для поліпшення контакту насіння із ґрунтом і прискорення появи сходів ґрунт коткують кільчастошпоровими котками. На посівах зернових частіше застосовують середні, а на посівах зернобобових легкі котки. Слід зазначити, що коткування проводять із сівбою або відразу за нею. Після коткування у злакових рослин створюються кращі умови для утворення і розвитку вторинної кореневої системи. В ущільненому ґрунті молоде коріння краще вступає в контакт з ґрунтом і за оптимальної щільності забезпечує рослину водою і елементами живлення. Але при надто щільному ґрунті проникнення в нього коріння утруднюється і воно деформується. За підвищеної вологості посівного шару, особливо на важких ґрунтах, коткування може завдати шкоди, оскільки після нього утворюється ґрунтова кірка, яка ускладнює появу сходів культурних рослин, особливо тих, насіння яких виносить сім'ядолі на поверхню (соняшник, гречка, соя, люпин, квасоля, кормові боби, конюшина, люцерна, рицина, бавовник). У такому випадку коткувати поле під культури, які виносять сім'ядолі на поверхню, краще в період підготовки його до сівби, і використовувати для цього кільчасті котки. При застосуванні котків з гладенькою поверхнею відразу після коткування ґрунт розпушують легкими посівними боронами або шлейфами. Післяпосівне коткування частіше проводять у господарствах Степу і Лісостепу, а допосівне — на Поліссі. Особливо корисне воно для культур середнього і пізнього строків сівби або для насіння, яке потребує неглибокого загорання в ґрунт

---

---

(льон, просо, багаторічні трави та інші). У сучасних сівалках встановлені прикочувальні колеса, які достатньо ущільнюють ґрунт над рядком.

Боронувати ґрунт до появи сходів культурних рослин можна і без попереднього післяпосівного коткування. Досходове боронування найчастіше проводять на полях, де висівають крупнонасінні культури. Їх насіння висівають глибоко в ґрунт і при русі борони зуби не досягають проростків культурних рослин. Тип борін для досходового боронування залежить від відстані між проростками культурних рослин і поверхнею ґрунту. На глинистих ґрунтах і при більш мілкій глибині загортання насіння застосовують легкі, посівні і сітчасті борони. У роки з холодним весняним періодом іноді проводять дворазове досходове боронування. Боронування особливо ефективно на посівах просапних культур для знищення бур'янів (у фазі «білої ниточки»), особливо якщо період від сівби (садіння) до появи сходів тривалий (наприклад, у картоплі).

Кірку на посівах зернових руйнують ротаційними мотиками та іншими знаряддями. Залежно від тривалості проростання насіння досходове боронування проводять декілька разів, доки проростки їх не досягнуть 1 см. Післясходове боронування проводять для боротьби з бур'янами, поліпшення аерації ґрунту і руйнування кірки. Щоб запобігти пошкодженню культурних рослин робочими органами борін, посіви боронують, коли сільськогосподарські культури добре вкорінилися, а деякі бобові (горох, вика, сочевиця, чина) ще не утворили вусиків. Для меншого травмування культурних рослин посіви боронують упоперек рядків або по діагоналі. Боронувати необхідно тільки посіви з добре розвинутими рослинами і нормальною їх густиною. Сходи соняшнику, буряків, баштанних культур дуже крихкі і ламкі, тому їх необхідно боронувати після полудня, коли на рослинах зникне роса і вони підв'януть.

Ефективність післясходового боронування культур звичайної сівби підвищується, якщо йому передує підживлення мінеральними добривами.

Для боронування ґрунту після появи сходів використовують ті самі агрегати, що й для досходового боронування, з тією лише різницею, що зчіпки комплектують зубовими боронами в один ряд, а культиватори — тільки ротаційними робочими органами. У більшості випадків використовують легкі посівні борони, а на ущільнених ґрунтах — середні борони. Оптимальний строк проведення цього заходу — початок появи першої пари справжніх листків. Післясходове боронування боронами застосовують і для формування густоти цукрових буряків. За оптимальної роботи цих борін буряки зріджуються на 10—25%. Глибина ходу зубів борони при цьому не повинна перевищувати 3 см, а швидкість агрегату — 3-4 км/год. під кутом 25° до напрямку рядків. Слід зазначити, що

---

зернові культури після утворення 3- 4 листків добре укорінюються і не пошкоджуються при наступних боронуваннях. Зернові культури при висоті сходів від 3 до 5 см можна боронувати сітчастими боронами.

Просапні культури для боротьби з бур'янами потребують систематичного обробітку міжрядь культиваторами. Цим заходом одночасно вирішується декілька завдань: створюється шар мульчі із сухого ґрунту на поверхні, який зменшує втрати ґрунтової вологи і запобігає утворенню тріщин на глинистих ґрунтах, які викликають інтенсивне випаровування вологи і механічне пошкодження коріння рослин; підвищується водопроникність і поліпшується повітряний режим ґрунту. Кількість і строки міжрядних обробітків залежать від щільності будови і стану поверхні ґрунту, ступеня та типу засміченості посівів, тривалості вегетаційного періоду і біологічних особливостей просапних культур. На щільних ґрунтах при великій забур'яненості посівів і тривалішому періоді вегетації рослин кількість міжрядних обробітків збільшується. Кожний наступний обробіток проводять приблизно через 18—20 днів.



**Мал.29. Обробіток міжрядь рослин**

Глибина обробітку міжряддя залежить від строків його проведення, фази розвитку рослин, вологості ґрунту. У посушливих районах перший обробіток міжрядь проводять на глибину 10-12 см, другий — на 8-10 см і третій — на 6-8 см. У районах достатнього зволоження ця послідовність не обов'язкова, оскільки тут менша небезпека висушування ґрунту. Під час першого обробітку міжрядь просапних культур поблизу рядків по обидві сторони залишають необроблену смугу шириною по 5-10, а при наступних розпушуваннях — 10-15 см. При цьому дотримуються правила, згідно з яким, чим крупніші рослини, тим більшою має бути ця смуга.

---

га, яка називається захисною зоною. На дуже ущільнених, засмічених бур'янами (особливо кореневищними), а також на торфових ґрунтах при підвищеній вологості цей захід ефективно проводити культиватором з активними робочими органами фрезерного типу.

Система обробітку ґрунту під озимі культури значно відрізняється від обробітку під ярі культури. Складність її полягає в тому, що озимі висівають восени, їх сівбі здебільшого передують тривалий жаркий посушливий період, що утруднює обробку ґрунтів і появу сходів. Найкращими попередниками озимих культур у Лісостепу є зайняті пари та непарові поля після просапних і стерньових. У південних районах з недостатнім зволоженням частину озимини розміщують по чорних і ранніх парах. Обробіток перших починають восени, а останніх — рано навесні. Під чорний пар поле виорюють на глибину 25-27 см для ретельного загортання насіння, проростків бур'янів, післяжнивних решток і добрив. Якщо органічні добрива не вносять, то в районах, де можливі прояви водної і вітрової ерозії, на чистих від кореневищних і коренепаросткових бур'янів полях осінній обробіток можна проводити плоскорізними знаряддями на таку саму глибину, тобто 25-27 см. Відведене під пар поле, якщо ґрунт восени не підготували, дискують, а навесні орють або обробляють плоскорізами на глибину 20-22 см (а за сухої і вітряної погоди — на 14-16 см) з одночасним боронуванням і коткуванням. Запізнення з оранкою навесні значно знижує ефективність раннього пару, тому її проводять зразу ж при настанні фізичної сплості орного шару ґрунту. Навесні здійснюють ранньовесняний обробіток чорного пару. Протягом весняно-літнього періоду ґрунт обробляють у міру ущільнення та появи бур'янів, але не менш як 4-5 разів, поступово зменшуючи глибину обробки до 5-6 см.

Для ретельного розпушування ґрунту і вирівнювання його поверхні культиватори агрегатують із легкими або середніми боронами та різними пристроями, які виконують роль шлейфів. Велике значення має своєчасне боронування після випадання дощів, що дає змогу припинити капілярне підняття вологи на поверхню і зменшити її випаровування. Якщо дощ випав невеликий і при цьому не утворилася щільна кірка, а нижній вологий шар не з'єднався з верхнім, боронування не проводять. На ранньому пару ґрунт ущільнюється менше, тому наступний обробіток його здійснюють мілкіше.

У посушливі роки кількість механічних обробітків під час догляду за парами зменшують. Для боротьби з бур'янами застосовують хімічні засоби.

Озимі культури на зелений корм звільняють поле у другій половині травня, горохо-вівсяні суміші та багаторічні трави — у другій полови-



---

ні червня, кукурудза на зелений корм — у липні чи на початку серпня. Після різних парозаймаючих культур залишається неоднаковий період для обробітку ґрунту. Який спосіб обробітку ґрунту обрати, вирішують з урахуванням його вологості, забур'яненості та особливостей сільськогосподарських культур, що вирощуються.

Сучасні системи обробітку ґрунту органічно поєднуються з іншими елементами технологій вирощування сільськогосподарських культур.



### **Словник термінів**

*Сільське господарство* — це сукупність виробництв матеріальної сфери, яка забезпечує людей харчовими продуктами, а харчову й легку промисловість — сировиною для переробки на кінцеву продукцію.

*Система обробітку* — це сукупність заходів обробітку ґрунту, виконуваних у певній послідовності для створення оптимальних умов росту рослин і вирощування високих урожаїв у конкретних природних умовах.

*Зяблевий обробіток* — обробіток ґрунту під ярі культури після збирання попередника до закінчення осінніх польових робіт.

*Передпосівний обробіток* — це система заходів обробітку ґрунту від початку польових робіт навесні до сівби чи садіння сільськогосподарських культур.



### **Запитання та завдання**

1. Використовуючи різні джерела інформації, з'ясуйте, яких видів сільськогосподарської продукції в Україні виробляється найбільше.
2. Які технології використовують для обробітку ґрунту?
3. Коли проводиться зяблевий обробіток ґрунту?
4. Які заходи відносяться до передпосівного обробітку ґрунту?
5. Чому проводять ущільнення ґрунту?
6. Чим відрізняється система обробітку ґрунту під озимі культури від обробітку під ярі культури?
7. Чому саме культура землеробства вважається головним чинником підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва?
8. Як ви ставитеся до праці в сільськогосподарському виробництві?
9. Чи хотіли б ви продовжувати освоєння агротехнологій?
10. Як ви вважаєте, які перспективи розвитку агротехнологій?
11. Запропонуйте проєкт з озеленення, упорядкування та ландшафтного дизайну території вашого навчального закладу чи присадибної ділянки з використанням сучасних технологій.

---

## §12. ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ВИРОБНИЦТВІ



У багатьох галузях виробництва і повсяденному житті все ширше використовуються біотехнології. Живі організми і біологічні процеси вже давно застосовують у виробництві продуктів харчування, вирощуванні рослин, створенні нових ліків. Але в застосуванні біотехнологій ще багато таємниць і невирішених проблем.

Сучасні біотехнології полегшують традиційні методи селекції рослин і тварин. За допомогою генетичної та клітинної інженерії створюються високопродуктивні й стійкі до шкідників, хвороб і гербіцидів сорти сільськогосподарських культур.

Розроблено технологію оздоровлення рослин від накопичених інфекцій, що особливо важливо для культур, які розмножуються вегетативно. Створюються регулятори росту та мікробіологічні засоби захисту рослин, а також бактеріальні добрива.

Генно-інженерні вакцини та сироватки використовують для профілактики, діагностики і терапії основних хвороб у тваринництві. У створенні ефективніших технологій племінної справи застосовують генно-інженерний гормон росту. Для підвищення продуктивності тварин використовують кормовий білок, отриманий мікробіологічним синтезом.

Біотехнологічні процеси з використанням мікроорганізмів і ферментів широко застосовуються у харчовій промисловості.

Промислове вирощування мікроорганізмів, рослинних і тваринних клітин використовують для одержання багатьох цінних сполук — ферментів,

---

гормонів, амінокислот, вітамінів, антибіотиків, метанолу, органічних кислот (оцтової, лимонної, молочної) тощо.

В останні роки біотехнології все частіше використовують для переробки сільськогосподарських, промислових і побутових відходів, очищення і використання стічних вод, для одержання біогазу і добрив.

За допомогою мікроорганізмів одержують етиловий спирт, що використовують як пальне для автомобілів.

Біотехнології активно розвиваються на основі застосування знань у сфері мікробіології, біохімії, генетики, генної інженерії, імунології, приладо- і машинобудування. Біологічні об'єкти (мікроорганізми, клітини тканин тварин і рослин) або молекули (білки, ферменти, нуклеїнові кислоти тощо) використовуються для промислового виробництва корисних для людини і тварин речовин і продуктів.

Завдяки розширенню сфери свого застосування біотехнології роблять вагомий внесок у підвищення рівня життя людини.

Сфера застосування методів біотехнології з кожним роком розширюється:

- процеси біосинтезу й біодеградації;
- вуглецьвмісна сировина для хімічної промисловості;
- хімічна переробка (очищення продукту);
- хімічні продукти, що використовуються в побуті: клеї, барвники, волокна, смакові добавки, загущувачі, запашні речовини, пігменти, пластики, змашувачі й т.д.;
- джерела енергії;
- контроль за станом навколишнього середовища (повітря, вода, ґрунт);
- охорона здоров'я (діагностика, лікування), боротьба з хворобами рослин і тварин;
- видобуток мінеральної сировини на суші й на морі;
- їжа й напої (сільськогосподарське виробництво та переробка).

Вже тепер за допомогою біотехнологій виготовляють штучні аналоги м'яса не лише з клітин тварин у лабораторіях чи з рослин, а й просто з повітря. Розроблено технологію, що дозволяє продукувати білки з вуглекислого газу. Інновація може стати в пригоді космонавтам, адже обмеженість ресурсів на космічних станціях робить ідею виготовлення харчових продуктів з вуглецю досить привабливою. Ідея полягає в тому, що бактерії будуть переробляти повітря, яке видихають космонавти, на білкову суміш. До цієї суміші додаватимуться вода та мікроелементи, що зробить смак нової речовини, схожим на м'ясо. Штучні аналоги м'яса виготовляють не лише з клітин тварин у лабораторіях чи з рослин, а й просто з повітря. Інновація може стати в пригоді космонавтам, адже обмеженість ресурсів на космічних станціях робить ідею виготовлення харчових продуктів з вуглецю досить прива-

---

бливою. Ідея полягає в тому, що бактерії будуть переробляти повітря, яке видихають космонавти, на білкову суміш. До цієї суміші додаватимуться вода та мікроелементи, що зробить смак нової речовини, схожим на м'ясо.

У біотехнологів стає все більше роботи. Вони займаються науковими розробками у сферах медицини, виробництвом та синтезом біологічно активних речовин і лікарських препаратів. Також, використовуючи методи генної інженерії, біотехнологи виводять стійкі до кліматичних умов, шкідників і хвороб сільськогосподарські культури та породи тварин. Останнім часом активне поширення одержала нова сфера діяльності біотехнологів — клонування.

До клонування живих істот різні люди ставляться неоднаково. Як ви думаєте, як це можна пояснити?



**Мал.30. Клоновані тварини**

---

Клонувати можливо не лише тварин, але й людей. Проте, клонування людини — не тільки складна наукова, але й етична проблема, що полягає в можливості формування і вирощування принципово нових людських істот, які не тільки ззовні, а й на генетичному рівні відтворюють того чи іншого індивіда.



**Мал.31. Біотехнологи за роботою**

Біотехнолог — фахівець широкого профілю. На сьогодні біотехнологи — одні з найбільш затребуваних фахівців не лише в Україні, але й інших країнах. Біотехнолог — професія майбутнього. З генів, ферментів, білків учені створюють те, чого раніше не було у природі: цілком нові організми, рослини, продукти. Прогнозується, що згодом досягнення біотехнологів стануть невід’ємною частиною повсякденного життя людини.



### **Словник термінів**

*Біотехнологія* (*Βιοτεχνολογία*, від грец. *bios* — життя, *techne* — мистецтво, майстерність і *logos* — слово, навчання) — використання живих організмів і біологічних процесів у виробництві.

*Клонування* — процес створення ідентичних копій організмів або інших об’єктів.



### **Запитання та завдання**

1. У яких галузях виробництва застосовуються біотехнології?
2. Для чого біотехнології застосовуються в рослинництві?
3. Які відомі вам продукти харчування виготовляють за допомогою біотехнологій?
4. Запропонуйте, як використовувати біотехнології для переробки відходів виробництва
5. Чому біотехнології можна застосовувати для добування металів?
6. Для чого застосовуються біотехнології в медицині?
7. Як ви ставитеся до ідеї клонування живих істот?
8. Використовуючи свої знання з біології та комунікаційні здібності й можливості, зверніть увагу на сучасні проблеми охорони здоров'я людей і запропонуйте проєкт з популяризації біотехнологій.

### **§13. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ. ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ**

Технологій розроблено багато. Яку ж із них вибрати для реалізації того чи іншого проєкту?

Вибір технології зумовлений метою проєкту, а також умовами, в яких проєкт буде реалізований.

Основними вимогами при виборі технологій для реалізації проєкту є стандартизованість технології, що дозволяє ефективно застосовувати її в інших умовах та можливість перепрофілювання технології на використання місцевих ресурсів.

При обґрунтуванні вибору технології необхідно враховувати, який спосіб отримання технології планується обрати.

Існує багато способів придбання технології, які суттєво відрізняються один від одного.

Перший спосіб базується на поставці технології як інвестиції іноземного інвестора в загальний бізнес шляхом створення спільного підприємства.

Другий спосіб отримання технології — купівля устаткування і передача технології. Цей метод можливо використовувати при укладанні контрактів «під ключ» чи «продукт у руки», які передбачають не тільки продаж устаткування, але й навчання персоналу, монтаж і запуск устаткування в експлуатацію з доведенням продукції, що виробляється, до належного стандарту якості.



---

---

Третій спосіб придбання технології — купівля ліцензійних прав, що дозволяє використовувати сучасні технологічні розробки світових лідерів. Для країн, що розвиваються, існує ще й такий, четвертий спосіб отримання технології — передача сучасних технологій у межах технічної допомоги. Такий шлях характерний для проєктів, які пов'язані з охороною навколишнього середовища, охороною здоров'я, переробкою сировини та ін.

Аналіз альтернативних технологій проводиться за такою схемою: опис технологічного процесу, включаючи докладну характеристику кожного його елементу в експлуатаційних режимах, що вимагаються; аналіз порівняльних характеристик технологій, які розглядаються, їх переваг і недоліків та обґрунтування вибору альтернативи; оцінка використання даної технології в проєктних умовах.

До основних факторів, що впливають на вибір технології, належать: наявність сировини та її доступність для використання у даному технологічному процесі;

можливість використання існуючого устаткування;

задані параметри якості кінцевої продукції;

визначений масштаб проєкту, його технологічна структура, ступінь автоматизації проєктного виробництва;

існуючі екологічні вимоги до виробничого процесу;

наявність необхідної інфраструктури.

Усі фактори розглядаються з точки зору можливості збільшення дохідності проєкту. Адже вибір технології повинен ґрунтуватися перш за все на вартісній оцінці ресурсів, що використовуються, оскільки у промислово розвинених країнах, де вартість робочої сили дуже висока, перевага віддається капіталомістким технологіям, а в аграрних країнах, які розвиваються, внаслідок низької ціни праці капіталомісткі технології будуть неефективними через високу вартість проєкту.

При розгляді альтернатив необхідно порівняти технології учасників тендеру за такими критеріями, як ціни, переваги й недоліки, а вже потім обґрунтувати вибір технології, що найбільш відповідає умовам, в яких реалізовуватиметься проєкт. Варіанти, що пропонуються до розгляду, також можуть включати ринкові прогнози, проєктування прибутку, короткострокове і довгострокове зобов'язання технічної допомоги та звіт учасників тендеру про попередній досвід у застосуванні технології, особливо в аналогічних умовах господарювання та бажано в такому ж масштабі.

Після вибору технології слід визначити, яке саме устаткування буде використано для реалізації проєкту. По суті, вибір устаткування обу-

мовлений ще на етапі вибору технології проекту. Потреба в машинах та обладнанні базується на розрахованій виробничій потужності та обраній технології.

Головними принципами визначення потреби в устаткуванні є: номінальна потужність устаткування; можливості даного устаткування (ступінь навантаження на різних технологічних етапах виробництва); ступінь завантаження устаткування (кількість машино-годин роботи кожної з груп обладнання); планова виробнича програма.

Вибір устаткування завжди треба проводити, враховуючи існуючі обмеження: на споживання сировинних матеріалів, складність імпортування окремих видів устаткування, державна політика підтримки вітчизняних виробників, яка обмежує використання імпортової сировини чи устаткування.

Політика переходу до автоматизованих технологій передбачає розширення застосування автоматизованого, робототехнічного устаткування, що дозволить замінити ручну працю машинною. Особливістю українського ринку є відносна невідповідність використання автоматизованих технологій, орієнтованих на новітнє обладнання, яке дорого коштує, за наявності дешевої висококваліфікованої робочої сили.

Перелік виробничих машин та устаткування, необхідний для реалізації проекту, включає як промислове (технологічне), так і електричне, контрольно-вимірвальне, транспортне устаткування, придатне для задоволення вимог кожного етапу виробництва: від одержання сировини до відвантаження готової продукції. Для різних одиниць технологічного устаткування дається оцінка інвестиційних витрат за схемою:

Найменування устаткування	Кількість	Питомі витрати	Витрати		
			в іноземній валюті	у національній валюті	всього
Виробниче					
Електричне					
Контрольно-вимірвальне					
Транспортне					

Оскільки забезпечення запасними частинами і ремонт устаткування повинні бути обов'язково включені до розділу постачання устаткування, предметів та інструментів, що забезпечують технологічний процес, слід потурбуватися про їх необхідний запас.

Наявність розвинутої та різноманітної економічної й соціальної інфраструктур часом має вирішальне значення для реалізації проекту. Технічно-економічне обґрунтування проекту повинно визначи-

---

---

ти ключові вимоги до інфраструктури, які є похідними від обраної технології. Можливості реалізації проєкту розглядаються як з точки зору наявності інфраструктури, так і необхідності її додаткового створення, включаючи всі необхідні елементи інфраструктурного забезпечення та їх якість.

Технологічна інфраструктура забезпечує проєкт виробничими, складськими і допоміжними соціально-побутовими приміщеннями. Дуже важливу роль відіграють водопостачання, каналізація, енергозабезпечення. Недостатня їх кількість, незадовільна якість, обмеження у споживанні можуть стати перешкодою для реалізації проєкту. Отже, технічна підготовка проєкту — це насамперед наявність необхідної кількості та якості за певну вартість води, електричної енергії, палива, а також засобів обслуговування для звільнення від проєктних відходів.



### **Словник термінів**

*Трансфер технологій* — процес передачі технологій, навичок, знань, методів виробництва між урядами та іншими установами з метою забезпечення науково-технічного прогресу.



### **Запитання та завдання**

1. Які вимоги потрібно враховувати при виборі технології?
2. Чим зумовлюється вибір технологій?
3. Для чого використовується трансфер технологій?
4. Які є способи придбання технологій?
5. Для чого потрібна технологічна інфраструктура?
6. Чи можна отримувати прибуток від трансферу технологій без виробництва виробів?

#### **Тести**

1. Сукупність науково й практично обґрунтованих методів і прийомів, які застосовуються для отримання енергії та створення матеріальних об'єктів називають:
  - а) виробничим процесом;
  - б) технологією виробництва;
  - в) технологічним процесом;
  - г) енергетикою.
2. До основного обробітку ґрунту відносяться:
  - а) культивування;

- 
- 
- б) оранка, безполицевий і плоскорізний обробіток;
  - в) оранка і боронування;
  - г) зяблевий обробіток.
3. Біотехнологія у виробництві використовує:
- а) штучні речовини;
  - б) біологічні речовини;
  - в) продукти харчування;
  - г) живі організми і біологічні процеси.
4. Технологічний процес:
- а) частина виробничого процесу, яка безпосередньо пов'язана зі зміною форми, розмірів, стану заготовок;
  - б) процес обробки виробів;
  - в) проектування деталей і готових виробів;
  - г) конструювання виробів.
5. Закінчена частина технологічного процесу обробки заготовки, виконувана на одному робочому місці — це:
- а) операція;
  - б) перехід;
  - в) установ;
  - г) прохід.
6. Частина операції, виконувана при одному закріпленні заготовки — це:
- а) прохід;
  - б) робочий прийом;
  - в) операція;
  - г) перехід.
7. Частина операції, виконувана при обробці однієї поверхні одним інструментом без зміни режиму різання:
- а) перехід;
  - б) прохід;
  - в) установ;
  - г) технологічний процес.
8. Одноразовий рух різального інструмента відносно оброблюваної заготовки, при якому знімається один шар матеріалу заготовки — це:
- а) операція;
  - б) прохід;
  - в) перехід;
  - г) установ.

- 
- 
9. Складовими якого виробничого процесу є достапельний, стапельний, добудовчий і здавальний етапи?
- а) авіабудування;
  - б) ракетобудування;
  - в) суднобудування;
  - г) автомобілебудування.
10. Процес виготовлення фізичних об'єктів за допомогою пошарового нарощування матеріалу — це:
- а) різання;
  - б) облицьовування;
  - в) гальванізація;
  - г) D друк.
11. Для чого застосовується відпалювання сталі:
- а) для збільшення її твердості;
  - б) для захисту від корозії;
  - в) для збільшення міцності;
  - г) для збільшення пластичності матеріалу.
12. Щоб усунути або значно зменшити сегрегацію деталей, спресованих із металевих порошків застосовується:
- а) легування;
  - б) відпалювання;
  - в) гомогенізація;
  - г) нормалізація.

---

## РОЗДІЛ III

### ТЕХНОЛОГІЇ 4.0



#### §14. ВИСОКІ ТЕХНОЛОГІЇ

Кожна країна і будь-яке підприємство намагаються бути якомога конкурентоспроможними. Чи можливо мати конкурентні переваги, якщо не підвищувати рівень розвитку технологій?

Розроблені на основі новітніх наукових знань технології, які за своїм технологічним рівнем перевищують кращі вітчизняні та іноземні аналоги, називають *високими*. У літературі їх іноді ще називають *хай-тек* (від англ. high technology. Hi-Tech).

Високі технології — найбільш нові й прогресивні технології сучасності. Перехід до використання високих технологій і відповідної техніки є найважливішою ланкою науково-технічної революції (НТР).



До високих технологій зазвичай відносять нові технології в наукоємних галузях виробництва: мікроелектроніці, обчислювальній техніці, робототехніці, атомній енергетиці, літакобудуванні, космічній техніці, мікробіологічній промисловості та ін.

Крім того, до високих технологій належать:

- нанотехнології та нові матеріали;
- «чисті технології» (англ. Cleantech) і альтернативна енергетика (сонячна енергетика, воднева енергетика, технології енергозбереження);
- живі системи й біотехнології (генна інженерія, біохімія і біофізика, мікробіологічна промисловість).

У останні роки найрозвинутіші країни світу поряд з вже звичними і широко розповсюдженими (класичними) технологіями активно розвивають технології четвертої технологічної революції — технології 4.0.

Провідну роль у розвитку технологій четвертої технологічної революції (технології 4.0) відіграють технології «Індустрія 4.0». Саме завдяки технологіям Індустрії 4.0 забезпечуються найвищі темпи розвитку виробництва.



---

---

*Індустрія 4.0* (Industry 4.0) — наступний етап цифрової трансформації виробництва, що супроводжується прискореним впровадженням технологій, таких як промисловий інтернет речей, аналітика великих даних, штучний інтелект, нове покоління роботів, доповнена реальність тощо.

Застосування технологій Індустрії 4.0 призведе до кращої синергії нових технологій, зміни бізнес-моделей і значного прискорення інноваційного розвитку.

Важливо розрізнити терміни «Четверта технологічна революція» та «Індустрія 4.0» (Industry 4.0).

Перший визначає проникнення нових технологій 4.0 та їхній вплив на всю економіку й соціальну сферу — розумні міста, будинки, сільське господарство, енергетику, інфраструктурні об'єкти, фінанси, державне управління, охорону здоров'я, освіту тощо.

Індустрія 4.0 належить перш за все до сфери виробництва матеріальних продуктів.

П'ятірка пріоритетних напрямів розвитку технологій 4.0 у промисловості включає:

1. Предикативну аналітику (обробку великих даних).
2. Розумні, з'єднані між собою продукти.
3. Промисловий Інтернет речей (IIoT) та платформи IIoT.
4. Цифровий дизайн і симуляцію.
5. Нові матеріали.

Перелік пріоритетних технологій може варіюватись залежно від галузі. Наприклад, у машинобудуванні на перших місцях будуть цифровий дизайн, симулювання та адитивні технології (3D друк та ін.).

Більшість експертів у сфері світової Індустрії 4.0 єдині щодо розуміння таких її спільних характеристик.

1. Інтероперабельність: кіберфізичні системи дозволяють людям та розумним лініям (фабрикам) ефективніше з'єднуватись одне з одним.
2. Віртуалізація: у 4.0 можливо створювати віртуальні копії розумних фізичних об'єктів (масштабованих від окремих пристроїв чи машин до цілих заводів) і, відповідно, запускати різні механізми симуляцій, моделювання, а також оцінки реального стану.
3. Децентралізація: на відміну від високоцентралізованих підходів, у 3.0 і 4.0 кожна кіберфізична підсистема може приймати власні рішення та взаємодіяти з іншими найбільш оптимальним способом.
4. Реальний час: усі дані та їх аналітику можливо отримувати в реальному часі.



---

---

Ми щоденно отримуємо нову інформацію і її потік стрімко збільшується. Збір і ефективна обробка великих масивів накопиченої інформації за допомогою сучасних технологій значно полегшує пошук оптимальної стратегії розвитку виробництва в сучасних конкурентних умовах. Уміння аналізувати та обробляти великі дані — це можливість вплинути на сучасний розвиток світу та майбутнє людства.

Індустрія 4.0 має забезпечити провідну роль індустріальних інформаційних технологій, які в даний час змінюють промисловий сектор. Ця стратегія дозволить країнам створювати ефективні виробництва, бути конкурентоспроможними на світовому ринку і виплачувати високі заробітні плати.

Модель комунікації «машина-машина» перебудовує заводи на децентралізоване управління. Вбудоване програмне забезпечення направляє гнучкий потік виробництва розумного підприємства, дозволяючи робити комплексні продукти малих обсягів найбільш ефективним способом.

Нове покоління допоміжних промислових систем за допомогою доповненої реальності і мультимодальної взаємодії допоможе заводчанам працювати в умовах складного кіберфізичного виробництва і активізувати нові форми співпраці цифрових соціальних медіа.

Розвиток технологій привів до появи кіберфізичних систем (CPS), що об'єднали цифровий віртуальний світ і реальний. CPS-системи виробництва, складені з розумних машин і логістичних систем, дозволяють на основі ІКТ здійснювати інтеграцію для вертикально інтегрованих систем і мереж виробництва.

Кіберфізичні системи (CPS) підвищують продуктивність ресурсів, ефективність виробництва і зумовляють появу гнучкіших моделей організації праці. Компанії, які будуть використовувати CPS, матимуть явну перевагу при залученні кращих співробітників, оскільки вони можуть запропонувати кращі умови роботи.

Технологічне лідерство і спрямованість на області виробництва, автоматизації та програмного забезпечення на основі вбудованих систем, а також сильні промислові мережі закладуть наріжний камінь успіху проєкту «Індустрія 4.0».

*«Індустрія 4.0» — що це таке?*

Розумна промисловість, або «Індустрія 4.0», пов'язана з технологічною еволюцією від вбудованих до кіберфізичних систем (CPS). Простіше кажучи, це майбутня четверта промислова революція, що відкриває шлях до Інтернету речей, даних і послуг.

---

Децентралізований штучний інтелект допоможе створити розумні промислові мережі та налаштувати незалежний процес управління з взаємодією реального і віртуального світів, які представляють найважливіший новий аспект виробничого процесу.

Індустрія 4.0 представляє зрушення від централізованого виробництва до децентралізованого, який став можливий завдяки технічному прогресу, який перетворив звичну логіку промисловості. Простіше кажучи, це означає, що виробничі машини вже не просто «пропускають» продукт через себе автоматично — продукт взаємодіє з машиною, говорить їй, що потрібно робити.

Індустрія 4.0 з'єднує системні промислові технології і розумні виробничі процеси, щоб відкрити двері в нову технологічну еру.

Інформаційні та комунікаційні технології (ІКТ) становлять основу, на якій будуть будуватися всі інноваційні рішення майбутнього. Вбудовані системи і глобальні мережі (такі як Інтернет) — два основних двигуна технологічного прогресу в сфері ІКТ. Вбудовані системи вже грають центральну, хоча і непомітну роль в нашому житті.

Понад 98% усіх вироблених у світі процесів забезпечуються регуляторною, контрольною і відслідковуючою функціями пристроїв у всіх аспектах повсякденного життя. Вони є у всьому: наприклад, системи ABS і ESP в автомобілях, комунікаційних та інформаційних послугах в смартфонах і звичайних побутових пристроях. Вбудовані системи — це інтелектуальні центральні блоки управління при роботі більшості сучасних технологічних продуктів і пристроїв. Як правило, вони працюють в рамках встановленого діапазону застосувань як вбудовані в продукт пристрої, що опрацьовують інформацію. Вони з'єднані із зовнішнім світом за допомогою датчиків і виконавчих механізмів.

### *Що собою являють кіберфізичні системи?*

Кіберфізичні системи (CPS) є високоефективними технологіями, які об'єднують віртуальний і реальний світ для створення по-справжньому мережевого простору, в якому розумні об'єкти можуть спілкуватися і взаємодіяти один з одним. Кіберфізичні системи — наступний еволюційний крок від існуючих вбудованих систем. Вони можуть об'єднуватися з Інтернетом речей, даних і послуг для формування повноцінних кіберфізичних систем.

У той же час CPS забезпечують основу для створення Інтернету речей, даних і послуг, тим самим роблячи реалізацію «Індустрії 4.0» можливою. Це високоефективні технології, які завдяки інноваційним програмам і процесам здатні стерти межу між реальним і віртуальним світами. Як такі, вони обіцяють революціонізувати нашу взаємо-

---

дію з фізичним світом в тій же мірі, в якій Інтернет змінив особисте спілкування.

Взаємодія високопродуктивних вбудованих систем і спеціалізованих користувальницьких інтерфейсів, інтегрованих в цифрові мережі, відкриває абсолютно новий світ функціональних можливостей системи. Сучасні телефони є найбільш наочним прикладом цього, пропонуючи повний пакет додатків і послуг, які повністю переосмислює первісну функцію телефону. Кіберфізичні системи також представляють відірвану від сучасних бізнес-моделей парадигму, яка робить можливим виникнення революційно нових додатків і послуг.



**Мал. 32. Кіберфізична система  
автоматизованого виробництва**

Ті сектори економіки, які включають автоматизоване виробництво, економію енергії і, не в останню чергу, технологічність виробництва, будуть повністю перетворені в умовах нових моделей ланцюжка доданої вартості. Глобальні мегатренди, такі як глобалізація, урбанізація, демографічні зміни і трансформація енергії, є факторами, що трансформують технологічний імпульс для створення нових рішень в сучасному світі. В майбутньому кіберфізичні системи зроблять внесок у розвиток людської безпеки, продуктивності, комфорту і здоров'я способами, про які ми раніше і не могли мріяти. Таким чином, вони будуть відігравати центральну роль у вирішенні фундаментальних проблем, пов'язаних з демографічними змінами, нестачею природних ресурсів, стійкої мобільністю і змінами енергії.

Кіберфізичні системи є наступним етапом у будівництві розумних міст через створення Інтернету речей, даних і послуг.



---

---

Індустрія 4.0 стала приводом для дискусії в індустрії програмного забезпечення щодо того, чи зможе система планування ресурсів підприємства (ERP) або система управління виробництвом (MES) утвердитися як домінуюча система програмного забезпечення у виробничому середовищі? Одна з думок передбачає, що програмне забезпечення ERP буде прямо пов'язане з контролем системи управління на виробничому рівні, таким чином усуваючи потребу в даному програмному забезпеченні. Але з іншого боку, велика кількість людей вважає, що програмне забезпечення MES відмінно підходить для Індустрії 4.0. Але в дійсності відповідь не ясна, адже Індустрія 4.0 стане причиною значних змін в області програмного забезпечення для управління виробництвом. Однак через те, що функціональність традиційних ERP і MES залишається незамінною в управлінні виробництвом, мало ймовірно, що одна система програмного забезпечення буде замінювати іншу. Більш вірогідний сценарій — це все більша конвергенція двох цих систем, через яку лінія, що розділяє корпоративне IT і виробниче IT, стає розмитою. Цей сценарій відповідає суті міждисциплінарної інтеграції та різним етапам життєвого циклу продукту, передбаченим в Індустрії 4.0 (наприклад, ідея, розробка, виробництво, обслуговування, поступова відмова). Системи програмного забезпечення, що використовуються в Індустрії 4.0, повинні будуть вирішувати нові завдання, наприклад кореляцію даних, в результаті збільшення семантичної мережі, вивчення заяв і необхідності керувати більш великими і складними обсягами даних.

Четверта промислова революція — загальносвітова тенденція. Багато конкурентів визнали важливість використання Інтернету речей та послуг у виробничому середовищі і просувають його за допомогою ряду організаційних і фінансових заходів.

Індустрія 4.0 ставить завдання збільшення зв'язків та співпраці між різними партнерами на міжнародному рівні. Для реалізації «Індустрії 4.0» тісна мережа науки, промисловості і вищої освіти просто необхідна. Індустрію 4.0 будуть розглянуті і вирішені деякі глобальні проблеми наших днів, такі як брак ресурсів та енергоефективність, міське виробництво і демографічні зміни.

Індустрія 4.0 дасть нове покоління технологій автоматизації та виробничих систем. Метою компаній є досягнення позиції провідного постачальника на майбутньому ринку таких систем. Для іноземних компаній існує можливість отримати прибуток від технологічних досягнень «Індустрії 4.0», як і від ноу-хау високопродуктивних систем.

### *Чи є Індустрія 4.0 в Україні?*

Промисловість та інженерну культуру в Україні станом на початок XXI ст. можна охарактеризувати на рівні 2.0 або 3.0, залежно від галузі. Наприклад, сфера енергетики, генерації теплової та електричної енергії значно відстає від інших галузей за рівнем автоматизації. Це можна пояснити монопольним становищем цих підприємств у своїх регіонах. Натомість металургійні комбінати, а також підприємства авіа-космічної галузі мають більший потенціал для цифрової трансформації, адже вони є експортно-орієнтованими і знаходяться в стані жорсткої конкуренції на світовому ринку. Такі підприємства як Interpipe, ПАО «ФЕД», Мотор Січ мають стати локомотивами руху Industry 4.0 в Україні, бо в них в цьому є потреба і ресурси.

Що стосується інжинірингових компаній і системних інтеграторів в Україні, то людський потенціал, у вигляді випускників технічних вищих закладів освіти і кваліфікованих досвідчених спеціалістів, на сьогодні значно перевищує пропозиції української промисловості.



### **Словник термінів**

*Кіберфізичні системи (CPS)* — високоефективні технології, які об'єднують віртуальний і реальний світ для створення мережевого простору, в якому розумні об'єкти можуть спілкуватися та взаємодіяти один з одним.

*Предикативна аналітика* (прогнозна аналітика, від англ. predictive analytics) — клас методів аналізу даних, що забезпечують прогнозування майбутнього для прийняття оптимальних рішень.



### **Запитання та завдання**

1. Для чого потрібна предикативна аналітика?
2. В яких галузях застосовуються технології 4.0?
3. Наведіть приклади поширення технологій Індустрії 4.0?
4. Підготуйте презентацію про Індустрію 4.0.
5. Як впливає обробка великих масивів інформації на розвиток виробництва?
6. Запропонуйте проєкт із застосуванням технологій Індустрії 4.0.

## §16. ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ



Підключені до глобальної мережі «розумні» пристрої, які отримали назву «Інтернет речей» (Internet of Things, IoT), стають усе поширенішими у різних сферах життя. При цьому їх можливості отримувати і передавати важливі дані на далекі відстані та виконувати певні функції вже знайшли як цивільне, так і військове застосування.

*Інтернет речей* є глобальною мережею підключених до Інтернету фізичних пристроїв (речей), які оснащені сенсорами, давачами і модулями передачі інформації. Вони пов'язуються і управляються за допомогою підключення до центрів контролю, управління та обробки даних.



Інтернет речей надає можливість здійснювати багато процесів без безпосередньої участі людини і здатний кардинально втрутитись у розвиток суспільства і глобальної економіки.

Термін «Інтернет речей» (IP) вперше був введений Кевіном Ештоном у 1999 році, щоб описати систему, в якій фізичні об'єкти могли бути пов'язані з давачами і мережею Інтернет. Він увів цей термін, щоб проілюструвати можливості радіочастотної ідентифікації в системах поставок і обліку товарів без втручання людини.

Інтернет речей став популярним терміном для опису сценаріїв, у яких інтернет з'єднання та обчислювальна здатність поширюються на безліч об'єктів, пристроїв, давачів і повсякденних об'єктів.

Основною концепцією IP є можливість підключення всіяких об'єктів (речей), які людина може використовувати в повсякденному житті, наприклад, холодильник, кондиціонер, автомобіль, велосипед і навіть взуття. Всі ці об'єкти (речі) повинні бути оснащені вбудованими давачами або сенсорами, які мають можливість обробляти інформацію, що надходить з навколишнього середовища, обмінюватися нею і виконувати різні дії в залежності від отриманої інформації. Прикладом впровадження такої концепції є система «розумний будинок» або «розумна ферма». Ця система аналізує дані навколишнього середовища і в залежності від показників регулює температуру в приміщенні. У зимовий період регулюються інтенсивність опалення, а в разі спекотної погоди будинок має

---

механізми відкриття і закривання вікон, завдяки чому провітрюється будинок, і все це відбувається без втручання людини.

Для об'єднання повсякденних речей у мережу потрібні декілька технологій:

1. Для ідентифікації кожного об'єкта потрібна проста, компактна технологія. Тільки при наявності системи унікальної ідентифікації можна збирати та накопичувати інформацію про певний предмет. Такий функціонал можна забезпечити за допомогою мікросхем RFID (*Radio-Frequency IDentification*). Вони здатні без власного джерела струму передавати інформацію приладам зчитування. Кожна мікросхема має індивідуальний номер. Як альтернатива до даної технології для ідентифікації об'єктів можуть використовуватись QR-коди. Для визначення точного місця знаходження речі підійде технологія GPS, яка ефективно використовується у смартфонах та навігаторах.
2. Для відслідковування змін у стані елементу чи оточуючого середовища об'єкти повинні оснащуватися сенсорами.
3. Для обробки та накопичення даних з сенсорів повинен використовуватися вбудований комп'ютер.
4. Для обміну інформацією між пристроями можуть бути використані технології бездротових мереж (Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, 6 LoWPAN).
5. Інтеграція з Інтернетом має передбачати, що пристрої будуть використовувати IP-адресу як унікальний ідентифікатор. Проте, через обмежені адресні простори в IP v4 (що дозволяє використовувати 4,3 мільярда унікальних адрес), об'єктам IP доведеться використовувати IP v6, який забезпечує унікальними адресами мережевого рівня не менше 300 млн пристроїв на одного жителя Землі. Об'єктами в IP будуть не тільки пристрої із сенсорними можливостями, але також пристрої, які можуть виконувати певні дії. Значною мірою, майбутнє інтернету речей не буде можливим без підтримки IP v6, отже, глобальне впровадження IP v6 у найближчі роки буде мати вирішальне значення для успішного розвитку IP в майбутньому.

Для бездротової передачі даних особливо важливу роль в побудові інтернету речей відіграють такі характеристики, як ефективність, відмовостійкість, адаптивність, можливість самоорганізації. Основне зацікавлення в цьому сенсі представляє стандарт *IEEE 802.15.4*, що управляє доступом для організації енергоефективних персональних мереж, і є основою для таких протоколів, як Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, *Bluetooth*, *6LoWPAN*.

ZigBee — це комунікаційна технологія, заснована на протоколі *IEEE 802.15.4* для реалізації низькошвидкісних бездротових приватних ме-

---

---

реж. Володіє такими характеристиками, як низьке енергоспоживання, низька швидкість передачі даних, низька вартість і висока пропускна здатність. В даний час використовується в основному при передаванні інформації між різними речами електронного обладнання, які знаходяться в межах короткої відстані і швидкості передачі даних не дуже висока. Це, в основному периферійні пристрої і побутова електроніка, а також пристрої промислового управління і засоби автоматизації).

Серед провідних технологій важливу роль у розповсюдженні інтернету речей відіграють рішення *PLC* — технології побудови мереж передачі даних по лініях електропередач, оскільки у багатьох додатках присутній доступ до електромереж (наприклад, торгові автомати, банкомати, інтелектуальні лічильники, контролери освітлення спочатку підключені до мережі електропостачання). *6LoWPAN*, який реалізує шар *IPv6* як над *IEEE 802.15.4*, так і над *PLC*, будучи відкритим протоколом, стандартизованих *IETF*, відзначається як особливо важливий для розвитку інтернету речей.

За прогнозами аналітиків у найближчі роки очікується справжній бум інтернету речей. Так, вже 2020 року кількість підключених до всесвітньої мережі пристроїв становитиме 26 мільярдів, а дохід від продажу устаткування та послуг становитиме 1,9 трлн дол.

Тепер IoT — це вже не просто об'єднані провідними чи мобільними каналами зв'язку мережі «розумних» приладів, а ще й людина, яка з ними спілкується.

Використання можливостей, які надає Інтернет речей, трансформує не лише особисті чи соціальні аспекти життя, але й вплинуло на більшість сфер бізнесу та економіки. У світі 75 % компаній впроваджують технологічні рішення з використанням IoT, в пріоритеті — електроніка, транспорт, системи управління, логістика, фінанси та військова сфера.

Сьогодні вже мало кого дивує «розумний будинок», в якому за допомогою звичайного смартфона можна управляти побутовою технікою і тепло —, воду — та електропостачанням. Для багатьох стали звичними дистанційний запуск авто, GPS-навігатори, Smart-TV, смарт-окуляри. Навколо нас достатньо прикладів, щоб розуміти, наскільки Інтернет речей увійшов у побут і різні галузі економіки. Серед можливостей «розумних» пристроїв — моніторинг метеорологічних умов, сейсмічної небезпеки, стану атмосфери та води.

Слід зазначити, що впровадженню ще більших можливостей IoT сприятиме перехід на новий стандарт мобільного зв'язку 5G. Це дозволить зменшити затримки з'єднання між пристроями та одночасно підтримувати величезну кількість підключень, продовжити службу «розумних»



---

пристроїв до 10 років, а також домогтися неймовірних за нинішніми мірками швидкостей мобільної передачі даних.

Військова галузь також не залишилася осторонь глобальних процесів, які пов'язані з масовою «діджиталізацією» та трансформацією відносин між людиною та приладами. Технологічні новинки найперше застосовуються для зміцнення обороноздатності країни.

Технологічним трендом останнього десятиліття в арміях багатьох країн, свого роду показником сучасності збройних сил, стало використання концепції IoT. При цьому літальними, або наземними безпілотними апаратами і роботизованими бойовими машинами сьогодні вже важко здивувати. По мірі появи нових технологій спектр завдань і можливостей військових «розумних пристроїв» розширюється швидкими темпами, починаючи від рішення складних задач виявлення противника, і закінчуючи моніторингом фізичного стану кожного військовослужбовця.

Сьогоднішні технічні можливості виявлення супротивника і наявність високоточного озброєння змушують до високої мобільності та швидкого прийняття рішень. Це можливо лише за умови оперативного отримання інформації з різних джерел в режимі реального часу усіма задіяними в операції підрозділами. Одним із способів вирішення цієї проблеми стало застосування рішень на базі концепції IoT, які отримали назву Інтернет бойових речей (Internet of Battle Things, IoBT).

Наразі IoT-технології вже використовуються для моніторингу поточної ситуації на місці бою, у логістичній підтримці, медичному забезпеченні військ. Також IoT-пристрої знайшли широке використання в різних навчальних і тренінгових програмах у режимі віртуального бою.

Для України, яка вимушена протидіяти високотехнологічному агресору, впровадження у практику Інтернету бойових речей є дуже актуальною. В умовах високотехнологічного протиборства перевагу отримує той, хто краще оснащений та використовує у повсякденні практиці передові високотехнологічні речі.

В українському війську вже використовуються окремі елементи зі сфери Інтернету бойових речей; «Військових планшети», навігаційні GPS-пристрої, засоби безпроводної комунікації, безпілотні літальні апарати. І в подальшому тема Інтернету речей буде залишатись вкрай актуальною і такою, над якою повинен буде цілеспрямовано працювати оборонно-промисловий комплекс України.

Отже, здається те майбутнє, яке описували письменники-фантасти, а потім і режисери блокбастерів про «зоряні війни», насправді вже стало і вимагає освоєння нових технологій.



## Словник термінів

*Інтернет речей* (англ. *Internet of Things, IoT*) — концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані давачі, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами, за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. Мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через дротові чи бездротові мережі. Ці взаємопов'язані пристрої мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють виключити необхідність участі людини, за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів.

*Безпека інтернету речей* — (англ. *Internet of Everything, IoE*) — всеохопний, або всеосяжний інтернет.

*WiFi* — локальна бездротова технологія, яка використовує 2,4 ГГц надвисокої частоти або 5 ГГц супер-високочастотної радіохвилі. Ця технологія підходить для передавання великих обсягів даних по бездротовій мережі між пристроями, але вимагає багато енергії для роботи і має невеликий рівень пропускнуої здатності даних. При використанні цієї технології потрібно регулярно замінювати батареї у всіх пристроях.

*Bluetooth* — це бездротова технологія, яка використовується для передачі даних в персональних мережах. Він передає дані по смузі частот від 2,4 до 2,485 ГГц і працює на коротших відстанях, ніж *Wi-Fi*. Ви можете синхронізувати пару пристроїв, таких як телефони, навушники, колонки, комп'ютери і багато іншого. З розвитком *Bluetooth v4.0* з'явилася можливість реалізувати функцію низького енергоспоживання і збільшений радіус дії до декількох десятків метрів.

*Діджиталізація* — переведення інформації в цифрову форму.



## Запитання та завдання

1. Для чого потрібен Інтернет речей?
2. Які складові Інтернету речей?
3. Наведіть приклади застосування Інтернету речей.
4. Підготуйте презентацію про Інтернет речей.
5. Які технології потрібні для об'єднання повсякденних речей у мережу?
6. Запропонуйте проєкт із застосуванням технологій Інтернету речей.

---

---

## §17. ТЕХНОЛОГІЇ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА

Однією з ключових технологій індустрії 4.0 є адитивне виробництво.

Адитивне виробництво забезпечує створення монолітних тривимірних об'єктів практично будь-якої геометричної форми на основі цифрової моделі.

За допомогою адитивного виробництва вирішуються проблеми:

- візуалізації та аналізу концепцій та ідей;
- проектування, розробки прототипу або моделі;
- макетування і прототипування;
- створення майстер-моделей для промислового лиття;
- зворотного (реверсного) проектування;
- функціонального тестування і випробувань;
- добору потрібної форми, кольору, ергономіки, перевірки збирання;
- виробництва готової продукції;
- створення предметів і об'єктів мистецтва;
- виготовленн імплантів, протезів і медичних навчальних посібників.

3D-друк базується на концепції побудови об'єкта шляхом послідовного нанесення шарів матеріалу, які повторюють контур моделі.

Фактично, 3D-друк є протилежністю отримання виробів шляхом поширеного процесу різання, під час якого формування деталі відбувається за рахунок видалення зайвого матеріалу.

Вже розроблено і використовуються такі методи 3D-друку:

1. Екструдкування — вичавлювання розплавленого матеріалу.
2. Фотополімеризація — затвердіння полімеру ультрафіолетовим або лазерним випромінюванням.
3. Друк методом спікання і плавлення матеріалів.
4. Ламінування — склеювання шарів матеріалу з подальшим вирізанням.

Застосування адитивних технологій надає такі переваги:

- безвідходне виробництво;
- зміна форми або ускладнення конструкції без додаткових фінансових витрат;
- мінімальний час на освоєння нової продукції;
- широкі можливості у створенні нових форм;
- компактне, мобільне виробництво;
- точне копіювання фізичних тіл;
- відсутність технологічних складових в моделі.

В Україні адитивні технології вже застосовуються у проектуванні й виготовленні нових споруд та виробів.

Безвідходне виробництво можливе також за допомогою застосування й інших технологій. Наприклад, безвідходне виробництво досягається під час виготовлення пластмасових та скляних виробів. Так, наприклад, на склозаводі «Ветропак» нові скляні вироби проектуються у форматі 3-D.



Мал.33. 3-D моделювання виробів зі скла



### Словник термінів

*Адитивне виробництво* (Additive manufacturing або 3D) — процес виготовлення фізичних об'єктів за допомогою 3D-моделювання та друку.



### Запитання та завдання

1. Які технології відносяться до Індустрії 4.0?
2. В яких галузях застосовуються технології 4.0?
3. Наведіть приклади поширення технологій Індустрії 4.0?
4. Підготуйте презентацію про Індустрію 4.0.
5. Запропонуйте проєкт із застосуванням технологій Індустрії 4.0.

**Лабораторна робота:** Використання адитивних технологій у сучасному виробництві.

---

*Мета:* ознайомитись з основними поняттями та термінами; ознайомитись з методами 3D-друку та можливостями їх використання.

Аддитивні технології виробництва надають можливість створювати монолітні тривимірні об'єкти практично будь-якої геометричної форми на основі цифрової моделі. 3D-друк базується на концепції побудови об'єкта шляхом послідовного нанесення шарів матеріалу, які повторюють контур моделі. Фактично, 3D-друк є протилежністю отримання виробів шляхом різання, де формування деталі відбувається за рахунок видалення зайвого матеріалу. Прогляньте для прикладу відео про 3D-друк.

Найчастіше 3D-друк використовується для:

- проектування, розробки прототипу або моделі;
- зворотного (реверсного) проектування;
- візуалізації та аналізу концепцій та ідей;
- функціонального тестування і випробувань;
- перевірки збирання, форми, кольору, ергономіки;
- створення кінцевої продукції;
- макетування і прототипування;
- створення предметів і об'єктів мистецтва;
- створення майстер-моделей для промислового лиття;
- створення імплантів, протезів і медичних навчальних посібників.
- Використання аддитивних технологій в ливарному виробництві Шприцьльне постачання ліків;
- молекулярна візуалізація;
- косметика;
- створення нових лікарських засобів;
- методи діагностики;
- хірургія, в тому числі трансплантація тканин та органів;
- тканинна інженерія;
- харчові технології;
- геноміка і протеоміка;
- молекулярні біосенсори.

Нанотехнології відносяться до високих технологій. У них застосовуються знання таких наук як колоїдна фізика, колоїдна хімія, молекулярна біологія, мікроелектроніка.

Розвиток нанотехнологій — одна з головних умов створення сучасних наукоємних і конкурентоздатних на світовому ринку виробництв та потрібної людям високоякісної продукції.



## Словник термінів

*Нанонауки* — це міждисциплінарна область фундаментальної та прикладної науки, в якій вивчаються закономірності фізичних і хімічних систем протяжністю порядку декількох нанометрів або часток нанометра. Нанонауки охоплюють дослідження і технологію колоїдних систем, колоїдна хімія, колоїдну фізика, молекулярна біологія, мікроелектроніку.

*Колоїд* — речовина, що складається з дуже маленьких часток матерії (дисперсна фаза), які присутні в іншому матеріалі.

*Колоїдні системи* — проміжний стан між справжніми розчинами й грубо-дисперсійними системами, що складається з частинок від 1 до 1000 нм, рівномірно розподілених в однорідному середовищі або фізично однорідні системи, що містять макромолекули як один з компонентів. До колоїдних систем відносяться: хмари, кров людини, молекули ДНК і білків. До них також належать аерозолі, гелі, міцелярні розчини, латекси, транзистори, з яких складаються мікропроцесори. Поведінка таких систем дуже відрізняється від поведінки істинних розчинів і сплавів та від об'єктів макросвіту завдяки високорозвиненій поверхні. Як правило такі ефекти починають відігравати значну роль тоді, коли розмір частинок лежить у діапазоні 1-100 нанометрів, звідси прийшло заміщення слова колоїдні науки на нанонауки і нанотехнології.

*Вуглецеві нанотрубки* — протяжні циліндричні структури діаметром від одного до декількох десятків нанометрів і завдовжки до декількох сантиметрів, що складаються з однієї або декількох згорнутих в трубку гексагональних графітових площин (графену) і зазвичай закінчуються напівсферичної голівкою.

*Графен* — моношар атомів вуглецю. Перспективний матеріал, який замінить кремній в інтегральних мікросхемах.

*Фулерени* — молекулярні сполуки, що належать класу аллотропних форм вуглецю (інші — алмаз, карбін, графіт), які мають форму опуклих замкнених багатогранників, складених з парного числа трьохкоординуваних атомів вуглецю.



## Запитання та завдання

1. Що називають нанотехнологіями?
2. Наведіть приклади застосування нанотехнологій у повсякденному житті.
3. Які переваги надає застосування нанотехнологій у створенні нових матеріалів?



4. Як може застосування нанотехнологій вплинути на екологію?
5. Які напрямки розвитку нанотехнологій є перспективними?

## Проект «Безпека застосування нанотехнологій у виробничій діяльності»

Застосування нанотехнологій у деяких сферах життєдіяльності людей викликає занепокоєння громадськості через побоювання щодо поширення неконтрольованих процесів.

Підготуйте освітній проект, спрямований на роз'яснення безпеки нанотехнологій у виробничій діяльності та їх подальшу популяризацію.

### §18. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Із кожним роком дедалі більше робіт на виробництві й у побуті виконують автоматичні пристрої та машини. Автоматизація технологічних процесів надає можливість полегшити працю людей, зробити середовище нашого життя комфортнішим і безпечнішим.

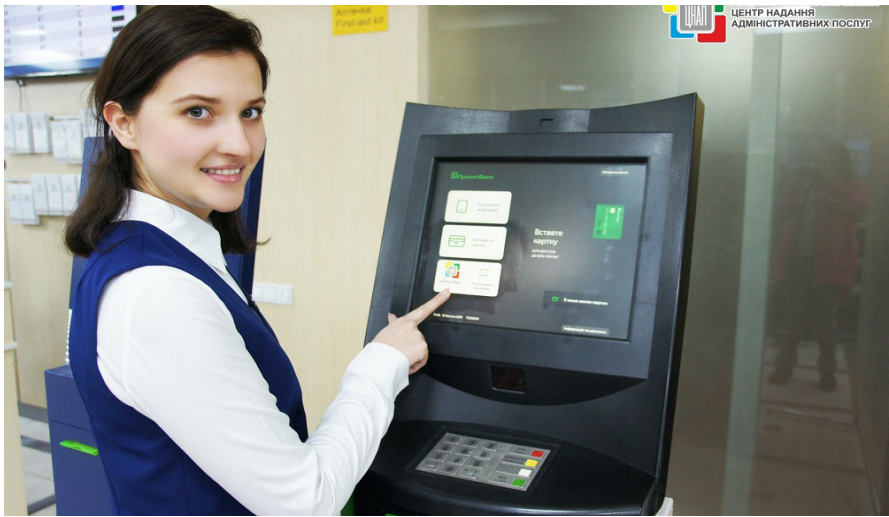
Автоматичними пристроями, машинами-автоматами й автоматичними системами користується і ви, іноді навіть не здогадуючись про це. Уважно розгляньте нижче наведені ілюстрації, подумайте й назвіть уже відомі вам автоматичні пристрої та інші засоби автоматизації.



Мал. 35. Автоматичні пристрої та інші засоби автоматизації

*Автоматизація* характеризується звільненням людини не тільки від затрат мускульної енергії для виконання рухів, а й від оперативного керування відповідними пристроями, машинами і процесами.

В автоматизованих виробництвах та у сфері послуг працю людей заступають різноманітні засоби автоматизації: *машини-автомати, автоматизовані та автоматичні лінії, термінали, комп'ютери, промислові роботи та ін.*



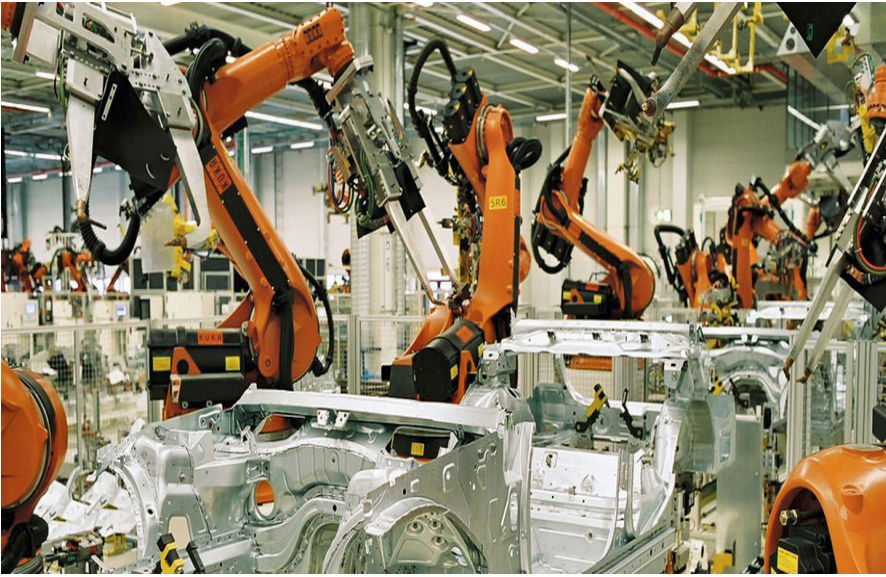
**Мал. 36. Автоматизація банківських операцій**

за допомогою платіжних терміналів

Автоматизовані системи широко упроваджують у таких галузях, як металургія, автомобільна, хімічна, нафтова, харчова, ювелірна промисловість, та інших видах діяльності, що пов'язані з багатоступеневим процесом виробництва й потребують великої концентрації уваги працівників, або можуть бути шкідливими для життя і здоров'я працівників.



**Мал. 37. Використання робота для виконання зварювальних робіт**



**Мал. 38. Автоматизоване виробництво  
на промисловому підприємстві**

У сучасному агропромисловому виробництві автоматичні пристрої використовуються для різних сільськогосподарських робіт: висаджування рослин, поливання сільськогосподарських культур, збирання, сортування, переробки та пакування продукції.

У останній час автоматизовані системи і робототехніка усе ширше застосовуються в охороні здоров'я для діагностики інфекційних захворювань і лікування людей.

Усі автоматичні пристрої залежно від їх призначення можна поділити на чотири групи:

1. пристрої автоматичного контролю;
2. пристрої автоматичного керування;
3. пристрої автоматичного регулювання;
4. пристрої автоматичного захисту.

Групи автоматичних Пристроїв	Сутність роботи автоматичних пристроїв	Приклади застосування
Пристрої автоматичного контролю	Здійснення контролю методами порівняння отриманого значення із заданим.	Автомати, що здійснюють контроль температури, напруги, частоти, швидкості руху, тиску, об'єму тощо.
Пристрої автоматичного керування	Керування процесом за заздалегідь розробленою програмою.	Пристрої для автоматичного поливання газонів, квітників, садів тощо.
Пристрої автоматичного регулювання	Підтримання заданого режиму праці.	Блок автоматичного регулювання напруги автоматично підтримує напругу в установлених межах.
Пристрої автоматичного захисту	Вимикання пристрою або всієї системи у разі відхилення певного параметра.	Автоматичні запобіжники, які встановлюють на електричних щитах.

Автоматизація змінює взаємодію людей з машинами: праця стає змістовнішою, проте й складнішою. Основні обов'язки працівника тепер полягають у технічному обслуговуванні машин-автоматів та інтелектуальній діяльності. Тому людина вивільняється не лише від важкої ручної праці, а й від напруженої, монотонної і нетворчої роботи.

В умовах зростання конкуренції автоматизація виробництва надає підприємствам, що застосовують автоматичні пристрої, машини-автомати, автоматизовані лінії, автоматизовані системи та роботи такі конкурентні переваги:





## Словник термінів

*Автомат* — пристрій, машина, апарат або прилад, що діє без участі людини.

*Автоматика* — (от грецького αὐτόματος — самодіючий) — галузь науки і техніки, яка розробляє технічні засоби і методи для здійснення технологічних процесів без участі людини.

*Автоматична лінія* — це сукупність технологічного обладнання, встановленого відповідно до послідовності технологічних процесів і оснащеного автоматичними завантажувально-розвантажувальними пристроями і загальною системою управління або кількома взаємопов'язаними системами управління в поєднанні з автоматичним транспортуванням.

*Робот* — повністю автоматизована машина, призначена для заміни людини у виконанні робіт.



### Запитання та завдання

1. Для чого потрібні автоматичні пристрої?
2. Які автоматичні процеси вам відомі?
3. Чим відрізняється автоматичний пристрій від машини-автомата?
4. На які групи можна поділити автоматичні пристрої залежно від їх призначення?
5. До якої групи пристроїв можна віднести камери для автоматичної фіксації швидкості дорожнього руху?
6. Наведіть приклади пристроїв для автоматичного регулювання технологічних процесів.
7. Які конкурентні переваги надає автоматизація виробництва?
8. Порівняйте, чим відрізняється робот від автоматичного пристрою?

## §19. ПРОЄКТУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Найперше питання, що постає під час проєктування: з чого розпочати? Проєктування автоматичних пристроїв, як і підготовка проєкту будь-якого виробу, розпочинається із визначення його призначення. При цьому важливо, яке завдання зможе виконувати пристрій без участі людини.

А чи знаєте ви, який автоматичний пристрій було створено вперше?

Вважається, що першим автоматом була пастка на звіра. Вона могла спрацювати за відсутності людини.



---

Відомо також, що ще давньогрецький філософ Платон, який жив у 427-347 рр. до н.е., збирав своїх учнів автоматичним сигналом. У саду академії було встановлено статую з флейтою в руках. У призначений час інструмент подавав голос, що сповіщав про початок заняття. Флейта статуї за допомогою трубки з'єднувалась із водяним годинником. Коли повітря ставало достатньо, щоб відкрити клапан, воно надходило до трубки і флейта подавала голос.

Сучасні автоматичні пристрої, машини-автомати та автоматичні системи складаються і функціонують за допомогою *елементів автоматики*.

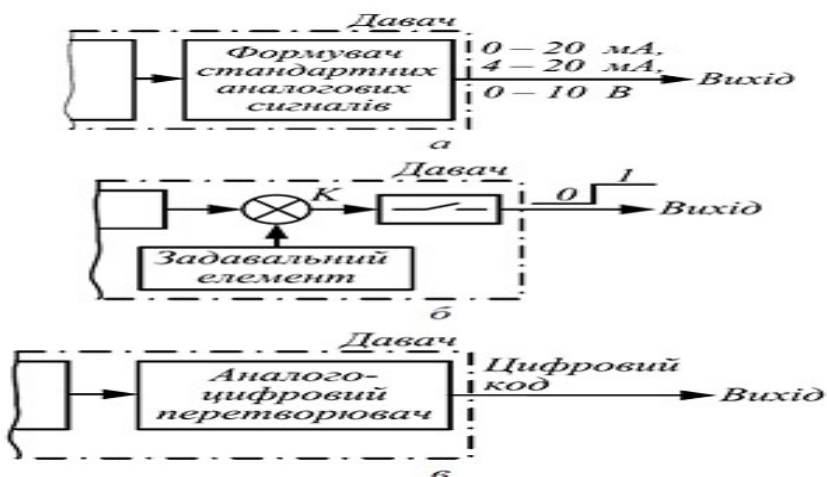
*Елементи автоматики* — це блоки автоматичної системи керування, кожен із яких має своє призначення і забезпечує виконання певних процесів без участі людини.

Елементи автоматики можуть, наприклад, забезпечувати: передавання сигналів для автоматичного ввімкнення чи вимкнення освітлення, сигналізації, відкривання або закривання водопровідного крана, виконання технологічних операцій з оброблення деталей майбутнього виробу тощо.

Для сприйняття, вимірювання, сигналізації, регулювання та керування приладами і автоматичними процесами використовуються *давачі* (датчики). Вони перетворюють величину, яку необхідно контролювати (переміщення, тиск, температура, витрата, електрична напруга тощо) у сигнал, зручний для вимірювання (електричний, оптичний, ультразвуковий, пневматичний).

Давач — чутливий елемент, який перетворює параметри середовища у придатний для технічного використання сигнал. Це може бути також виріб, що містить чутливий елемент, у склад якого, залежно від потреби, входять проміжні вимірювальні перетворювачі для вироблення електричного сигналу, зручного для передачі, подальшого перетворення та інтеграції в системи керування. У першому випадку давач — це електронний пристрій, наприклад, терморезистор, фотодіод тощо, який використовують для створення більш складних електронних приладів. У другому випадку — це прилад, який під'єднують з одним із відомих інтерфейсів до автоматичної системи керування чи реєстрації. У такому разі чутливий елемент давача сам по собі може називатись сенсором (від лат. *sensorium* — орган чуття).





Мал.39. Схема давача

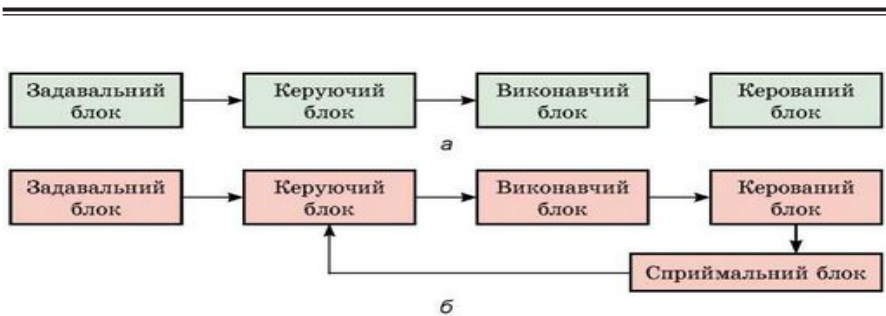
Вихідними сигналами давача можуть бути стандартні аналогові сигнали струму чи напруги, дискретний сигнал або цифровий двійковий код. Цей набір характеристик називають форматом вихідного сигналу. Отож, кожен давач характеризується набором вхідних параметрів, які можуть бути будь-якої фізичної природи та набором вихідних взаємозв'язаних електричних параметрів (сила струму, напруга, опір тощо).

Історично і логічно давачі, сенсори тісно пов'язані з вимірюванням та різними приладами: термометрами, гігрометрами, спідометри, витратомірами та ін.

Якщо давачі та сенсори перетворюють фізичні величини, що характеризують об'єкт керування, в електричний сигнал, то виконавчі пристрої здійснюють обернену дію, перетворюють сигнал системи керування у фізичну величину, що змінює перебіг технологічного процесу чи рух у потрібному напрямі.

Інструмент, механізм чи машина, якими керує елемент автоматики називається *керованим об'єктом*. За такого керування технологічним процесом керівний блок і об'єкт керування (керований блок) утворюють *автоматичну систему керування* (АСК).

За принципом дії автоматичні системи керування поділяються на системи з розімкнутим та замкнутим колом впливу (мал.)



**Мал.40. Автоматичні системи керування:**  
**а – з розімкнутим колом впливу; б –**  
**із замкнутим колом впливу.**

В автоматичних системах із *розімкнутим колом впливу* вхідними є тільки зовнішні дії керівного пристрою. Ці дії визначені не залежать від стану керованого об'єкта або процесу. Автоматичні системи із розімкнутим колом впливу використовують лише для керування простими процесами, які відбуваються в одних і тих самих умовах і у визначеному порядку.

Якщо умови чи послідовність виконання технологічного процесу змінюються, засосовується автоматична система із *замкнутим колом впливу*.

*Автоматичною системою із замкнутим колом впливу* називають таку, в якій вхідними для керуючого пристрою є як зовнішні, так і внутрішні (контрольні) дії. Так, наприклад, в замкнутій системі автоматичної системи регулювання сигнали для здійснення керівних дій виробляються внаслідок порівняння справжнього значення певного параметру з наперед заданим його значенням. Пристрій, що виконує функцію регулювання, називається *автоматичним регулятором*.

Автоматичні системи керування класифікують за *принципом керування об'єктом* або технологічним процесом та *керівного впливу* на них. У залежності від керівного впливу на об'єкт АСК переділяються на *стабілізаційні, програмні і слідкуючі*.

*Стабілізаційна автоматична система* підтримує керовану величину постійною. Наприклад, підтримування на заданому значенні температури в будинку, автомобілі, цеху підприємства.

*Програмна автоматична система* змінює керовану величину відповідно до раніше заданої послідовності змін у часі. Наприклад, зміна температури і вологості повітря в приміщенні відповідно до заданих режимів. Програма може задаватись комп'ютерною програмою, термометром, гігрометром, іншими засобами.

---

*Слідкуюча автоматична система* змінює керовану величину залежно від значення системи. Така система має здатність слідкувати за змінами, які відбуваються в якому-небудь процесі. Наприклад, зміна діаметра оброблюваної деталі, її довжини тощо.

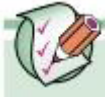
Системи автоматичного керування широко застосовують у всіх галузях промисловості не тільки для керування верстатами, а й для контролю якості оброблення деталей, їх сортування тощо.

Прикладом розімкнутого кола впливу є *автоматичні лінії*, які в певній послідовності, автоматично, без участі людини виконують технологічні операції. Кожен верстат, виконавши певну технологічну операцію, передає деталі іншому верстату за допомоги автоматичного пристрою. Керування автоматичною лінією, а також контроль усіх технологічних операцій здійснюється з пульта керування. Проте в разі будь-якої неполадки на автоматичній лінії вимагатиметься припинення технологічного процесу і втручання людини. Наприклад, якщо виникне поломка верстата оператор технологічної лінії отримає сигнал про збій у роботі керованого об'єкта (верстата). У цьому випадку розмикається коло технологічного процесу. З пульта керування оператор автоматичної лінії повідомляє про поломку верстата наладнику, який здійснює налагодження та ремонт технологічних машин.

Для автоматичної заміни інструментів, усунення інших неполадок, налагодження технологічних процесів вже сконструйовано також такі автомати, у яких зазначені проблеми вирішуються автоматичними пристроями. Вони без втручання людини можуть замінити інструмент, що вийшов з ладу, на інший, переналагодити автоматичне виконання певного технологічного процесу тощо. Тобто, сприймальний блок зафіксує певну неполадку, вибере автоматично рішення, подасть відповідну команду на керівний блок, який виконає певні дії для усунення неполадок. Такі автомати називаються *автоматами з числовим програмним управлінням*.

Ще більш досконалими є *гнучкі виробничі системи*, що забезпечують універсальність і можливість швидкого переналагодження виробництва для виготовлення нової продукції, виконання інших технологічних операцій.

Робота будь-якого автомата залежить від програми — певної послідовності дій, яку задає людина. Програма роботи автоматичного механізму, пристрою чи машини-автомата може бути закладена в їх конструкцію як у механічних годинниках, терморегуляторах прасок, запобіжниках і автоматичних вимикачах електричного струму, або ж вводитися ззовні за допомоги носіїв інформації.



## СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

*Автоматична лінія* — сукупність машин-автоматів, які в певній послідовності, автоматично, без участі людини виконують технологічні операції.

*Слідкувальна система* — сукупність пристроїв, що забезпечують стеження за перебігом певної технологічної операції.

*Стабілізувальна система* — система, що забезпечує незмінність певних процесів.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. З чого розпочинається проектування автоматичних пристроїв?
2. Наведіть приклади перших автоматичних пристроїв і поясніть, як вони працювали.
3. Для чого застосовуються елементи автоматики?
4. Чим відрізняється автоматична система керування з розімкнутим колом впливу від автоматичної системи із замкнутим колом впливу?
5. Які завдання виконують стабілізаційна, програмна та слідкуюча АСК.

#### **Практична робота**

Складання електричних схем та підключення давачів, запобіжників, сигналізації, інших автоматичних пристроїв у процесі виконання проєктів «Розумна майстерня», «Розумний автомобіль», «Безпечний і розумний дім» «Безпечна і розумна школа» та ін.

## §20. РОБОТОТЕХНІКА

Найвищий рівень автоматизації виробничих процесів можна досягти за допомогою робототехніки, яка спроможна замінити людину у виконанні небезпечних, виснажливих або шкідливих для її здоров'я робіт.

*Робототехніка* — сукупність техніки (машин, устаткування, агрегатів тощо), яка оснащена робототехнічними пристроями або функціонує спільно з роботами в єдиному технологічному процесі.

Термін «робот» (від спільного для слов'янських мов слова «робота») на позначення механічних людей уперше вжив чеський письменник Карел Чапек у п'єсі «R.U.R.» на початку ХХ ст.

---

У 1495 р. Леонардо да Вінчі сформулював ідею «механічної людини», інакше кажучи — робота. За задумом майстра, цей пристрій мав являти собою манекен у лицарських обладунках, здатний відтворювати кілька людських рухів.

Перший механічний пристрій, віддалено схожий на запропонований да Вінчі, сконструював французький механік Жак Вокансон у 1738 р.

Американський письменник-фантаст Айзек Азімов (1920-1992) у своєму оповіданні «Я, робот» (1941 рік) сформулював три закони робототехніки — обов'язкові «правила поведінки» для роботів:

1. Робот не може заподіяти шкоду людині або своєю бездіяльністю дозволити, щоб людині було заподіяно шкоду.
2. Робот повинен підкорятися наказам людини, окрім тих, які суперечать першому пункту.
3. Робот повинен захищати самого себе, якщо тільки його дії не суперечать першому і другому пунктам.

Письменник вигадав особливу професію робопсихолога — спеціаліста, який на основі трьох законів робототехніки інтерпретує поведінку роботів. Айзеку Азімову також належить термін «робототехніка» (англ. Robotics), який переріс сферу наукової фантастики й увійшов у реальне життя.

Зважаючи на тенденції в розвитку робототехніки, наприкінці свого життя в романах із циклу «Заснування» Азімов запровадив четвертий, або нульовий закон робототехніки: «Робот не може заподіяти своїми діями чи бездіяльністю шкоду людству».

Сучасне виробництво неможливе без робототехніки, яка спроможна замінити людину у виконанні виснажливих або шкідливих для її здоров'я операцій.

Тепер у робототехніці розвивається чимало напрямів:

- сенсорна технологія — створення та використання штучних органів відчуття для роботів;
- розділ штучного інтелекту та інформатики — навчання роботів елементам розумової діяльності людини;
- механіка — розробка механічних маніпуляторів;
- промислова робототехніка, або робототехнологія, — конструювання маніпуляторів.

Пошук нових технологій виконання важких, монотонних, шкідливих для організму людини робіт привів до створення промислових роботів, які можуть відтворювати деякі рухові функції людини під час виконання допоміжних і основних виробничих операцій без її безпосереднього втручання.

---

Незважаючи на різноманітність конструкцій, у промислових роботах можна вирізнити кілька основних функціональних елементів. Основа, за допомоги якої промисловий робот жорстко встановлюється поблизу основного технологічного устаткування, кріпиться на станині цього устаткування або переміщається по напрямних уздовж устаткування, яке обслуговується роботом.

У корпусі монтується приводи робочих органів. Корпус зв'язує всі органи робота, визначає компонову, габаритні розміри та його функціональні можливості.

Для налагоджувальних переміщень робочого органу робота він оснащується керівним пристроєм, який формує і видає керуючі дії (команди) виконавчому пристрою відповідно до заданої програми керування.

За принципом керування промислові роботи переділяються на чотири види, або, по-іншому, на чотири покоління: *жорстковбудовані, програмовані, адаптивні, інтелектуальні*.

*Жорстко вбудовані роботи* — це автомати з двома або кількома ступенями рухомості маніпулятора. Його «рука» жорстко пов'язана з технологічним устаткуванням. Такі роботи застосовують у монотонних або небезпечних для здоров'я людини умовах, а також у масовому виробництві однотипних деталей.

*Програмовані роботи* одноманітно повторюють рухи (команди), задані програмою, наприклад, штампування заготовок для надання їм визначеної форми.

*Адаптивні роботи* в ході виконання технологічної операції залежно від обставин можуть перепрограмуватись (адаптуватись) автоматично. Наприклад, якщо до верстата надійшла заготовка, що має відхилення в розмірах, робот вибирає її і захоплює іншу заготовку.

Найдосконалішими є *інтелектуальні роботи*. Вони можуть аналізувати ситуації, вибирати рішення, розв'язувати задачі, навчатися. Їх ще називають *роботами зі штучним інтелектом*. Такі роботи застосовуються для дослідження космосу, океану, в зонах високого радіаційного забруднення. Нині такі роботи набувають широкого використання у виробництві. Вони дають можливість виготовляти якісну продукцію, знижувати її собівартість, виконувати різні виробничі операції в не доступних для людини місцях, можуть самостійно контролювати технологічні процеси та вибирати необхідні рішення. За такими роботами майбутнє.

Залежно від призначення роботи умовно переділяють на промислові, сільськогосподарські, медичні, військові, космічні та інші.



---

В усіх випадках робот — це машина, яка виконує технологічні операції, подібні до тих, що й людина, але без її участі. При цьому оператор спостерігає за її роботою і при необхідності контролює її виконання, вдосконалює технологічний процес.

Наприклад, на автомобільних заводах роботи виконують зварювальні операції, фарбують автомобілі, транспортують їхні складані одиниці. У лікарнях медичні роботи допомагають виконувати складні хірургічні операції, рятувати найдорожче — життя і здоров'я людей. Космічні роботи досліджують інші планети та неосяжний космічний простір.

Механічна система робота може виконувати функції, подібні до тих, що виконує рука людини. У техніці вона має назву *маніпулятора*.

До безперечних переваг сучасної „механічної руки» треба віднести те, що вона без утоми може велику кількість раз здійснювати одні й ті ж операції, не допускаючи похибок.

Застосування промислових ріботів, які заступили людину на операціях завантаження та розвантаження, транспортування заготовок і деталей між верстатами, заміни інструментів на верстатах, контролю оброблених деталей та їх складування почалося створення гнучких виробничих систем. Вони можуть автоматично переналагоджувати всі об'єднані між собою технологічні машини та устаткування в разі переходу від випуску одного виробу до іншого.

Використання гнучких виробничих систем, автоматизація, комп'ютеризація та роботизація технологічних процесів надають можливість виготовити більше продукції вищої якості з мінімальними затратами фізичної енергії людини в умовах безпечної праці.

*Гнучка виробнича система* (ГВС) — комплекс технологічного і допоміжного устаткування, пов'язаного єдиною системою автоматичного керування з *комп'ютера* для виконання різних технологічних операцій.

*Робот* — це пристрій, який керований за допомогою електронної плати або комп'ютера і який можна запрограмувати на виконання певних операцій.

*Робототехніка* — сукупність техніки (машин, устаткування, агрегатів тощо), яка оснащена робототехнічними пристроями або функціонує спільно з роботами в єдиному технологічному процесі.

*Промисловий робот* — це автономно функціонуюча машина-автомат, яка призначена для відтворення деяких рухових функцій людини під час виконання допоміжних і основних виробничих операцій без її безпосереднього втручання.

---

---

## ДЛЯ НАЙДОПИТЛИВІШИХ

Нині щороку в різних країнах проходить Всесвітня олімпіада з робототехніки — World Robot Olympiad (WRO). Це одна з найбільших олімпіад у світі, в якій беруть участь учні, студенти і дорослі.

Перші змагання з робототехніки відбулися в 2004 р. в Сінгапурі, де були представлені 12 країн і 4 тис. команд. Тепер у олімпіаді з робототехніки бере участь понад 20 тис. команд з майже 60 країн, у тому числі з України.

Щорічний Всеукраїнський фестиваль ROBOTICA є національним відбірковим етапом до участі у WRO.

Робототехніка — хороша платформа для здобуття компетентностей, необхідних у XXI ст. Розв'язання робототехнічних задач сприяє розвитку інноваційності та креативності, які згодом ви зможете застосовувати в науці, інженерії та комп'ютерному програмуванні.

Сучасні технології стрімко розвиваються і те, що вчора здавалося неможливим, фантастичним, дивовижним або дуже віддаленою перспективою, вже сьогодні відбувається насправді. Усе більше об'єктів віртуального світу стають реальними. Спробуйте втілити свої мрії, плани та ідеї у нових проєктах!

### Проєкт «Мій робот»

**Місія робота:** збирання сміття та відходів матеріалів.

**Завдання:** розробити проєкт робота для збирання сміття та відходів матеріалів;

виготовити із деревини чи інших доступних матеріалів механічну складову моделі робота за власним проєктом;

запропонувати, як дообладнати і автоматизувати модель робота.

**Інструменти** ножівка, лобзик, рубанок, стамеска, наждачний папір.

**Матеріали:** відходи деревини, шпон, клей.

Якщо у вас є можливість використовувати набори для конструювання роботів, пропонуємо виконати наступний проєкт.

### Проєкт «Створення моделей роботів із наборів для конструювання»

**Місія робота:** \_\_\_\_\_

(визначте самостійно)

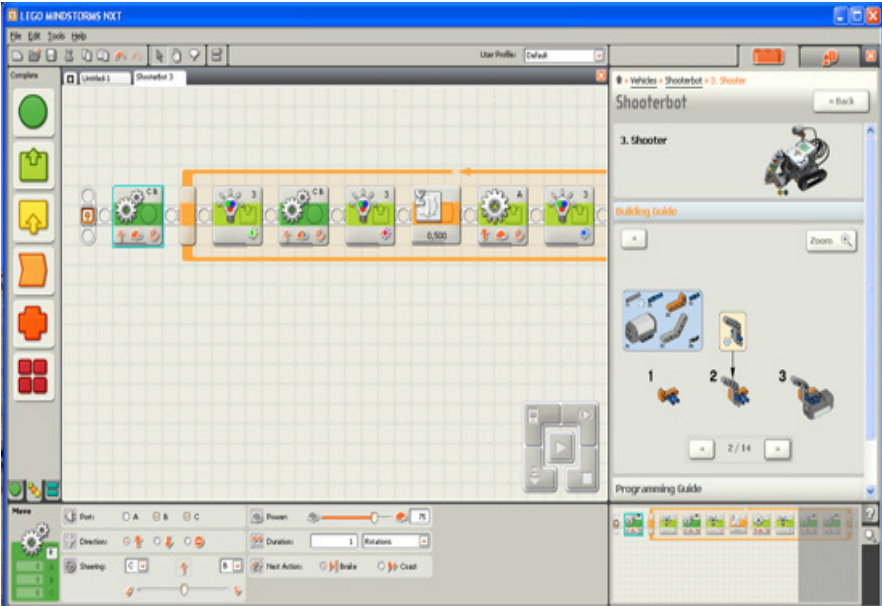
**Завдання:** за власним задумом сконструювати робота із набору готових деталей і блоків LEGO Mindstorms або аналогічних;

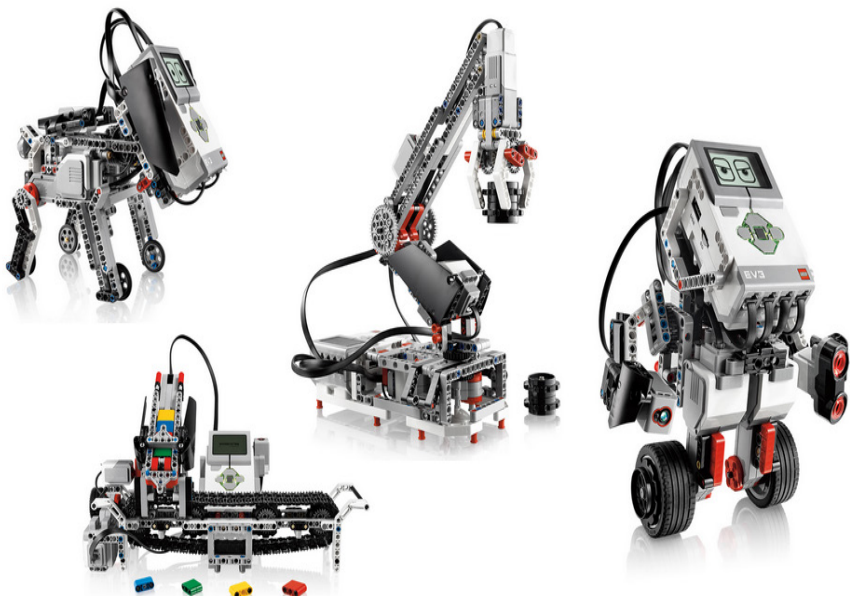
запрограмувати модель робота на виконання його місії;

провести випробування робота.

Обладнання: набори LEGO Mindstorms Education NXT (балки, вісі, конектори, шестерні, колеса, сенсори, сервомотори, процесорні блоки), ноутбуки або комп'ютери з середовищем програмування LEGO Mindstorms Education NXT, програмою створення 3D-моделей роботів Lego Digital Designer, Wii віддалений контролер, проєктор, гальванічні елементи.

Інструкція до набору з поетапними описом конструювання та програмування моделей роботів.





Мал.41. Роботи, сконструйовані з набору LEGO Mindstorms



---

Якщо місія робота вже визначена, то при створенні нового робота необхідно вирішити такі основні завдання: 1. побудувати механічну складову робота; 2. запрограмувати робота.

Розв'язання першого завдання часто пов'язане з використанням нових матеріалів, виконанням рухомих та нерухомих з'єднань деталей, а також застосуванням обчислювальних і сенсорних систем.



Розв'язання другого завдання передбачає створення штучного інтелекту робота. Залежно від того, які завдання стоять перед роботом, а також виходячи з переліку доступних датчиків і моторів, якими він обладнанується, програміст створює спочатку алгоритм, а потім і програму, за якою він буде працювати. Після створення прототипу робота і завантаження до його пам'яті першої версії програмного забезпечення проходить тривалий процес тестування і налагодження.

Робототехніки — це інженери, які можуть зв'язати в єдиний комплекс механіку і штучний інтелект. Вони вміють програмувати і розбираються в сенсоріці та механіці. Серед робототехніків є інженери-конструктори, які створюють роботів, і робототехніки, які займаються обслуговуванням вже готових роботів. Спеціалісти цієї галузі мають володіти хорошими аналітичними здібностями, мати структуроване мислення, розвинену уяву, здібності до точних наук, інженерії та винахідництва. Така людина повинна бути одночасно і інженером, і кібернетиком, і програмістом, а також не боятися майструвати, творити власними руками. Працювати робототехнік зможе у конструкторських бюро, науково-дослідних центрах, а також в компаніях, які

---

цілеспрямовано розробляють і випускають роботів. Робототехніки завжди в курсі останніх розробок, адже їх проекти, як правило, вимагають використання новітніх технологій. Це люди, які вміють і люблять працювати в команді, оскільки для реалізації нового проекту потрібна співпраця кількох талановитих людей. Спробуйте і ви розкрити свій талант у робототехніці та автоматизації! Запропонуйте та розробіть свої проекти автоматичних пристроїв та роботів.

## Проект «Розумний автомобіль»



**Завдання:** запропонуйте свій проект розумного автомобіля, який сам прокладає маршрут.

Автоматизація, комп'ютеризація та робототехніка відкривають широкі можливості для реалізації різноманітних проектів. Тепер стає можливим створення «розумних будинків» і навіть цілих «міст майбутнього».

## Проект «Розумний будинок»

Будинок, в якому самі по собі відкриваються двері, вмикаються та вимикаються побутові прилади, освітлення, регулюється температура та ін., схожий на кадр з фільму про майбутнє. Однак майбутнє набагато ближче, ніж здається. Таких будинків вже є багато.

Місія «розумного будинку» в забезпеченні автоматизованого управління і контролю інженерних систем будинку.



---

Завдання технології — об'єднати всі підсистеми для сумісної гармонійної роботи всього програмного комплексу.

Основні функціональні можливості «розумного будинку» такі:

- незалежне управління приладами та апаратурою в кожній кімнаті;
- функція «ввічливе світло» (освітлення супроводжує користувача);
- програмування за вибором користувача (гості, від'їзд, ранок);
- інтеграція існуючих систем безпеки (сигналізація, відеонагляд);
- швидке та гнучке налаштування системи придбаної нової техніки;
- управління гаражними воротами та ролетами;
- управління аудіо/відео апаратурою;
- управління системами безпеки;
- контроль температури;;
- контроль протікання води і витоку газу;
- єдина розподіляюча аудіосистема будинку (мультирум).

Побутові турботи, які лягають на плечі людини, у розумному будинку узгоджуються з усіма системами та виконуються найлегшим і найефективнішим способом за допомогою сучасного обладнання. Це, наприклад, може бути полив саду або його накриття від сонця чи грози згідно із вимірами погодних умов; відчинення дверцят о певній годині для вигулу домашніх тварин, щоб уранці вони могли вийти на двір без залучення часу господарів та ін.

«Інтелектом» будинку та побутовими приладами можна управляти через інтерфейс за допомогою телефонної лінії, стільникового зв'язку або Інтернет. Можна зробити багато домашніх справ через планшет, айфон, смартфон або веб-браузер, ще не діставшись самого будинку.

«Розумний будинок» можна створити за допомогою проєктування та програмування. Запропонуйте свій проєкт «розумного будинку». Проведіть його презентацію перед однокласниками.

Реалізувати проєкт «розумного будинку» та виконувати інші роботи, пов'язані з електричним струмом, з метою безпеки життєдіяльності дозволяється кваліфікованим спеціалістам.

## Проект «Безпечна та розумна школа»



У проекті об'єднані сучасні технології у сфері безпеки з провідними інструментами організації навчального процесу: надійний автоматизований прохід на територію навчального закладу; SMS та Email інформування про відвідування навчального закладу та навчально-виховний процес. Багатофункціональний безконтактний учнівський квиток. Автоматизація планування занять, контролю знань, моніторингу успішності. Веб-портал для взаємодії вчителів, учнів та їх батьків.

Що отримує школа від впровадження проекту? Надійний захист території навчального закладу та забезпечення безпеки учнів. Контроль відвідування школи і поліпшення навчальної дисципліни. Підвищення прозорості роботи навчального закладу та зростання довіри до нього серед батьків. Упровадження сучасних стандартів навчання і відповідне підвищення рейтингу навчального закладу. Автоматизація основних навчальних процесів, пов'язаних з плануванням шкільних занять, контролем знань, моніторингом успішності та багато іншого.

*Чому проект може сподобатися?*

Аргументи на користь цього проекту такі:

Упевненість у безпеці протягом навчального дня.

Отримання інформації про успішність.

Доступ до інформації про всі шкільні події.

Можливість використання учнівських квитків для пільгового проїзду в громадському транспорті.

*Як працює проект?*

Email повідомлення. SMS повідомлення.

---

Особистий кабінет на веб-порталі «Моя Освіта».

Сервер системи STOP-Net/ «Школа».

Пост охоронця. Пред'явлення пропуску — учнівського квитка контроль тривожних повідомлень і виклик екстрених служб.



### **Словник термінів**

*Давач* (датчик) — чутливий елемент, або виріб, який перетворює параметри середовища (зовнішню дію) у придатний для технічного використання електричний сигнал.

*Заземлення* — відведення електричного заряду з металевого предмета за допомогою з'єднання із землею.

*Маніпулятор* — пристрій, що копіює рух пальців, замінює руки людини і управляється на відстані у разі неможливості безпосереднього контакту людини з об'єктом (заготовкою, речовиною, деталлю тощо).

*Розумний будинок* (*smart home, digital house*) — інтелектуальний комплекс, який об'єднує важливі технічні системи будівлі, призначений для того, щоб управління ними стало простим та зручним.

*Світлодіод* — напівпровідниковий прилад, що перетворює електричний сигнал безпосередньо у випромінювання світла.

*Статична електрика* — сукупність явищ, які пов'язані з виникненням і накопиченням вільного електричного заряду на поверхні чи в об'ємі діелектричних та напівпровідникових речовин, матеріалів і виробів.



### **Запитання та завдання**

1. Які автоматичні пристрої вам відомі?
2. Яке призначення мають машини?
3. Які особливості характерні для кібернетичних машин?
4. Що називають роботами?
5. Які бувають промислові роботи за принципом керування?
6. Для чого застосовуються давачі?
7. Де може виникати небезпечна статична напруга?
8. Чому при створенні роботів найважливіше визначити його місію?

## **§21. ПРОГРАМУВАННЯ РОБОТІВ**

Сконструювати робот — це лише половина справи. Не менш важливо його запрограмувати для виконання роботом його місії.

Програмувати роботи складніше, ніж машини з числовим керуванням, оскільки крім траєкторії руху, потрібно також запрограмувати по-

---

---

ложення (орієнтацію) інструмента або тримача. Як правило, це завдання не можна виконати на основі технічного кресленика, застосовуючи певні методи програмування.

Для програмування роботів використовуються: *метод Play-back* (або програмування за допомогою обведення траси руху), *метод Teach-in* (програмування координат точок траси руху), *програмування Off-line*, а також *інтерактивне графічне програмування* роботів.

#### *Програмування Play-bac*

Для завдань, які описуються головним чином на основі досвіду виконавця, користуються методом програмування шляхом ручного, безпосереднього переміщення інструменту, закріпленого на роботі, по майбутній трасі руху (обведення траси руху). При цьому система керування кожні 20 мс по черзі запам'ятовує по всіх осях координати точок руху робота. Отримані при такому програмуванні значення координат використовуються, як задані значення систем регулювання положення по кожній осі руху. Це називається програмуванням Play-back (англ. *to play back* — *відігравати*).

Метод програмування Play-back менш точний, ніж метод Teach-in, тому що кінематика робота під час ручного ведення інструменту навантажена зовсім по-іншому, ніж при автоматичному відтворенні. При ручному веденні плече, наприклад, тягнуть, а при автоматичному відтворенні воно рухається від власного приводу. Другим недоліком програмування типу Play-back є те, оператор повинен разом з роботом рухатися в його робочому просторі. Через тісняву доступу, наприклад, при лакуванні всередині кузова автомобіля, ця дія може бути дуже важкою і небезпечною для оператора.

#### *Програмування Teach-in*

При програмуванні Teach-in (англ. *to teach in* — *вчити напам'ять*) осі руху робота переміщуються оператором за допомогою кнопок пульта, або важеля керування (англ. *Joy-stick*) переносного програматора в задану точку руху або місця обробки. При цьому можна також запрограмувати положення інструмента (його орієнтації). Після досягнення бажаного положення і орієнтації інструмента їх координати записуються під черговим номером адресу даної процедури програми руху. Це дозволяє запрограмувати наступне положення і орієнтацію інструмента. В автоматичному режимі всі положення кінематики робота, що запам'яталися, будуть відтворені по черзі, відповідно до зростання їх номерів. Навчання робота визначенню положення та орієнтації відбувається шляхом ручного керування точка за точкою.

---

Інші команди програмуються з пульта керування робота або за допомогою комп'ютера.

Програмування роботів не так стандартизоване, як програмування машин з числовим програмним керуванням. Нові покоління роботів програмуються кількома способами, в т.ч. і за допомогою символічної мови вищого порядку, подібної до BASIC'а або спеціалізованої мови програмування: інструкції і *макриси* такої мови розроблені виробником або постачальником відповідно до потреб користувача робота.

Програмування на мові вищого порядку має структурований характер, тобто поділяється на головну програму та підпрограми (рис.17.18). Аж до впровадження конкретних даних положення і орієнтації воно ведеться переважно за допомогою комп'ютера, а іноді — через операторський пульт робота. Завдяки такому поділові програми є прозорими, що полегшує і тестування кожної процедури, і перевірку правильності всієї програми.

#### *Програмування на мовах вищого порядку*

В *головній програмі* визначаються всі важливі в загальному параметри і операції робота, наприклад, максимальна швидкість, максимальне прискорення, нульова точка, система координат, стартове положення.

У *підпрограмах* описуються окремі завдання з усіма даними про положення і орієнтацію інструмента. Описуються входи і встановлюються виходи керування.

Всі програми чітко поділяються на *описову* та *командну частини* (рис.17.19 і табл.17.1).

В описовій частині дається назва програми, в головній програмі — назви глобальних підпрограм і прийняті змінні. В командній частині приводяться команди для виконання. Глобальні підпрограми діють під час виконання всієї програми, тоді як локальні — лише в відокремлених кроках програми.

В рядках 3 і 4 (табл. 17.1) встановлено зовнішню підпрограму, в рядку 5 - *змінну сталу*. В інструктивній частині (рядки від 6 до 16) через глобальну підпрограму встановлюються значення змінних. В рядку 12 робот переміщується на вихідну (стартову) позицію. Команди 13 — 16 керують переміщенням інструмента до точки нагрівання. Згідно з даними в локальній підпрограмі *Нагрівання* буде виконане зварювання в 4 точках.

Програмування роботів здійснюється за допомогою мов вищого порядку або за допомогою спеціалізованих мов з макросами.

---

В програмуванні з макросами через відповідну назву команди, наприклад, ЗВАРЮВАННЯ S1, викликається автоматичне генерування передбачених для даного типу (напр. S1) параметрів: швидкостей неробочого ходу, амплітуди і частоти коливань електрода, струм зварювання і швидкість подачі. Генеруються також інструкції руху, вхідні та вихідні команди для периферійних пристроїв, в даному випадку — до джерела живлення зварювального апарата.

В команді ВМИКАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ встановлюються значення часу подачі захисного газу і часу запалювання дуги так, щоб газовий кран був відкритий з деяким випередженням до запалювання. Так само команда вимкнення електричної дуги вводить в програму робота відповідні значення інтервалів часу, завдяки чому процес зварювання буде закінчений правильно, з відповідно скоректованим часом припинення подачі газу і гасінням дуги. Таким чином за допомогою макрокоманд отримуються дуже прості програми роботи роботів (рис.17.20). Цей тип програмування зорієнтований на технологію — виділяє конкретні завдання для виконання. Такі параметри процесу, як струм зварювання і амплітуда коливань електрода, записані в технологічній карті, і оператор робота може їх змінити і оптимізувати.

#### *Інтерактивне графічне програмування*

На посту програмування, крім інструкцій ходу програми і всіх інструкцій руху, створюються також дані, які визначають положення і орієнтацію інструмента. Програмування виконується на зручному для оператора посту типу CAD з кольоровою симуляцією роботизованого робочого місця з рухомим роботом. Повне завдання робота показується віртуально (віртуальна реальність) на екрані монітора, а потім автоматично створюється програма керування роботом. Для керування рухом віртуального („екранного») робота застосовуються такі самі інструкції — команди, як для реального, наприклад, інструкції мови програмування.

Інтерактивне графічне програмування реалізується в системах, подібних до CAD, шляхом симулювання рухів робота також на симульованому, роботизованому робочому посту.

#### *Системи координат*

Для керування рухом робота потрібно створити його детальний опис в робочому просторі у взаємозв'язку з об'єктом, який обробляють або яким маніпулюють. Пристосування робота до його оточення



---

та до маніпульованих предметів описується декартовою системою координат.

*Глобальна система координат* (або система віднесення) є головною, базовою системою. Вона завжди підпорядкована оточенню робота. Стаціонарно закріплений робот описується в глобальній системі координатами осей  $X_0, Y_0, Z_0$  — причому вісь  $Z_0$  скерована вертикально вгору. Встановлена одного разу, ця система залишається незмінною.

*Базова система координат* робота (також — базова система) відноситься до самого робота і означена так, що її основа лежить в площині  $X_1Y_1$ , а вісь  $Z_1$  вміщена в його середині (співпадає з першою віссю руху). Якщо робот, який стоїть на рівній поверхні, перемістити горизонтально або вертикально відносно площини  $X_1Y_1$ , то це переміщення між глобальною і базовою системою описується тільки відповідним зміщенням та поворотом довкола осі  $Z_1$ . Локалізація базової системи координат робота може бути поновлена по всіх шести степенях свободи, з використанням технічних даних робота — тобто навіть для «криво» встановленого робота вісь  $Z_1$  завжди можна поставити вертикально. Проте суттєвою проблемою залишається встановлення *на практиці базової системи координат*, бо, на відміну від робочих машин, тут немає поверхні для прикладання рівня (інструмента), а сама «середина» робота також недоступна для вимірвальних інструментів.

*Система координат механічного інтерфейсу* стосується до останньої осі руху робота і означається  $X_m, Y_m$  і  $Z_m$ . Відносно цієї систем орієнтуються інструменти і тримачі. Осі  $X_m$  і  $Y_m$  лежать в площині манжети (кріплення), яке має отвори для закріплення тримача. Вісь  $Z_m$  лежить всередині манжети і напрямлена вздовж шостої осі руху робота. Система координат інтерфейсу описується через технічні дані робота в ході його запуску. При цьому існує можливість видовження плеча (третьої осі руху) робота.

*Система координат інструмента* прив'язується до певної точки інструмента TCP (англ. *Tool Center Point* — центральна точка інструмента). Враховуючи її просторове розташування, вона відноситься до системи координат механічного інтерфейсу (рис.17.22). Сукупність положень центральної точки при русі є траєкторією руху інструмента робота, а просторове положення системи координат інструмента відповідає орієнтації інструмента. Швидкість центральної точки (TCP) є швидкістю руху інструмента робота по запрограмованій траєкторії руху. Значення координат миттєвих положень осей ( $X, Y, Z$ ) разом з

---

кутами орієнтації інструмента (А, В, С) вважаються або базовою системою координат робота, або базовою системою координат маніпульованого об'єкта.

*Базова система координат маніпульованого чи оброблюваного об'єкта* визначає його положення (рис.). Вона тісно пов'язана з глобальною системою координат. В цій системі координат відбувається програмування *Off-line* маніпуляційних завдань. Осі системи найчастіше відповідають осям положення стола машини або осям місця накопичення палет.

#### *Система координат маніпульованого об'єкта*

В цій системі описується геометрія маніпульованого об'єкта. Вона пов'язана з базовою системою координат об'єкта, переважно зміщуються лише паралельні осі обох систем. В цій системі координат найчастіше відбувається програмування *Off-line* завдань обробки. Тому її ще називають «система для обробки».



### **Словник термінів**

*Система координат програмування* — система координат, яка використовується для керування рухом і для програмування робота.



### **Запитання та завдання**

1. Які завдання можна виконати за допомогою методу Play-back?
2. У чому сутність методу програмування Teach-in?
3. Для чого застосовується програмування Off-line?
4. Де застосовується інтерактивне графічне програмування?
5. Чому метод програмування Play-back менш точний, ніж метод Teach-in?
6. Для чого потрібна базова система координат робота?

#### **Тести**

1. Виберіть правильне і найбільш точне визначення.  
Автомат — це:  
а) пристрій або машина, що допомагає виконувати роботу;  
б) механічна машина, якою керує людина;  
в) машина, якою управляє тільки штучний інтелект;  
г) пристрій, машина, апарат або прилад, що діє без участі людини.

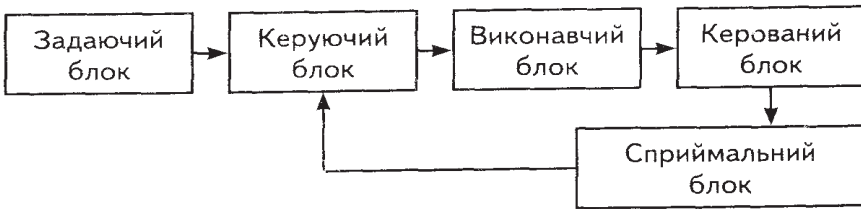
2. Робот — це:

- а) пристрій, який допомагає виконувати роботу;
- б) машина для виконання роботи, якою керує людина;
- в) апарат, що управляється комп'ютером;
- г) повністю автоматизована машина, призначена для заміни людини при виконанні робіт.

3. Які з положень відносяться до законів робототехніки?

- а) Робот не може заподіяти шкоду людині або своєю бездіяльністю дозволити, щоб людині було заподіяно шкоду;
- б) Робот повинен підкорятися наказам людини, окрім тих, які суперечать першому пункту;
- в) Робот повинен захищати самого себе, якщо тільки його дії не суперечать першому і другому пунктам;
- г) усі положення відносяться до законів робототехніки.

4. Який блок на структурній схемі автоматичного управління забезпечує приймання кодової інформації про здійснення технологічного процесу?



- а) керований;
  - б) керуючий;
  - в) виконавчий;
  - г) сприймальний.
5. З яких основних частин складається маніпулятор?
- а) основа, робочий орган, захватний пристрій;
  - б) сенсорний блок, станина, двигун;
  - в) плече, механічна рука;
  - г) двигун, механічна передача, механічна рука.
6. В машинах-автоматах сигнали від задавального блоку передаються:
- а) керуючому блоку;
  - б) робочим органам машини-автомата;
  - в) виконавчому блоку;
  - г) давачам (датчикам).

- 
7. Для сприйняття сигналу в машинах-автоматах служать:
    - а) тільки антени;
    - б) давачі (датчики) та сенсори.
    - в) елементи автоматики керуючого блоку;
    - г) тільки сенсори.
  8. Для чого виконують заземлення?
    - а) для ізоляції струмопровідних частин приладів;
    - б) для захисту від короткого замикання;
    - в) для зменшення електричного опору;
    - г) для відведення електричного заряду з металевого предмета за допомогою з'єднання із землею.
  9. Вихідними сигналами давача можуть бути:
    - а) стандартні аналогові сигнали струму чи напруги;
    - б) дискретний сигнал;
    - в) цифровий двійковий код;
    - г) усі відповіді правильні.
  10. Для виготовлення світлофора необхідні:
    - а) лампи розжарення;
    - б) світлодіоди;
    - в) люмінісцентні лампи;
    - г) усі відповіді правильні.
  11. «Розумним будинком» можна управляти за допомогою:
    - а) пульта;
    - б) айфона;
    - в) смартфона;
    - г) усі відповіді правильні.
  12. Які основні завдання при створенні нового робота необхідно вирішити насамперед:
    - а) визначити місію робота;
    - б) запрограмувати робота;
    - в) побудувати механічну складову робота;
    - г) визначити, від якого джерела енергію буде працювати робот.

---

---

## ДОДАТКИ

### ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ПРОЄКТІВ

1. Проєктування і виготовлення моделі водяного млина, вітряка чи парового двигуна;
2. Проєктування і виготовлення макета безпечного і «розумного» будинку з використанням технологій енергозбереження;
3. Проєктування і виготовлення моделі електромобіля;
4. Проєктування та складання моделей літальних апаратів.
5. Проєктування і складання моделі катера;
6. Виготовлення та випробування моделі ракети;
7. Виготовлення деталей машин, запасних частин, деталей тюнінгу для автомобілів;
8. Модернізація знарядь праці та пристосувань для шкільної майстерні та кабінетів школи;
9. Виготовлення виробів за допомогою 3-D принтера;
10. Проєктування і виготовлення сувенірів, прикрас та інших ексклюзивних виробів.
11. Створення електронної музики.
12. Розроблення системи охорони будинку.
13. Вибір і встановлення системи відеофіксації та охоронної сигналізації автомобіля.
14. Складання і програмування моделі робота.
15. Проєктування і виготовлення моделі промислового маніпулятора.

### ПРОФЕСІЇ, НЕОБХІДНІ НА РИНКУ ПРАЦІ УКРАЇНИ

#### *Професія «Інженер-технолог»*

Інженер-технолог може працювати в галузях науки, техніки і виробництва, що включають в себе сукупність засобів, прийомів, способів і методів людської діяльності, спрямованих на конструкторсько-технологічне забезпечення виробництва конкурентоспроможної продукції, орієнтованої на: створення нових і застосування сучасних виробничих процесів і технологій, засобів автоматизації, методів проєктування, математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання; використання сучасних засобів конструкторсько-технологічної інформатики та автоматизованого проєктування; проведення маркетингових досліджень.

*Об'єктами професійної діяльності інженера-технолога є:* машинобудівне виробництво, технологічне та допоміжне устаткування, їх комплекси, інструментальні засоби, технологічне оснащення, засоби проєктування, автоматизації і керування; виробничі і технологічні

---

---

процеси, інструментальні системи, їх проектування та впровадження, освоєння нових технологій і інструментальної техніки; засоби інструментального, метрологічного, діагностичного, інформаційного і управлінського забезпечення машинобудівного виробництва для забезпечення необхідної якості продукції, що виробляється; нормативно-технічна документація, системи стандартизації і сертифікації, методи та засоби випробувань і контролю якості виробів.

Фахівець, що одержав освіту за спеціальністю «Технології машинобудування», може відповідно до фундаментальної і спеціальної підготовки виконувати такі *види професійної діяльності*: проектно-конструкторська; виробничо-технологічна; організаційно-управлінська; науково-дослідна; експлуатаційна.

*Задачі професійної діяльності.*

Проектно-конструкторська діяльність: формулювання цілей проекту, завдань, виявлення пріоритетів розв'язку завдань із урахуванням моральних аспектів діяльності; розроблення узагальнених варіантів вирішення проблем, аналіз варіантів і вибір оптимального, прогнозування наслідків, знаходження компромісних розв'язків, планування реалізації проектів; розробка проектів виробів з урахуванням механічних, технологічних, конструкторських, експлуатаційних, естетичних, економічних і управлінських параметрів; використання інформаційних технологій при проектуванні виробів.

*Виробничо-технологічна діяльність*: розроблення та впровадження оптимальних технологій виготовлення виробів; організація і ефективне здійснення контролю якості матеріалів, технологічних процесів, готової продукції; ефективне використання матеріалів, устаткування, інструментів, технологічного оснащення, засобів автоматизації, алгоритмів і програм вибору і розрахунків параметрів технологічних процесів; вибір матеріалів, обладнання та інших засобів технологічного оснащення і автоматизації для реалізації технологічних процесів, використання інформаційних технологій при виготовленні виробів; розроблення програм і методик випробувань, засобів технологічного оснащення, автоматизації і керування; метрологічна перевірка основних засобів вимірювання показників якості продукції, що виробляється; стандартизація й сертифікація технологічних процесів, засобів технологічного оснащення.

*Організаційно-управлінська діяльність*: організація процесу розробки і виробництва виробів, засобів технологічного оснащення та автоматизації виробничих і технологічних процесів; організація роботи колективу виконавців, прийняття управлінських рішень в умовах різ-



---

---

них думок; організація вибору технологій, інструментальних засобів і засобів обчислювальної техніки при реалізації процесів проектування, виготовлення, технічного діагностування і промислових випробувань виробів; знаходження компромісу між різними вимогами (вартості, якості, безпеки і термінів виконання) як при довготерміновому, так і короткотерміновому плануванні і прийняття оптимальних управлінських рішень; оцінка виробничих і невиробничих витрат на забезпечення необхідної якості продукції; навчання персоналу в рамках прийнятої організації процесу розробки і (або) виробництва виробів.

*Науково-дослідна діяльність:* діагностика стану динаміки об'єктів діяльності (технологічних процесів, устаткування, засобів технологічного оснащення, автоматизації і керування) з використанням необхідних методів і засобів аналізу; створення математичних та фізичних моделей процесів і систем, засобів автоматизації і керування; планування експерименту і використання методик математичної обробки результатів; \_ використання інформаційних технологій і технічних засобів при розробці нових технологій і виробів машинобудування.

*Експлуатаційна діяльність:* налагодження та регламентне експлуатаційне обслуговування обладнання і засобів технологічного оснащення, автоматизації й керування; вибір методів і засобів вимірювання експлуатаційних характеристик виробів, засобів технологічного оснащення, автоматизації й керування, аналіз експлуатаційних характеристик.

*Кваліфікаційні вимоги до інженера-технолога виробничої дільниці*

Інженер-технолог повинен виконувати такі види робіт: розробляти з використанням системи автоматизованого проектування (САПР) технологічні процеси на продукцію, що виготовляється дільницею; впроваджувати технологічні процеси у виробництво; встановлювати послідовність виконання робіт і маршрут проходження продукції; розробляти плани розміщення обладнання, технічного оснащення і організації робочих місць, розраховувати виробничі потужності й завантаженість обладнання; брати участь у розробці технічно обґрунтованих норм часу, лінійних і сіткових графіків, у відпрацюванні виробів на технологічність, розраховувати нормативи матеріальних витрат, економічну ефективність технологічних процесів, які проєктуються; \_ розробляти технологічні нормативи, інструкції, схеми складання<sup>1</sup> маршрутні карти тощо; розробляти технічні завдання на проектування пристосувань, оснащення і спеціального інструменту, передбачених технологією, брати участь у розробці керуючих програм для устаткування з ЧПК; проводити патентні дослідження і визначати

---

показники технічного рівня об'єктів проектування, техніки і технології; брати участь у проведенні експериментальних робіт з освоєння нових технологічних процесів і впровадженню їх у виробництво; здійснювати контроль над дотриманням технологічної дисципліни в цехах і правильною експлуатацією технологічного устаткування; аналізувати причини браку і випуску продукції низької якості, брати участь у розробці заходів щодо їх попередження та усунення; розробляти методи технічного контролю і випробування продукції; розглядати раціоналізаторські пропозиції з вдосконалювання технології виробництва і давати висновок про доцільність їх використання в умовах підприємства. Інженер-технолог повинен знати: постанови, розпорядження, накази вищих керівних органів; методичні і нормативні матеріали з технологічної підготовки виробництва; конструкцію виробів, на які проектується технологічний процес; технологію виробництва продукції підприємства, перспективи розвитку підприємства, системи і методи проектування технологічних процесів; основне технологічне устаткування і принципи його роботи; типові технологічні процеси й режими виробництва; технічні вимоги, методи аналізу технічного рівня об'єктів техніки і технології; основні вимоги наукової організації праці при проектуванні технологічних процесів; основи трудового законодавства, правила і норми охорони праці, виробничої санітарії й протипожежного захисту.

**Самостійно знайдіть інформацію про такі, необхідні на ринку праці України професії:**

- інженер-проектувальник;
- інженер-конструктор;
- оператор автоматизованого виробництва;
- верстатник широкого профілю;
- тракторист- машиніст сільськогосподарського виробництва;
- наладник верстатів та автоматичних ліній;
- мехатронік;
- робототехнік.

## Професії майбутнього

Стрімкий розвиток високих технологій має великий вплив не тільки на уклад нашого життя, але і на вибір майбутньої професії. Багатьох людей цікавить питання: чи залишаться затребуваними в майбутньому нинішні професії?

---

У даний час з'явилося багато професій, яких не існувало раніше. Хто б міг подумати, що з'являться незвичні для нас професії, такі як розробник мобільних додатків або SEO-аналітик. Нинішні студенти опановують цілком нові спеціальності. Сучасна молодь прагне отримувати різноманітні знання і навички, щоб успішно освоїти всі продукти технологічного прогресу. Деякі дослідники стверджують, що праця людей в майбутньому дуже сильно зміниться. На допомогу людині прийде штучний інтелект. Багато людей побоюються, що їхню працю може повністю замінити робототехніка. Однак машина ніколи не стане членом команди. Їй не підвладні людські емоції.

Професії, побудовані на людських взаєминах, не зможе замінити штучний інтелект. Робототехніка замінить спеціальності, які вимагають автоматизації робочих місць, обробки інформаційного матеріалу і застосування важкої ручної праці, але не замінить саму людину!

ТОП-10 професій майбутнього

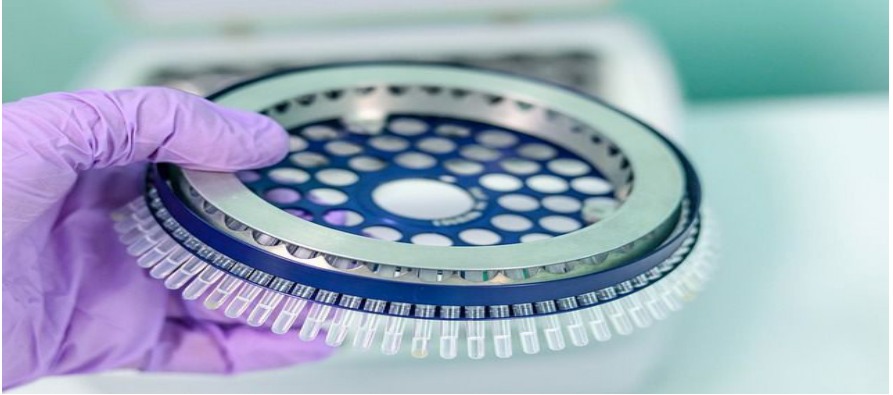
### Дизайнер віртуальної і доповненої реальності



Ця професія об'єднає людей, які працюють над створенням віртуальної реальності. До них можна віднести творців комп'ютерних ігор, медиків, психотерапевтів. У сучасному світі дуже часто уявну ситуацію приймають за відчутну дійсність і успішно застосовують для створення розважальних програм, а також для того щоб навчати і лікувати людей.

---

## Біоінженер



Біоінженерія об'єднує кілька спеціальностей. Робота над створенням модифікованих біоорганізмів має величезне значення для розвитку харчової промисловості. Розробка нових біоматеріалів і штучних органів, вкрай необхідна для розвитку сучасної медицини. За прогнозами вчених роль біотехнологій, зокрема фармацевтики, різко зросте. На сьогоднішній день штучні органи і протезовані кінцівки, виготовляються на найвищому рівні і навіть перевершують за якістю органи, дані людині природою. На думку відомих вчених майбутнє сторіччя стане справжньою епохою біотехнології.

## Архітектор розумних міст



Феноменом нинішнього століття є будівництво розумних міст. Сучасні технології дозволяють створювати впорядковані міста з чудовим мі-

---

крокліматом і ефективно діючою екологічною системою. Дана професія буде надзвичайно затребувана в недалекому майбутньому.

### Спеціаліст по захисту баз інформаційних даних



З кожним роком зростає обсяг інформаційного матеріалу, необхідного для успішної роботи бізнесу. В даний час представники бізнес сфери мають справу з крадіжкою інформаційних даних. Масиви даних необхідно аналізувати. Саме тому потрібні фахівці, які освоюють аналітичні методи аналізу інформації. Ця професія має на увазі грамотну систематизацію інформаційного матеріалу і організацію його захисту.

### Робототехнік



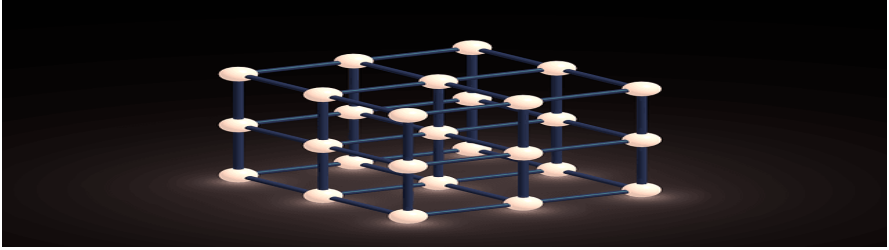
Робототехніки можуть бути задіяні в багатьох сферах господарської діяльності. Наприклад, в медицині (робот-хірург, робот-діагностик), в машинобудуванні і в інших областях виробництва. Така професія дуже важлива для тих, хто пов'язаний з етичною складовою при використанні роботів. Робототехнік є посередником між людиною і штучним інтелектом.



---

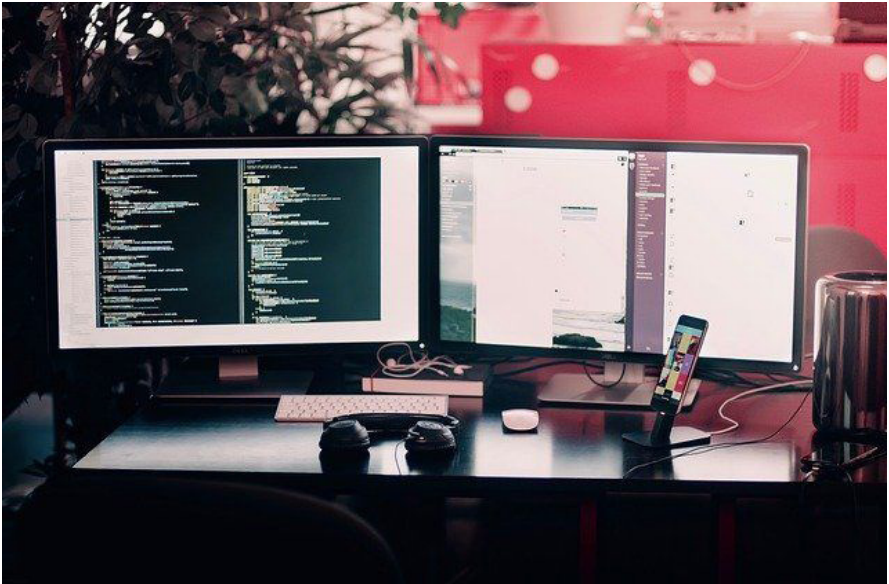
---

## Нанотехнолог



Людина цієї професії створює nano-роботів, мінімалістичні мікросхеми, займається інженерією на атомному рівні. Така унікальна спеціальність вимагає від нього глибоких знань у багатьох областях науки. На сьогоднішній день навчання нанотехнологій в навчальних закладах проходить не на належному рівні. В майбутньому буде зовсім інший підхід до оволодіння навичками даної професії.

## Розробник програмного і апаратного забезпечення



Це одна з найбільш затребуваних професій. Спеціаліст в цій сфері діяльності створює web-сервіси і надає їм кваліфіковану підтримку. Він працює з серверними системами і бере участь в розробці мобільних додатків. До цього фахівця пред'являються особливі вимоги. Він повинен бути висококваліфікованим професіоналом у своїй справі.



---

## Логіст

Логістика є невід’ємною частиною багатьох процесів господарської діяльності. У розподілі транспортних потоків, інформаційних ресурсів, матеріальних запасів беруть участь логісти. Спеціаліст з логістики повинен володіти аналітичними здібностями, системним мисленням і швидкістю реакції.



## Спеціаліст з охорони навколишнього природного середовища



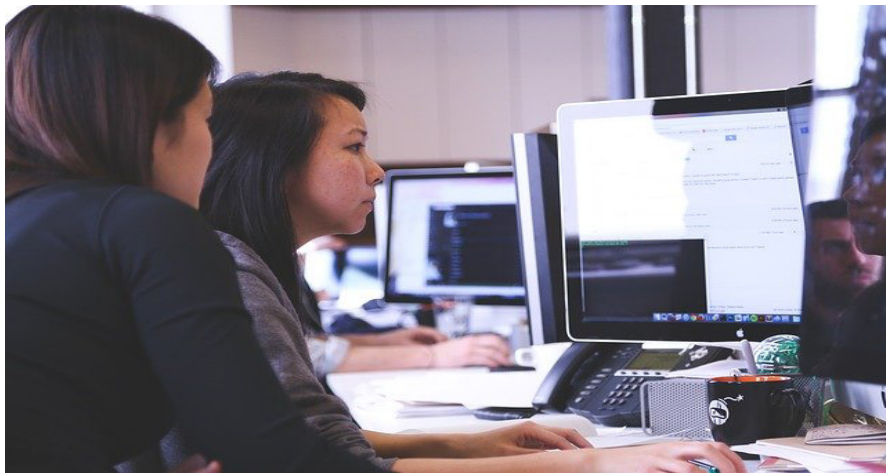
В майбутньому посиляться вимоги, що висуваються до екологічної безпеки промислового обладнання, транспорту, енергетичних вузлів. Актуальною проблемою стане економне витрачання природних ресур-

---

сів. У зв'язку з цим, фахівці з охорони навколишнього природного середовища будуть затребувані на будь-якому підприємстві.

### **Спеціаліст з маркетингу та продажів**

З кожним роком шукати покупця для реалізації різних видів продукції стає все складніше. Фахівці з маркетингу та продажів користуються, і будуть користуватися великим попитом з боку роботодавців. Найбільшим попитом серед них стануть фахівці, що володіють хорошими знаннями в області економіки, юриспруденції та маркетингу.



Усі згадані професії входять у великий перелік актуальних професій. Цей перелік ще можуть поповнити розробники блокчейн-систем, вірусні аналітики, кіберкриміналісти, проектувальники 3D-друку і цифрові лінгвісти.

Виникнення нових професій багато дослідників пов'язують зі стрімким розвитком науково-технічного прогресу. Ще кілька десятиліть тому була широко затребувана робоча сила, а в даний час світовий ринок праці хоче мати справу з інтелектуальними здібностями людини. Світові експерти прийшли до єдиної думки, що найбільш затребуваними спеціальностями стануть ті, які пов'язані з інноваційними і цифровими технологіями. Фахівці, що володіють креативністю, інтелектуальністю, умінням приймати правильні рішення в непередбачених ситуаціях будуть потрібні в будь-який час.



## Словник термінів

*Автоматизація* — напрям розвитку сучасної техніки і технологій, який характеризується звільненням людини від оперативного керування відповідними пристроями, машинами і процесами.

*Адитивне виробництво* (Additive manufacturing або 3D) — процес виготовлення фізичних об'єктів за допомогою 3D-моделювання та друку.

*Біотехнологія* (*Βιοτεχνολογία*, від грец. *bios* — життя, *techne* — мистецтво, майстерність і *logos* — слово, навчання) — використання живих організмів і біологічних процесів у виробництві.

*Віртуальна реальність* (Virtual Reality, VR) — уявна реальність, яка створена за допомогою комп'ютерного моделювання, що забезпечує візуальні й звукові ефекти, які занурюють користувача у штучний тривимірний світ, що дає відчуття присутності в об'єктивній реальності з високим ступенем реалізму. Користувач повністю занурений у віртуальний світ на 360 градусів, зазвичай за допомогою VR-окулярів. На відміну від AR (розширеної реальності), користувач більше не сприймає реальне середовище.

*Доповнена реальність* (Augmented Reality, AR) — технологія для автоматизованого зв'язку віртуальних і реальних даних. За її допомогою користувачеві надається додаткова інформація, така як детальне візуальне зображення фізичного об'єкту та його поточні параметри, що дозволяє, наприклад, швидко оцінити технічний стан машини.

*Життєвий цикл технології* — сукупність стадій від зародження технологічних нововведень до їх рутинізації.

*Індустрія 4.0* (Industry 4.0) — сучасний етап цифрової трансформації виробництва, що супроводжується прискореним впровадженням технологій, таких як промисловий інтернет речей, аналітика великих даних, штучний інтелект, нове покоління роботів, доповнена реальність тощо. Індустрія 4.0 поширюється перш за все на сферу матеріального виробництва.

*Кіберфізичні системи* (КФС) у виробництві (Cyber-physical production system (CPPS)) — системи, що забезпечують взаємодію між обчислювальними, комп'ютерними системами та фізичними (технологічними) об'єктами з урахуванням можливостей доступу та обробки даних через Інтернет. Компоненти КФС взаємодіють на різних часових і просторових рівнях, можуть мати різні, відмінні одна від одної, моделі поведінки та взаємодіяти одна з одною різними шляхами, які змінюються залежно від контексту. Прикладами кіберфізичних систем можна вважати розумні енергосистеми, безпілотні автомобільні системи, самокеровані літальні апарати. На виробництві — це сучасні цифрові близнюки та роботи.

---

*Новітня технологія* — будь-яка нова технологія, що має високий потенціал, але ще не застосовується у практичній діяльності.

*Нанотехнології* (англ. *nanotechnology*) — це сукупність способів контролюваного створення і модифікації об'єктів із наперед заданими властивостями, що включають компоненти розміром менше 100 нм (нанометрів).

*Предиктивне обслуговування* (Predictive maintenance, PdM) — обслуговування обладнання, що базуються на аналітиці його реального стану та прогнозах, які точно визначають момент необхідності в огляді чи ремонті машини. PdM є економічно вигідною альтернативою методу ППР (планово-попереджувальним роботам) чи превентивній діагностиці, які не базуються на реальному стані обладнання, а отже значно більш витратні за часом та людськими ресурсами.

*Передова технологія* — технологія, яка вже зарекомендувала себе на практиці, але ще має невелике поширення на ринку.

*Промисловий Інтернет речей* (IIoT) — об'єднана екосистема розумних машин, цифрових систем та людей, здатних вивести виробничі операції на новий інтелектуальний рівень з використанням просунутої аналітики даних для отримання найкращих показників бізнесу. IIoT відрізняється від IoT за критеріями масштабування, кібербезпеки та інтеграції даних.

*Сучасна технологія* — визнана технологія, що стає стандартом, широко застосовується і попит на цю технологію підвищується.

*Технологічний уклад* — групи технологічних сукупностей, які пов'язані один з одним однотипними технологічними ланцюгами.

*Цифрова розробка та симуляція* (Digital design & simulation) — застосування САПР для 3D- моделювання деталей, машин, систем і цілих підприємств. З метою оптимізації та забезпечення кращої ефективності програмне забезпечення дозволяє проектувати за шарами процеси, потоки та розташування об'єктів на виробництві. Симуляція дозволяє тестувати роботу об'єктів до їх реального впровадження.

*Цифрова трансформація* (Digital transformation) — організаційні чи суспільні зміни, що характеризуються впровадженням цифрової технології в усі аспекти взаємодії з людиною. Трансформаційний етап настає тоді, коли використання технологій надає інноваційні методи роботи замість простого розширення чи підтримки традиційних (старих) методів.

*Четверта промислова революція* — проникнення нових технологій 4.0 та їхній вплив на всю економіку й соціальну сферу — розумні міста, будинки, сільське господарство, енергетику, інфраструктурні об'єкти, фінанси, державне управління, охорону здоров'я, освіту тощо.

*Штучний інтелект* (Artificial Intelligence, A.I.) — здатність комп'ютера або робота виконувати завдання, притаманні людям.

---

## **ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК**

**Автоматизація – 111**  
**Адитивне виробництво – 107**  
**Біотехнологія –82**  
**Відпалювання – 41**  
**Віртуальна реальність –93**  
**Виробничий процес –22**  
**Генна інженерія –82**  
**Гнучка виробнича система –123**  
**Діджиталізація – 106**  
**Доповнена реальність –93**  
**Життєвий цикл технології – 15**  
**Індустрія 4.0 –92**  
**Інтернет речей –101**  
**Нанотехнології – 110**  
**Нормалізація – 22**  
**Предикативне обслуговування – 95**  
**Проекти – 18**  
**Проектування роботів – 18**  
**Робот – 121**  
**Робототехніка –120**  
**Сучасні технології –15**  
**Термічна обробка –110**  
**Технології 4.0 – 202**  
**Технологічний процес –23**  
**Технологічний уклад – 11**  
**Хімічні технології – 23**  
**Цифрові технології –94**  
**Четверта промислова революція –93**  
**Штучний інтелект – 96**

---

---

## ЛІТЕРАТУРА ТА ЕЛЕКТРОННІ ЗАСОБИ НАВЧАННЯ

1. Біоінженерія [Електронний ресурс]. Режим доступу: [uk.wikipedia.org/wiki/](http://uk.wikipedia.org/wiki/).
2. Василь Туташинський. Новий зміст предмета «Технології». Технології: Нові навчальні програми для 10—11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень); Методичні коментарі провідних науковців Інституту педагогіки НАПН України. — К.: — УОВЦ «Оріон», 2018. — С.42-44.
3. Василь Туташинський. Реалізація пріоритетних напрямків інноваційного розвитку в профільній технологічній освіті учнів. // Priority directions of science development. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference. SPC «Sci-conf.com.ua». Lviv, Ukraine. 2020. Pp. 21-27. URL: <http://sciconf.com.ua>
4. Гащак В.М. Трудове навчання (технічні види праці) : підруч. для 8 класу загальноосвіт. навч. закл. / В.М. Гащак, С.М. Дятленко, Б.М. Терещук, В.П. Тименко, В.І. Туташинський — К.; Генеза, 2016. — 256 с. : іл.
5. Гевко Б.М. Технологія обробки на верстатах з ЧПК: Навчальний посібник. / Гевко Б.М., Матвійчук А.В. Тернопіль: ТДТУ, 2004. — 131 с.
6. Железна А.М., Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. [Текст] / Железна А.М., Кирилович В.А. — К.: Кондор, 2004. — 796 с.
7. Інтелектуальна власність: теорія і практика інноваційної діяльності. Підручник / За ред. Проф. М.В.Вачевського. — К.: ВД Професіонал, 2006. — 18,7.
8. Левін П.Б. Основи економічних знань. Підручник для профільних 10-12 класів. — К.: Педагогічна думка, 2009. — 24,0.
9. М. Піддячий, «Освіта і наука України : соціально-трудоий розвиток молоді», *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія 13 : Проблеми трудової та професійної підготовки, вип. 8, с. 75-80, 2017.
10. М. Піддячий, «Освіта і наука України у вимірі громадянських суспільств: соціально-професійна орієнтація», *Неперервна про-*



---

*фесійна освіта : теорія і практика*. Пед. науки, вип. 3—4 (48—49), с. 59—65, 2016.

11. Руденко П.О. Проєктування технологічних процесів у машинобудуванні. [Текст] / П.О. Руденко — К.: Вища шк., 1993. — 414 с.
12. Основи дизайну: підручник для 10 кл. загальноосв. навч. закл. Профільн. рівень / В. В. Вдовченко, Т. О. Божко, А. С. Сімонік та ін.; [за ред. В. В. Вдовченка]. — К. : Педагогічна думка, 2010. — 25,0.
13. Основи маркетингу. 10-11 класи : підручник / М.В.Вачевський, В.В. Мадзігон, Н.М. Примаченко. — К. : Педагогічна думка, 2010. — 21,0.
14. Основи проєктної діяльності учнів професійних закладів освіти в Україні. Кулішов, В.С., Падалка О.С., Тименко В.П. *Periodyk naukowy Akademii Polonii*, 4 (19). С.127-135.
15. Піддячий М. І. Підготовка старшокласників до професійної діяльності в умовах профільного навчання: монографія / М. І. Піддячий — К.: Педагогічна думка, 2008. — 288 с., іл.
16. Сайт «Трудове навчання». [Електронний ресурс]. <https://www>
17. Сидоренко В.К., Терещук Г.В., Юрженко В.В. Основи техніки і технології: навчальний посібник — К: НПУ, 2001. — 163 с.
18. Сидоренко В.К. Токарна і фрезерна справа: Навч. посібник для учнів 10 — 11 класів середньої загальноосвітньої школи. — К.: ІСДО, 1995. — 336 с.
19. Технічне проєктування: підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень, інженерно-технічне спрямування / В.М. Мадзігон, А.М. Тарара. — За ред. академіка Мадзігона В.М. — К. : Педагогічна думка, 2010. — 16,3.
20. Технології: підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту, академічний рівень) / авт. кол. : В. М. Мадзігон, А.М. Тарара, В. П. Тименко та ін.— К. : Педагогічна думка, 2011. — 14,0.
21. Технології: підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту, академічний рівень Туташинський В.І. Трудове навчання (технічні види праці) : підруч. для 9 класу загальноосвіт. навч. закл. / Туташинський В.І. — К.; Ірпінь : ВТФ «Перун», 2017. — 112с. : іл.
22. Технології: 11 кл. підручник для загальноосвіт. навч. закл.: рівень стандарту, академічний рівень / О.М. Коберник, А.І. Терещук, О.Г. Гервас [та ін.] — Харків : Сиція, 2012, — 160 с. : іл.
23. Туташинський В.І., Кірютченкова І.В. Технології (рівень стандарту): підручник для 10 (11) класів закладів загальної середньої освіти /

- 
- В. І. Туташинський, І.В. Кірютченкова (за загальною редакцією В.І. Туташинського). Київ: Педагогічна думка, 2018. 216 с.
24. Туташинський В.І. Науково-методичне забезпечення варіативного складника змісту технологічної освіти у професійному ліцеї. / Молодь і ринок. Випуск 3. 2019. С. 127-131.
  25. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. [Текст] / Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О., Лопатько К. Г. — К.: Либідь, 2002. — 328 с.
  26. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування [Текст] / Чумак М.Г. — К.: Либідь, 2000. — 368 с.
  27. [https://www.youtube.com/watch?v=RXj\\_M81MATI](https://www.youtube.com/watch?v=RXj_M81MATI)
  28. <https://www.youtube.com/watch?v=>
  29. <https://www.youtube.com/watch?v=>
  30. <https://www.youtube.com/watch?v=>
  31. <https://www.youtube.com/watch?v=>
  32. <https://www.youtube.com/watch?v=>
  33. <https://www.youtube.com/watch?v=>
  34. <https://www.youtube.com/watch?v=>

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Туташинський** Василь Іванович

## **ТЕХНОЛОГІЇ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА**

*Навчальний посібник*

Обкладинка - Лук'яненко Л.  
Верстка – Коломієць А.

(Електронне видання)  
Обсяг 9,687 авт. арк.

Віддруковано у ТОВ “КОНВІ ПРІНТ”.  
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців,  
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції  
серія ДК №6115, від 29.03.2018 р.  
03680, м. Київ, вул. Антона Цедіка, 12,  
тел. +38 044 332-84-73.