

Практична робота №1

Розробка системи автоматизованого або автоматичного керування типовим технологічним об'єктом за варіантами індивідуальних завдань.

Мета роботи: Навчитися розробляти та складати структурні схеми систем автоматичного або автоматизованого керування різними технологічними об'єктами

1.1. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями (пункт 1.2.)
2. Вивчити та описати в загальному вигляді природу технологічного об'єкту керування (ОК) і процеси, що протікають в ньому.
3. Визначити та описати регульовані параметри, збурення і можливі дії керування.
4. Скласти параметричну схему ОК із вказанням фізичних величин вхідних та вихідних сигналів і збурюючих впливів.
5. Скласти структурну схему системи керування та описати її роботу в загальному вигляді.
6. Зробити висновки по роботі та дати відповіді на контрольні питання (пункт 1.3).
7. Оформити звіт згідно вимог (пункт 1.4).

1.2. Короткі теоретичні відомості

Поняття об'єкту керування. Види об'єктів керування

Об'єкт керування (ОК) – це об'єкт, який піддається керувальним впливам для досягнення мети керування. У автоматизованому керуванні поняття ОК надзвичайно широке. Під ОК розуміють:

– технологічні процеси виробництва у цілому або їх окремі стадії і устаткування в якому перебігає технологічний процес, тому часто такий ОК називають технологічним об'єктом керування (ТОК);

– процеси забезпечення режимів функціонування обладнання;

– матеріальні та інформаційні потоки;

– виробничі ділянки;

– окремі одиниці технологічного обладнання, наприклад, верстати, двигуни. Так, наприклад, ОК паровий котел для якого регульованими величинами є температура, тиск пари і рівень води; ОК електричний двигун, у якому регулюються швидкість обертання і переміщення його вихідного валу [1];

– підрозділи підприємств, наприклад, економічні, конструкторські тощо.

За властивостями виділяють ОК

– із *зосередженими параметрами*, тобто такі ОК, у яких в стані рівноваги регульовані параметри в кожній їх точці в певний момент часу мають майже однакові значення, наприклад, ресивери, мішалки, ;

– з *розподіленими параметрами*, тобто такі, в яких значення параметрів у різних його точках не однакові, наприклад, виробничі ділянки, підрозділи підприємств, теплообмінні агрегати, теплоенергетичні установки, апарати хімічної та харчової промисловості тощо.

Необхідно зазначити, що переважна більшість технологічних об'єктів мають розподілені параметри. Іноді для спрощення математичного опису деяких ОК нехтують розподілом їх параметрів і розглядають як ОК із зосередженими параметрами. Проте, далеко не завжди даний підхід є виправданим, оскільки існує велика група об'єктів, які завжди необхідно розглядати як об'єкти з розподіленими параметрами. До таких об'єктів належать складні та великі системи, наприклад, виробничі ділянки, екологічні системи, нафтоносні шари [1] та ін.

Загалом системний підхід до класифікації та загального опису ОК в автоматизації дозволяє виділити декілька основних класифікаційних ознак, що дозволяють розкрити внутрішню структуру ОК і його зв'язки [1], рис. 1.1.

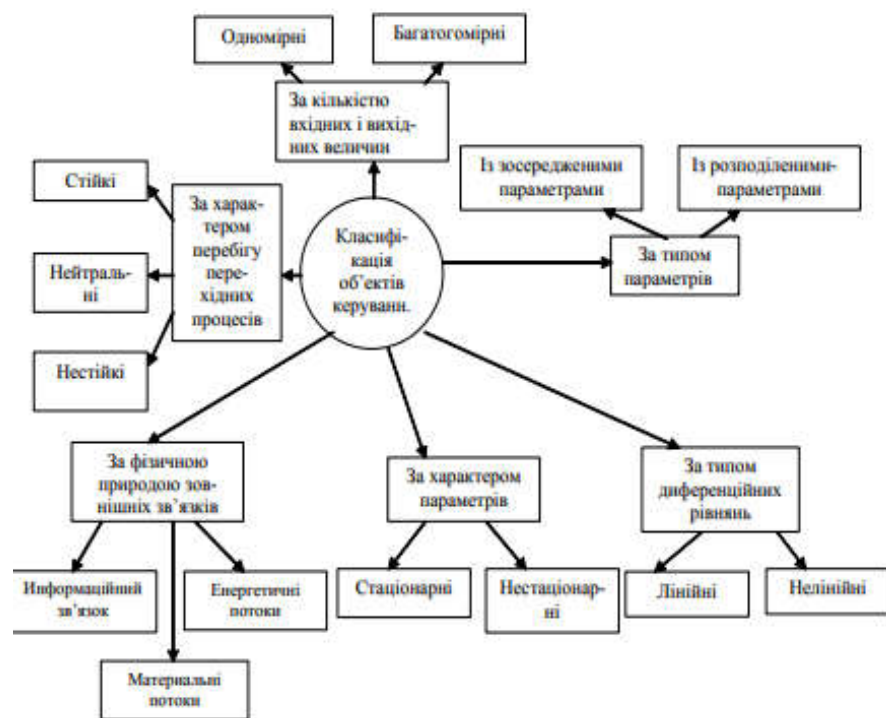


Рис. 1.1. Класифікація ОК [1]

За зовнішніми зв'язками ОК із середовищем, тобто за кількістю вхідних і вихідних величин, об'єкти поділяються на *одномірні* (що мають одну вхідну й одну вихідну величину) і *багатомірні* (що мають декілька входів і виходів).

Багатомірні об'єкти, як правило, являють собою багатозв'язні системи, в яких є декілька регульованих величин, пов'язаних між собою таким чином, що зміна будь-якої з них викликає зміну інших. Наприклад, до

багатозв'язних ОК можна віднести різні виробничі процеси, енергосистеми, ректифікаційні колони в нафтохімічній і газовій промисловості тощо [1]. Зокрема, Прикладом тут можуть служити системи автоматичного керування частотою обертання електроприводів валків і зазором між ними в станах холодної і гарячої прокатки. Обидві ці системи керування пов'язані між собою через металевий лист, що прокочується, і утворюють складну багатозв'язну систему [1].

Зовнішні зв'язки об'єктів із середовищем можуть мати різну фізичну природу, обумовлену внутрішньою структурою об'єкта. Причому зв'язки можуть бути *однобічними* і *двобічними*. Для більшості реальних об'єктів характерні двобічні інформаційно-енергетичні зв'язки чи інформаційні зв'язки з матеріальними потоками, тому що в процесі будь-якого керування об'єктом необхідний інформаційний обмін між пристроєм керування і об'єктом для керування енергетичними чи матеріальними потоками в самому ОК [1].

Внутрішня структура ОК розкривається при вивченні їх складових елементів і кількісних співвідношень, які описують ці елементи. Параметри елементів системи характеризують основні властивості цих елементів (наприклад опір, індуктивність, ємність, коефіцієнт підсилення, теплоємність, інерційне запізнення, момент тертя, момент інерції), а отже, і об'єкта в цілому [1].

За характером параметрів всі ОК поділяються на *стаціонарні* і *нестационарні*. Умови роботи ОК часто виявляються вкрай несприятливими, наприклад, зміна навколишнього середовища (температури, тиску, вологості тощо), коливання напруги живлення тощо, призводить до дрейфу параметрів ОК (тимчасовому, температурному і випадковому). Тому практично всі об'єкти мають нестационарні параметри. Однак, якщо на визначеному інтервалі спостереження параметри ОК не виходять за межі припустимих значень, то об'єкт приблизно можна розглядати як об'єкт зі стаціонарними параметрами. Інтервал спостереження і припустимі значення відхилення параметрів визначаються конкретними умовами, виходячи з мети автоматизації [1].

За основу класифікації також можуть бути взяті кількісні співвідношення між елементами об'єкта, і між об'єктом і зовнішнім середовищем, що описуються різними рівняннями (алгебраїчними, диференціальними тощо). Такі рівняння дозволяють проводити математичний аналіз фізичних явищ в об'єкті. За типом диференціальних рівнянь, що описують кількісні співвідношення в об'єктах, ОК поділяються на *лінійні* і *нелінійні*. ОК можна вважати лінійним, якщо в ньому існує однозначна пропорційна (лінійна) залежність вихідних величин Y від керуючих X і збурюючих F впливів [1]:

$$Y = f(X, F). \quad (1.1)$$

тобто f у формулі (1.1) являє собою лінійну функцію чи функціонал [1].

З технічної точки зору лінійних об'єктів не існує. Реальні об'єкти *нелінійні*, тому що мають зони нечутливості, зони насичення, неоднозначність (гістерезис) тощо. Однак у деяких випадках об'єкт можна розглядати в лінійному наближенні, застосовуючи відповідні правила лінеаризації. Допустимість лінеаризації об'єкта визначається конкретними умовами його роботи (наприклад, при малих відхиленнях на лінійній ділянці характеристики) [1].

В основі класифікації об'єктів можуть бути причинно-наслідкові зв'язки між навколишнім середовищем і об'єктом, та між його елементами. Завдяки цим зв'язкам відбувається процес передачі в часі інформації, енергії, речовини (матеріалу) від одного елемента об'єкта до іншого, чи від навколишнього середовища до об'єкта і навпаки. У реальних об'єктах виявлення причинно-наслідкових зв'язків представляє великі труднощі, тому що процеси і явища, наприклад, у багатозв'язних об'єктах, залежать від багатьох причин у різній степені, а самі наслідки можуть виступати в подальшому як причини, що впливають на явища, які у минулому були причиною появи їх самих [1].

Окремим випадком причинно-наслідкових зв'язків у техніці є перехідні процеси, що представляють собою реакцію об'єктів керування на стандартні часові ступеневі вхідні керуючі чи збурюючі впливи. За характером протікання перехідних процесів об'єкти поділяються на *стійкі* (із самовирівнюванням), *нейтральні* і *нестійкі* [1].

У *стійких* об'єктах при подачі на їх вхід ступеневого керувального сигналу вихідна величина з часом прагне до сталого значення (наприклад, це нагрівачі; теплообмінні агрегати; двигуни, якщо за їхню вихідну величину прийнята частота обертання ротора; електричні R, L, C – ланки та ін.). Відмінною рисою цих об'єктів є те, що після зняття вхідного впливу вихідна величина повертається до попереднього чи близького до нього значення [1].

У *нейтральних* об'єктах після подання ступеневого вхідного сигналу вихідна величина необмежено зростає в часі, а після припинення вхідного сигналу ніколи не повертається до колишнього значення, приймаючи новий сталий стан. Прикладами таких об'єктів є об'єкти, що володіють інтегруючими властивостями (підсумовування і запам'ятовування). До них належать: резервуари, якщо за їх вихідну величину прийнятий обсяг рідини; двигуни, якщо за їх вихідну величину прийнятий кут повороту ротора; інтегруючі активні і пасивні RC-ланки [1].

У *нестійких* об'єктах після подання ступеневого вхідного впливу вихідна величина необмежено зростає в часі, а після зняття вхідного впливу – продовжує необмежено зростати. Прикладами таких об'єктів можуть бути пристрої, у яких протікають лавиноподібні процеси (апарати хімічної промисловості з лавиноподібними реакціями, енергосистема в нестійких режимах тощо) [1].

Існують і інші класифікаційні ознаки, що беруться за основу при класифікації об'єктів автоматизації. Наприклад, за наявністю вихідної (апріорної) інформації можна виділити наступні групи об'єктів [1]:

– детерміновані ОК, тобто повністю визначені. Для таких ОК рівняння, що описують їх, цілком відомі (аж до значень коефіцієнтів) [1];

– ОК для яких вигляд рівнянь, що їх описують, відомий, а чисельні значення коефіцієнтів – ні [1];

– ОК для яких конкретний вигляд рівняння і чисельні значення параметрів невідомі, але є деяка апріорна інформація (наприклад, об'єкт – лінійний) [1];

– стохастичні ОК, тобто повністю невизначені об'єкти, щодо яких відсутні будь-які апріорні дані (об'єкти типу "чорний ящик") [1].

З наведеного переліку класифікаційних ознак видно, що кожна ознака окремо розкриває тільки якусь одну властивість об'єкта і не може служити його повною характеристикою. Найчастіше в процесі класифікації складних об'єктів автоматизації досить важко чітко розмежувати їх окремі ознаки. В цьому випадку необхідно виходити з мети автоматизації і визначення тих даних (характеристик) об'єкта, що необхідні для знаходження алгоритму керування [1].

Канали впливу ОК

ОК завжди має один або декілька виходів (керованих параметрів $Y = \{y_n | n \in \overline{1, N}\}$), а також відповідні їм входи: керувальні впливи $X = \{x_i | i \in \overline{1, I}\}$ та збурення $F = \{f_m | m \in \overline{1, M}\}$ [2] (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Узагальнена схема ОК

у системі автоматизованого або автоматичного керування: x – керувальний вплив, що зумовлює забезпечення якісних показників та кількісні характеристики ОК; f – збурення; y – вихідна величина, якою необхідно керувати (керований параметр)

Наявність функціональної залежності між виходом Y і відповідним входом X ОК розглядають як наявність в ОК каналу впливу [2]. На схемі (рис. 1.3) вони показані у вигляді прямих ліній, у тому числі пунктирних, зі стрілками. Кожен з каналів ОК описують окремим рівнянням [2]. При чому кількість каналів k не корелює із кількістю їх входів X і виходів Y ОК. Тобто при однаковій кількості $n=i$ входів $X = \{x_i | i \in \overline{1, I}\}$ і виходів $Y = \{y_n | n \in \overline{1, N}\}$ ОК кількість каналів k різна: $n \neq k \neq i$, що обумовлюється різноманітністю внутрішніх взаємозв'язків ОК (див. рис. 1.3).

Кожний k -ий канал характеризується чутливістю S_k , яка визначається, як відношення зміни вихідної величини Δy_n до зміни вхідної величини Δx_i за виразом (1.2) або збурення за виразом (1.3):

$$S_{\text{кx}} = \frac{\Delta y_n}{\Delta x_i}, \quad (1.2)$$

де $S_{\text{кx}}$ – чутливість каналу керувального впливу;

Δy_n – зміна (приріст) вихідної величини;

Δx_i – зміна (приріст) вхідної величини;

i – порядковий номер вхідної величини x , $i \in \overline{1, I}$;

I – кількість вхідних величин x ;

n – порядковий номер вихідної величини y , $n \in \overline{1, N}$;

N – кількість вихідних величин y .

$$S_{\text{кf}} = \frac{\Delta y_n}{\Delta f_m}, \quad (1.3)$$

де $S_{\text{кf}}$ – чутливість каналу збурювального впливу;

Δy_n – зміна (приріст) вихідної величини;

Δf_m – зміна (приріст) збурювального впливу;

n – порядковий номер вихідної величини y , $n \in \overline{1, N}$;

N – кількість вихідних величин y ;

m – порядковий номер збурювального впливу f , $m \in \overline{1, M}$;

M – кількість збурювальних впливів f .

Очевидно, що чим більша чутливість каналу керування $S_{\text{кx}}$, то ефективнішим буде керування ОК за цим каналом. Чим більша чутливість каналу збурення $S_{\text{кf}}$, тим більше неприємностей можна очікувати від наявності змін у цьому каналі.

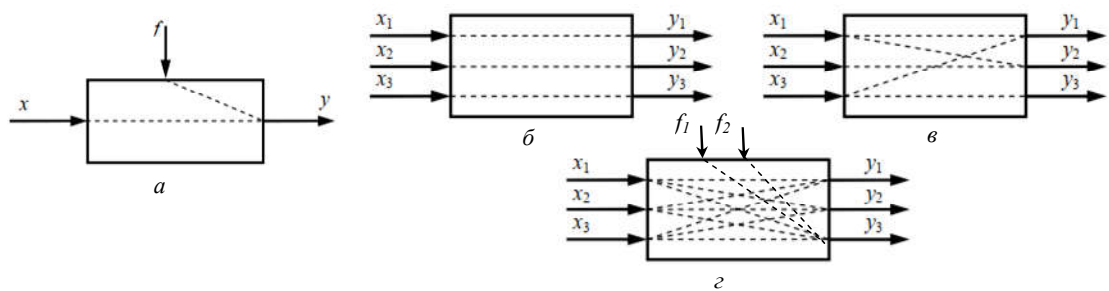


Рис. 1.3. Схематичне зображення ОК із каналами впливу: а – двоканальний ОК, що має канал керувального впливу $Y = f_1(X)$ та канал збурювального впливу $Y = f_2(F)$; б, в, г – багатоканальні ОК з різними взаємозв'язками каналів впливу: б – автономними, в – частково зв'язаними, г – взаємозв'язаними

1.3. Контрольні питання

1. Дайте визначення поняття “система автоматичного керування”.
2. В чому полягає процес функціонування системи автоматичного керування?
3. Поясніть основні терміни “система”, “об’єкт”, “регулятор”, “виконавчий механізм”, “регулювальний орган”, “ТОК”.
4. З яких елементів складається система автоматичного керування?

1.4. Вимоги до оформлення звіту

1. За результатами виконаної практичної роботи студент оформлює відповідний звіт. Звіт оформлюється кожним студентом з використанням доступних текстових редакторів, наприклад, Mikrosoft Word

2. Звіт повинен містити наступні складові:

Назва роботи.

Мета роботи.

Порядок виконання роботи.

Проміжні результати досліджень та розрахунків.

Зведені результати.

Висновки по роботі.

Відповіді на контрольні питання

3. Всі аркуші мають загальний титульний лист. Приклад оформлення титульного листа приведено в Додатку А. Справа в дужках подано відстані від нижньої лінії, яка обрамлює формат, до основи відповідного рядка та номер шифру, яким слід виконувати запис рядка.

4. На кожному листі виконується обрамлююча лінія (рамка) згідно вимог ЄСКД. Зокрема **на першому аркуші після титульного листа** виконується **основний надпис (штамп) за формою 2** для текстових документів згідно вимог ЄСКД (див. додаток Б, рис. Б.1); на наступних – **надпис (штамп) за формою 2а** для текстових документів згідно вимог ЄСКД (див. додаток Б, рис. Б.2).

5. Текст звіту набирається в текстовому редакторі Microsoft Word гарнітурою Times New Roman, розміром 14 пунктів, з вирівнюванням по ширині.

6. Інтервали між рядками – полуторні. Абзац – 3 символи зліва.

7. **Заголовки та назви розділів** звіту кожної роботи виділяються жирним; крім того перед назвою розділу та після нього пропускається 1 рядок.

8. **Формули** набираються за допомогою редактора формул та розміщуються по центру рядка, після формули дається пояснення; нумерація формули вказується в крайньому правому положенні відповідно до

порядкового номеру лабораторної роботи та порядкового номеру формули; перед формулою та після неї пропускається 1 рядок. Крім того, всі формули мають бути вставлені в таблиці, які не повинні бути обрамлені (таблиця без обрамлення). Після формули даються пояснення щодо її змісту. Нижче наведено приклад вставки формули:

	№ формули
	№ лабораторної роботи
$\langle V, S, K, W \rangle$	(1, 1)

де: V – процедура вибору з бази знань і робочої пам'яті правил і фактів;

S – процедура співставлення правил і фактів, в результаті якої визначається безліч фактів до яких застосовувані правила для присвоєння значень;

K – процедура вирішення конфліктів, що визначає порядок використання правил, якщо у висновку правила вказані однакові імена фактів з різними значеннями;

W – процедура, що здійснює виконання дій, відповідно до отриманого значення факту (укладення правила).

Формула має бути вставлена в таблицю по центру без абзацу. Номер формули слід розмістити посередині висоти другої колонки з виключкою вправо.

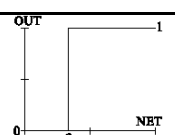
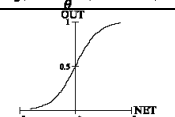
9. **Таблиці** розміщуються по центру рядка; нумерація таблиці вказується над таблицею праворуч відповідно до порядкового номеру лабораторної роботи та порядкового номеру таблиці, назва таблиці вказується в наступному під номером рядку по центру; перед таблицею та після неї пропускається 1 рядок; назва таблиці та "шапка" таблиці можуть бути виділені жирним шрифтом, наприклад:

№ таблиці

№ лабораторної роботи

Таблиця 3.2

Основні види функцій активації

Назва функції	Рівняння функції	Область значень функції	Графік функції
Жорсткий поріг	$OUT = \begin{cases} 0, & NET < 0 \\ 1, & NET \geq 0 \end{cases}$	0; 1	
Логістична (сигмоїда, функція Фермі)	$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}}$	0; 1	

Посилання на таблицю в тексті роботи здійснюються скорочено, наприклад, наступним чином:

...вихідні дані задачі наведені в табл. 1.2.

10. Рисунки, схеми та графіки у випадку оформлення звіту лабораторної роботи у рукописному вигляді необхідно креслити олівцем в масштабі з використанням креслярських інструментів. Рисунки, схеми та графіки розміщуються по центру рядка, перед ними та після них пропускається 1 рядок. Нумеруються аналогічно до вимог нумерації формул та таблиць.

Посилання на рисунок, схему, графік в тексті роботи здійснюються скорочено, наприклад, наступним чином:

...результат розв'язання задачі приведено на рис. 3.1.

11. Всі сторінки, рисунки, таблиці тощо повинні бути пронумеровані, підписані та / або надписані.

Інформаційні джерела

1. Швець В.І., Шостачук В.М. Виконавчі механізми, регулювальні органи і пристрої. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2007. – 211 с.
2. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом: «Хімічна технологія та інженерія» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с.

Додаток А
Форма титульного листа звіту з лабораторних / практичних робіт

<p>Міністерство освіти і науки України</p> <p>ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</p>		<p>272 № 3,5</p> <p>260 № 5</p>
<p>Кафедра XXXXXXXXXXXX</p> <p>група XX-XX</p>		<p>230 № 3,5</p>
<p>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</p> <p>(назва предмету)</p>		<p>180 № 5</p>
<p>ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №XX</p>		<p>170 № 3,5</p>
<p><u>XXXX. XX 4 2 XX. X00 XX</u></p>		<p>130 № 7</p>
<p>Код організації розробника (наприклад, для студента групи АТ-2 код буде АТ02)</p> <p>Дві останні цифри залікової книжки</p> <p>Галузь науки (в університеті технічним наукам присвоєна цифра 4)</p> <p>Вид робіт (для лабораторних робіт прийнята цифра 2, для практичних 1)</p>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px; position: relative;"><div style="position: absolute; top: 0; right: 0; width: 50px; height: 50px; border: 1px solid black;"></div><div style="position: absolute; bottom: 0; left: 0; width: 50px; height: 50px; border: 1px solid black;"></div></div>	<p>Код номеру роботи: КР – контрольна робота; ЛР – звіт з лабораторних робіт; ПЗ – пояснювальна записка курсової роботи або проекту.</p> <p>Номер роботи відповідно до методичних вказівок (від 1 до 10)</p> <p>Характер роботи: 01 – звичайні роботи; 02 – дослідження.</p>
<p>Керівник (підпис) д.т.н., проф. Черепанська І. Ю.</p> <p>(дата)</p>		<p>80 № 3,5</p>
<p>Виконавець (підпис)</p> <p>(дата) прізвище, ім'я, по батькові</p>		<p>40 № 3,5</p>
<p>20XX</p>		<p>10 № 3,5</p>

Штampi для текстових документів

Technical drawing of a rectangular structure with dimensions and internal layout. The overall width is 185 and the height is 40 (8x5). The layout includes a header section with dimensions 7, 10, 23, 15, 10, 70, and 50. The main body is divided into sections labeled 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, and 19. The bottom section has a height of 5. The right side has a height of 15. The drawing shows a cross-section of a structure with a wavy top edge.

Рис. Б.1. Штмп для текстових документів за формою 2

Technical drawing of a document layout with dimensions and labels. The drawing shows a rectangular area with a wavy top edge. Dimensions are indicated by arrows and numbers: 185 (total width), 5 (margin on the right), 7, 10, 23, 15, 10 (horizontal segments), 5 (margin on the left), 3x5=15 (vertical dimension on the left), 5 (margin on the left), 7 (margin on the right), 5, 8 (vertical dimensions on the right). The layout includes a header section with five columns labeled (14), (15), (16), (17), and (18), and a footer section with two columns labeled Арк. and (17). The header section is labeled (2) in the center.

(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Эн.	Арк.	№ докум.	Подп.	Дата

(2)

Арк.	(17)
------	------

Рис. Б.2. Штмп для текстових документів за формою 2а