

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра агроінженерії**

**ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

методичні рекомендації для виконання курсового проекту здобувачами першого «Бакалаврського» рівня вищої освіти ОПП «Харчові технології» спеціальності 181 «Харчові технології» денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв  
2023

УДК 664.002.5

П84

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від «12» червня 2023 р., протокол № 12.

Укладачі:

О.А. Горбенко – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

М. С. Храмов – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

В. А. Грубань – канд. техн. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу. Миколаївський національний аграрний університет.

Р. О. Трибрат – канд. с.-г. наук, доцент, кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій. Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний  
університет, 2023

## ЗМІСТ

<b>Вступ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Значення курсового проекту у вивченні дисципліни.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Розрахунково-пояснювальна записка, її зміст та оформлення.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Обсяг і зміст графічної частини курсового проекту.....</b>	<b>8</b>
3.1. Технологічна схема.....	9
3.2. Генеральний план (розміщення технологічного обладнання у виробничому приміщенні).....	10
<b>4. Подання проекту на кафедру для перевірки, висновок керівника.....</b>	<b>11</b>
<b>5. захист курсового проекту.....</b>	<b>12</b>
<b>6. Список завдань до курсового проектування.....</b>	<b>24</b>
<b>7. Список рекомендованої літератури.....</b>	<b>25</b>

## Вступ

Курс «Процеси та апарати харчових виробництв» є спеціальним перехідним курсом від загальноінженерного циклу дисциплін до спеціального для інженерів-технологів і механіків харчових виробництв. Завдання курсу полягає у тому, щоб ознайомити студентів із тими процесами і апаратами, які є загальними для всіх харчових технологій. Сучасні знання про процеси та апарати опираються на міцний фундамент базисних дисциплін — хімії, фізики, математики, гідравліки, механіки, теплотехніки, електротехніки. Проте, як наука, вчення про процеси та апарати має чітко окреслений предмет, свої експериментальні та розрахункові методи і теоретичні закономірності.

Будь-який технологічний процес, не дивлячись на різницю методів, становить низку взаємопов'язаних типових технологічних стадій, які відбуваються в апаратах певного класу. Але високі вимоги до якості продукції та ефективності виробництва визначили специфіку, яка відрізняє ці технологічні стадії одержання харчових продуктів та апаратурно-технологічне забезпечення від подібних процесів у інших галузях народного господарства.

Процеси харчової технології переважно значно складніші та часто становлять поєднання гідродинамічних, теплових, масообмінних, біохімічних та механічних процесів. Курс є теоретичною основою харчової технології, яка дозволяє проаналізувати та розрахувати процес, визначити оптимальні параметри, розробити та розрахувати апаратуру для його здійснення.

Технологічні процеси у ресторанному господарстві та харчовій промисловості мало чим відрізняються один від одного. Відмінність полягає в тому, що на окремому підприємстві харчової промисловості займаються переробкою одного виду продуктів або кількох, а у ресторанному господарстві практично усіх. Таким чином, у курсі «Процеси і апарати харчових виробництв» вивчаються основні закономірності перебігу процесів із метою їх прогнозування, а також принципи створення та розрахунків апаратів, у яких ці процеси реалізуються.

## **1. Значення курсового проекту у вивченні дисципліни**

При виконанні курсового проекту здобувачі вищої освіти практично застосовують знання, отримані з дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв», а також з дисциплін, на яких ґрунтується даний курс (хімія, фізика, теплотехніка та ін.).

При роботі над курсовим проектом здобувачі вищої освіти використовують навички, отримані ними при самостійному рішенні задач та прикладів, а також при виконанні контрольних завдань, вчать користуватися довідковою технічною літературою.

При виконанні графічних робіт здобувачі вищої освіти розвивають навички технічного креслення, вчать проводити нескладні конструктивні розрахунки і поглиблюють знання основних правил компоновання обладнання. Курсовий проект є найкращою формою самостійної роботи студентів, засобом вивчення студентами новітніх досягнень теорії і практики харчової технології.

«Процеси й апарати харчових виробництв» – це сукупність наукових та інженерних знань, що дозволяє створювати нові й удосконалювати діючі технології і обладнання для виробництва харчових продуктів.

Основним завданням науки про процеси й апарати харчових технологій є виявлення загальних закономірностей протікання технологічних процесів і розробка методів розрахунку апаратів для їхньої реалізації. Дані методичні вказівки призначені для допомоги студентам, що виконують курсовий проект по процесам та апаратам харчових виробництв. В них дані рекомендації по організації роботи над проектом, його об'єму та оформленню.

Основна мета виконання курсового проекту – набуття навичок проектування та конструювання основного устаткування харчових виробництв, з використанням сучасної техніки і технології у виробництві, практичного закріплення знань з дисципліни.

Для успішного виконання курсового проекту по процесам й апаратам харчових виробництв студент повинен знати основи теорії процесів, основи методики розрахунку апаратів, основні принципи конструювання апаратів. Курсовий проект виконується кожним студентом самостійно при консультації керівника.

## **2. Розрахунково-пояснювальна записка, її зміст та оформлення**

При використанні в розрахунках формул спочатку записується їх загальний вигляд і тільки після цього замість параметрів підставляються їх значення.

Значення символів та числових коефіцієнтів, які входять до формул, повинні бути приведені безпосередньо під формулою. Розшифровка кожного символу дається з нової строки з обов'язковим зазначенням його розмірності. При цьому використані одиниці фізичних величин повинні бути єдиними і відповідати системі СІ.

Перший рядок розшифровки символів повинна містити слово "де" без двокрапки після нього, наприклад:

$$Q = mc(t^k - t^n)$$

де  $m$  - маса продукту кг;

$c$  – питома теплоємність продукту, кДж/(кг·град);

$t^n, t^k$  - відповідно початкова і кінцева температури продукту, град.

РПЗ повинна бути написана розбірливо, ілюстрована рисунками, таблицями, додатками, які мають свій порядковий номер, позначений арабськими цифрами (наприклад: рис.1, рис.2 і т.д.; Таблиця 1, Таблиця 2 і т.д.; Додаток 1, Додаток 2 і т.д.). Кожна ілюстрація супроводжується тематичною назвою. При цьому слово "рис." пишеться під ілюстрацією, а потім дається під рисунком текст. Слово "Таблиця" і "Додаток" пишуться в лівому верхньому куті аркуша над їх тематичними назвами.

Наприклад,

Таблиця 1

*Технічна характеристика машини для сушінні етикеток*

Показники	А9-КШБ	А9-КШГ
.....	.....	.....
.....	.....	.....

При посиланні на рисунок або таблицю за текстом використовується скорочений їх запис (наприклад: "...зображена на рис. 15); "...приведена в табл.5"). Посилання на порядковий номер використаної літератури за текстом РПЗ замикають у квадратні дужки і у разі необхідності із вказівкою використаних сторінок, номеру формул або таблиць. Наприклад: [4], [12, стор.7], [10, табл.2] і т.д.

**Не допускається в РПЗ:**

- використання скороченої форми слів та назв виробів;
- застосування без числових значень в тексті математичних знаків <, >, =, а також знаків №, %;
- застосування індексів стандартів (ГОСТ, ОСТ, СТ та ін.) без реєстраційного номеру;
- замикання в рамки формул та розрахункових значень параметрів;
- використання кольорових олівців та чорнил для виділення елементів

У вступі стисло характеризується сучасний стан питання, щорозглядається (спеціальне завдання), обґрунтовується актуальність розробки. Аналітичний огляд існуючих технічних рішень питання (спеціального завдання), якому присвячений курсовий проект, повинен включати аналіз існуючих варіантів рішень проблеми, що розглядається, із зазначенням усіх переваг та недоліків. Особливу увагу при цьому слід звернути на якість отриманої продукції, рівень механізації і автоматизації процесів, екологічну чистоту виробництва, ступінь уніфікації відходів. В кінці аналітичного огляду робляться висновки щодо доцільності варіанту, що приймається до розробки.

Розділ, пов'язаний з розробкою технологічної схеми заданої лінії, повинен включати в себе аналіз вимог і особливостей технологічного процесу

виробництва заданого продукту, із зазначенням послідовності всіх технологічних операцій і необхідних режимів їх проведення.

З метою визначення продуктивності лінії на кожній технологічній операції здійснюються розрахунки. Результати цих розрахунків є основою вибору конкретного технологічного обладнання лінії. Вибір повинен бути зроблений як з урахуванням технологічних, так і техніко-економічних вимог, враховуючи такі фактори, як надійність роботи, простоту конструктивного рішення і обслуговування, енергоємність і металоємність та інші особливості, які забезпечують високу ефективність обладнання (Додаток А).

### **Курсовий проект складається з наступних розділів:**

1. **Титульний аркуш.** Приклад виконання титульного аркушу приведений в (Додатку Б,В). У назві проекту повинна бути зазначена курсового проекту. Наприклад: «Технологічний процес виробництва рослинної олії»

2. **Зміст.** Перелік розділів пояснювальної записки подається на другій сторінці на листі з відповідним штампом (Додаток Г(а.б)). Наводяться номери розділів у повному вигляді та сторінки їх розташування.

3. **Вступ.** У цьому розділі (3 – 5 стор.) необхідно коротко описати сутність і призначення даного процесу, порівняльну характеристику апаратів для його здійснення. Необхідно також указати роль і місце в народному господарстві галузі – споживача продукту, одержання якого обумовлено завданням на проектування.

4. **Розділ 1. Теоретичні основи технологічного процесу виробництва.** В даному розділі (12 –15 стор.) необхідно описати вимоги до контролю якості сировини, підготовки сировини до виробництва, технологічний процес виробництва заданого харчового продукту, контроль якості готової продукції та вимоги до зберігання.

5. **Розділ 2. Літературний огляд існуючого обладнання.** В даному розділі (8 – 10 стор.) необхідно провести аналітичні дослідження з обраної тематики курсового проекту, зробити аналіз патентної та літературної бази (патенти на винахід, спосіб виробництва, корисні моделі).

6. **Розділ 3. Проектний розрахунок вибраного обладнання.** В даному розділі (5 – 7 стор.) необхідно зробити розрахунок вибраного обладнання, визначити його продуктивність та інші експлуатаційні показники у відповідності до додатку.

7. **Розділ 4. Правила експлуатації та техніка безпеки.** В даному розділі необхідно вказати правила і заходи з охорони праці при роботі з машинами та механізмами, визначити нормативно-правові засади з питань охорони праці, вказати вимоги що пред'являються до монтажу обладнання, вказати можливі несправності в роботі технологічного обладнання.

8. **Висновки.** Закінчуючи розрахункову частину проекту, здобувач вищої освіти повинен дати аналіз отриманих результатів, їхньої відповідності завданню на проект, висловити міркування про можливі шляхи вдосконалювання даного процесу і його апаратного оформлення.

9. **Список використаної літератури.** Літературні джерела, які використовувалися при складанні пояснювальної записки оформлюються у відповідності до вимог ДАК (вимоги можна знайти на сайті бібліотеки МНАУ), розташовуються в порядку згадування їх у тексті або за алфавітом (на прізвище першого автора роботи). Відомості про книги повинні включати: прізвище й ініціали автора, назва книги, місце видання, видавництво, рік видання, число сторінок. Наприклад:

1. Поперечний А.М. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв: підручник/ А.М. Поперечний, В.О. Потапов, В.Г. Корнійчук. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 312 с.

2. Черевко О.І. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О.І. Черевко, А.М. Поперечний. – 2-е видання, доп. Та випр. – Х.: Світ книг, 2014. – 495 с.

10. **Додатки.** Виносяться в кінець ПЗ єдиним блоком і мають наскрізну нумерацію арабськими цифрами.

### 3. Обсяг і зміст графічної частини курсового проекту

Графічна частина технічного проекту, що оформлюється на аркушах формату А1 з штампом відбиває остаточне технічне рішення розроблювального процесу (установки), вибір принципової схеми із вказівкою технічних характеристик і вимог до виконання спроектованого обладнання, а також вибір апаратури й устаткування на основі проведених розрахунків. Графічна частина курсового проекту складається з технологічної схеми й креслень генерального плану виробництва або розстановки технологічного обладнання у виробничому приміщенні. Вона повинна задовольняти вимогам ЄСКД, пропонуваним до виконання технічного проекту. Поле креслення обмежують рамкою, що проводиться суцільними лініями й відстоїть від лівої крайки креслення на 20 мм, а від інших крайок – на 5 мм:

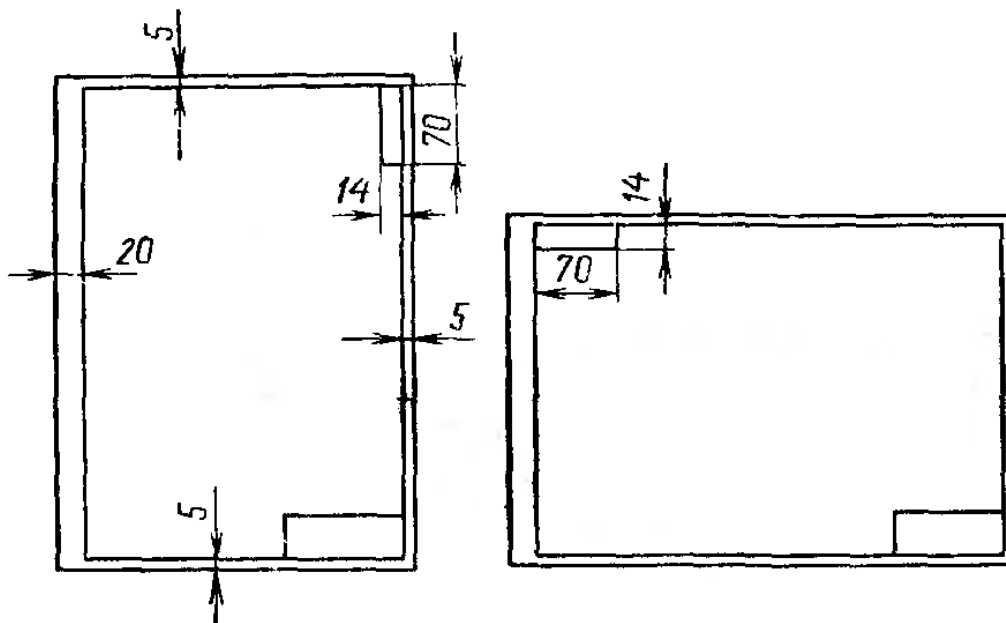


Рис. 3.1 Приклад розташування основного напису



Основний напис розташовують у правому нижньому куті креслення (Додаток Д).

Крім того, у верхній частині аркуша розташовують додаткову графу розміром 70×14 мм, призначену для повторного запису позначення креслення, що приводиться в основному написі.

### 3.1. Технологічна схема

Схема повинна містити: а) графічно спрощені зображення виробів, що входять до установки, відображення принципів, що забезпечують хіміко-технологічний процес, зазначені основні технологічні зв'язки між виробами (трубопроводи), а також елементи, що мають самостійне функціональне призначення (насоси, арматури й т.д.); б) таблиці умовних графічних позначень, точок виміру й контролю параметрів процесу (по необхідності).

Поле аркуша технологічної схеми заповнюють у такий спосіб: з лівої сторони на більшій частині поля аркуша розташовують схему; перелік основних складових частин і елементів схеми розташовують над основним написом на відстані не менш 12 мм у вигляді таблиці, заповнюваної зверху долілиць, за формою:

<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кількість</i>	<i>Примітка</i>

**Рис. 3.1 Форма таблиці, для зображення основних одиниць**

У графі «Позначення» приводять літерне позначення складової частини схеми, наприклад: апарат – А, насос – Н и т.д. При наявності в схемі декількох елементів однієї назви використовують числові індекси, записувані із правої сторони літерного позначення. Для основних апаратів висота числового індексу дорівнює висоті букв, наприклад: А1, А2, В1, В2. Для арматур і приладів висота числового індексу дорівнює половині висоти букв, наприклад: ВЗ<sub>1</sub>, ВЗ<sub>2</sub>, КП<sub>1</sub>, КП<sub>2</sub>, М<sub>1</sub>, М<sub>2</sub>.

Ще можливо користуватись таблицею для зображення основних одиниць (Додаток Д).

У графі «Найменування» приводять найменування елемента або пристрою відповідно до документа, на підставі якого цей елемент або пристрій застосований, і позначення цього документа (основний конструкторський документ, державний стандарт, технічні умови). У графі «Примітка» рекомендується вказувати технічні дані елемента або пристрою, що не втримуються в його найменуванні (продуктивність, габаритні розміри тощо).

Все обладнання (машини, апарати, насоси й ін.) на схемі вичерчують суцільними тонкими лініями товщиною 0,3 – 0,5 мм, а трубопроводи й арматури – суцільними основними лініями, тобто у два-три рази толще, ніж устаткування. Допускається зображувати вироби на схемі без строгого дотримання масштабу,

але й без різкого порушення співвідношення габаритних розмірів основних виробів.

Розведення трубопроводів до устаткування показують схематично, причому вона повинна відходити від основних магістральних трубопроводів, показаних нижче або вище устаткування, зображеного на схемі. Допускається показувати лінії магістральних трубопроводів одночасно знизу й зверху схеми. Лінії трубопроводів, а також розташовані на них арматури й прилади варто показувати на схемі горизонтально й вертикально, паралельно лініям рамки формату.

При викреслюванні схеми необхідно рівномірно заповнювати аркуш з урахуванням поетапного розміщення обладнання на різних поверхах і продуктових потоків.

### **3.2. Генеральний план (розміщення технологічного обладнання у виробничому приміщенні)**

У відповідності до завдання здобувач вищої освіти може виконувати в своєму курсовому проекті розрахунок генерального плану вибраного підприємства, або виконувати креслення з монтажною прив'язкою технологічного обладнання. Креслення робляться у відповідному масштабі, бажано використовувати наступні масштаби: 1:100; 1:200; 1:500 чи 1:1000 в залежності від загальної площі забудови.

Генеральний план – це просторове розміщення в проекті всіх будівель та споруд виробничого та обслуговуючого призначення, об'єднаних технологічними процесами і спільними транспортними, енергетичними і санітарно-технічними засобами, пов'язаних з рельєфом місцевості, сторонами світу, напрямком пануючих вітрів і з'єднаних в єдине ціле для ефективного використання проектованої ферми чи комплексу.

В основу проектування генерального плану повинна бути покладена прийнята схема технології виробництва таким чином, щоб взаємне розміщення будівель і споруд, транспортних магістралей, комунікацій інженерних ланок і загальна організація території максимально відповідали вимогам технологічних процесів і забезпечували поточність виробництва.

Всі будівлі доцільно розмішувати довгими паралельними осями в ряд, щоб їх торці були розташовані в одну лінію. При цьому довгу вісь їх потрібно розташовувати вздовж горизонталей чи під кутом до них так, щоб різниця в відмітках поверхні землі біля торців будівлі не перевищувала 1м.

Для достатнього і рівномірного природнього освітлення внутрішньої площі на протязі дня та прогрівання приміщення, тваринницькі будівлі в нашій зоні необхідно розмішувати (орієнтувати) довшою віссю з півночі на південь.

Але в залежності від рельєфу місцевості, напрямку пануючих вітрів допускається відхилення від прийнятої орієнтації на 30° в ту чи іншу сторону.

Узгодження проекту будівлі в цілому означає визначення планування відділів, ділянок для робочих груп всередині відділу, розміщення виробничих

ділянок, верстатного устаткування і складів всередині виробничих приміщень. Ціллю планування є таке взаєморозміщення цих об'єктів, яке б забезпечувало злагоджений виробничий потік на підприємстві або специфічну схему обслуговування в сервісних організаціях. В будь-якому випадку, при прийнятті рішень про оптимальне розміщення, слід враховувати наступні посилки, фактори й обмеження:

- Конкретні цілі й відповідні критерії, що використовуються для оцінки проекту. Основними критеріями, що враховуються про розміщенні, є: розмір виробничих площ і відстаней, які необхідно долати між різними виробничими елементами;

- Попит на вироби чи послуги, що виробляються в даній системі;
- Вимоги до проведення процесу, що враховують число операцій і обсяги матеріальних потоків між окремими елементами в схемі розміщення;

- Просторові вимоги при розміщенні елементів в приміщеннях;

- Просторова доступність в межах самої будівлі.

- Безпека при роботі і технічному обслуговуванні: необхідно передбачити досить місця для забезпечення безпеки, наприклад, під'їзні колії повинні бути просторими і чистими, щоб не виникало проблем з їх використання і погіршенням видимості. Небезпечні виробництва необхідно відокремлювати від інших;

- Планування повинно створювати почуття єднання, причому це важливо як для стимулювання мотивації працівників, так і для спрощення завдань контролю. Виробничі приміщення не повинні перешкоджати зближенню і спілкуванню, а також допускати спостереження за всім ходом технологічного процесу.

Можливо, не всі з перерахованих вище факторів будуть мати відношення до конкретної ситуації. Проте, планування розміщення устаткування - це завжди пошук компромісів. Оптимальне планування може виявитись негнучким і навіть не придатним для роботи, коли обставини змінюються.

#### **4. Подання проекту на кафедру для перевірки, висновок керівника**

Проект оформляють за графіком, складеним здобувачем вищої освіти і узгодженим із розкладом і роботою над іншими дисциплінами за планом деканату. Основні рішення за розділами проекту погоджуються з керівником, з цією метою у графіку передбачається 3-4 – разовий проміжний контроль (атестація).

Здобувачі вищої освіти працюють над курсовим проектом під постійним керівництвом викладача.

Консультанти й керівник своїми роз'ясненнями й радами допомагають здобувачеві вищої освіти уточнити мету проектування, визначити зміст проекту й методику його виконання.

При розробці конструкції, виконанні розрахункової частини проекту й інших розділів здобувач вищої освіти може звертатися за роз'ясненнями до зазначеного в завданні консультантам, що є фахівцями у відповідній області.

Однак автором проекту є студент і він відповідає за правильність прийнятих у проекті технічних рішень і проведених розрахунків і аналізів.

Готовий проект подається здобувачем вищої освіти на перевірку в установленій строк.

Керівник перевіряє правильність розрахунків і креслень і робить зауваження на полях креслень і записки. Вказує основні зауваження й побажання й дає висновок «допускається до захисту» або «не допускається».

## **5. Захист курсового проекту**

Підготовлений курсовий проект повинен бути зданий на кафедру для перевірки в повному обсязі (розрахунково-пояснювальна записка і креслення). Керівник проекту перевіряє матеріали проекту та оформлює на них відгук, де відображає переваги та недоліки проекту та формулює свої пропозиції по даному проекту комісії, в яке направляється проект для захисту. Комісія створюється розпорядженням кафедри (завідуючим кафедрою), яким визначаються також і терміни захисту.

Виходячи на захист проекту, здобувач вищої освіти повинен ознайомитися з відгуком керівника, його зауваженнями і підготувати відповіді на ці зауваження.

Захист курсового проекту включає в себе доповідь, в якій студент повинен викласти основний зміст проекту, використані методи рішень поставлених завданням питань і висновки по роботі в цілому, а також відповіді на питання членів комісії.

Доповідь повинна бути стислою, містити принципові моменти проекту та тривати не більш 7-10 хвилин. Кількість питань членів комісії не регламентована і залежить від характеру проекту та глибини його проробки.

Комісія оцінює рівень виконання проекту, креслень, змісту доповіді, характер та точність відповідей на питання. Після обговорення в комісії результатів захисту виставляється результуюча оцінка за проект.

Термін захисту встановлюється згідно з навчальним планом кафедри, затверджується деканатом. Як правило, це остання декада семестру. Приймає захист комісія, яка затверджена кафедрою.

Здобувач вищої освіти лаконічно (протягом 5–10 хв.) доповідає про особливості проекту виділяючи його мету і завдання, переваги прийнятих рішень, нові технічні елементи з обґрунтуванням, економічними і соціальними критеріями.

Члени комісії задають питання з проекту з урахуванням загальнонаукових і загальних інженерних дисциплін. Захист є важливою частиною виховного процесу, тому він ведеться відкрито, студенту вказують на недоліки проекту, відзначають його позитивні моменти, висловлюють побажання на майбутнє.

Оцінка автору проекту ставиться за такими критеріями.

Оцінку “відмінно” студент одержує за умов: глибокого і всебічного засвоєння методики технологічного проектування, теоретичних і практичних положень з технології і обладнання в обсязі проекту, чіткої й досить повної доповіді про мету проекту, способи її досягнення.

У відповідях на запитання студент повинен показати всебічне знання: характеристик продуктів і системи їх контролю; основних принципів компонування, конструкції й роботи обладнання; принципів і методів обґрунтування всіх розрахунків. Графічна частина повинна відповідати вимогам ЄСКД розкривати суть проекту; пояснювальна записка має бути оформлена згідно з вимогами стандартів з посиланням на список літератури. Вся робота використовується у відповідності з графіком та діючими кафедральними методичними вказівками. Є елементи використання ЕОМ, персонального комп'ютера.

Оцінку “добре” одержує студент, який повністю засвоїв методику проектування, теоретичні і практичні положення з технології і обладнання в обсязі проекту; коротко та ясно доповів суть виконаного проекту, без істотних помилок. Відповіді на запитання дав правильно, але не зовсім повно і чітко. Мають місце, хоч і не принципові неточності в розрахунках і в списку використаної літератури, а також посилання на неї в тексті пояснювальної записки. У графічній частині мають місце елементи недбалості і несуттєві помилки в зображенні обладнання; графік роботи над проектом не порушувався, застосовувалася обчислювальна техніка, персональний комп'ютер.

Оцінку “задовільно” виставляють студенту, котрий засвоїв основні відомості про технічне проектування; відповідь по проекту по суті правильна, але побудована нелогічно, має багато неточностей. Відповіді на запитання неповні, мають суттєві неточності в обґрунтуванні прийнятих рішень, дається неповна оцінка проекту.

Оцінка “незадовільно” виставляється в тому разі, коли проект виконано із суттєвими відхиленнями від вимог ЄСКД. Пояснювальна записка подана нелогічно, має грубі неточності, прийняті рішення необґрунтовані. Студент припускається грубих помилок в загальнонаукових і спеціальних дисциплінах, не дає правильної оцінки проекту, виявляє значне незнання спеціальної літератури і невміння користуватися нею. У виконанні креслень мають місце грубі помилки. Студент робить серйозні помилки у відповідях на запитання. Під час оформлення проекту допущені відхилення до вимог методичних вказівок, порушення графіку без поважних причин.

Студенту, що одержав на захисті незадовільну оцінку, або не подав проект у призначений термін, зараховується академічна заборгованість. Для її усунення видається нове завдання або встановлюється термін для доопрацювання проекту.

## Приклад 1,

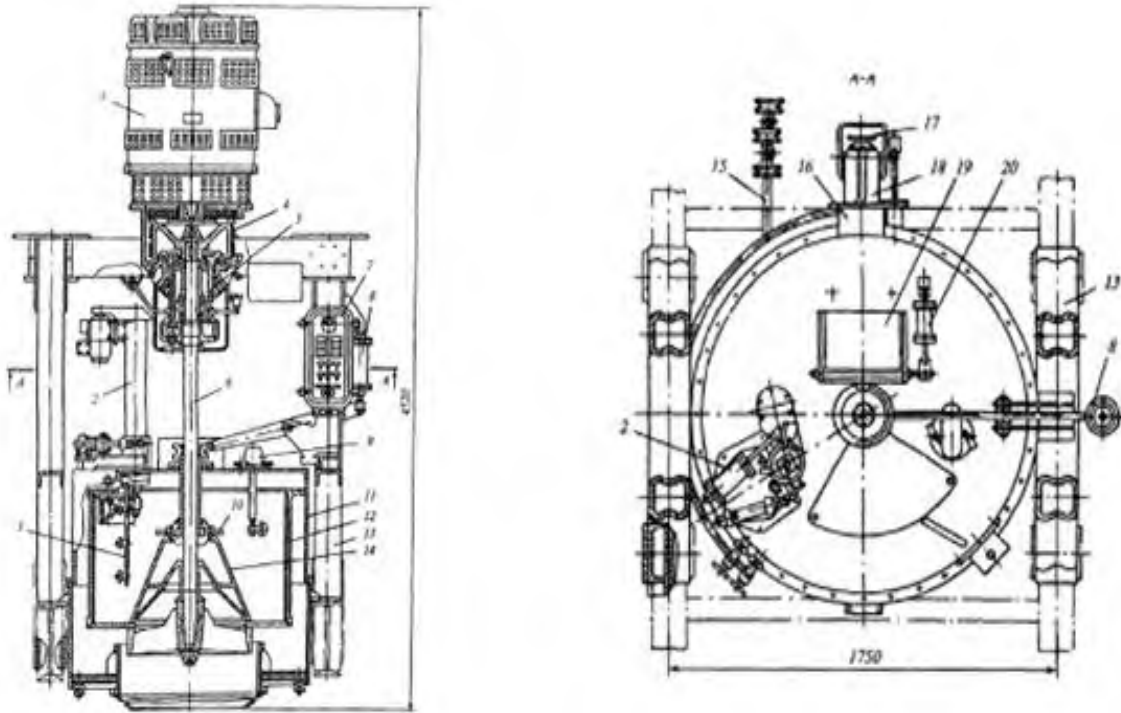


Рис. 2. Центрифуга АПН-1251Л-02

**Розрахунок центрифуги АПН-1251Л-02**

1. Продуктивність автоматизованої центрифуги циклічної дії, (кг/с):

$$П = 0,95\pi(D^2 - d^2) \frac{h\rho\varepsilon\varphi}{4T_{\text{ц}}}, \quad (1)$$

де  $D$  - внутрішній діаметр ротора центрифуги, м;

$d$  - Діаметр верхнього обмежувачого кільця ротора, м;

$h$  - висота ротора, м;

$\rho$  - густина продукту, кг/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon$  - експлуатаційний коефіцієнт;

$\varphi$  - коефіцієнт, який враховує частоту обертання ротора;

$T_{\text{ц}}$  - час циклу, с.

2. Продуктивність пульсуючої центрифуги безперервної дії, (кг/с):

$$П = 0,5\pi(R_0^2 - r_0^2) L n \rho k \varepsilon, \quad (2)$$

де  $R_0$  - внутрішній радіус останнього ступеня ротора центрифуги, м;

$r_0$  – внутрішній радіус шару продукту на останньому ступені ротора, м;  
 $L$  – хід штовхача, м;  
 $n$  – частота пульсацій,  $c^{-1}$ ;  
 $\rho$  – густина продукту,  $кг/м^3$ ;  
 $k$  – коефіцієнт заповнення останнього ступеня продуктом;  
 $\varepsilon$  – експлуатаційний коефіцієнт.

3. Продуктивність конічної інерційної центрифуги безперервної дії (кг/с):

$$\Pi = Fq, \quad (3)$$

де  $F$  – площа робочої поверхні ротора центрифуги,  $м^2$ ;

$q$  – навантаження продукту на одиницю робочої поверхні ротора за одиницю часу,  $кг/(м \cdot с)$ .

4. Продуктивність відстійної центрифуги безперервної дії (кг/с):

$$\Pi = 2\pi rLV\rho, \quad (4)$$

де  $r$  – середній радіус шару суспензії в роторі, м;

$L$  – довжина зливної ділянки, м;

$V$  – середня швидкість осадження частинок твердої фази,  $м/с$ ;

$\rho$  – густина продукту,  $кг/м^3$ .

5. Потужність, яка споживається приводом центрифуги (кВт):

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \quad (5)$$

де  $N_1$  – потужність, яка необхідна на подолання інерції, кВт;

$N_2$  – потужність необхідна на подолання тертя в підшипниках, кВт;

$N_3$  – потужність, яка витрачається на подолання опору повітря, кВт.

6. Витрата енергії на подолання інерції барабану (кг м):

$$T_1 = \frac{G_\sigma \cdot \omega^2}{2 \cdot g}, \quad (6)$$

де  $G_\sigma$  – маса частин які обертаються в центрифугі, кг;

$R$  – внутрішній радіус барабана, м;

$\omega$  – кут швидкість обертання барабану,  $рад/с$  :

$$\omega = \frac{\pi \cdot R \cdot n}{30}, \quad (7)$$

7. Витрата енергії на подолання інерції завантаження (кг м):

$$T_2 = \frac{G_3 \cdot \omega^2}{2 \cdot g} \left(1 - \frac{\varphi}{2}\right), \quad (8)$$

де  $G_3$  – маса завантаження, кг;

$\varphi$  - коефіцієнт заповнення барабану;

8. Витрата потужності на подолання інерції (кВт):

$$N_1 = \frac{T_1 + T_2}{\tau \cdot 60 \cdot 102}, \quad (9)$$

$\tau$  – час розгону центрифуги, 1бхв.;

9. Витрата потужності на подолання тертя валу центрифуги в підшипниках (кВт):

$$N_2 = \frac{P_{TP} \cdot \omega_B}{102} = \frac{f \cdot (G_6 + G_3) \cdot \pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 102}, \quad (10)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя ( $f = 0,03$ );

$d$  – діаметр шийки вала, м;

$n$  – частота обертання вала,  $c^{-1}$ .

10. Витрата потужності на подолання барабану опору повітря:

$$N_3 = 6,8 \cdot 10^{-6} \rho_{II} \cdot R_{306}^2 \cdot \omega_{306}^2, \quad (11)$$

де  $\rho_{II}$  - густина повітря,  $кг/м^3$ ;

$R_{306}$  - зовнішній радіус барабану  $R_{306} = R + \delta$  ( $\delta$  - товщина стінки барабану, м);

$\omega_{306}$  - пускова потужність поверхні барабану (м/с), рівна

$$\omega_{306} = \frac{\pi \cdot R_{306} \cdot n}{30},$$

11. Потужність електродвигуна центрифуги визначається за формулою:

$$N_{дв} = \frac{1,15 \cdot N}{\eta}, \quad (2)$$

де  $\eta$  – ККД двигуна.

**Приклад.** Розрахувати витрату енергії на центрифугуванні, якщо вага барабану  $G_6 = 320$  кг, вага завантаження  $G_3 = 243$  кг, тривалість розгону  $\tau = 3$  1бв., радіус барабану центрифуги  $R = 0,5$  м, частота обертання  $n = 1000$  об/1бв. .,



коефіцієнт тертя  $f = 0,03$ , діаметр валу  $d = 0,08$  м, густина повітря  $\rho_{II} = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>, зовнішній радіус барабану  $R_{306} = 0,512$  м, ККД двигуна  $\eta = 0,85$ .

1. Витрату енергії на подолання інерції становить:

$$N_1 = \frac{T_1 + T_2}{\tau \cdot 60 \cdot 102} = \frac{(G_{\bar{6}} + 0,75 \cdot G_3) \cdot \omega^2}{\tau \cdot 60 \cdot 102 \cdot 2 \cdot g} = \frac{(350 + 0,75 \cdot 243) \cdot 52^2}{3 \cdot 60 \cdot 102 \cdot 2 \cdot 9,81} = 3,98 \text{ кВт.}$$

$$\text{де } \omega = \frac{\pi \cdot R \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,5 \cdot 1000}{30} = 52 \text{ м/с.}$$

2. Витрата енергії на подолання тертя валу центрифугу в підшипниках:

$$N_2 = \frac{f \cdot (G_{\bar{6}} + G_3) \cdot \pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 102} = \frac{0,03 \cdot (350 + 243) \cdot 3,14 \cdot 0,08 \cdot 1000}{60 \cdot 102} = 0,73 \text{ кВт}$$

3. Витрата потужності на подолання барабану опору повітря:

$$N_3 = 6,8 \cdot 10^{-6} \rho_{II} \cdot R_{306}^2 \cdot \omega_{306}^2 = 6,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 \cdot 0,512^2 \cdot 53,6^2 = 0,33 \text{ кВт}$$

$$\text{де } \omega = \frac{\pi \cdot R_{306} \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,512 \cdot 1000}{30} = 53,6 \text{ м/с}$$

4. Пускова потужність центрифуги:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 = 3,98 + 0,73 + 0,33 = 5,04 \text{ кВт.}$$

5. Потужність двигуна центрифуги:

$$N_{\text{дв}} = \frac{1,15 \cdot N}{\eta} = \frac{1,15 \cdot 5,04}{0,85} = 6,8 \text{ кВт.}$$

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра агроінженерії

## Курсовий проект

з дисципліни

Процеси і апарати харчових виробництв

на тему:

**«Технологічний процес виробництва рослинної олії»**

Виконав:

Здобувач вищої освіти

Академічної групи ХТ 3/1

Спеціальності 181 «Харчові технології»

Іванов І.І.

Керівник: асистент Храмов М.С.

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_ Оцінка: ECTS \_\_

Члени комісії: \_\_\_\_\_ Кошкін Д.Л.

\_\_\_\_\_ Горбенко О.А.

\_\_\_\_\_ Пастушенко А.С.

Миколаїв, 202\_\_ р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра агроінженерії

# **Розрахунково-пояснювальна записка до курсowego проекту**

з дисципліни

**Процеси і апарати харчових виробництв**

**на тему:**

**«Технологічний процес виробництва рослинної олії»**

Виконав:

Здобувач вищої освіти

Академічної групи ХТ 3/1

Спеціальності 181 «Харчові технології»

Іванов І.І.

Керівник: асистент Храмов М.С.

Національна шкала \_\_\_\_\_

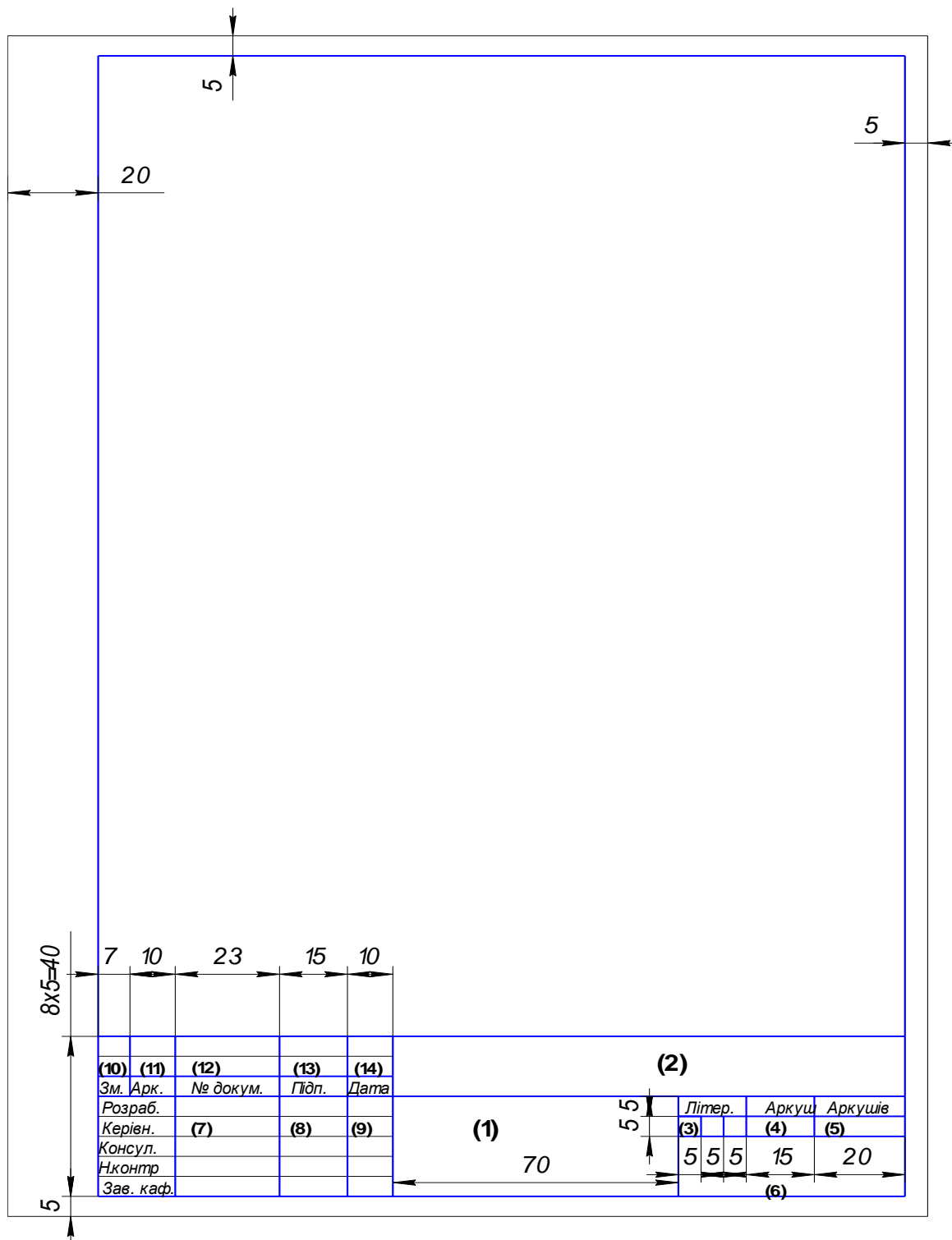
Кількість балів: \_\_ Оцінка: ECTS \_\_

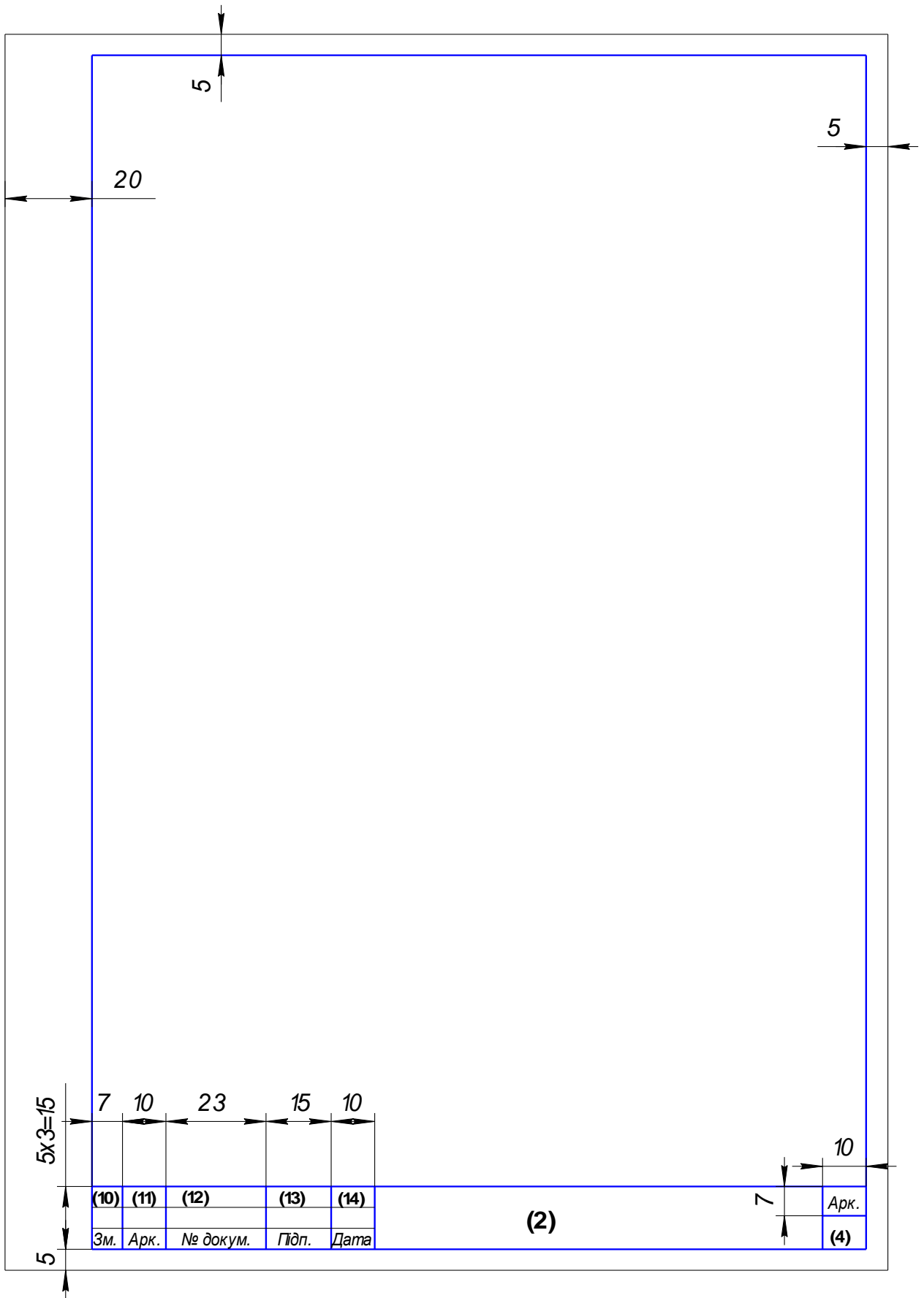
Члени комісії: \_\_\_\_\_ Кошкін Д.Л.

\_\_\_\_\_ Горбенко О.А.

\_\_\_\_\_ Пастушенко А.С.

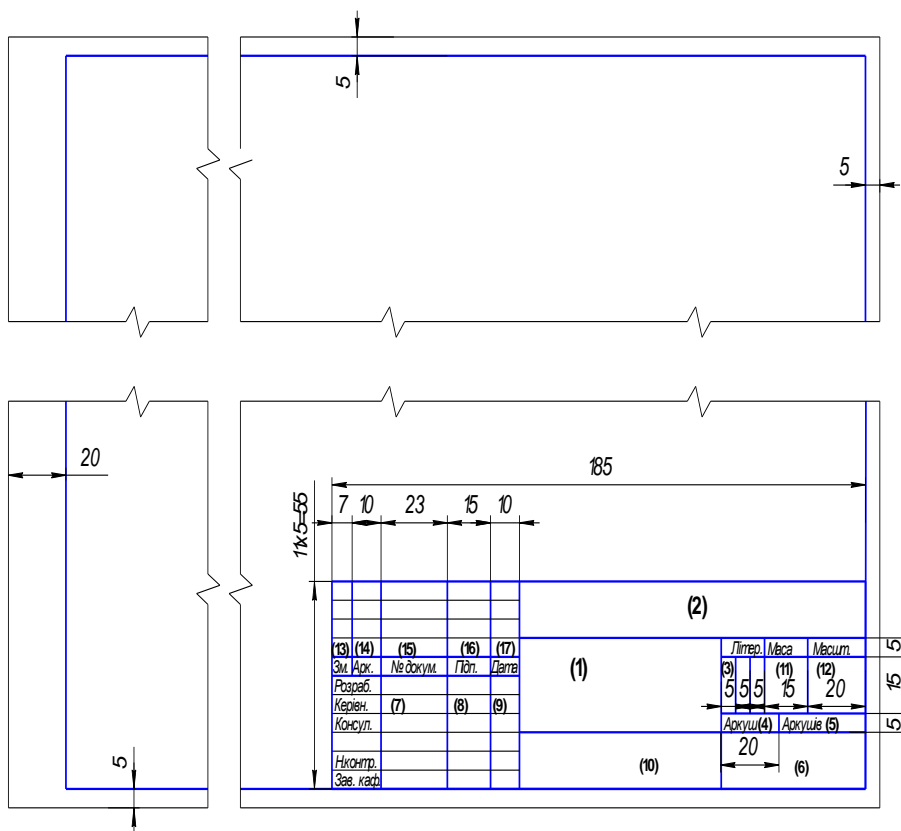
Миколаїв, 202\_\_ р







Основний штамп на графічних документах



6. Список завдань до курсового проектування

1. Технологічний процес виробництва комбікормів
2. Технологічний процес виробництва соків з плодів і ягід
3. Технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів
4. Технологічний процес виробництва видалення олії
5. Технологічний процес переробки молока
6. Технологічний процес виробництва копчених ковбас
7. Технологічний процес виробництва варених ковбас
8. Технологічний процес переробки зерна на борошно
9. Технологічний процес виробництва круп
10. Технологічний процес первинної переробки томатів
11. Технологічний процес виробництва макаронних виробів
12. Технологічний процес виробництва кисломолочних виробів
13. Технологічний процес виробництва пластівців
14. Технологічний процес виробництва вершкового масла
15. Технологічний процес виробництва пельменів
16. Технологічний процес виробництва м'ясних консервів
17. Технологічний процес виробництва морозива
18. Технологічний процес виробництва пива
19. Технологічний процес виробництва цукрового печива
20. Технологічний процес виробництва цукерок
21. Технологічний процес виробництва рибних консервів
22. Технологічний процес виробництва рибних пресервів
23. Технологічний процес виробництва м'ясних консервів
24. Технологічний процес виробництва виноматеріалів
25. Технологічний процес виробництва цукру-піску з цукрових буряків
26. Технологічний процес виробництва сушеної картоплі та овочів
27. Технологічний процес виробництва майонезу
28. Технологічний процес виробництва маргарину
29. Технологічний процес виробництва твердого сиру
30. Технологічний процес виробництва етилового ректифікованого харчового спирту
31. Технологічний процес виробництва хлібопекарських дріжджів
32. Технологічний процес виробництва смаженої та розчинної кави
33. Технологічний процес первинної переробки сільськогосподарських тварин
34. Технологічний процес первинної переробки птиці
35. Технологічний процес виробництва горілки
36. Технологічний процес виробництва плиткового шоколаду та какао-порошку
37. Технологічний процес виробництва хлібного квасу
38. Технологічний процес виробництва згущеного молока
39. Технологічний процес виробництва ферментних препаратів
40. Технологічний процес виробництва овочевих соків
41. Технологічний процес виробництва сухого молока



42. Технологічний процес виробництва консервів дитячого харчування
43. Технологічний процес виробництва халви
44. Технологічний процес виробництва овочевих консервів
45. Технологічний процес виробництва вафель
46. Технологічний процес виробництва безалкогольних напоїв

## 7. Список рекомендованої літератури

1. Промислова електроніка : підручник / за ред. А. Г. Соскова. Київ : Каравела, 2015. 536 с.
2. Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні процеси і технології надвисокого тиску [Електронний ресурс] : підручник. Кн. 1 / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко та ін. Мелітополь, 2019. 273 с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси : підручник / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко, О. П. Ломейко. Мелітополь, 2020. 300 с.
4. Процеси і апарати харчових виробництв: приклади і задачі: навч. посіб. / І. Ф. Малежик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов та ін. Київ : НУХТ, 2015. 386 с.
5. Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв. Харків : Світ Книг, 2017. 496 с.
6. Поперечний А. М., Потапов В. О., Корнійчук В. Г. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 312 с.

Навчальне видання

# **ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

Методичні рекомендації

Укладачі: **Горбенко** Олена Андріївна  
**Храмов** Микита Сергійович

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 1,625.

Тираж 20 прим. Зам. № \_\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.