

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
ОБ'ЄКТІВ АПК**

Методичні вказівки
щодо виконання самостійної роботи

СУМИ 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ АПК

**Методичні вказівки щодо виконання
самостійної роботи**

**для здобувачів вищої освіти 4 та 2 с.т. курсів спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
першого рівня вищої освіти
ступеня вищої освіти «Бакалавр»**

СУМИ 2022

Укладачі: Яковлєв В. Ф., к.т.н., професор; Савойський О. Ю., ст. викладач кафедри енергетики та електротехнічних систем; Лисенко В. В., зав. навчально-методичним кабінетом кафедри енергетики та електротехнічних систем.

Основи проектування енергетичних об'єктів АПК. Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи для здобувачів вищої освіти 4 та 2 с.т. курсів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» першого рівня вищої освіти, ступеня вищої освіти «Бакалавр». – Суми, 2022. – 39 с.

Методичні вказівки спрямовані на надання методичної допомоги здобувачам вищої освіти щодо виконання самостійної роботи по виконанню розрахунково графічної роботи з курсу навчальної дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК». Містять загальні методичні вимоги, рекомендації, приклад виконання самостійної роботи здобувачами вищої освіти.

Рецензенти:

Кравченко В. О., к. ф.-м.н., ст. викладач кафедри енергетики та електротехнічних систем;

Саржанов О. А., к.т.н., доцент, зав. кафедри експлуатації техніки.

Відповідальний за випуск: Чепіжний А. В., к.т.н., ст. викладач, завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою ІТФ СНАУ.

Протокол № 6 від „25“ травня 2022 року.

ЗМІСТ

1. Мета та завдання самостійної роботи здобувача вищої освіти з навчальної дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК».	6
2. Загальні вимоги і рекомендації щодо оформлення самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК».	10
2.1. Загальні положення.	10
2.2. Структура роботи та вимоги до її оформлення	10
3. Принципи виконання схем енергетичних систем об'єктів проектування	15
3.1 Правила виконання принципових схем.....	15
3.2 Правила виконання схем з'єднань і підключення.....	18
3.3 Правила виконання схем розташування.....	19
3.4 Вимоги до виконання внутрішніх цехових мереж	20
4. Приклад виконання самостійної роботи (РГР)	21
6. Навчально-методична література.....	32
Додатки	33

1. Мета та завдання самостійної роботи здобувача вищої освіти з навчальної дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК».

Мета самостійної роботи:

- самостійна робота (РГР) ставить перед собою ціль прищепити студентові навички самостійного розв'язку деяких конкретних інженерних завдань, на основі набутих знань при вивченні загальнотехнічних і профільюючих дисциплін..

Завдання самостійної роботи:

- навчити здобувачів вищої освіти самостійно визначати перспективні шляхи реконструкції та розвитку систем електрифікації та електропостачання;
- навчити здобувачів вищої освіти самостійно виконувати розрахунок та вибір апаратів захисту і керування;
- складати функціональні, структурні, принципові електричні схеми, схеми з'єднань та підключень;
- формування у фахівця творчого потенціалу, необхідного для постановки нових інженерних завдань, рішення завдань, пошуку нових конструкторсько-технологічних рішень.

Після виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК» здобувач вищої освіти здатний буде продемонструвати наступні результати навчання:

- здійснювати проектування енергетичних об'єктів і установок від етапу постановки завдання (задачі) до розробки і реалізації проектної документації енергетичного об'єкту чи установки;
- виконувати і оформляти схеми електричні принципові, з'єднування та підключень, розташування електросилового обладнання з використанням сучасного програмного забезпечення (САПР);
- вибирати і користуватися нормативною і конструкторською документацією, яка необхідна для проектування заданого енергетичного об'єкту.

Політика академічної доброчесності при виконанні самостійної роботи:

Система вимог, які ставляться перед здобувачем вищої освіти під час вивчення освітнього компоненту: проходження студентами етапів оцінювання у встановлені терміни; виконання і захист письмових робіт у встановлені терміни; дотримання при виконанні письмових робіт положення про запобігання та виявлення академічного

плагиату в Сумському НАУ (<https://bit.ly/2TNvfE0>); дотримання студентами кодексу академічної доброчесності Сумського НАУ (<https://bit.ly/3xf92wW>).

Підготовлені до оцінювання письмові роботи повинні бути оригінальними та виконані самостійно здобувачем вищої освіти. Письмові роботи, які виконані і здані із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на оцінку нижче від отриманого результату. Роботи, які виконані з низьким рівнем унікальності або є копією «чужої» роботи оцінюватимуться на «нуль» з послідуочим виконанням роботи згідно іншого оригінального індивідуального завдання. Перездача письмових робіт відбувається після повторного виконання або доопрацювання. При виявленні факту списування – робота студента анулюється і виконується повторно. Перездача роботи відбувається в зазначені терміни після повторного виконання.

Методи навчання та оцінювання самостійної роботи.

У ході самостійної роботи студент:

- засвоює теоретичний і практичний матеріал з навчальної дисципліни, що вивчається (засвоєння лекційного курсу, а також окремих його розділів, тем, положень і т. д.);
- закріплює знання теоретичного матеріалу, використовуючи необхідний інструментарій практичним шляхом (розв'язання задач, виконання розрахунково графічної роботи, тестів для самоперевірки);
- застосовує отримані знання і практичні навички для аналізу ситуацій і вироблення правильного рішення (підготовка до групової дискусії, тощо);
- застосовує отримані знання та уміння для формування власної позиції, теорії, моделі (написання кваліфікаційних робіт, наукової доповіді, статті, науково-дослідної роботи).

Самостійна робота спрямована на поглиблення і закріплення знань студента, розвиток аналітичних навичок з проблематики навчальної дисципліни. Вона включає такі види робіт:

- аналіз статистичних і фактичних матеріалів за заданою темою;
- виконання розрахунків за заданою темою;
- бібліографічний огляд літератури за заданою темою;
- підготовка індивідуальної роботи;
- опрацювання неадаптованих текстів.

Самостійна робота забезпечується:

- інформаційними ресурсами (довідники, підручники, навчальні посібники, банки індивідуальних завдань тощо);
- електронно-обчислювальною технікою;
- бібліотечними приміщеннями і ресурсами, навчальними кабінетами, комп'ютерними класами, лабораторіями тощо;
- методичними матеріалами (вказівки, практикуми, рекомендаціями і т.п.);
- консультаціями з боку викладача;
- можливістю публічного обговорення теоретичних або практичних результатів, отриманих студентом самостійно (диспути, круглі столи, семінари, конференції, олімпіади, конкурси).

Контроль самостійної роботи і оцінка її результатів включає сумативне та формативне оцінювання:

Для сумативного оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання (зазначити номер тижня, на якому буде проведено оцінювання)
1.	Підготовка та захист РГР згідно індивідуального завдання	15 балів / 15%	до кінця 15 тижня

Критерії сумативного оцінювання

Компонент	Незадовільно	Задовільно	Добре	Відмінно
Підготовка та захист РГР згідно індивідуального завдання	<9 балів	9...11 балів	12..13 балів	14...15 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті	Виконано усі вимоги завдання, але є незначні зауваження, щодо виконання	Виконано усі вимоги завдання

Для формативного оцінювання поточного прогресу у навчанні та розуміння напрямів подальшого удосконалення передбачено.

№	Елементи формативного оцінювання	Дата
1	Усний зворотній зв'язок від викладача та студентів під час підготовки РГР згідно індивідуального завдання	протягом 9..15 тижнів
2	Усний зворотній зв'язок від викладача та студентів після захисту РГР згідно індивідуального завдання	протягом 15 тижня після захисту

Результативність виконання конкретних завдань для самостійної роботи студента оцінюється в балах, кількість яких може бути різною для різних типів

завдань і визначається в межах окремого факультету (інституту) або кафедри. Повний перелік завдань для самостійної та індивідуальної роботи, їх оцінка, терміни та умови виконання доводяться до відома студентів на початку вивчення навчальної дисципліни.

На основі літературних джерел, інтернет ресурсів і довідникових матеріалів дати повну відповідь, висвітлити зміст заданої теми (завдання) та підготувати і оформити розрахунково-графічну роботу в письмовому вигляді згідно індивідуального завдання розміщеного в додатку А даних методичних вказівок. Захистити її публічно перед здобувачами вищої освіти академічної групи.

2. Загальні вимоги і рекомендації щодо оформлення самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК».

2.1. Загальні положення.

Самостійна робота з дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК» виконується у вигляді розрахунково-графічної роботи на тему «Розробка автоматизованої системи керування технологічним процесом» згідно індивідуальних варіантів завдань. Самостійна робота оформляється на листах формату А4 на основі вимог ДСТУ та згідно індивідуального варіанту завдання здобувачів вищої освіти.

РГР по проектуванню електрифікації об'єктів є самостійною роботою, у якій студент повинен виявити не тільки здатність до використання матеріалів проектування, але й уміння аналізувати варіанти розв'язків з погляду їх технічної й економічної доцільності.

Варіант завдань для виконання завдання самостійної роботи встановлюється на основі залікової книжки здобувачів вищої освіти.

2.2. Структура роботи та вимоги до її оформлення

Пояснювальна записка роботи (РГР) повинна містити: титульний аркуш; завдання на проектування; відомість роботи; реферат (анотацію); зміст; перелік скорочень, символів і спеціальних термінів з їхніми визначеннями (при необхідності); основну частину РГР; список літератури; додатки (при необхідності).

Титульний аркуш.

Титульний аркуш є першим аркушем документа. Він виконується за ДСТУ 2.105-95(2006) на аркушах формату А4 (210x297 мм).

Завдання.

Вихідним документом на виконання роботи є завдання, затверджене завідувачем кафедри. У завданні, що видається студентові, чітко формулюється назва теми, приводяться необхідні вихідні дані, вказуються структура пояснювальної записки й зміст графічних робіт, а також проставляються строки виконання розділів і всього проекту.

Відомість проекту (РГР).

Відомість проекту ставиться до документів розбитим на графи й виконується за ДСТУ 2.105-95 (2006). Приклад заповнення заголовного аркуша відомості наведений у прикладі виконання РГР.

Реферат (анотація).

Реферат призначений для ознайомлення з пояснювальною запискою. Він повинен бути стислим, інформативним. Реферат повинен бути розміщений безпосередньо після відомості проекту (РГР), починаючи з нової сторінки.

Реферат повинен містити:

- відомості про обсяг пояснювальної записки, кількості розділів, кількості ілюстрацій, таблиць, додатків, кількості джерел згідно з переліком посилань (приводять усі відомості, включаючи дані додатків);

- текст реферату;

- перелік ключових слів.

Текст реферату повинен відображати представлену в роботі інформацію й, як правило, у такій послідовності:

- об'єкт дослідження або розробки;

- ціль роботи;

- методи дослідження й апаратура;

- результати і їх новизна;

- основні конструктивні, технологічні й техніко-експлуатаційні характеристики й показники;

- ступінь впровадження;

- взаємозв'язок з іншими роботами; рекомендації щодо використання результатів роботи;

- область застосування;

- економічна ефективність;

- значимість роботи й висновки;

- прогнозовані припущення про розвиток об'єкта дослідження або розробки.

Реферат слід виконувати обсягом не більш 500 слів, і, бажано, щоб він умістився на одній стороні формату А4 (210x297 мм).

Ключові слова, які є визначальними для розкриття суті пояснювальної записки, розташовуються після тексту реферату.

Перелік ключових слів містить від 5 до 15 слів (словосполучень), у називному відмінку в рядок через коми.

Анотація обсягом 1 сторінки повинна включати: конкретні відомості, що розкривають зміст основної частини роботи; короткі висновки щодо особливостей, ефективності, можливості й області застосування отриманих результатів.

Зміст.

У текстових документах обсягом більш 10 сторінок поміщають зміст. Воно містить найменування й номери початкових сторінок усіх розділів, підрозділів і пунктів (якщо вони мають заголовки). Зміст виконують відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 2.105-95(2006).

Основна частина.

Основна частина записки повинна починатися із вступу. У ньому коротко характеризують сучасний стан питання, якому присвячена робота, а також мета проекту.

Подальший зміст основної частини роботи повинне строго відповідати завданню на РГР і закінчується висновком. При виконанні відповідних розрахунків, виборі їх методики, виборі необхідного електротехнічного встаткування необхідно користуватися нормативною й технічною літературою, основний перелік якої наведений в «Списку використаної літератури» метод вказівок.

Таблиці, як результат оформлення цифрових даних, мають бути розташовані після посилання на них у тексті або наприкінці роботи в додатках. Кожна таблиця повинна мати заголовок, розташований над таблицею посередині, заголовок починається з великої літери і не підкреслюється. Над заголовком праворуч розміщується слово „Таблиця ...” з порядковим номером. При перенесенні частини таблиці на другу сторінку пишуть „Продовження таблиці ...”. Таблиці можуть бути розташовані, як уздовж, так і уперек сторінки.

Рисунки мають бути розташовані після посилання на них у тексті, вони супроводжуються під рисунковим написом і номером. Рисунки не слід перевантажувати надмірною інформацією. Рисунок, які займають менше половини сторінки (по ширині), можуть бути розташовані ліворуч сторінки, а праворуч можна набирати текст.

Формули в роботі, якщо є необхідність їх використання, повинні бути пронумеровані. Роз'яснення значення символів та числових коефіцієнтів, які входять до формули, розташовують безпосередньо під формулою, значення кожного символу і коефіцієнта наводять з нового рядка у тій послідовності, у якій вони зустрічаються у формулі. Перший рядок розшифровки має починатися зі слова „де”, наприклад:

Значення номінальних струмів трифазних споживачів електричної енергії визначаються за наступним виразом:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H}, \quad (1.1)$$

де P_H – номінальна потужність споживача, кВт;

U_H – номінальна напруга мережі, В;

$\cos \varphi_H$ – номінальний коефіцієнт потужності споживача.

Номер формули повинен складатися з номера розділу і порядкового номера, які розділяють між собою крапкою. Номер формули слід обіймати дужками і розташовувати на правому полі. Розмір основних символів формули повинен збігатися з розміром основного тексту або бути на 2 пт більше. Розміри індексів, символів тощо встановлюються, виходячи з вимоги чіткого сприйняття формули. Припускається писати усі формули від руки в машинописних текстах, чітким розбірливим шрифтом.

У висновку підводять підсумок проробленої роботи. У ньому повинні втримуватися: оцінка результатів роботи; висновки по проробленій роботі; пропозиції по використанню отриманих результатів; шляхи й мети подальшої роботи в цій області або обґрунтована недоцільність її продовження.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки РГР до 20 сторінок рукописного тексту, графічна робота виконується на аркушах формату А4.

Список літератури.

Список повинен містити перелік літератури, використаної при виконанні роботи. Виконання списку відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ 7.32-91 і даними рекомендаціями.

Оформлення додатків.

Додатки оформляються як продовження пояснювальної записки. Оформлення додатків за ДСТУ 2.105-95 (2006).

3. Принципи виконання схем енергетичних систем об'єктів проектування

3.1 Правила виконання принципових схем

Найбільше часто при проектуванні й експлуатації систем електрифікації застосовують схеми: електричну принципову, з'єднань, підключень, розташування.

На принциповій схемі зображують усі електричні елементи або обладнання, необхідні для здійснення й контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також елементи (рознімання, затиски і т.д.), якими закінчуються вхідні і вихідні кола (Додаток А, рис. А1).

Побудова принципових електричних схем рекомендується здійснювати в наступному порядку.

1. Принципові схеми виконуються відповідно до ДСТУ 2.702-75(2007).
2. На основі функціональної схеми становлять чітко сформульовані технологічні вимоги, які пред'являються до принципової електричної схеми.
3. Щодо цих вимог установлюють умови й послідовність дії схеми.
4. Кожне із заданих умов дії схеми відображають у вигляді тих або інших елементарних кіл, які відповідають даній умові дії.
5. На елементарних ланках: спочатку наносять виконавчі елементи; потім комутаційні елементи; у початковій частині схеми вказують контакти захисних елементів; поперед виконавчих елементів розміщують контакти теплових реле.
6. Елементарні кола поєднують у загальну схему
7. Перевіряють схему з позицій можливості виникнення помилкових кіл або її неправильної роботи при ушкодженні елементарних кіл або контактів.
8. Розглядають можливі варіанти розв'язку й ухвалюють кінцевий варіант схеми.
9. Здійснюють живлення кіл керування.
10. На схемах показують елементи розміщені у відключеному стані. Допускається деякі елементи зображувати в обраному робочому положенні із вказівкою на поле схеми режиму, для якого ці елементи показані.

11. При виконанні схем потрібно прагнути до їхньої компактності, але не в збиток ясності й можливості її читання.

12. Лінії зв'язку повинні бути показані, як правило, повністю.

13. Елементи, з яких складено обладнання, яке має самостійну принципову схему, виділяють на схемах суцільною лінією, яка по товщині рівняється лінії зв'язку.

14. Елементи, з яких складено обладнання, яке не має самостійної принципової схеми, допускається на схемах виділяти штрихпунктирними лініями, які по товщині рівняються лініям зв'язку, при цьому вказують найменування, тип або позначення документу, на підставі якого це обладнання використане.

15. Усі елементи обладнань на схемі позначаються у вигляді умовних графічних позначень відповідно до ДСТУ 2.721-74(2007) – 2.768-90(2004) і СПДБ.

16. Схеми принципів можуть виконуватися сполученим (рідше) і рознесеним способами.

17. Допускається всі умовні графічні позначення пропорційно збільшувати або зменшувати.

18. Умовні графічні позначення елементів зображують на схемі в положенні, у якому вони наведені у відповідних стандартах або поверненими на кут 90 градусів, якщо у відповідних стандартах відсутні спеціальні вказівки. Допускається дзеркальне зображення умовних графічних позначень.

19. Біля умовних графічних позначень елементів схем праворуч або зверху повинне бути зазначене буквено-цифрове позначення елемента за ДСТУ 2.710-81(2007) «ЕСКД. Позначення буквено-цифрові в еклектичних схемах» (Додаток А, рис. А1).

20. Порядкові номери повинні бути привласнені відповідно до послідовності розташування елементів на схемі в напрямку зверху донизу й ліворуч праворуч.

На принциповій схемі всі ділянки кіл повинні мати маркування, відповідно до ДСТУ 2.709-89(2007) «ЕСКД. Позначення умовні проводів і контактних з'єднань електричних елементів, устаткування й ділянок ланцюгів в електричних схемах»:

1. Окремими ділянками кола вважаються ділянки, розділені контактами комутаційної апаратури, теплових і проміжних реле, роз'єднувачами, обмотками електричних машин, резисторами, конденсаторами, дроселями, сигнальної арматурами, елементами вимірювальних приладів, запобіжниками й ін.

2. Кола в схемах маркуються незалежно від нумерації входних і вихідних клем машин, приладів.

3. При маркуванні кіл допускається залишати резервні номери.

4. Послідовність маркування повинна бути від уведення джерела живлення до споживача, а розгалужені ділянки кола маркують зверху донизу в напрямку ліворуч праворуч.

5. На схемах силових кіл змінного струму введення джерел живлення означають L1, L2, L3 або А, В, С (фазні проводи), N (нульовий робочий провідник) і РЕ (нульовий захистний провід) а наступні ділянки кіл – додаванням порядкового номера ділянки.

6. На схемах силових кіл постійного струму ділянки кіл позитивної полярності позначають непарними числами, а негативної – парними. Полярність входних ділянок позначають L+ і L- або «+», і «-», а середнє проведення трьохпроводної мережі постійного струму – буквою М.

7. На схемі маркування проставляють біля кінців або в середині ділянки кола: при горизонтальному розташуванні кіл – над зображенням кола. При вертикальному розташуванні кіл – ліворуч від зображення кола.

8. Ділянки кіл керування позначаються арабськими цифрами ліворуч праворуч і зверху вниз.

9. У позначеннях кіл можна вводити букву, яка характеризує їхнє функціональне призначення. У цьому випадку послідовність чисел установлюють у межах цього кола. Так, кола телемеханіки позначають буквою Т (від Т1 до Т99), а кола зв'язку – буквою U (від U1 до U99).

10. При виконанні схем рядковим образом кожний рядок може бути пронумерований й мати написи, які пояснюють призначення окремих кіл.

3.2 Правила виконання схем з'єднань і підключення

На основі принципових електричних схем (керування технологічними процесами й внутрішньо цехової розподільної мережі) розробляються схеми з'єднань шаф керування автоматизованою системою й схема приєднання зовнішніх обладнань і електроустаткування до шафи керування й між собою.

Схема з'єднань (виконується за ДСТУ 2.702-75(2007) показує з'єднання складових частин виробу й визначає проводи, джгути, кабелі якими проводяться ці з'єднання, а також місця їх приєднань і вводу (Додаток А, рис. А2):

1. На схемі з'єднань обладнання, які входять до складу виробу, позначаються у вигляді прямокутників або зовнішніх окреслень, а елементи обладнань – у вигляді умовних графічних позначень.

2. Зображення обладнання на схемі з'єднань повинне відповідати дійсному його розташуванню у виробі.

3. На зображенні обладнань повинні бути обов'язково позначені вхідні й вихідні елементи (клемна колодка, вивідні контакти і т.д.).

4. Їхнє маркування повинне відповідати заводському, а при його відсутності повинне бути привласнені маркування проектувальника, яке повинно дотримуватися на всіх видах документів, у яких позначені дані обладнання.

5. Біля кожного обладнання на схемі повинно бути зазначене буквено-цифрове позначення згідно зі схемою електричної принципової (у знаменнику) і номер, позначений арабськими числами (чисельник), який визначає конструктивне розташування обладнання у виробі (наприклад $\frac{1}{QF1}$).

6. На схемі з'єднань проавода, які йдуть в одному напрямку допускається зводити в джгут, але при підході до вихідних і вхідних елементів обладнань, вони повинні бути роз'єднані.

7. На кожному проводі, приєднаному до обладнання, повинна бути зазначена адреса приєднання.

Приклад - L11(=A2≠T1+5-QF3:1) означає, що провід L11 (згідно з маркуванням ділянки кола на принциповій схемі) підключений до контакту 1 автоматичного вимикача QF3, розташованого на конструктивній полиці 5 функціональної групи T1 виробу A2 (шафи керування).

Схема підключень показує зовнішні підключення виробу. Схемами користуються при розробці інших конструкторських документів, а також для здійснення підключень виробів і під час їх експлуатації (Додаток А, рис. А3):

1. На схемі підключень виробу зображуються у вигляді прямокутників або зовнішніх обрисів.
2. На зображенні виробів обов'язково повинні бути позначені вхідні й вихідні елементи.
3. Джгути, трубопроводи, кабелі, проводи, які йдуть в одному напрямку допускається зводити в одну лінію, але при підході до виробу вони повинні бути роз'єднані.
4. Маркування вхідних і вихідних елементів виробів повинні відповідати заводському, а у випадку його відсутності допускається умовно привласнювати позначення, але при цьому прийняте маркування повинно дотримуватися у всіх конструкторських документах.
5. На проводах, які підходять до вхідних і вихідних елементів повинні бути зазначені адреси, згідно з вище викладеним принципом для схем з'єднань, номери сполучних кіл, зазначене маркування проводів, спосіб прокладки.

Відмінністю схем підключень від схем з'єднань є виконання зображень виробів без прив'язки до дійсного розташування їх на плані конструкції, об'єкта.

3.3 Правила виконання схем розташування

Схема розташування визначає відносне розташування складових частин виробу, а при необхідності також джгутів, проводів, кабелів, трубопроводів і й т.п. Схемами користуються при розробці інших конструкторських документів, а також при експлуатації й ремонті виробів. Схеми розташування складаються відповідно вимогам ДСТУ 2.702-75(2007) і ДСТУ Б А.2.4 – 21:2008 «СПДБ. Силове електроустаткування. Робочі креслення».

Складові частини виробу зображують у вигляді спрощених зовнішніх обрисів або умовних графічних позначень, які розміщують відповідно до дійсного розміщення частин виробу в конструкції, на плані приміщення або місцевості.

У системах електрифікації до схем розташування ставляться схеми: з нанесенням технологічного й електросилового устаткування; будівельних і технологічних конструкцій, трубопроводів і інших комунікацій, які визначають траси прокладки електричних мереж або ті, що використовуються для них кріплення й прокладки; кабельних каналів і прокладка кабелів у виробничих приміщеннях; схеми висвітлення виробничих приміщень, з позначенням місць розташування світильників і плану прокладки освітлювальної мережі; план магістралі контуру заземлення й іншого електросилового устаткування.

На схемах розташування виконуються додатково текстові написи (система живлення, напруга розподільної мережі, марка й перетин і кількість проводів, образ прокладки проводів, номери технологічного й електросилового устаткування і їх потужність і ін., додаток А, рис. А4).

3.4 Вимоги до виконання внутрішніх цехових мереж

Загальні вимоги до вибору схеми живлення електроприймачів внутрішньої цехової мережі зводиться до рекомендацій, які розглянуто в лекції 1, з урахуванням наступних вимог: внутрішні силові провідники повинні бути надійними; зручними й доступними для експлуатації; мінімальної довжини; відповідати умовам зовнішнього середовища.

Алгоритм складання внутрішньої цехової мережі полягає в наступному:

1. Після вибору електросилового устаткування для технологічних машин визначають групи електроприймачів, які живляться від однієї шафи керування.
2. Визначають кількість шаф керування
3. Визначають кількість електроприймачів, які одержують живлення по окремих мережах
4. Визначають кількість шаф системи висвітлення
5. Визначають кількість силових розподільних шаф і панелей, від яких передбачені живлення шаф керування
6. Складають розрахункову схему внутрішньої цехової мережі.

4. Приклад виконання самостійної роботи (РГР)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський національний аграрний університет

Студенту _____

ЗАВДАННЯ № 11
на виконання самостійної роботи з дисципліни
«Основи проектування енергетичних об'єктів АПК»

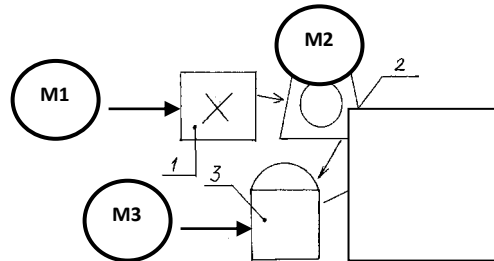
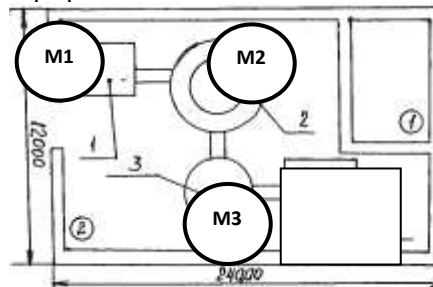


Рисунок 1 – Технологічна лінія обробки продукції

1. Технологічні вимоги до схеми керування технологічним процесом:

- 1.1 Передбачити ручний та автоматичний режими роботи
- 1.2 Включення машин в роботу у послідовності 3 – з витримкою часу машини 2 - 1
- 1.3 Передбачити зупинку машин в послідовності 1 – 2 – з витримкою часу машини 3
- 1.4 Передбачити контроль регулювання температури в машині 3
- 1.5 Передбачити світлову сигналізацію про робочий стан машин.



Експлікація приміщень: 1 – електрощитова; 2 – виробничий цех

Рисунок 2 – Розміщення технологічного обладнання на плані приміщення.

Виконати:

1. На підставі технологічних вимог до схеми керування процесом розробити схеми електричні: принципову; з'єднань шафи керування; підключень; розташування.
2. Виконати вище названі схеми згідно вимог ЄСКД на форматі листів А4.
3. Навести опис принципу роботи принципової схеми.
4. Розрахувати переріз та вибрати марку проводів силової мережі
5. Вибрати пускову та захисну апаратуру для розробленої схеми силової мережі

Видав викладач: _____
(підпис) ПІБ

«__» _____ 202__ р.

Прийняв студент: _____
(підпис) ПІБ

«__» _____ 202__ р.

Типи електродвигунів:

M1 – 4AM71B2

M2 – 4AM80A2

M3 – 4AAM63B

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	К-ть. Листів	Номер листа	Примітки	
1.	A4	CP.12.001.ПЗ	Розробка системи				
2.			автоматизованого керування				
3.			технологічним процесом.				
4.			Самостійна робота.				
5.			Пояснювальна записка.	10			
6.	A4	CP.12.001.01.Э3	Автоматизована система				
7.			керування технологічним				
8.			процесом.				
9.			Схема електрична принципова	1	1		
10.	A4	CP.12.001.02.Э4	Автоматизована система				
11.			керування технологічним				
12.			процесом.				
13.			Схема електрична з'єднань.	1	2		
14.	A4	CP.12.001.03.Э5	Автоматизована система				
15.			керування технологічним				
16.			процесом.				
17.			Схема електрична підключень.	1	3		
18.	A4	CP.12.001.04.Э7	Технологічне та електро-				
19.			силове обладнання.				
20.			Схема електрична розташування	1	4		
21.							
22.							
23.							
24.							
25.							
26.							
27.							
28.							
29.							
30.							
31.							
32.							
33.							
				CP.12.001.ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Підпис				Дата
Розробив		Лисенко		Відомість роботи	Літ	Лист	Листів
Перевірив		Савойський			i	3	10
		.			СНАУ, 2022		
Н. контр.							
Затвердив							

РЕФЕРАТ

Розробка системи автоматизованого керування технологічним процесом.-
Самостійна робота / Іванов Іван Іванович - Суми: СНАУ, 2022 р.- 10 с.

У роботі проведено розрахунки й вибір електросилового встаткування, спроектована внутрішнцехова силова мережа, обрана апаратура керування й захисту.

Значна увага приділена розробці схем автоматизованого керування технологічною лінією. Розроблено електричну принципову схему керування технологічним процесом, складено схеми підключень та з'єднань.

Іл. 1

Библ. 7

Табл. 5

1. Опис схеми керування технологічною лінією

Схема передбачена на роботу в ручному режимі та автоматичному режимі.

Для початку роботи лінії необхідно спочатку увімкнути автоматичні вимикачі QF1- QF4.

При вмиканні автоматичного вимикача SF1 отримує живлення схема керування технологічною лінією.

Ручний режим роботи.

В ручному перемикач режиму роботи SA1 ставиться в положення Р.

При натисканні SB3.2, замикається ланцюг живлення котушки KM3 по ланцюгу: вихід автоматичного вимикача SF1, перемикач SA1, контакти SB3.1, контакти SB3.2, контакти KK3, котушка KM3, N провід. При цьому спрацьовує блокуючий контакт KM3.1. При відпуску кнопки SB3.2 живлення відбувається по ланцюгу: вихід автоматичного вимикача SF1, перемикач SA1, контакти SB3.1, контакт KM2.1, контакти KK3, котушка KM3, N провід. Паралельно отримує живлення HL3, яка сигналізує про роботу машини 3. При отриманні живлення KM3 замикаються контакти KM3 в силовому ланцюгу живлення двигуна M3 (при цьому автомат QF4 має бути увімкнений). При натисканні SB3.1 котушка KM3 знеструмиться, доки кнопку SB3.2 не натиснуть знову. Після замикання котушки KM3 (запуску M3) спрацьовує нормально розімкнений контакт KM3.2 в схемі керування M2, що дає можливість увімкнути його в роботу.

Аналогічний опис схеми для двигунів M1 та M2.

Автоматичний режим роботи.

В автоматичному режимі роботи SA1 ставиться в положення А.

При подачі напруги на схему керування, замикається коло котушки KM3 по ланцюгу: вихід автоматичного вимикача SF1, перемикач SA1, контакти KT2.1, контакти KK3, котушка KM3, N провід. Паралельно отримує живлення HL3, яка сигналізує про роботу машини 3.

Одночасно з KM3 замикається котушка реле часу KT1, в результаті чого з витримкою часу спрацьовує контакт KT1.1, який замикає коло KM2 по ланцюгу: вихід автоматичного вимикача SF1, перемикач SA1, контакт KT2.1, контакт

KV2.1, контакт КТ1.1, контакт КМ3.2, контакти КК2, котушка КМ2, N провід. Паралельно отримує живлення НЛ2, яка сигналізує про роботу машини 2.

При запуску М2, замикається контакт КМ2.2 в схемі керування М1, в результаті чого замикається котушка КМ1 по ланцюгу: вихід автоматичного вимикача SF1, перемикач SA1, контакт КТ2.1, контакт KV2.1, контакт КТ1.1, контакт KV.1, контакт КМ2.2, контакти КК1, котушка КМ1, N провід. Паралельно отримує живлення НЛ1, яка сигналізує про роботу машини 1.

При досягненні заданої температури в машині 3 замикається контакт датчика температури SK1, через який отримує живлення котушка проміжного реле KV1. В результаті спрацювання KV1 розмикається нормально замкнутий контакт KV1.1, який розриває коло котушки КМ1 – машина 1 зупиняється.

Паралельно при спрацюванні KV1, замикається нормально розімкнутий контакт KV1.2, через який отримує живлення котушка проміжного реле KV2. В результаті спрацювання KV2 розмикається нормально замкнутий контакт KV2.1, який розриває коло котушки КМ2 – машина 2 зупиняється.

При спрацюванні KV2, замикається нормально розімкнутий контакт KV2.2, через який отримує живлення котушка реле часу КТ2. В результаті спрацювання КТ2 з витримкою часу розмикається нормально замкнутий контакт КТ2.1, який розриває коло котушки КМ3 – з витримкою часу машина 3 зупиняється.

Наступне включення лінії відбувається після зниження температури в машині 3, в результаті чого розмикається контакт датчика температури SK1, який знеструмить котушки проміжних реле KV1, KV2 та реле часу КТ2. Після чого машини запустяться в заданому порядку.

2. Вибір перерізу та марки проводу

Вибір провідників для живлення електроприймачів проводять за наступною умовою:

$$I_{\text{розр}} \leq I_{\text{тр.доп.}}, \quad (2.1)$$

де $I_{\text{розр}}$, $I_{\text{тр.доп.}}$ – відповідно розрахунковий та тривало допустимий струми, А.

Розрахункове значення сили струму електродвигунів знайдемо за виразом:

$$I_{\text{розр}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (2.2)$$

де $P_{\text{н}}$ – номінальна потужність електродвигуна, Вт;

$U_{\text{н}}$ – номінальна напруга ЕД, В;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності;

η – ККД електродвигуна.

Розрахункове значення струму для М1:

$$I_{\text{розр1}} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84 \cdot 0,785} = 3,46 \text{ А}$$

За умовою (1) для М1 обираємо кабель АВВГнг (4х2,5), для якого при прокладці у трубі: $I_{\text{тр.доп}}=19\text{А}$.

Розрахункове значення струму для М2:

$$I_{\text{розр2}} = \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,82 \cdot 0,842} = 8,81 \text{ А}$$

За умовою (1) для М2 обираємо кабель АВВГнг (4х2.5), для якого при прокладці у трубі: $I_{\text{тр.доп}}=19\text{А}$.

Розрахункове значення струму для М3:

$$I_{\text{розр3}} = \frac{5500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,86 \cdot 0,855} = 11,4 \text{ А}$$

За умовою (1) для М3 обираємо кабель АВВГнг (4х2.5), для якого при прокладці у трубі: $I_{\text{тр.доп}}=19\text{А}$.

Оскільки максимальний зовнішній діаметр кабелю АВВГнг (4х2.5) за паспортними даними 13,3 мм, для прокладки обираємо трубу з стандартним внутрішнім діаметром 15 мм.

Вибір провідників для магістральної ділянки (вводу в щит А2) виконаємо за умовою:

$$I_{\text{розр.м}} = k_0 * \sum_{i=1}^n I_{\text{розр.і}} \quad (2.3)$$

де k_0 – коефіцієнт одночасності, приймаємо $k_0 = 1.0$.

$$I_{\text{розр.м}} = 1 \cdot (3,46 + 8,81 + 11,4) = 23,7 \text{ А}$$

За умовою (1) для магістральної ділянки обираємо кабель АВВГнг(4х4), для якого: $I_{тр.доп}=28$ А.

3. Вибір та перевірка автоматичних вимикачів

Вибір автоматичного вимикача для М1 проводимо за наступними умовами [1]:

- 1) за типом - Schneider Electric ВА63 3Р.
- 2) за кількістю полюсів – триполюсний;
- 3) за номінальною напругою:

$$U_{нав} \geq U_{м}, \quad (3.1)$$

де $U_{нав}$ - номінальна напруга автоматичного вимикача, В;

$U_{м}$ - напруга мережі, В.

$$400 \text{ В} > 380 \text{ В}$$

Умова виконується.

- 4) за номінальним струмом:

$$I_{нав} \geq I_{н.д}, \quad (3.2)$$

де $I_{нав}$ - номінальний струм АВ, А; $I_{нав} = 6 \text{ А}$;

$I_{н.д}$ - номінальний струм ЕД, А; $I_{н.д} = 3,46 \text{ А}$

$$6 \text{ А} > 3,46 \text{ А}$$

Умова виконується.

- 5) за номінальним струмом розчіплювача:

$$I_{н.розч} \geq I_{н.д} \quad (3.3)$$

$$6 \text{ А} > 3,46 \text{ А}$$

Умова виконується

- 6) за струмом відсічки розчіплювача:

$$I_{відс.розч.} \geq (1,5 - 1,6) k_i I_{н.д.}, \quad (3.4)$$

де $I_{відс.розч.}$ - струм відсічки розчіплювача, А; згідно паспортних даних

$$I_{відс.розч.} = 10 I_{нав};$$

k_3 - кратність пускового струму, приймаємо $k_i = 7$.

$$60 \text{ A} > 1,6 \cdot 7 \cdot 3,46 = 38,8 \text{ A}$$

Умова виконується.

7) за кліматичним виконанням – У (для роботи у місцевості з помірним кліматом).

8) за категорією розміщення – 3 (для роботи у приміщенні).

9) за ступенем захисту – IP20.

Аналогічно обираємо автоматичні вимикачі для М2 та М3.

Для М2 обираємо автоматичний вимикач Schneider Electric iC60N 3P ($U_{\text{нав}} = 400 \text{ В}$, $I_{\text{нав}} = 10 \text{ А}$).

Для М3 обираємо автоматичний вимикач Schneider Electric Easy9 3P ($U_{\text{нав}} = 400 \text{ В}$, $I_{\text{нав}} = 16 \text{ А}$).

4. Вибір магнітних пускачів

Для дистанційного керування електродвигуном М1 вибираємо магнітний пускач за наступними умовами [2]:

- за типом – АВВ АF 09-30-10-13.
- за номінальною напругою магнітного пускача:

$$U_{\text{ном.МП}} \geq U_{\text{мер}}, \quad (4.1)$$

де $U_{\text{ном.МП}}$ – номінальна напруга магнітного пускача; $U_{\text{ном.МП}} = 660 \text{ В}$;

$U_{\text{мер}}$ – напруга мережі; $U_{\text{мер}} = 380 \text{ В}$.

$$660 \text{ В} > 380$$

Умова виконується.

- за номінальною напругою котушки електромагнітного пускача:

$$U_{\text{ном.кот}} \geq U_{\text{ф}}, \quad (4.2)$$

де $U_{\text{ном.кот}}$ – номінальна напруга котушки магнітного пускача;

$U_{\text{ном.кот}} = 250 \text{ В}$.

$U_{\text{ф}}$ – фазна напруга мережі; $U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$.

$$250 \text{ В} > 220 \text{ В}$$

Умова виконується.

- за номінальним струмом магнітного пускача:

$$I_{\text{ном.МП}} \geq I_{\text{н.ЕД}}, \quad (4.3)$$

де $I_{\text{ном.МП}}$ – номінальний струм магнітного пускача; $I_{\text{ном.МП}} = 9 \text{ A}$;

$I_{\text{н.ЕД}}$ – номінальний струм електродвигуна; $I_{\text{н.ЕД}} = 3,46 \text{ A}$.

$$9 \text{ A} > 3,46 \text{ A}.$$

Умова виконується.

- за виконанням – нереверсивний та без теплового реле.
- за кількістю блок-контактів – 1 нормально розімкнутий.
- за кліматичним виконанням – У (для роботи у місцевості з помірним кліматом).
- за категорією розміщення – 3 (для роботи у приміщенні).
- за ступенем захисту – IP20.
- за комутаційною стійкістю – А.

Аналогічно обираємо магнітні пускачі для інших електродвигунів.

Для М2 обираємо магнітний пускач типу АВВ АФ 09-30-10-13 ($U_{\text{ном.МП}} = 660 \text{ В}$, $U_{\text{ном.кот}} = 250 \text{ В}$, $I_{\text{ном.МП}} = 9 \text{ А}$). Також на КМ2 встановлюємо додаткову контактну приставку АВВ СА4-01 з 1 НР контактом.

Для М3 обираємо магнітний пускач типу АВВ АФ 12-30-10-13 ($U_{\text{ном.МП}} = 660 \text{ В}$, $U_{\text{ном.кот}} = 250 \text{ В}$, $I_{\text{ном.МП}} = 12 \text{ А}$). Також на КМ3 встановлюємо додаткову контактну приставку АВВ СА4-01 з 1 НР контактом.

5. Вибір теплових реле.

Для М1 вибираємо теплове реле за наступними умовами [2]:

- за типом –ИЭК РТИ-1308 (вбудованого типу).
- за номінальною напругою:

$$U_{\text{ном.ТР}} \geq U_{\text{мер}}, \quad (5.1)$$

де $U_{\text{ном.ТР}}$ – номінальна напруга реле; $U_{\text{ном.ТР}} = 660 \text{ В}$;

$U_{\text{мер}}$ – напруга мережі; $U_{\text{мер}} = 380 \text{ В}$.

$$660 \text{ В} > 380 \text{ В}$$

Умова виконується.

- за номінальним струмом теплового розчіплювача:

$$I_{\text{ном.ТР}} \geq I_{\text{н.ЕД}}, \quad (5.2)$$

де $I_{\text{ном.ТР}}$ – номінальний струм теплового розчіплювача; $I_{\text{ном.ТР}} = 2,5 - 4 \text{ A}$, з наступним регулюванням струму на номінальний струм електродвигуна.

$I_{\text{н.ЕД}}$ – номінальний струм електродвигуна; $I_{\text{н.ЕД}} = 3,46 \text{ A}$.

$$3,5 \text{ A} > 3,46 \text{ A}.$$

Умова виконується.

- за кліматичним виконанням – У (для роботи у місцевості з помірним кліматом).
- за категорією розміщення – 3 (для роботи у приміщенні).
- за ступенем захисту – IP20.

Аналогічно обираємо ТР для інших електродвигунів.

Для М2 обираємо теплове реле вбудованого типу ИЭК РТИ-1314 ($U_{\text{ном.ТР}} = 660\text{В}$, $I_{\text{ном.ТР}} = 7 - 10 \text{ A}$).

Для М3 обираємо теплове реле вбудованого типу ИЭК РТИ-1316 ($U_{\text{ном.ТР}} = 660\text{В}$, $I_{\text{ном.ТР}} = 9 - 13 \text{ A}$).

Висновок

В роботі було розроблено електричну принципову схему керування технологічним процесом, складено схеми підключень та з'єднань.

Для живлення електросилового обладнання технологічної лінії обрано кабель типу АВВГнг (4х2.5). Магістральна ділянка виконана кабелем АВВГнг (4х4).

Обрано пускозахисну апаратуру. В якості автоматичних вимикачів було обрано апарати компанії Schneider Electric серії iC60N та Easy9. Магнітні пускачі обрано компанії АВВ типу AF 12-30-10-13. Теплові реле обрано типу РТИ компанії ІЕК.

6. Навчально-методична література

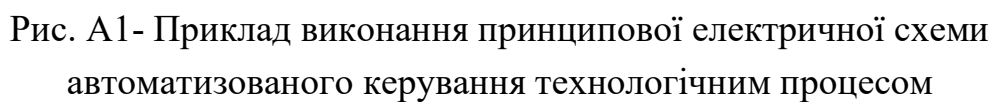
Підручники, посібники

1. Проектирование комплексной электрификации. / Под ред.. Л.Г.Прищепы. М.:Колос, 1983. -271 с.
2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/ А.С.Клюев, Б.В.Глазов и др.; Под ред.. А.С.Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990,-464 с.
3. Пушкар, М.С. Проектування систем автоматизації : навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.
4. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І.І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К. : НМЦ мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с.
5. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Загальні питання проектування / В.Ф. Яковлев, Ю.М. Куценко, С.О. Квітка, Ю.О. Богатирьов ; за загальною редакцією професора В.Ф. Яковлева. – Мелітополь, 2010. – 117 с.
6. Проектування систем електропостачання в АПК : навч. посібник / С. О. Єрмолаєв, В. Ф. Яковлев, В. О. Мунтян [та ін.]. – Мелітополь : Люкс, 2009. – 568 с.
7. Электричне освітлення та опромінення: навчальний посібник для студентів вищ. Навч. Закл. /Р.В. Кушлик, В.Ф.Яковлев, Ю.М.Куценко, М.Л.Лисиченко, П.М.Кунденко, Ю.М.Федюшко – Х: ТОВ «Планета-прінт», 2016. – 332 с.
8. Водяников В.Т. Экономическая оценка проектных решений в энергетике АПК. – М.: Колос, 2008. – 263 с.

Інші джерела

14. Дистанційний курс з дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК» в середовищі Moodle / [Электронный ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=2090>.

Додатки





керування технологічним процесом

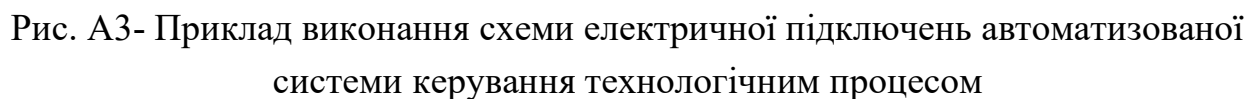


Рис. А4- Приклад виконання схеми електричної розташування силового та технологічного електрообладнання

ДЛЯ НОТАТОК

[illegible]

Яковлєв Валерій Федорович

Савойський Олександр Юрійович

Лисенко Віта Василівна

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ АПК

**Методичні вказівки щодо виконання
самостійної роботи**

для здобувачів вищої освіти 4 та 2 с.т. курсів спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
першого рівня вищої освіти
ступеня вищої освіти «Бакалавр»

Суми, Сумський національний аграрний університет, вул. Герасима Кондратьєва 160.

Підписано до друку: _____ 2022 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж _____ примірників

Замовлення

Ум. друк. арк. 1.6
