

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА  
ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**  
**Миколаївський національний аграрний університет**

Кафедра енергетики аграрного виробництва

**Конспект лекцій з дисципліни**  
**«Основи технічної експлуатації**  
**енергообладнання»**

**Миколаїв 2014**

Укладачі:

Плахтир О.О., к.т.н, доцент кафедри енергетики аграрного виробництва Миколаївського НАУ;

Друкується згідно з рішенням методичної ради МДАУ,  
протокол № від «    »                    200    року.

Наклад 150 прим. Підписано до друку \_\_\_\_\_

Надруковано у видавничому відділі МДАУ.

54010, Миколаїв вул. Паризької комуни,9

## Лекція 1.

### Введення

Теорія ґрунтується на наступних початкових поняттях: експлуатація електроустаткування, виробнича експлуатація, технічна експлуатація, мета експлуатації, об'єкт вивчення, експлуатаційні властивості, умови експлуатації, ефективність експлуатації.

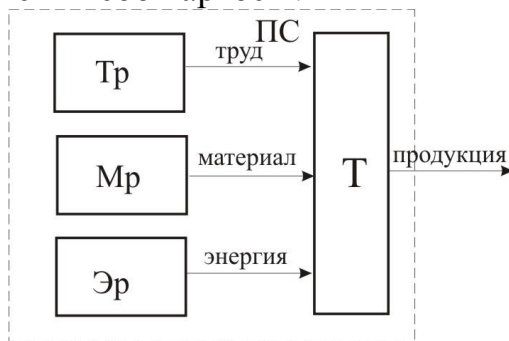
*Експлуатація енергоустаткування (ЕО)* - сукупність всіх фаз його існування після виготовлення, включаючи транспортування до місця застосування, підготовку до використання за призначенням, технічне обслуговування, ремонт і зберігання.

Експлуатація полягає в реалізації споживчих властивостей ЕО. При цьому виділяються два взаємозв'язані види експлуатації: виробнича і технічна.

*Виробнича експлуатація* - процес використання ЕО по своєму призначенню, в результаті якого електроенергія (ЕЕ) перетвориться в інші види. У цьому процесі бере участь не тільки електротехнічний персонал (ЕТП), але і персонал, обслуговуючий технологічні об'єкти. Результатом процесу використання служить перетворена і передана технологічному об'єкту енергія.

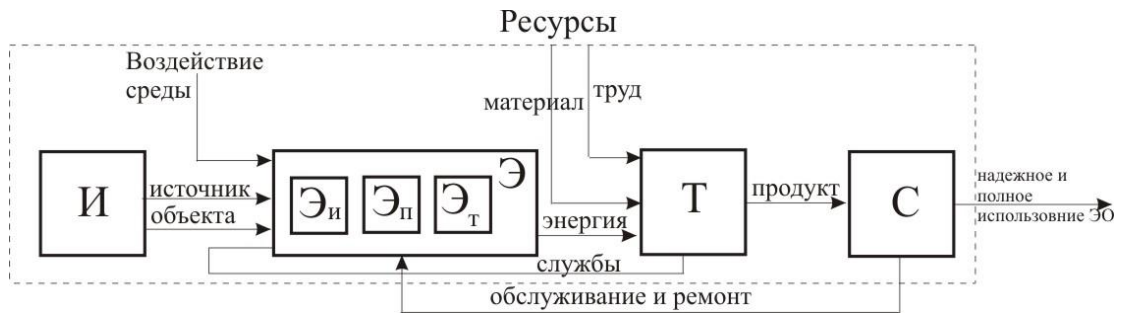
*Технічна експлуатація* - це процес забезпечення і підтримки необхідного стану ЕО, що полягає у відновленні його властивостей, що втрачаються при використанні або зберіганні. Технічна експлуатація здійснюється фахівцями електротехнічної служби (ЕТС).

*Мета експлуатації* полягає в забезпеченні ефективної роботи ЕО за рахунок підтримки надійності і раціонального використання ЕО. Це витікає з того, що метою виробничої системи є задоволення потреб суспільства, що ростуть, за рахунок збільшення випуску продукції, підвищення її якості і зниження собівартості.



Система ресурсів  
виробничої системи (ПС): Тр-  
трудова, Мр - матеріальні, Ер  
- енергетичні, Т -  
технологічний об'єкт.

*Об'єкт вивчення.* На досягнення необхідної якості експлуатації ЕО основний вплив надає: джерело енергопостачання, що визначає якість ЕЕ; експлуатаційні властивості використання ЕО, що характеризують його придатність до експлуатації; технологічний об'єкт, що визначає режими використання і умови навколишнього середовища; служба експлуатації, від якої залежить якість обслуговування, ремонту і інших робіт по забезпеченню надійності ЕО. Все це називається система джерело - електроприймач - технологічний об'єкт - служба експлуатації (И-Э-Т-С).



И (джерело) – це ЕО системи; Э (енергоприймач) – сукупність ЕО від введення в приміщення до робочого органу або робочої зони технологічного об'єкту, включаючи три функціональні ланки: Э<sub>и</sub> – пристрій приєднання до джерела (внутрішня проводка, пускозахисна апаратура, засоби автоматики), Э<sub>п</sub> – безпосередньо енергоприймач - перетворювач енергії (наприклад, електродвигун, електронагрівальний казан і так далі) Э<sub>т</sub> – пристрій передачі енергії від енергоприймача до технологічного устаткування (муфта, передача, світильник).

*Технологічний об'єкт* - будь-яка електрична машина, установка, потоково-технологічна лінія і інша сільськогосподарська техніка.

*Служба експлуатації* - це фахівці ЕТС господарства або району, які контролюють використання і здійснюють обслуговування (ремонт), а також ремонтно-обслуговуюча база.

Щоб спростити дослідження, загальну И-Э-Т-С разделяют на несколько уровней, на каждом из которых конкретизируется взаимосвязь специалиста ЭТС с элементами технологической системы: от эксплуатации отдельного вида ЭО до эксплуатации целого парка ЭО.

Разом з просторовими межами об'єкт експлуатації характеризується часовими межами (процес використання, обслуговування і комплектації).

Необхідність обліку процесу комплектації обумовлена тим, що для виробів масового споживання вимоги споживачів дуже різноманітно, тому заводу-виготівникові доводиться орієнтуватися на деякі усереднені умови експлуатації, які іноді не співпадають з конкретною системою И-Э-Т-С.

*Ефективність експлуатації* - успішність виконання поставленого завдання або досягнення певної мети. Для вимірювання ефективності приймають деякі характеристики системи, що вивчається, як критерії ефективності. При цьому враховують правильний їх вибір, оскільки помилковий критерій спотворює оцінку результатів роботи колективу виконавців.

Відповідно до методики оцінки капіталовкладень і нової техніки, що діє, критерієм ефективності служать приведені (розрахункові) витрати. Вони складаються з суми капіталовкладень До, приведених до одного року за допомогою коефіцієнта нормування ефективності Е<sub>н</sub>, і річних поточних витрат, тобто витрат виробництва В:

$$З = E_n - K + B.$$

Цей критерій можна використовувати при пошуку оптимальних вирішень експлуатаційних завдань в тих випадках, коли порівнювані

варіанти рівноцінні по кінцевому результату. Зазвичай намічені експлуатаційні заходи приводять до змін витрат, споживання ЕЕ і кінцевих результатів виробничого процесу. Тоді питомі витрати:

$$C = \frac{\dot{A}_1 \hat{E} + \hat{A} + \hat{O}}{W},$$

де  $Y$  – збиток виробничої системи, обумовлений неякісним функціонуванням ЕО;  $W$  – кількість споживаною за рік ЕЕ.

Щорічні витрати виробництва, залежні від ЕО, визначаються:

$$B = B_{\text{рен}} + B_{\text{кр}} + B_{\text{э}} + B_{\text{то}} + B_{\text{тр}} + B_{\text{пр}},$$

де  $B_{\text{рен}}$  – амортизаційні відрахування на реновацію, призначені для повного відшкодування основних фондів по закінченню терміну служби електроустановок (ЕУ);  $B_{\text{кр}}$  – амортизаційні відрахування на капітальний ремонт (КР);  $B_{\text{э}}$  – витрати на ЕЕ;  $B_{\text{то}}$  – витрати на технічне обслуговування (ТО) (оперативне планове);  $B_{\text{тр}}$  – витрати на поточний ремонт (ПР);  $B_{\text{пр}}$  – інші витрати.

Експлуатація ЕО, при якій потреба виробничого процесу в енергії задовольняється повністю при найменших приведених питомих витратах, називається оптимальним за питомими витратами.

*Умови експлуатації* – сукупність всіх зовнішніх чинників, від яких залежить ефективність експлуатації ЕО. До них відносяться умови використання, навколишнього середовища, електропостачання і обслуговування.

*Умови використання* залежать від особливостей експлуатації технологічного об'єкту. Визначаються режимом роботи, характером і рівнем навантаження, забавністю в перебігу доби, місяця або року, а також відповідальністю об'єкту, яка характеризується розміром технологічного збитку, що виникає при відмові.

*Умови навколишнього середовища* характеризуються дестабілізуючою дією на ЕО в періоди роботи і простою. У цій групі виділяють кліматичні умови, місце розміщення, запиленість, загазованість, вологість, рівень вібрації і інші дії, що викликають погіршення властивостей ЕО.

*Умови електропостачання* оцінюють вплив джерела ЕЕ на надійність і процеси роботи ЕО. Характеризуються якістю напруги в сталому і пусковому режимах, втратами енергії в системі, її передачі і розподілі.

### **Предмет і методи вивчення курсу**

Предметом вивчення служать основні закономірності, правила і способи вибору (комплектація), використання, ТО і ремонту ЕО в умови сільського господарства, а також методи вирішення експлуатаційних завдань.

При вивченні застосовують різні методи: експеримент, аналогію, порівняння, аналіз, синтез, системний підхід.

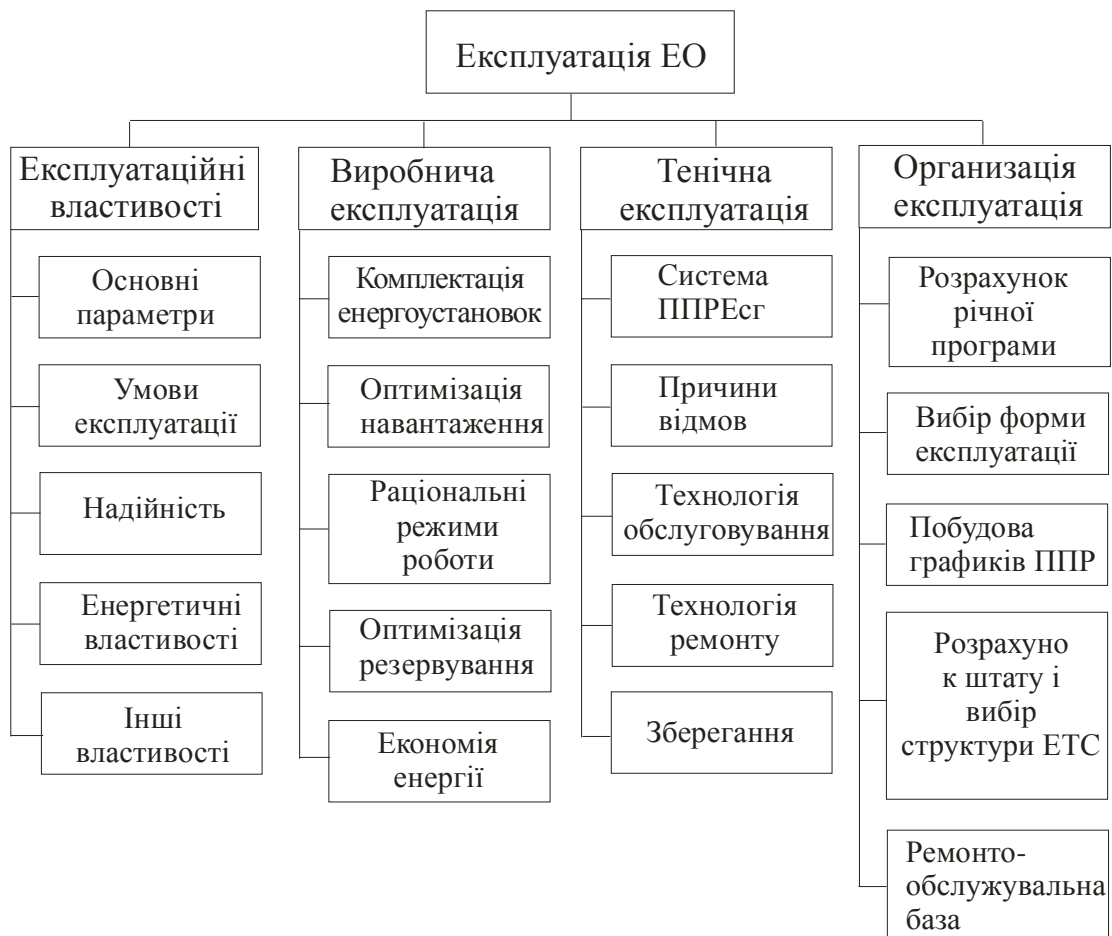
*Експеримент.* Багато залежностей виявляються лише за експериментальними даними (зв'язок показників надійності з умовами експлуатації, вплив якості ЕЕ на ККД ЕО).

*Аналогія* - метод вивчення отримання нових знань, коли на основі схожості у ряді випадків існуючих ознак між двома або декількома предметами робиться вивід про наявність у предметів, що вивчаються, ознаки, що цікавлять.

*Порівняння* полягає у встановленні схожості або відмінності два або ряду явищ в цілому або в яких-небудь ознаках. Техніко-економічне порівняння дозволяє вибрати якнайкращий варіант.

*Аналіз* - метод, за допомогою якого послідовно виділяється і диференціально вивчається зміст складових частин деякого об'єкту.

*Синтез* - метод об'єднання відомих положень, в результаті якого виходить нове знання про явище, що вивчається, або предмет.



## Лекція 2.

### Електротехнічні і будівельні правила і норми

Основні принципи організації і вимоги до проведення монтажу ЕУ регламентуються Правилами пристрою електроустановок (ПУЕ) і Будівельними нормами і правилами (СНіП), а також монтажними інструкціями, технологічними правилами і інструкціями заводів-виготівників.

У ПУЕ перераховані вимоги до електричних мереж і елементів електропостачання; вказані правила вибору провідників по нагріву і економічній щільності струму, а також вибору електроприладів і апаратів за

умовами короткого замикання; приведені загальні вимоги до пристрою ЕУ, а також керівні положення по забезпеченню безпеки при монтажі і експлуатації електротехнічних пристроїв (ЕТП), об'єм і норми приймально-здавальних випробувань ЕУ.

По забезпеченню надійності електропостачання в ПУЕ електроприймачі діляться на три категорії:

1-а категорія: електроприймачі, порушення електропостачання яких може спричинити небезпека для життя людей, значний збиток господарству, пошкодження устаткування, масовий брак продукції, розлад складного технологічного процесу, порушення роботи особливо важливих елементів господарства;

2-а категорія: електроприймачі, перерва в електропостачанні яких пов'язана з масовим недовідпуском продукції, простоєм робочих механізмів і промислового транспорту, порушенням нормальної діяльності значної кількості міських і сільських жителів;

3-а категорія: решта всіх електроприймачів, не відповідних під визначення 1-ої і 2-ої категорій.

У СНіПі приведені норми і основні технологічні правила монтажу всіх видів ЦЮ; визначені загальні вимоги до організації робіт, вимоги до проектної і технічної документації, а також до будівель і споруд, що приймаються під монтаж ЕО, і інші питання організаційно-технічної підготовки монтажних робіт. Крім того, вказані вимоги до устаткування, що поставляється, порядок і умови його прийому, зберігання і здачі в монтаж.

### **Лекція 3.**

#### **Організація відносин між енергосистемою і с/г споживачами.**

Споживач ЕЕ несе відповідальність за технічний стан, технічну безпеку і експлуатацію ЕУ, які знаходяться на його балансі, за раціональну витрату ЕЕ і підтримка оперативної дисципліни.

Техніко-економічні питання відносин між енергосистемою і споживачем пов'язані з розробкою і виконанням:

- технічних умов на під'єднування ЕУ споживача до енергосистеми;
- схем розміщення пристроїв обліку ЕЕ;
- схем розміщення пристроїв контролю якості ЕЕ;
- нормативу по компенсації реактивної потужності і оптимальних режимів роботи компенсаційних пристроїв;
- оптимальних режимів електропостачання споживача за нормальної і аварійної умов функціонування енергосистеми;
- правив і норм по надійній і економічній експлуатації ЕУ споживачів.

*Оперативно-диспетчерські відносини* визначаються необхідністю забезпечення:

- енергопостачання споживачів щодо вибраного рівня надійності схеми і їх зовнішнього живлення;
- нормальних умов експлуатації і ремонту устаткування, мереж і пристроїв енергосистеми і споживачів, встановлених стандартом норм якості ЕЕ;

- економічних режимів роботи енергосистеми і ЕУ споживачів;
- розвантаження енергосистеми для збереження стійкості її режиму роботи при виникненні тимчасових аварійних дефіцитів потужності або енергоресурсів.

*Оформлення заявки на приєднання.*

Для отримання згоди на приєднання нових навантажень або збільшення числа споживачів, що діють, проектна організація подає в енергосистему перелік документів:

- ситуаційний план з розміщенням намічених до підключення ЕУ;
- характеристики навантажень;
- значення запланованих навантажень споживачів і приєднуваної потужності;
- вимоги до надійності електропостачання і умов резервування із заявою категорії навантаження.

*Включення ЕУ споживачів під напругу.*

Необхідно оформити акт про підключення ЕУ споживача до енергосистеми.

Енергонагляд приймає заявку на огляд ЕУ з документами:

- акту прийому ЕУ в експлуатацію від монтажно-монтажної організації;
- проект ЕУ зі всіма необхідними застосуваннями;
- акт розмежування балансової придатності електромереж і експлуатаційної відповідальності сторін;
- комплект виконавчих креслень і схем заземляючих пристроїв з позначенням розташування підземних комунікацій;
- протокол настройки ЕУ.

*Відносини енергослужб господарств з енегроснабжающей організацією.*

ЕУ споживачів повинні бути забезпечені необхідними пристроями обліку для розрахунку за ЕЕ з енергозабезпечуючою організацією. При різних тарифікаційних групах повинне бути встановлене додаткове спеціальне устаткування.

Розрахункові електролічильники, а також інші пристрої обліку ЕЕ і потужності (пристрої, що підсумовують, автоматизовані систем обліку і контролю), призначені для розрахунку підприємств, житлових організацій і різних державних установ за ЕЕ купуються і встановлюються споживачами і передаються безкоштовно на баланс організації енергопостачання.

Підключення електролічильників на об'єктах, які знову вводяться в експлуатацію, а також планова їх заміна виконується персоналом організації енергопостачання за їх рахунок і терміни встановлені ДСТУ.

*Газова служба в АПК.*

За рішенням керівництва в АПК можна створити газову службу для вирішення таких завдань:

- забезпечення безпечної експлуатації газового господарства згідно Правилам безпеки в газовому господарстві;
- ефективності використання газових споживачів;



- попередження і ліквідації аварій, пов'язаних з експлуатацією газового устаткування;
- технічного обслуговування і ремонту газового устаткування.

#### **Лекція 4.**

#### **Експлуатаційні властивості ЕО.**

Експлуатаційні властивості ЕО - об'єктивні особливості або ознаки якості, які характеризують якою мірою те або інший виріб відповідає вимогам експлуатації.

Сукупність експлуатаційних властивостей можна розділити на загальних і спеціальних. До загальних властивостей відносяться надійність і техніко-економічні властивості, а до спеціальних - агрозоотехнічні, електричні, ергономічні і ін. властивості.

Чисельну оцінку експлуатаційних властивостей здійснюють за допомогою єдиних або комплексних показників.



Кожен показник може по разному враховувати чинник часу. За цією ознакою їх розділяють на номінальні, робочі і результуючі показники.

*Номінальні показники* - це вказані виготівником ЕО значення основних параметрів, що регламентують його властивості і службовців початковими даними для відліку відхилень від цього значення при випробуваннях і експлуатації. Їх указують в технічній документації і на заводському щитку ЕО.

*Робочі показники* - це фактичні значення, спостережувані в даний момент експлуатації при конкретних поєднаннях чинників, що діють. Вони дають зазвичай точкову оцінку властивостей ЕО.

*Результуючі показники* - це середні і середневзвешенні значення за деякий період експлуатації (сезон, рік і термін служби). Вони складають

повніше уявлення про ефективність використання ЕО. Експлуатація повинна бути налагоджена так, щоб результуючі показники були не гірші номінальних.

Основним чинником доцільної експлуатації ЕО і збільшення його терміну служби є підтримка заданого рівня надійності роботи ЕО.

*Надійність* - властивості ЕО виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники у встановлених межах, відповідні заданим режимам і умовам використання, ТО, ремонтів, зберігання і транспортування.

З позиції надійності ЕО може знаходитися в одному із станів.

*Справність* - відповідність всім встановленим вимогам нормативної і конструкторської документації.

*Несправність* - невідповідність хоч би одній з вказаних вимог.

*Працездатність* - відповідність встановленим вимогам всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати задані функції.

*Непрацездатність* - невідповідність хоч би одного параметра працездатності, встановленого вимогами.

Подія, що полягає в порушенні справності, але збереженні працездатності, називається *пошкодженням*. Подія, що полягає у втраті працездатності і справності, називається *відмовою*.

Вироби, що допускають відновлення справності після пошкодження, називаються відновлюваними або ремонтованими, інакше - невідновними або такими, що не ремонтуються.

Тривалість роботи ЕО, виражена в годиннику, роках і тому подібне або об'ємі, виконаної ним роботи, вираженому в квтчч називається *напрацюванням*.

*Безвідмовність* - властивість ЕО безперервно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання.

*Довговічність* - властивість ЕО зберігати працездатність до настання граничного стану з необхідними перервами для ТЕ і ремонту. Довговічність оцінюється терміном служби або ресурсом.

*Граничний стан* - стан ЕО, при якому його подальше використання неможливе із-за неусувного порушення вимог безпечної експлуатації або не виправдане зниження ефективності застосування.

*Термін служби* - календарна тривалість експлуатації ЕО і його елементів до граничного стану.

*Ресурс* - сумарне напрацювання до певного стану, вимірюване в одиницях виконаної роботи.

Граничний стан ЕО, а отже і термін служби встановлюються по його технічних або економічних критеріях.

До технічних критеріїв відносять ККД, рівень опору ізоляції, розмір зазорів підшипників, площа зіткнення контактів і так далі В процесі експлуатації ЕО названі показники погіршуються, і досягши встановлених граничних значень ЕО переходить в граничний стан і його списують.

Як економічний критерій приймають приведені витрати на одиницю сумарного напрацювання. Цей критерій дозволяє визначити оптимальний термін служби ЕО. Суть оптимізації полягає у виборі такого терміну служби, при якому питомі витрати мають найменше значення.

*Ремонтопридатність* - це властивість ЕО, що полягає в пристосованості до попередження, виявлення і усунення відмов і несправностей, а також причин їх появи шляхом проведення ТЕ і ремонтів. Ця властивість оцінюється вірогідністю в заданий час, інтенсивністю відновлення, середнім часом відновлення і ін. показниками.

*Вірогідність відновлення* - вірогідність того, що фактична тривалість роботи по відновленню виробу, що відмовив, не перевищить заданий час.

*Інтенсивність відновлення* характеризує число виробів, відновлюваних в одиницю часу.

*Сохрняємость* - здатність виробів зберігати експлуатаційні властивості в період зберігання і транспортування.

Комплексні показники надійності: коефіцієнт готовності і коефіцієнт технічного використання.

*Коефіцієнт готовності* - відношення часу справної роботи до суми часу справної роботи і вимушених простоїв, узятих за один і той же календарний термін.

*Коефіцієнт технічного використання* - відношення напрацювання виробу в одиницю часу за деякий період експлуатації до суми цього напрацювання і часу всіх простоїв, викликаних плановим обслуговування і ремонтами за це період експлуатації.

Для деяких об'єктів зазвичай найбільшу небезпеку представляє не факт відмови ЕО, а тривалість відновлення його працездатності, тобто простій. Якщо простій об'єкту перевищить деякий допустимий час, то порушення технологічного процесу приведе до псування продукції, загибелі тварин (рослин) і ін. небажаним наслідкам.

Підвищення довговічності ЕО залежить від правильного вибору номенклатури, числа і розміщення резервних елементів, хорошої організації оперативно-чергового обслуговування господарства.

На практиці розрізняють конструктивну і експлуатаційну надійність. Перша характеризує властивості виробу, закладені при проектуванні, а друга - спостережувані при експлуатації.

**Техніко-економічні показники** характеризують тіпоразмерний ряд, вартість придбання, монтажу, обслуговування і ремонту ЕО.

Тіпоразмерний ряд конкретного виду ЕО визначає номенклатуру ЕО по потужності, напрузі, виконання і ін. параметрам. Чим більше шкала тіпоразмерів, тим точніше можна підібрати ЕО до умов експлуатації. Номенклатура виробів, що випускаються, постійно розширюється.

Проте зайва многономенклатурність утрудняє організацію раціональної експлуатації із-за складності придбання і зберігання великої кількості запасних деталей, матеріалів, інструментів і приладів, а також підвищуються

вимоги до кваліфікації експлуатаційного персоналу. Тому прагнуть до випуску ЕО з оптимальною структурою його тіпоразмерного ряду.

Вартісні показники необхідні при обґрунтуванні оптимальної періодичності обслуговування (ремонт) і навантаження ЕО, при розрахунку резервного фонду і вирішення інших експлуатаційних завдань.

Оптимальне значення результуючих показників експлуатаційних властивостей визначається сумарними витратами на розміщення і використання ЕО. Підвищення надійності або ККД пов'язано із збільшенням витрат на створення або технічну експлуатацію ЕО, але при цьому знижуються технічного збитку із-за відмов, втрат ЕЕ і витрат на КР. Вартісні показники дозволяють зіставити конкурентні ефекти і знайти краще рішення.

Технологічні властивості характеризують відповідність ЕО агрозоотехнологічеським або ін. спеціальним вимогам. По відношенню до тваринам і рослинам ЕО загального призначення повинно бути безпечним і нешкідливим.

Енергетичні властивості відображають здібність ЕО споживати (проводити, розподіляти) ЕЕ з високою ефективністю відносно ККД, коефіцієнта потужності і інших енергетичних показників, а також пристосованість до перехідних режимів.

При оцінці вказаних властивостей необхідно враховувати не тільки номінальні, але і результуючі показники.

Ергономічні властивості визначають відповідність ЕО псизофізіологічеським можливостям обслуговуючого персоналу. Вони оцінюються за гігієнічними, антропометричними, фізіологічними показниками згідно ДСТУ.

До гігієнічних показників відносяться рівень освітленості, запиленої, шуму, вібрації, напруженості магнітного поля.

Антропометричні показники, що характеризують відповідність конструкції і розміщення ЕО зростанню обслуговуючого персоналу, а також слуховим, зоровим, силовим і рефлекторним можливостям людини і його трудовим професійним навикам.

## **Лекція 5.**

### **Умови експлуатації ЕО.**

#### *Умови використання ЕО.*

Використання ЕО характеризується його забавністю протягом доби, сезону або року, режимами навантажень і пускових, а також вимогами електрифікованих об'єктів до його надійності.

С/г виробництво має яскраво виражений сезонний характер і добову циклічність робіт технологічного устаткування. Ці особливості обмежують річне число годинника використання ЕО. Наприклад, 30% електродвигунів (ЕД) використовуються менше 500 год/рік, 50% - до 1000 год/рік і лише останні - більше 1000 ч/год. Частина ЕД (12%) працюють всього 1,5.2,0 год/доб.

Ети способності ухудшають результати експлуатації. Кратковременные режимы работы, в частности в животноводстве, обуславливают длительное

нахождение ЭО в отключенном состоянии и под воздействием агрессивных факторов внешней среды, что приводит к увлажнению изоляции и другим отрицательным последствиям. Сезонность использования требует проведения дополнительных работ по консервации, хранению и расконсервированию ЭО.

Приводные характеристики многих с/г машин и механизмов имеют свои особенности, которые характеризуются нестабильностью загрузки из-за неравномерной подачи материалов, неоднородности обрабатываемой продукции и прочих технологических причин. Это приводит к низкой средней загрузке ЭО при большой вероятности кратковременных перегрузок. Почти 50 % электропривода имеют переменные и резкопеременные нагрузки, что вызывает повышенную вибрацию ЭД и износ его изоляции, затрудняет надежную работу устройств защиты.

Низкие показатели занятости и загрузки ЭД ухудшают экономичную эксплуатацию ЭО за счет низкого уровня использования его потенциальных возможностей.

До багатьом с/г приводам пред'являються підвищені вимоги в частині їх надійності. Відповідальність ЕО підвищується ще більше, оскільки відмова одного елемента приводить до простою всієї лінії.

### **Характеристики зовнішнього середовища**

Чинники зовнішнього середовища підрозділяються на кліматичні, біологічні і механічні. При цьому кліматичні чинники можуть бути природними (при розміщенні ЕО на відкритому повітрі - зовнішня установка) або штучними (при розміщенні ЕО усередині приміщень - внутрішня установка).

Основними кліматичними параметрами служать температура, вологість і забрудненість атмосфери.

По цих ознаках в ПУЕ і ПТЕ передбачені наступні класифікації виробничих приміщень.

*Сухі* - приміщення з відносною вологістю не вище 60% (контори, червоні куточки, школи, лікарні, житлові кімнати, підсобні приміщення ремонтних майстерень).

*Вологі* - приміщення з відносною вологістю від 60 до 70%, пари і волога, що конденсується, виділяються лише тимчасово і в невеликих кількостях (зали їдалень, сходові клітки, кухні житлових будинків, неопалювальні склади).

*Сирі* - приміщення з відносною вологістю, що тривало перевищує 75% (овочесховища, доїльні зали, молочні, тваринницькі приміщення, обладнані установками мікроклімату).

*Особливо сирі* - приміщення з відносною вологістю близькою до 100%, поверхні приміщень покриті вологою (моєчніє в майстерень, кормоцехи вологих кормів, теплиці, душові), а також установки під навісом і в неопалювальних приміщеннях з середовищем, що практично не відрізняється від зовнішньої.

*Запорошені* - приміщення, в яких за умовами виробництва виділяється технологічний пил, що осідає на ЕО і проникає всередину його (приміщення для дроблення концентрованих кормів, комбікормові цехи і заводи).

*Особливо сирі з хімічно активним середовищем* - приміщення з відносною вологістю, близькою до 100%, з постійним або тривалим змістом пари аміаку, сірководня або інших газів невибухонебезпечної концентрації або створюючих відкладення, таких, що діють що роз'їдає на ізоляцію і токоведущі частини ЕО (тваринницькі приміщення без мікроклімату, склади добрив).

*Пожежебезпечні (клас П)* - приміщення, в яких виготовляють, зберігають, переробляють або застосовують газоподібні горючі речовини. При цьому приміщення, в якому спалюється тверде або газоподібне паливо не відноситься до пожегопобезпечних (газові котельні).

*Пожежебезпечні П-I* – приміщення, в яких застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху пари вище 45°С (склади мінеральних масел, установки по регенерації цих масел).

*Пожежебезпечні П-II* – приміщення, в яких виділяється горючий пил або волокна, перехідні в зважений стан, ступінь подрібнення і вологість яких не перевищує нижчої прибудови вибуху(деревообробні цехи, малозапилені приміщення млинів і елеваторів, зернохосовища).

*Пожежебезпечні П-III* – приміщення, в яких містяться тверді і волокнисті горючі речовини (дерево, тканини), а також складські приміщення для зберігання горючих матеріалів і тваринницькі приміщення, в яких на горищах зберігають сіно і соломку.

*Вибухонебезпечні приміщення (клас В)* – приміщення, в яких за умовами технологічного процесу можуть образовуватися вибухонебезпечні суміші газів і пари з повітрям або горючим пилом або волохив з повітрям (сильнозапилені приміщення млинів).

*Вибухонебезпечні В- I* – приміщення, в яких вибухонебезпечні суміші можуть утворюватися при нормальних нетривалих режимах роботи (зберігання і переливання легкозаймистих і горючих рідин, наявних у відкритих судинах).

*Вибухонебезпечні В- Ia* – приміщення, в яких вибухонебезпечні суміші можуть утворюватися тільки в аварійних ситуаціях або при несправному ЕО (акумуляторні, нафтобази).

*Вибухонебезпечні В- II* – приміщення, в яких утворюються вибухонебезпечні суміші горючою палі або волохон в зваженому стані з повітрям при нормальному нетривалому режимі роботи (завантаження або розвантаження технологічних апаратів).

*Зовнішні пожежебезпечні умови експлуатації ЕУ П-III* – умови, при яких в установках застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху газів вище 45°С (відкриті або під навісом склади мінеральних масел, вугілля, торфу, дерева).

*Зовнішні вибухонебезпечні умови експлуатації ЕУ (В-Iг)* – умови, при яких в установках містяться вибухонебезпечні середовища і утворюються

вибухонебезпечні суміші тільки в результаті аварії або несправності (нафтобази).

Майже 50% всіх видів устаткування розміщується у вологих, сирих і дуже сирих с/г приміщеннях. Під впливом вологи погіршуються властивості ізоляції, створюються умови для освіти на деталях ЕО цвілі. При відносній вологості вище 60% активно виявляється атмосферна корозія металів.

У тваринницьких приміщеннях з природною вентиляцією умови для роботи ЕО виявляються найбільш важкими, оскільки відносна вологість в них наближається до 100%, а зміст найбільш агресивного компонента (аміаку) перевершує зоогігієнічну норму у декілька разів, а також завжди є наявності сірководень і вуглекислий газ.

У приміщеннях з регульованим мікрокліматом робота ЕО не полегшується, а навіть посилюється. Так, наприклад, ЕД даховий вентиляція, приводячи в дію відсмоктувальний вентилятор, обтекається вологим повітрям, що містить агресивні домішки і одночасно піддається дії резкопеременних температур (особливо взимку).

Наявність в пилі абразивних частинок приводить до підвищеного зносу елементів устаткування, що обертаються. Пил багатьох матеріалів добре поглинає вологу і агресивні гази з атмосфери, що приводить до утворення корозії, зниження опору ізоляції і пробою по поверхні. Осідаючий пил погіршує тепловіддачу ЕО, викликаючи підвищений нагрів ізоляції і скорочення її терміну служби.

## **Лекція 6.**

### **Особливості електропостачання с/г ЕУ.**

С/г споживачі харчуються від повітряних розгалужених електричних мереж, мають відносно невеликі, але різні по потужності, навантаження, які віддалені один від одного на значні відстані навіть в межах одного господарства.

Для скорочення протяжності розподільних мереж їх формують в розгалужені радіальні мережі. Площа перетину проводів і струмові навантаження на початку ліній вищі, ніж в кінці. Істотно розрізняються між собою значення напруги в різних точках мережі, що впливає на якість напруги в с/г мережах.

Технологічний процес має добові підвищення навантажень. Нерівномірний графік споживання ЕЕ в перебігу доби ускладнює проблему отримання високої якості ЕЕ, збільшуючи втрати в ЕУ.

Однофазне освітлювальне навантаження приводить до нерівномірності струмів по фазах і спотворенні в них напруги.

Однофазна силова споживачі впливають на асиметрію напругу по фазах (зварювальні трансформатори, електронагрівальні прилади, ручний електричний інструмент).

Напівпровідникова техніка викликає вищі гармонійні складові і спотворення синусоїдальної форми кривою напруги, що приводить до додаткових втрат потужності і ЕЕ в ЕУ.

### **Показники якості електроенергії.**

*Відхилення частоти* - різниця між фактичним і номінальним значеннями, усереднена за 10 хвилин. Допускається відхилення  $\pm 0,1$  Гц в номінальному режимі, тимчасове -  $\pm 0,2$  Гц.

*Коливання частоти* - різниця між фактичним і номінальним значеннями частоти при достатньо швидкій її зміні - 0,2 Гц.

*Відхилення напруги* - різниця між фактичним і номінальним значенням напруги за тривалий проміжок часу. Відхилення нормується: на затискачах ЕД -  $-5..+10\%$ , решта приймачів -  $\pm 5\%$ .

*Коливання напруги* - короточасні і часті відхилення напруги. Для освітлювальних ламп і радіоприладів допустиме значення коливання напруги нормується залежно від частоти коливань. При шести коливань в годину не більше ніж на 2%.

*Несинусоїдальність форми кривої напруги* - відношення значення напруги всіх вищих гармонік, що діє, до значення напруги основної гармоніки, що діє (не більше ніж на 0,05%).

*Зсув нейтралі* - відношення напруги зворотної послідовності до прямій (не більше ніж на 5%).

Зі всіх показників першорядним є відхилення і коливання напруги. Це обумовлено двома причинами: по-перше, відхилення напруги істотно впливає на техніко-економічні параметри всіх видів ЕО, по-друге, відхилення напруги більшою мірою, чим інші показники, не відповідає нормі.

Ступінь впливу відхилення напруги залежить від його значення, знаку і тривалості, а також типу електроприймача. Особливо чутливі до зміни напруги освітлювальні установки (при зниженні напруги зменшується світловий потік, при збільшенні скорочується термін служби ламп).

Електронагрівальні установки також чутливі до відхилення напруги. Їх потужність пов'язана з напругою квадратичною залежністю. Негативне відхилення сильно знижує продуктивність, а позитивне - знижує термін служби. Вибір оптимального режиму здійснюється регулюванням потужності електронагрівача.

Напруга впливає практично на всі характеристики асинхронних двигунів. Зниження напруги істотно зменшує момент, що крутить., що може викликати утруднення при пуску ЕД. Для ЕД при незмінному номінальному навантаженні із зростанням напруги активна складова струму холостого ходу зменшується, а що намагнічує - збільшується (збільшуються магнітні втрати).

Несиметрична напруги обумовлює в ЕД напруга нульової, прямої і зворотної послідовностей. При цьому збільшується струм однієї з фаз, що приводить до перегріву двигуна по цій фазі і передчасному виходу ЕД з ладу.

### **Особливості технічної експлуатації ЕО.**

Завдяки своєчасному проведенню оперативного і планового ТЕ, поточного і капітального ремонтів вдається підтримувати необхідну експлуатаційну надійність ЕО.



У с/г ЕО в межах одного господарства розосереджено по багатьом ділянках, віддаленим один від одного на значні відстані (до 30 км.). Окрім того, на ділянках дуже часто використовується неоднотипне ЕО, що відрізняється режимами роботи і умовами навколишнього середовища. Це все не дозволяє організовувати планове обслуговування одночасно для всього парку ЕО. Виникає необхідність розробки складних графіків планово-запобіжних робіт (ППР), які на практиці не завжди вдається виконати.

Періодичність профілактичних робіт окремого виду ЕО залежить від умов навколишнього середовища, режиму роботи і забавності протягом доби, сезону і року.

У зв'язку з нерівномірністю розподілу ЕО на великій території електротехнічний персонал вимушений переміщатися по об'єктах господарства.

Великий парк ЕО викликає потреба в різноманітних засобах, що використовуються при ТЕ і ремонті. Проте із-за невеликого об'єкту робіт ЕТС господарства ремонтно-технічне устаткування не використовується. Це приводить до недовикористання основних фондів господарства і погіршення економічних показників експлуатації.

### **Основи раціонального вибору і використання ЕО.**

При проектуванні і комплексній електрифікації с/г об'єктів ЕО вибирають, виходячи з вимог його якісного функціонування і найменших витрат на електрифікацію об'єкту. Але це не завжди забезпечує високу ефективність експлуатації ЕО.

При проектуванні не вдається точно передбачати умови навколишнього середовища, в якому буде знаходитися ЕО, доводиться орієнтуватися на середні дані. Тому спостерігається неспівпадання між розрахунковими і фактичними режимами робіт, значеннями споживаної потужності, відхилення напруги і іншими параметрами.

Крім того, при проектуванні не враховується неминуче погіршення експлуатаційних властивостей ЕО і технологічних об'єктів, на яких воно використовується.

Методика вибору устаткування в загальному випадку полягає у визначенні фактичних даних про якість електропостачання, режим роботи і інші умови експлуатації і зіставлення цих даних з параметрами ЕО. Рішення про вибір ухвалюється за принципом обмеження або за принципом оптимізації.

*Принцип обмеження* полягає в тому, що ЕО вважається придатним, якщо значення його параметрів більше або рівні (для деяких параметрів менше або рівні) значенням відповідних чинників, спостережуваних при експлуатації. Наприклад, асинхронний двигун вибирається по потужності на основі умови

$$P_i \geq P_{\text{но}},$$

де  $P_{\text{н}}$ ,  $P_{\text{ср}}$  – номінальна потужність вибраного ЕД і його фактичне навантаження.

*Принцип оптимізації* заснований на вивченні декількох варіантів можливих рішень і виборі такого ЕО, яке забезпечить якнайкращі результати електрифікації об'єкту або процесу. При цьому критерієм оптимізації може бути технічні або економічні характеристики.

### **Вибір по технічних характеристиках.**

Основні технічні характеристики, що враховуються при виборі ЕО: кліматичного виконання і категорії розміщення; ступінь захищеності від попадання сторонніх предметів і води; номінальні параметри (потужність, напруга, струм, частота обертання і так далі); додаткові характеристики (пускові властивості, перевантажувальна здатність, захисні характеристики).

### **Лекція 7.**

#### **Вибір по кліматичного виконання і категорії розміщення.**

Електротехнічні вироби призначені для використання в певному кліматі району і у визначеному місці розміщення залежно від їх виконання. Вироби, призначені для експлуатації на суші, в річках і озерах, мають наступного кліматичного виконання для мікрокліматичних районів:

У – з помірним кліматом; ХЛ – з холодним кліматом; ТВ – з тропічним вологим кліматом; ТС – з тропічним сухим кліматом; Т – з сухим і вологим тропічним клімату; О – загальнокліматичного виконання.

Для забезпечення надійності роботи в особливих виробничих умовах випускається устаткування, призначене для експлуатації в аграрнопромисловому комплексі спеціального виконання: С – сільськогосподарського і Х – хімічно захищеного.

Категорія розміщення ЕО позначається наступними цифрами:

1- для роботи на відкритому повітрі;

2 - для роботи в приміщеннях, де коливання температури і вологості повітря неістотно відрізняються від коливань вказаних параметрів на відкритому повітрі;

3 - для роботи в закритих приміщеннях з природною вентиляцією без мікроклімату, де коливання температури і вологості повітря, дія піску і пилу істотно менша, ніж на відкритому повітрі;

4 - для роботи в приміщеннях з мікрокліматом;

5 - для роботи в приміщеннях з підвищеною вологістю.

В основному електротехнічні вироби і ЕО в цілому для с/г приміщень мають позначення У.

#### *Вибір по ступеню захисту.*

Ступінь захисту від зіткнення обслуговуючого персоналу з токоведущими або рухомими частинами, що знаходяться в корпусі електротехнічних виробів, від попадання під корпус сторонніх твердих предметів і проникнення в нього води відповідно до ДСТУ умовно характеризується буквами IP і поєднанням двох цифр.

Перша цифра - ступінь захисту від зіткнення персоналу з рухомими і токоведущими частинами устаткування і від попадання всередину його твердих предметів.

0 - відсутність захисту;

1 - захист від зіткнення великих ділянок людського тіла з токоведущими і рухомими частинами і твердими предметами діаметром не менше 52,5 мм;

2 - захист від зіткнення людських пальців з токоведущими і рухомими частинами, а також твердих предметів діаметром не менше 12,5 мм;

3 - захист від зіткнення інструментів, дроту і інших подібних предметів діаметром 2,5 мм;

4 - захист від зіткнення інструментів, дроту і інших подібних предметів діаметром 1 мм;

5 - повний захист персоналу від зіткнення, захист від шкідливих відкладень пилу;

6 - повний захист персоналу від зіткнення, повний захист від попадання пилу.

Друга цифра - ступінь захисту від проникнення всередину корпусу води:

0 - захист відсутній;

1 - захист від крапель води, що сконденсувалася, вертикально падаючі краплі не шкодять;

2 - захист від крапель води, падаючих на корпус під кутом не більш 15° до вертикалі;

3 - захист від дощу, падаючого на корпус під кутом не більш 60° до вертикалі;

4 - захист від бризок будь-якого напрямку;

5 - захист від струменів води будь-якого напрямку за умов, вказаних в стандартах;

6 - захист від дій, характерних для палуби корабля;

7 - захист при зануренні у воду на якийсь час;

8 - захист при необмеженому зануренні у воду.

Найбільш поширені електротехнічні вироби і ЕО в цілому із ступенем захисту Ip23, 30, 31, 41, 44, 51, 54 і 54.

Вибір ЕО по напрузі здійснюється виходячи з рівності номінальної напруги і напруги мережі.

*Вибір по потужності або струму.*

ЕД вибирають з умови рівність його номінальної потужності  $P_{нд}$  і потужності, споживаною робочою машиною або робочим органом  $P_{м}$ . Вирішальне значення при цьому має характер діаграми навантаження електроприводу. При тривалому незмінному навантаженні вибір ЕД здійснюється по фактичній споживаній потужності, а при що мало змінюється в часі, має коефіцієнт варіації не більше 20%, вибирається по середній потужності. При змінному навантаженні ЕД вибирається по розрахунковій еквівалентній потужності, тобто такій постійній потужності, яка еквівалентна змінною по нагріву ЕД (середньоквадратична потужність).

Знаючи розрахункову потужність машини (фактичну, середню або середньоквадратичну), по каталогу вибирається ЕД стандартної потужності, найближчій більшій до розрахункової

:

$$P_{\text{ра}} \geq P_{\text{н}}$$

Вибраний ЕД перевіряють на перевантажувальну здатність, на можливість пуску або по частоті пускової операції.

Електричні апарати вибираються по струму головних контактів з умови:

$$I_{\text{н}} \geq I_{\text{раб}}$$

де  $I_{\text{н}}$  – номінальний струм апарату,  $I_{\text{раб}}$  – робочий струм комутованого ланцюга.

Крім того апарати вибираються по струму пристрою захисту з умови:

$$I_{\text{з}} \geq k_{\text{з}} I_{\text{раб}}$$

де  $k_{\text{з}}$  – відношення номінального струму плавкої вставки або пристрою захисту до робочого струму ланцюга, що захищається, залежно від вигляду і складу приймачів (1,0...1,5).

Електронагрівальні установки вибираються по потужності з умови

$$P_{\text{н.н}} \geq P_{\text{эн}}$$

де  $P_{\text{н.н}}$  – номінальна потужність нагрівальної установки,  $P_{\text{эн}}$  – потребуєма потужність, визначувана з рівняння теплового балансу приміщення або технологічного процесу.

#### *Вибір по економічних критеріях.*

Вибираючи ЕО по технічних характеристиках, можна знайти декілька варіантів виробів, що задовольняють одним і тим же початковим даним. Щоб серед рівноцінних виробів по технічних можливостях знайти оптимальний варіант, застосовується вибір ЕО по економічній критеріям.

Наслідки вибору можуть позначитися не тільки на працездатності або економічних показниках вибраного ЕО, але і на інших, пов'язаних з цим, елементах системи електропостачання і технологічного об'єкту.

Тому при виборі по економічному критерію необхідно розглядати сукупність елементів И-Э-Т-С. Початкові дані, що характеризують елементи системи, розділяють на чотири групи:

1 - умови електропостачання (потужність споживчої підстанції, довжина і марка проводів низьковольтної лінії);

2 - умови використання (призначення приводу, еквівалентна потужність і частота обертання робочого органу машини, забавність протягом доби і роки, допустима тривалість простою із-за відмови, розмір технологічного збитку);

3 - дестабілізуючі дії (кліматичні умови, характер навколишнього середовища, інтенсивність відмов і структура аварійних режимів);

4 - показники технічної експлуатації (витрати на обслуговування, інтенсивність відмов, фактична тривалість усунення відмов).

## Лекция 8.

### Выбор ЭО по исполнению.

Хай спочатку для електроприводу вибраний ЕД загального призначення. Потрібно визначити по критерію приведених витрат економічну доцільність застосування на цій машині ЕД такої же потужності, але спеціального с/г виконання.

У першому варіанті ЕД має балансову вартість  $K_1$ , річні витрати на його ремонт складають  $Z_{p1}$ , а технологічний збиток  $Y_1$ . У другому варіанті вартість ЕД зростає до  $K_2$  (із-за надійнішого виконання), але витрати на капітальний ремонт і розмір збитку знизяться і відповідно складають  $Z_{p2}$  і  $Y_2$ . Інші складові приведених витрат порівнюваних варіантів можна прийняти однаковими  $Z_{пр}$ .

Рівняння приведених витрат:

$$Z_1 = EK_1 + Z_{p1} + Y_1 + Z_{пр};$$

$$Z_2 = EK_2 + Z_{p2} + Y_2 + Z_{пр},$$

де  $E = E_n + E_p$  – сумарний коефіцієнт нормативних і реноваційних відрахувань.

Комплектація електроприводу ЕД с/г виконань може виправдатися, якщо приведені витрати в другому варіанті будуть менші, ніж в першому:

$$Z_2 - Z_1 < 0.$$

Тоді умови вибору ЕД с/г виконань:

$$K_2 - K_1 < [(Z_{p1} + Y_1) - (Z_{p2} + Y_2)]E^{-1}.$$

Звідси видно, що ЕД с/г виконань доцільно застосовувати тільки тоді, коли додаткові витрати на придбання і установку менше економічних витрат на його КР і покритті збитку, досягається за розрахунковий термін

$$T_p = 1/E = 1/(0,15 + 0,06) = 5 \text{ лет.}$$

Якщо виразити річні витрати на КР через інтенсивність відмов, то

$$Z_{p1} = \lambda_1 K_{p1};$$

$$Z_{p2} = \lambda_2 K_{p2},$$

де  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  – інтенсивність відмов для першого і другого варіанту;  $K_{p1}$  і  $K_{p2}$  – вартість одного капітального ремонту для кожного з варіантів.

Завдяки досконалішого виконання другого варіанту ЕД його відмови знизяться на величину  $\rho$ . Тоді отримаємо зв'язок показників надійності:

$$\lambda_2 = \lambda_1 (1 - \rho).$$

Приймаємо допущення  $K_1 = K_2 = K$ , тоді узагальнена умова вибору ЕД по виконання:

$$\frac{\hat{E}_2 - \hat{E}_1}{\hat{E}_1} < \rho \lambda_1 \frac{(1 + y^*)}{E},$$

де  $y^* = y/K_p$  – відносний технологічний збиток, що доводиться на одну відмову ЕО;  $y$  – вартісна оцінка технологічного збитку;  $K_p$  – вартість капітального ремонту, зухвалого простоем устаткування.

Доцільність застосування досконалішого ЕД залежить не тільки від параметрів навколишнього середовища, але і від інтенсивності відмов ЕО базового виконання, частки відмов, що усуваються за рахунок досконалішого виробу і від відповідальності ЕУ за розміром технологічного збитку.

Для вибору виконання по економічному критерію необхідно визначити допустиме дорожчання ЕО нового виконання і порівняти з фактичним. Якщо воно не більше допустимого, то доцільно вибрати ЕО досконалішого виконання.

*Вибір ЕО по потужності при декількох вибраних варіантах.*

При виборі по технічних характеристиках приймається ЕО, номінальна потужність якого більше або рівна розрахунковій потужності. Для ЕО масового застосування, наприклад ЕД, погіршності вибору приводять до великого сумарного збитку (застосування ЕД заниженій потужності знижує його надійність і обмежує продуктивність робочої машини, а використання ЕД завищеної потужності погіршує його енергетичні показники і приводить до дорожчання всього електроприводу).

Економічний критерій дозволяє точно вказати доцільний діапазон навантажень для кожного тіпорозміру ЕО. Ці діапазони називаються інтервалами економічних навантажень. Їх визначають шляхом дослідження системи рівнянь приведених витрат, складеної для кожного тіпорозміру ЕО з урахуванням очікуваних умов експлуатації. Умова вибору:

$$P_{\text{ен}} < P_{\text{рас}} \leq P_{\text{ев}},$$

де  $P_{\text{ен}}$ ,  $P_{\text{ев}}$  – відповідно нижня і верхня межі інтервалів навантажень для ЕД з номінальною потужністю;  $P_{\text{рас}}$  – розрахункове навантаження.

Метод визначенні інтервалів економічних навантажень ґрунтується на порівнянні приведених витрат на одиницю напрацювання суміжного по потужності ЕО зі всієї шкали тіпорозмірів. Абсолютні межі інтервалів економічних навантажень даний ЕД має серед всіх тіпорозмірів найменше значення приведених витрат.

*Оптимізація режимів роботи ЕО.*

Ефективність використання ЕО оцінюється за сумарними витратами на одиницю напрацювання і залежить від багатьох чинників.

Завдання обґрунтування оптимального навантаження ЕО полягає у виявленні і порівнянні позитивних і негативних наслідків, що виникають при збільшенні навантаження, і виборі такої потужності навантаження, при якому досягається якнайкраще значення критерію ефективності експлуатації. У окремому випадку таким критерієм служать сумарні втрати ЕО.

*Оптимізація навантаження ЕД по сумарних втратах*

Сумарні втрати ЕД мають найменше значення при коефіцієнті навантаження

$$\beta_1 = \sqrt{D_o / D_e},$$

де  $P_x$  – втрати холостого ходу,  $P_k$  – втрати короткого замикання.

Комплексний облік характеристик ЕД і системи електропостачання виконується по виразу оптимального навантаження

$$\beta_2 = \sqrt{\frac{\tilde{n}D_{\delta} + k_{\delta}Q_{\delta}}{\tilde{n}D_{\varepsilon} + k_{\delta}Q_{\varepsilon}}},$$

де  $c$  – коефіцієнт збільшення втрат за рахунок системи електропостачання (1,1...1,2);  $k_p$  – еквівалент реактивної потужності, що показує значення активної потужності в мережах від кожного кВАР;  $Q_x$  і  $Q_k$  – реактивні потужності холостого ходу (намагнічування) і короткого замикання (розсіяння).

Реактивна потужність намагнічування ЕД більше його потужності розсіяння, і тому завжди  $\beta_2 > \beta_1$ . Оптимальне навантаження по критерію мінімуму втрат в системі И-Э-Т-С завжди більше навантаження, оптимізованого лише по ККД.

Відступ від оптимального навантаження в межах  $\pm 30\%$  приводить до збільшення втрат не більше ніж на 7% від мінімального рівня. Лише при зменшенні навантаження нижче 40% спостерігається зниження інтенсивне ККД.

#### *Оптимальне навантаження ЕД по надійності.*

Вплив навантаження на надійність ЕД виявляється в тому, що з її зростанням збільшується температура нагріву ізоляції і скорочує термін служби ЕД (збільшення температури на 8...10°C знижує термін служби ізоляції удвічі). Зниження навантаження приводить до збільшення вартості електроприводу.

Критерієм ефективності служить приведені витрати на одиницю напрацювання ЕД. Вони включають три складові: відрахування від балансової вартості електроприводу, витрати на ТЕ, на КР і технологічному збитку.

$$C = A_{\delta} \dot{a}_{\varepsilon} \beta_{\varepsilon}^{-1} + \dot{a}_{\delta} \beta_{\varepsilon}^{-1} + \dot{a}_{\delta} (1 + \delta^*) \beta_{\varepsilon}^{n-1},$$

де  $a_k$ ,  $a_t$ ,  $a_p$  – питомі показники відрахувань на обслуговування, а також на КР;  $n-1$  – показник, що характеризує вплив навантаження на інтенсивність відмов ЕД.

Оптимальне навантаження ЕД по критерію надійності:

$$\beta_{\varepsilon} = \sqrt[n]{\frac{E a_{\varepsilon} + \dot{a}_{\delta}}{(n-1)(1 + \delta^*) \dot{a}_{\delta}}}.$$

Чим дорожче придбання і обслуговування ЕД, тим вище його оптимальне навантаження, але із зростанням витрат на КР і розмірі технологічного збитку вона знижується.

## **Лекція 9.**

### **Здатність навантаження ЕО.**

Багато видів ЕО працюють з нерівномірним навантаженням. Для повнішого використання потужності ЕО допускається деяке перевантаження, використовуючи його здатність навантаження.

Здатність навантаження - нетривале невелике перевантаження, яким ЕО може систематично піддаватися без скорочення терміну служби в конкретних умовах експлуатації, визначуваних графіком навантаження і температурою навколишнього середовища.

У основі розрахунку здатності навантаження лежить тепловий знос ізоляції. Під впливом температури і ряду інших чинників фізико-хімічні властивості ізоляції з часом необоротно погіршуються. Вона втрачає еластичність, розтріскується і відшаровується від дроту. Хоча електрична міцність самого діелектрика практично не міняється, ізоляція не витримує механічного навантаження від вібрації, від теплового розширення і руйнується. Цей процес називається старінням ізоляції.

Швидкість старіння залежить від температури, а знос - від температури і часу її дії.

У періоди неповного навантаження температура ЕО нижче номінальною, і тому відбувається уповільнення старіння, завдяки якому створюється «резерв» терміну служби ізоляції. При цьому вибирають таке перевантаження і її тривалість, при яких підвищений знос ізоляції відповідав резерву терміну служби, що раніше утворився, і отже, збережеться нормативна довговічність виробу.

#### *Резервування ЕО.*

Можливості використання техніки реалізуються лише за умови високої надійності її елементів, і в першу чергу - ЕО, оскільки при його відмові електрифіковану машину не можна замінити іншої без істотного зниження ефективності технологічного процесу.

При цьому На об'єктах найбільшу небезпеку представляє не факт відмови ЕО, а тривалість відновлення його працездатності, тобто тривалість простою машини.

Щоб скоротити тривалість простоїв ЕУ при відмовах, створюється резервний незнижуваний запас ЕО. Правильний вибір номенклатури, числа і місця розміщення резервного ЕО - один з основних способів поліпшення його використання.

Резервний фонд ЕО господарства визначається нормативним або оптимізаційним методом.

По першому з них число резервних одиниць всіх видів ЕО визначається нормами резервного запасу, регламентованого в системі ППРЕсг. Недолік нормативного розрахунку полягає в тому, що не враховує особливості вимог конкретних с/г об'єктів до надійності ЕО. Оптимізаційний метод усуває цей недолік.

Оптимальним резервним фондом вважається такий парк запасного ЕО, при якому сумарні витрати на його зміст і на покриття збитку від простоїв має найменше значення. Відступ від оптимального розміру запасу приводить в більшості випадків до заморожування засобів і дефіциту елементів, а скорочення запасу - збільшує тривалість простою технологічного процесу, чим завдається збитку виробництву.



Для визначення числа резервних одиниць ЕО треба знати стосовно конкретного господарства періодичність поповнення резервного фонду (тривалість перебування, що приймається рівним, в КР, число однотипних або взаємозамінних одиниць ЕО і середній допустимий час простою технологічного процесу, на якому це устаткування використовується).

## **Лекція 10.**

### **Технічне діагностування ЕО.**

*Технічна діагностика* - наука про методи і засоби розпізнавання технічного стану і виявлення несправностей виробів.

*Технічне діагностування* - процес розпізнавання стану об'єкту, кінцевим результатом якого служить висновок про технічний стан об'єкту.

*Діагностичні або контрольовані параметри (ознаки)* - це характеристики об'єкту, використовувані для визначення його технічного стану. Основні діагностичні параметри дають якнайповніші відомості про працездатність об'єкту, оцінюючи його стан в цілому. Допоміжні параметри оцінюють лише окремі властивості об'єкту або місце несправності.

*Спосіб (алгоритм) діагностування* - сукупність і послідовність дій, що дозволяють визначити технічний стан об'єкту. При експерименті на об'єкт подають деяку дію і вимірюють діагностичні параметри або контрольовані діагностичні ознаки. За наслідками спостережень визначають стан об'єкту. Наприклад, випробовуючи ізоляцію, спостерігають за струмом витоку і роблять вивід про її справність.

*Системи діагностування (СД)* - сукупність об'єктів, способів і засобів діагностування. За призначенням виду вирішуваного завдання їх умовно розділяють на профілактичних, диференціальних, функціональних і таких, що прогнозують.

*Профілактична СД* призначена для виявлення в процесі експлуатації дефектів деталей і елементів, що виробили свій ресурс, тобто тих елементів об'єкту, параметри яких близькі до гранично допустимих значень (для виявлення слабких місць об'єкту без виведення його в ремонт). З цією метою систематично проводять планові профілактичні випробування.

*Диференціальна СД* служить для виявлення окремих несправностей при планових ТЕ і ремонті ЕО. По отриманих результатах уточнюється вид необхідного ремонту (поточний або капітальний) і склад його операцій. Для диференціального діагностування застосовуються прилади загального і спеціального призначення. Омметри дозволяють виявляти несправності типу обрив, замикання в проводах, контактах, ізольованих і інших елементах. Спеціальні прилади контролю вологості (ПКВ) дозволяють визначити ступінь зволоженості ізоляції, а прилади типу високочастотного вимірника (ВЧФ) - вітковиє замикання в обмотках електричних машин. Диференціальне діагностування проводять за допомогою таблиць характерних несправностей, які є в довідковому матеріалі або в технічному описі конкретного ЕО.

*Функціональна СД* призначена для оцінки якості функціонування і працездатності шляхом визначення комплексу експлуатаційних властивостей

(характеристик) ЕО при контрольних, типових або спеціальних випробуваннях і зіставленні їх з номінальними або нормованими значеннями.

*Прогнозуюча* СД дозволяє передбачити стан виробу в майбутньому і визначити вірогідний момент появи відмови. Для цього оцінюється залишковий ресурс елементів на підставі інформації про закономірності зміни параметрів в період передуючий прогнозу. Проте надійне прогнозування освоєне лише для простих випадків. При експлуатації ЕО створення прогнозуючої СД пов'язане з поряд методичних труднощів, обумовлених складністю процесу старіння і зносу ЕУ. Певною мірою прогнозування реалізується при профілактичних випробуваннях, оскільки статичні дані підтверджують вірогідність безвідмовної праці до чергового випробування того ЕО, яке успішно витримало поточне профілактичне випробування.

## **Лекція 12.**

### **Основи організації експлуатації ЕО.**

Завдання електротехнічної служби і її місце в АПК.

Інженерна служба як структурна одиниця загальної системи управління господарством складається з ряду підрозділів: служби експлуатації машинно-тракторного парку, служби механізації процесів в тваринництві, електротехнічної служби (ЕТС).

ЕТС забезпечує раціональну роботу ЕО комунально-побутового сектора господарства.

Головна мета діяльності ЕТС - забезпечення зростання виробництва с/г продукції, підвищення економічної ефективності господарства.

*Основні завдання ЕТС:*

- проведення єдиної технологічної політики в питаннях розвитку енергетики і організації експлуатації ЕО;
- підготовка і підвищення кваліфікації електротехнічного персоналу;
- підвищення продуктивності праці і поліпшення соціальних умов обслуговуючого персоналу;
- участь в забезпеченні безперебійного і якісного електропостачання с/г підприємств;
- виконання комплексу робіт по технічній експлуатації ЕО;
- забезпечення раціонального використання встановленого ЕО; подальший розвиток електрифікації і автоматизації виробництва;
- визначення потреби в ресурсах на експлуатацію встановленого і нового ЕО;
- поліпшення економічних показників роботи ЕТС;
- розробка і здійснення організації технологічних заходів щодо економії енергетичних ресурсів.

Разом з вирішенням спеціальних завдань ЕТС учувствує у вирішенні загальних завдань інженерної служби. До загальних завдань відносяться:

- розробка річних і перспективних планів комплексної механізації, електрифікації і автоматизації процесів в АПК;

- забезпечення виконання виробничих планів, підвищення якості робіт, дотримання технологічної дисципліни і впровадження прогресивних форм праці;
- розробка спільно із службою капітального будівництва планів розвитку ремонтно-обслуговуючої бази;
- здійснення контролю будівництва і оптимізація використання виробничих потужностей ремонтно-обслуговуючої бази;
- здійснення заявки на техніку, устаткування, інструменти і матеріали на ремонтно-експлуатаційні потреби, впровадження нових технік і контроль їх раціонального розподілу;
- забезпечення високопродуктивної і безперебійної роботи технологічного і електротехнічного устаткування;
- розробка річних і перспективних планів науково-технічного розвитку і організація їх виконання;
- участь в розробці системи оплати праці і преміювання працівників підвідомчих підприємств;
- організація вивчення і впровадження досвіду передових підприємств, винаходів і раціоналізаторських пропозицій в області механізації, електрифікації і автоматизації виробництва АПК.

#### *Форми експлуатації ЕУ. Структура ЕТС.*

На підприємствах застосовують індивідуальну (господарську), централізовану або змішану (спеціалізовану) форми експлуатації ЕУ.

*Індивідуальна* ЕТС - служба, що створює само господарство, виконує в ній всі роботи по технічній експлуатації ЕО. Для виконання робіт по розвитку електрифікації зазвичай притягуються подрядчеськие організації.

*Централізована* ЕТС - служба, яка створюється для обслуговування всіх господарств.

По номенклатурі виконуваних робіт розрізняють комплексне і централізоване обслуговування.

При комплексному обслуговуванні централізована ЕТС виконує в господарстві всі види робіт по експлуатації ЕО і по розвитку електрифікації. Штат формується з виробничого і інженерно-технічного персоналу.

При спеціалізованому обслуговуванні господарства районна ЕТС обслуговує лише окремі, найбільш відповідальні види ЕО або виконує контрольні вимірювання, профілактичні випробування. Решта частини виробничої програми експлуатації виконується індивідуальною ЕТС господарства.

Індивідуальна форма експлуатації використовується при достатньо великому об'ємі ЕО (більше 800 у.е.о.) в господарстві і хорошими трудовими і матеріальними ресурсами, а також при значному видаленні господарства від районного центру або поганому стані дорог.

Централізоване комплексне обслуговування застосовується для невеликих господарств, що мають менше 300 у.е.о. і надійний транспортний зв'язок з районним центром. Централізована ЕТС полегшує концентрацію

зусиль на важливіших напрямках і забезпечує інтенсивність використання ремонтно-обслуговуючої бази району.

При будь-якій формі експлуатації важливо вибрати раціональну структуру ЕТС і правильно визначити склад підрозділів служби. Залежно від принципу вибору числа і призначення цих підрозділів розрізняють територіальну, функціональну або гнучку організаційну структуру ЕТС.

У основі функціональної структури лежить принцип розподілу виконавців і матеріально-технічних засобів служби по видах робіт, що виконуються, і функцій. У службі створюються підрозділи: аварійно-оперативного обслуговування, планового обслуговування, поточного ремонту.

При територіальній структурі ЕТС виконавці розподіляються по відділеннях або бригадах господарства. На закріплених ділянках виконавці виконують весь об'єм робіт, передбачених програмою по експлуатації ЕО.

Гнучка структура змінюється протягом року залежно від номенклатури і об'єму робіт, що доводяться на сезон.

Для правильного вибору раціональної структури необхідно врахувати дані ЕТС: число електромонтерів і їх матеріальне забезпечення, число експлуатаційних ділянок і відстань між ними, номенклатуру і об'єм робіт річної виробничої програми ЕТС.

## **Лекція 12.**

### **Має рацію і обов'язки фахівців ЕТС.**

Має рацію і обов'язки фахівців ЕТС визначаються зразковими посадовими інструкціями керівників, фахівців і обслуговуючого персоналу.

Інженер-енергетик організовує і забезпечує:

- експлуатацію електричного, теплового і газового устаткування;
- подальший розвиток електрифікації, теплофікації і газифікації господарства;
- постійний контроль дотримання правил охорони праці і техніки безпеки;
- збереження матеріально-технічних засобів;
- раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів і устаткування.

Головному (старшому) інженерові-енергетикові підпорядковані: інженер-електрик (старший технік), старший інженер по холодильному устаткуванню, працівники служби газифікації, радіотехнік, ремонтно-обслуговуючий персонал.

Інженер-електрик організовує і забезпечує:

- експлуатацію ЕО;
- раціональне використання ЕЕ;
- дотримання правил охорони праці і техніки безпеки.

Йому підпорядковані всі працівники ЕТС.

Інженер-електрик зобов'язаний:

- організувати ефективну експлуатацію ЕО в цілях підвищення ефективності виробництва господарства;
- брати участь в розробці планів електрифікації господарства;
- розробляти і надавати на твердження головному інженерові-енергетикові графіки ППР ЕО і організовувати їх виконання і контроль якості робіт;
- брати участь в складанні заявок на матеріальні ресурси;
- організовувати прийом в експлуатацію нового і відремонтованого ЕО;
- брати участь в розробці і впровадженні прогресивних норм роботи персоналу ЕТС;
- організовувати впровадження досягнень науки і передового досвіду;
- забезпечувати раціональне зберігання ЕО;
- складати акти списання техніки;
- брати участь в підведенні підсумків роботи ЕТС;
- брати участь в підготовці і підвищенні кваліфікації кадрів;
- надавати матеріали про заохочення кращих виконавців, про накладення стягнень на осіб, що порушили трудову і виробничу дисципліну;
- проводити виховну роботу серед працівників служби, своєчасно розглядати їх пропозиції і скарги;
- забезпечувати ведення технічної документації і надання звітності;
- проводити інструктаж по охороні праці і техніці безпеки.

Інженер-електрик має право:

- давати вказівки керівникам і фахівцям виробничих підрозділів по експлуатації ЕО;
- припиняти, у разі потреби, виконання неправильних розпоряджень по спеціальних питаннях (повідомивши керівництво господарства), вимагати переробки недоброякісно виконаних робіт;
- вносити зміни до заходів щодо експлуатації (по узгодженості з головним інженером-енергетиком);
- забороняти експлуатацію ЕО, стан якого загрожує безпеці працівників або тварин;
- забороняти прийом з ремонту ЕО, що має незадовольняючі параметри;
- усувати від роботи осіб, що порушили правила техніки безпеки і пожароопасності;
- не допускати до роботи осіб, що не мають кваліфікаційних посвідчень і що не пройшли інструктаж по техніці безпеки;
- надавати керівникові господарства матеріали про заохочення (покаранні) працівників ЕТС;
- вносити пропозиції про підбір, розстановки і звільненні працівників;
- безкоштовно користуватися для службових цілей транспортом господарства.

Інженер-електрик несе відповідальність за своєчасне виконання планів ЕТС, впровадження досягнень науки і передового досвіду, дотримання трудової і виробничої дисципліни, своєчасне складання заявок на матеріальні ресурси ЕТС; облік ЕО і ЕЕ; своєчасне надання звітності.

### **Лекція 13.**

#### **Технічна документація енергетичної служби.**

За станом технічної документації енергетичної служби господарства можна судити про рівень експлуатації ЕО і ЕУ.

Основним документів, таким, що характеризує всі сторони електрогосподарства є технічний паспорт. Він містить різні відомості у вигляді окремих самостійних розділів або таблиць, в яких дані короткі характеристики (у вигляді окремих форм):

- живлячих і розлучних проводів кабельних і повітряних ліній по схемі зовнішніх електромереж;
- ЕО трансформаторних підстанцій;
- електростанцій;
- електродвигунів з пусковою апаратурою, силових проводок і освітлювальних установок;
- електротеплових пристроїв (окремо по кожному з видів нагрівальних приладів з вказівкою місця розташування і використання);
- зовнішніх трубопроводів пари і гарячої води по схемі зовнішніх теплових мереж;
- системи водопостачання (насосних і водопідіймальних установок);
- артезіанських свердловин;
- трубопроводів по схемі зовнішніх мереж водопостачання;
- газових установок і зовнішніх мереж на природному рідкому паливі, що привезло;
- холодильних установок;
- основного устаткування комплексу очисних споруд;
- зовнішніх мереж виробничої, зливової і комунально-побутової каналізації;
- телефонній мережі і телефонній станції.

Кожен паспорт має короткі вказівки по його заповненню. Технічний паспорт підписує директор (голова), головний інженер, головний енергетик і головний бухгалтер.

У загальному випадку технічна документація енергетичної служби оформляється у вигляді журналів.

*Журнал за формою 1* призначений для складання річного графіка ТЕ і ремонту ЕО. Складається на об'єкт (корівник, свинарник, кормоцех і так далі). Число фізичних ремонтів і витрати праці визначаються по таблиці розрахунку річного об'єму робіт.

*Журнал за формою 2* призначений для складання квартального графіка ТЕ і ремонтів ЕО (складається на основі форми 1).

*Журнал за формою 3* призначений для інструктажа електромонтерів по техніці безпеки. Інструктаж проводить інженерно-технічний персонал не рідше за один раз на квартал.

*Журнал за формою 4* призначений для обліку захисних засобів по техніці безпеки, реєстрації їх чергових перевірок.

*Журнал за формою 5* призначений для обліку перевірок заземляючих пристроїв. Складається по кожному об'єкту і згідно ПУЕ робляться замітки.

*Журнал за формою 6* призначений для реєстрації всіх розпоряджень і вказівок організації електропостачання і побажань споживача. Термін зберігання 3 року.

*Журнал за формою 7* призначений для реєстрації перерв в електропостачанні споживачів. Кожна перерва фіксується окремо.

*Журнал за формою 8* призначений для обліку споживання ЕЕ на виробничі цілі. По лічильнику визначаються кількість енергії. Для кожного лічильника зі всіма підключеннями заводиться окремий журнал. Журнал по ділянках ведуть електромонтери.

*Журнал за формою 9* призначений для реєстрації перевірок знань правил техніки безпеки і правил технічної експлуатації.

*Журнал за формою 10* призначений для реєстрації перевірки знань по техніці безпеки у персоналу першої кваліфікаційної групи. Цю кваліфікаційну групу привласнюється робочим, обслуговуючим електрифіковані машини і механізми.

*Журнал за формою 11* призначений для реєстрації ввідного інструктажа по техніці безпеки для осіб, що знов поступають на роботу.

*Журнал за формою 12* призначений для реєстрації технічного навчання з персоналом енергетичної служби, що проводиться з метою оволодіння найбільш досконалими методами роботи, підвищення знань по пристрою і експлуатації ЕО. Для цього організовується курсове навчання по підвищенню кваліфікації, вивченню правил технічної експлуатації і правил техніки безпеки, пристрої різних ЕУ, інструкцій і так далі

*Журнал за формою 13* призначений для реєстрації дефектів ЕО, а також для контролю їх усунення.

*Журнал за формою 14* призначений для реєстрації номенклатури і причин виходу з ладу ЕО. Це є початковим матеріалом при розробці заходів щодо підвищення рівня експлуатації ЕО в господарстві.

*Журнал за формою 15* призначений для обліку результатів роботи електростанцій в період відключення споживачів від енергосистеми або при її відсутності.

*Журнал за формою 16* є звітом про роботу електростанції і призначений для реєстрації вироблення ЕЕ і витрати пального.

Для зберігання технічної документації, інструкцій, нормативних матеріалів, а також поточного листування використовуються теки:

- паспорт енергетичного господарства;
- протокол випробувань ізоляції ЕО і перевірок заземляючих пристроїв;
- акти введення ЕО в експлуатацію і акти по розслідуванню причин виходу його з ладу;
- місцеві інструкції по обслуговуванню ЕО і внутрішніх електропроводок, посадові інструкції електромонтерів;
- плани електрифікації господарства, плани проектно-ізиськательських робіт;

- заявки на придбання електроматеріалів, кабельної продукції і ЕО для об'єктів капітального будівництва.

#### **Лекція 14.**

#### **Розрахунок об'єму робіт, числа електромонтерів і штату інженерно-технічного персоналу.**

ЕТС виконує великий об'єм робіт по номенклатурі, згідно програмі. Перший розділ програми включає роботи по технічній експлуатації ЕО; другий розділ - роботи, направлені на підвищення рівня експлуатації і на розвиток самої служби; третій розділ - роботи по подальшому розвитку електрифікації і автоматизації виробництва господарства. Виробнича програма вимірюється в умовних одиницях електроустаткування (у.е.е) або в одиницях витрат праці (чел-ч), або у вартісному виразі.

##### *Розрахунок об'єму робіт виробничої програми.*

Об'єм робіт першого розділу визначають шляхом перекладу фізичні величини ЕУ в у.е.е. для цього всі ЕО розділяють на номенклатурні групи (лінії передачі, підстанції, електроприводи, електропроводки), підраховують число фізичних одиниць ЕУ в кожній групі і множать його на відповідний даній групі коефіцієнт перекладу. Загальне число у.е.е. визначається шляхом їх підсумовування по групах.

При цьому доцільно виділити у.е.е., що доводяться на галузі і на бригади, що допомагає при вирішенні завдань ЕТС.

Для розрахунку другого і третього розділів виробничої програми проводиться аналіз діяльності ЕТС за ряд років і уточнюється трудомісткість або вартість окремих видів робіт цих розділів. Проводиться перерахунок вказаних робіт в у.е.е., виходячи з еквівалентності однієї у.е.е. до трудовитрат у розмірі 18,6 люд-год/рік або кошторисної вартості електромонтажних робіт.

##### *Розрахунок трудомісткості виробничої програми.*

У першому розділі програми окремо розраховується трудомісткість планових профілактичних заходів  $T_{\text{п}}$  і трудомісткість оперативного обслуговування  $T_{\text{о}}$ . Річні трудовитрати на планові роботи визначаються по формулі:

$$T = \sum_{n=1}^m (q_{\text{доі}} \dot{O}_{\text{доі}} + q_{\text{доі}} \dot{O}_{\text{доі}}) + \dot{O}_{\text{до}},$$

де  $q_{\text{тоі}}$ ,  $q_{\text{трі}}$  – кількість технічних обслуговувань (ТО) і поточних ремонтів (ТР)  $i$ -го типу ЕО в рік ( $i=1,2,\dots,m$ );  $T_{\text{тоі}}$ ,  $T_{\text{трі}}$  – трудомісткість ТЕ і ТР  $i$ -го типу ЕО, год;  $T_{\text{кр}}$  – трудові витрати на капітальний ремонт ЕО год.

Число планових ТЕ і ТР визначається за даними системи ППРЕсг, виходячи з прийнятої періодичності їх виконання з урахуванням коефіцієнтів сезонності і змінності використання.

У разі сезонного використання в об'ємі робіт додатково враховується необхідність консервації і розконсервовування ЕО. Трудомісткість цих робіт



оцінюється трудомісткістю ТЕ відповідного типу устаткування, збільшеною на 15%.

Система ППРЕсг допускає збільшення періодичності ТЕ і ТР в порівнянні з приведеними в ній нормами, але за умови збереження технічного стану ЕО на колишньому або вищому рівні. Тому відступ від рекомендованої періодичності повинні бути в межах +35%.

Річні витрати на оперативне обслуговування приймаються у розмірі 25% від планових робіт ( $T_{10} = 0,25T_{1п}$ ) або визначаються з виразу

$$T_{10} = T_{оо.п},$$

де  $T_{оо}$  – річні витрати трудомісткості оперативного обслуговування ЕО, віднесені до одного виду ЕО (при середніх відстанях 5, 10, 15 км. приймаються відповідно 3,1; 4,4; 5,7 чел-ч/год);  $n$  – число ЕО одного вигляду в господарстві.

Загальна трудомісткість

$$T_{пп} = kT_{1п} + T_{10} + T_2 + T_3,$$

де  $T_2, T_3$  – трудомісткості другого і третього розділів, визначувані на підставі аналізу трудовитрат ЕТС за минулі роки і плану розвитку електрифікації господарства,  $k$  – коефіцієнт, що враховує час на роз'їзди електромонтерів при виконанні робіт, а також розкиданість ЕО в господарстві.

Диференціальний підхід до розрахунку трудомісткості планових профілактичних заходів т по вищезгаданому виразу приводить до громіздких обчислень, оскільки в будь-якому господарстві потрібно врахувати більше 1000 типів ЕО, що мають свої нормативи трудомісткості і періодичності ТЕ і ТР. З метою скорочення об'єму розрахунків використовуються укрупнені (інтегральні) нормативи трудовитрат.

Для окремих установок ці дані приведені в системі ППРЕсх, а для всієї номенклатури с/г машин розроблені Інститутом використання техніки і нафтопродуктів (ИИТиН).

### **Визначення штатної чисельності ЕТС.**

Початковими даними для планування кількості працівників є річний графік ППРЕсг, год, річний об'єм робіт  $Q$ , у.е.э. і нормативи трудомісткості  $\Sigma T_p$ .

Витрати праці на обслуговування і ремонт електротехнічного устаткування визначається по річному числу умовних ТЕ, ТР, витрат на монтаж і наладку ЕО.

Сумарні річні витрати на технічну експлуатацію ЕУ в господарстві:

$$\Sigma T_p = T_{то} + T_{пр} + T_m + T_n + T_{од},$$

де  $T_{то}$  – річні витрати на ТЕ ЕУ, люд-год;  $T_{пр}$  – річні витрати на потоковий ремонт ЕУ, люд-год;  $T_m$  – річні витрати на монтаж ЕУ;  $T_n$  – річні витрати на наладку ЕУ;  $T_{од}$  – річні витрати на оперативне чергування.