



Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних
технологій**

**Кафедра електропостачання та енергетичного
менеджменту**

ВСТУП ДО ФАХУ І АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ

Курс лекцій

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

**Харків
2024**

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та
енергетичного менеджменту

ВСТУП ДО ФАХУ І АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ

Курс лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Затверджено рішенням
науково-методичної ради
факультету енергетики,
робототехніки та комп'ютерних технологій
Протокол № 3 від 26. 12. 2024 року

Харків
2024

УДК 621.31
М 63

Схвалено на засіданні кафедри
електропостачання та енергетичного менеджменту
Протокол №5 від 11 грудня 2024 р.

Рецензенти:

С. О. Тимчук, д-р техн. наук, проф. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ДБТУ;

Ю. М. Хандола, канд. техн. наук, зав. кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ.

М 63 Вступ до фаху і академічна доброчесність: курс лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навч., зі спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Державний біотехнологічний університет, авт.-уклад.: О. О. Мірошник – Харків: 2024. – 117 с.

Курс лекцій розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни. Видання включає перелік тем та питань для вивчення, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури.

Видання призначена для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

УДК 621.31

Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник, д-р техн. наук

© Мірошник О. О. 2024.

© ДБТУ, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
Лекція 1. Індивідуальний навчальний план студента та взаємозв’язок дисциплін навчального плану. Освітня програма та її компоненти	7
Лекція 2. Основні принципи академічної доброчесності. Ошибка! Закладка не определена.	
Лекція 3. Роль електроенергетики в життєдіяльності країни	30
Лекція 4. Традиційні електростанції енергетичної системи України Ошибка! Закладка не определена.	
Лекція 5. Електростанції відновлювальних джерел енергії.....	47
Лекція 6. Системи електропостачання	52
Лекція 7. Класи напруг та лінії електропередач.....	60
Лекція 8. Державна політика з питань енергозбереження	69
Лекція 9. Побутові споживачі електричної енергії.....	83
Лекція 10. Промислові споживачі електричної енергії	87
Лекція 11. Роль електромеханічних систем в енергетиці.....	91
Лекція 12. Системи перетворення електричної енергії Ошибка! Закладка не определена.	
Лекція 13. Інтелектуальні системи керування в енергетиці.....	96
Лекція 14. Правила улаштування електроустановок. Заходи електробезпеки	104
Лекція 15. Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.....	110

ВСТУП

Лекційний курс дисципліни Вступ до фаху і академічна доброчесність призначений, щоб ознайомити здобувачів освіти зі спеціальністю Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, а також з освітньою програмою та основними принципами академічної доброчесності.

Даний курс охоплює різноманітні аспекти електроенергетики, що включають генерацію, розподіл та споживання електричної енергії. В даному курсі розглядаються як традиційні джерела енергії, так і відновлювані. Розкриваються принципи енергоефективності та поняття Smart Grid технологій.

Даний курс дає не тільки теоретичні знання, але й дозволяє ознайомитися з широким спектром питань електроенергетики та ролі електромеханічних систем в енергетиці. Даний курс лекцій є важливим кроком у поглибленні розуміння галузі електричної інженерії.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення дисципліни: полягає у формуванні у студентів знань про майбутню професійну діяльність, формування початкових знань на базі понятійного-термінологічного апарату спеціальності, ознайомлення з навчальним планом для цілісного уявлення про формування знань, раціональне планування своєї підготовки; усвідомлення важливості дисциплін навчального плану для формування знань загальних та професійних компетентностей; ознайомлення з кваліфікаційними вимогами до фахівця спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; мотивація до формування та розвитку особистісних якостей, необхідних для ефективного виконання професійних обов'язків та розвитку особистості.

Завдання:

Знати значення електроенергетики в життєдіяльності та функціонуванні економіки країни;

володіти інформацією про об'єднану електроенергетичну систему України, знати категорії надійності електропостачання споживачів електричної енергії;

знати склад та особливості роботи АЕС, ТЕС, ТЕЦ, ГЕС, ГАЕС;

знати склад та особливості роботи ВЕС, СЕС, БГУ;

знати основні елементи системи електропостачання;

знати класи напруг та будову повітряних ліній електропередач України;

знати сучасний стан енергетичної політики України;

знати роль та місце енергетичного менеджменту у структурі управління підприємством;

знати основні характеристики побутових споживачів електричної енергії;

знати основні групи промислових споживачів електричної енергії за режимами роботи.

Лекція 1 Індивідуальний навчальний план студента та взаємозв'язок дисциплін навчального плану. Освітня програма та її компоненти.

План лекції

1. Індивідуальний навчальний план студента.
2. Порядок формування індивідуального навчального плану студента.
3. Контроль виконання індивідуального навчального плану студента.
4. Дисципліни навчального плану.
5. Навчальний план.
6. Програмні компетентності.
7. Програмні результати навчання.

1 Індивідуальний навчальний план студента

Індивідуальний навчальний план студента (ІНПС) – це нормативний документ, який створюється з метою індивідуалізації навчального процесу на основі структурно-логічної схеми підготовки фахівців, з урахуванням особливих освітньо-професійних інтересів і потреб студента.

ІНПС формується за відповідним освітнім рівнем (бакалавр, магістр) і складається на кожний навчальний рік (за винятком першого курсу) та затверджується деканом факультету.

Індивідуальний навчальний план студента містить інформацію про:

- перелік і послідовність вивчення навчальних дисциплін;
- обсяг навчальних дисциплін, які вивчаються у даному семестрі, у кредитах;
- систему оцінювання (підсумковий семестровий контроль знань студента та державна атестація випускника).

Формування ІНПС здійснюється на підставі робочого навчального плану спеціальності.

При формуванні ІНПС на наступний навчальний рік враховується фактичне виконання студентом індивідуальних навчальних планів поточного і попередніх навчальних років.

Реалізація ІНПС здійснюється протягом часу, який не перевищує граничного терміну навчання.

За виконання ІНПС персональну відповідальність несе студент.

Контроль за реалізацією індивідуального навчального плану студента здійснює директор ННІ.

2 Порядок формування індивідуального навчального плану студента

Індивідуальний навчальний план з певної спеціальності формується особисто студентом під керівництвом куратора студентської групи (методиста – для заочної форм навчання).

ІНПС переглядається, підписується студентом та куратором групи та затверджується деканом факультету.

Навчальне навантаження студента з усіх видів навчальної роботи визначається робочим навчальним планом і становить на навчальний рік 60 кредитів ЄКТС.

ІНПС ведеться у паперовій формі у 2 екземплярах: 1 екземпляр ІНПС знаходиться в деканаті, другий – у студента.

ІНПС включає всі нормативні навчальні дисципліни та вибіркові навчальні дисципліни, що обрані студентом з переліку вибірових дисциплін.

Сукупність нормативних дисциплін визначає обов'язкову складову індивідуального навчального плану студента. Вибіркова частина навчального плану забезпечує:

- розширення знань студентів;
- здійснення поглибленої підготовки за спеціальностями, що визначають характер майбутньої діяльності;
- забезпечує академічну мобільність студента та реалізацію його особистих інтересів.

Нормативна складова вноситься до ІНПС деканатом разом з куратором групи.

Формування вибіркової складової ІНПС на наступний навчальний рік відбувається у такій послідовності: деканат разом з кураторами груп доводить до відома студентів перелік вибірових дисциплін та анотації цих дисциплін, що знаходиться на сайті університету.

За результатами формування ІНПС деканат коригує робочі навчальні плани підготовки студентів та складає списки студентських груп на наступний навчальний рік.

Деканат передає робочі навчальні плани до навчального відділу.

Зміни до вибіркової частини ІНПС на поточний навчальний рік можна внести за заявою студента на ім'я декана. Кафедрами, з урахуванням цих змін, уточнюється обсяг навчальної роботи на поточний навчальний рік.

Виконання індивідуального навчального плану здійснюється згідно із розкладом занять, графіком проведення контрольних заходів або за індивідуальним графіком, що встановлюється студенту деканат.

За індивідуальним графіком навчання мають право навчатися студенти з наступних причин:

- працевлаштування за спеціальністю;
- участь у науково-дослідній роботі (виконання наукових досліджень за держбюджетною, госпдоговірною тематикою та інших науково-дослідних роботах);
- академічна мобільність;
- участь у спортивному житті університету;
- вагітність та виховання дітей у віці до трьох років;
- тривала хвороба студента (підтверджена відповідними медичними довідками);

- ліквідування різниці в академічних планах навчання (під час переведення з інших вищих навчальних закладів) для можливості подальшого навчання в університеті;

- зміна спеціалізації у межах спеціальності (напряму) підготовки.

При виникненні додаткових поважних причин, що вказані вище, зміни до ІНПС на навчальний рік можна внести за заявою студента на ім'я директора ННІ впродовж двох тижнів після його одержання (скласти індивідуальний графік навчання).

3. Контроль виконання індивідуального навчального плану студента

Поточний контроль за виконанням індивідуального навчального плану студента здійснює заст. директора ННІ за участю куратора академічної групи (методиста) на підставі підсумків поточних контролів.

На куратора студентської групи покладається виконання таких завдань:

- надання кваліфікованих консультацій щодо формування ІНПС, його реалізації впродовж усього періоду навчання;

- ознайомлення студентів із нормативно-методичними матеріалами (інформаційним пакетом тощо), які регламентують організацію навчального процесу за кредитно-трансферною системою;

- погодження індивідуального навчального плану студента з директором ННІ;

- контроль за реалізацією ІНПС (відмітка про виконання та підпис куратора в плані) на підставі відомостей про зараховані студенту залікові кредити з подальшим поданням пропозицій щодо продовження навчання студента або щодо його відрахування.

4 Дисципліни навчального плану

Дисципліни навчального плану поділяються на 3 цикли:

1. Загальної підготовки;
2. Професійної підготовки;
3. Вибіркові освітні компоненти.

Цикл загальної підготовки вміщує дисципліни базової підготовки.

Цикл професійної підготовки вміщує дисципліни, що орієнтовані на здобуття компетенцій по спеціальності.

Вибіркові освітні компоненти покликані розширити знання студентів.

Загальна кількість кредитів за 4 роки навчання – 240, із них 180 кредитів (75%) загальної та професійної підготовки, вибіркові освітні компоненти складають 60 кредитів (25%).

5 Навчальний план

ПЛАН НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ (2023-2027 рр.) 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (бакалаври)

Шифр за ОПП	НАЗВА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	Розподіл за				Кількість годин						Розподіл годин на тиждень за курсами і								Кафедри								
		Екзамени	Заліки	Курсові роботи	Кількість кредитів ECTS	Загальний обсяг	Аудиторних				Самостійна робота	I курс				II курс					III курс				IV курс			
							Всього	у тому числі:				I семестр		II семестр		I семестр		II семестр			I семестр		II семестр		I семестр		II семестр	
		лекцій	лабора-торні	практичні	1			2	3	4		5	6	7	8	1	2	3	4		5	6	7	8	1	2	3	4
		Кількість тижнів в семестрі																										
		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15				
1. ЦИКЛ ЗАГАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ																												
ОКБП 1	Українська мова за професійним спрямуванням	1			4	120	60	30		30	60	4													МП			
ОКБП 2	Фізика	2	1		6	180	90	30	60		90	3	3												ФМ			
ОКБП 3	Обчислювальна техніка та програмування	1			4	120	60	30		30	60	4													КІБ			
ОКБП 4	Іноземна мова	1	2		10	300	150			150	150	6	4												МП			
ОКБП 5	Вища математика	2	1		8	240	120	60		60	120	4	4												ФМ			
ОКБП 6	Нарисна геометрія і комп'ютерна графіка		3		4	120	60	30		30	60			4											ОПХВ			
ОКБП 7	Історія української державності	3			4	120	60	30		30	60			4											ЮНЕСКО			
ОКБП 8	Технічна механіка	3			4	120	60	30		30	60			4											НММС			
ОКБП 9	Гідравліка	4			4	120	60	30	30		60				4										ЕЕМ			
ОКБП 10	Філософія		4		4	120	60	30		30	60				4										ЮНЕСКО			
	Усього:				52	1560	780	300	90	390	780	21	11	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Усього за циклом:				52	1560	780	300	90	390	780	21	11	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2. ЦИКЛ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ																												
ОКППП 1	Вступ до фаху і академічна доброчесність		1		3	90	30	30			60	2													ЕЕМ			
ОКППП 2	Електротехнічні матеріали	2			4	120	60	30	30		60		4												ЕЕМ			
ОКППП 3	Електричне обладнання	3			3	90	44	14	16	14	46			3											ЕЕМ			
ОКППП 4	Основи САПР		4		3	90	44	14		30	46				3										АКІТ			
ОКППП 5	Теоретичні основи електротехніки	4	3		9	270	134	60	44	30	136			6	3										ЕРБМЕ			
ОКППП 6	Монтаж енергообладнання і систем керування	4			4	120	60	30	30		60				4										ЕРБМЕ			
ОКППП 7	Теоретичні основи автоматки	5			4	120	60	30		30	60				4										АКІТ			
ОКППП 8	Електроніка і мікросхемотехніка	5			4	120	60	30	30		60				4										ЕРБМЕ			
ОКППП 9	Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології	5			4	120	60	30	30		60				4										ЕРБМЕ			
ОКППП 10	Основи охорони праці		5		4	120	44	14		30	76					3									МБУ			
ОКППП 11	Електричні машини	6	5		8	240	118	44	44	30	122				5	3									ЕРБМЕ			
ОКППП 12	Електричні мережі та системи	6		6	4	120	44	14	30		76					3									ЕЕМ			
ОКППП 13	Основи електроприводу	7	6		7	210	104	44	30	30	106					3	4								ЕРБМЕ			
ОКППП 14	Основи електропостачання	6	7	7	9	270	134	60	60	14	136					5	4								ЕЕМ			
ОКППП 15	Електричні станції та підстанції	7	6		7	210	104	60	30	14	106					3	4								ЕЕМ			
ОКППП 16	Інтегровані інтелектуальні електроенергетичні системи	7			4	120	44	14		30	76											3			ЕЕМ			
ОКППП 17	Енергетичний менеджмент	7			4	120	60	30		30	60											4			ЕЕМ			
ОКППП 18	Основи технічної експлуатації систем електропостачання		7		4	120	60	14	16	30	60											4			ЕЕМ			
ОКППП 19	Релейний захист	8			4	120	60	30	16	14	60												4		ЕЕМ			
ОКППП 20	Основи надійності та діагностування енергетичного обладнання	8			4	120	60	14	16	30	60												4		ЕЕМ			
ОКППП 21	Навчальна практика (електротехнічна)		2		6	180	60			60	120														ЕЕМ			
ОКППП 22	Виробнича практика (електромонтажна)		4		6	180					180														ЕЕМ			
ОКППП 23	Виробнича практика (експлуатаційна)		6		6	180					180														ЕЕМ			
ОКППП 24	Передатестатійна практика		8		3	90					90														ЕЕМ			
ОКППП 25	Виконання та захист кваліфікаційної роботи		8		10	300					300														ЕЕМ			
	Усього:				128	3840	1444	606	422	416	2396	2	4	9	10	20	17	23	8									
	Усього за циклом:				128	3840	1444	606	422	416	2396	2	4	9	10	20	17	23	8									

3. ВИБІРКОВІ ОСВІТНІ КОМПОНЕНТИ

ВКБП 1	Дисципліна 1		1	3	90	30	12	18	60	2									
ВКБП 2	Дисципліна 2		1	3	90	30	12	18	60	2									
ВКБП 3	Дисципліна 3		2	3	90	30	12	18	60	2									
ВКБП 4	Дисципліна 4		2	3	90	30	12	18	60	2									
ВКБП 5	Дисципліна 5		2	3	90	30	12	18	60	2									
ВКБП 6	Дисципліна 6		3	3	90	30	12	18	60		2								
ВКБП 7	Дисципліна 7		3	3	90	30	12	18	60		2								
ВКБП 8	Дисципліна 8		3	3	90	30	12	18	60		2								
ВКБП 9	Дисципліна 9		4	3	90	30	12	18	60			2							
ВКБП 10	Дисципліна 10		4	3	90	30	12	18	60			2							
ВКБП 11	Дисципліна 11		5	3	90	30	12	18	60				2						
ВКБП 12	Дисципліна 12		5	3	90	30	12	18	60				2						
ВКБП 13	Дисципліна 13		5	3	90	30	12	18	60				2						
ВКБП 14	Дисципліна 14		6	3	90	30	12	18	60					2					
ВКБП 15	Дисципліна 15		6	3	90	30	12	18	60						2				
ВКБП 16	Дисципліна 16		7	3	90	30	12	18	60							2			
ВКБП 17	Дисципліна 17		7	3	90	30	12	18	60								2		
ВКБП 18	Дисципліна 18		8	3	90	30	12	18	60									2	
ВКБП 19	Дисципліна 19		8	3	90	30	12	18	60									2	
ВКБП 20	Дисципліна 20		8	3	90	30	12	18	30									2	
Усього:					60	1800	600	240	0	360	1170	4	6	6	4	6	4	6	
Усього за циклом:																			
Всього:					240	7200	2824	1146	512	###	4346	27	21	27	22	26	21	27	14
Всього обов'язкових компонентів					180	5400	2224	906	512	806	3176	23	15	21	18	20	17	23	8
Всього вибірових компонентів					60	1800	600	240	0	360	1170	4	6	6	4	6	4	4	6
Разом					240	7200	2824	1146	512	###	4346	27	21	27	22	26	21	27	14
Кількість годин на тиждень												27	21	27	22	26	21	27	14
Кількість екзаменів												3	3	3	3	3	3	4	2

6 – Програмні компетентності	
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електротехніки й електромеханіки і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності (ЗК)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні; 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя. 3. Здатність спілкуватися іноземною мовою та працювати з іноземною технічною літературою. 4. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій. 5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. 6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. 7. Здатність приймати обґрунтовані рішення. 8. Готовність та здатність високоякісно виконувати роботу як самостійно так і колективно та приймати рішення в межах своїх професійних знань та компетенцій. 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня. 10. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
Фахові компетентності (ФК)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Здатність використовувати комп'ютеризовані системи автоматизованого проектування (CAD), виготовлення (CAM) та інженерних розрахунків (CAE). 2. Здатність до обґрунтування прийнятих рішень в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт. 3. Здатність використовувати базові знання з фізики, вищої математики та теоретичних основ електротехніки для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. 4. Здатність використовувати професійні знання з електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг для вирішення практичних задач в галузі

	<p>електроенергетики.</p> <p>5. Здатність використовувати знання з метрології та електричних вимірювань, теорії автоматичного керування, релейного захисту та автоматизації для вирішення задач оптимізації та керування в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.</p> <p>6. Здатність використовувати знання з теорії електричних машин, апаратів та електроприводу для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.</p> <p>7. Здатність дотримуватись в проєктах електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування стандартів, норм і технічних умов.</p> <p>8. Здатність використовувати сучасні методи розрахунку, проєктування та аналізу роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.</p> <p>9. Здатність визначати і забезпечувати оптимальні та енергоєфективні режими роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.</p> <p>10. Здатність складати і оформлювати оперативну та іншу документацію, передбачену правилами експлуатації устаткування і організації роботи на об'єктах електроенергетики, електромеханіки.</p> <p>11. Здатність дотримуватись вимог правил техніки безпеки і охорони праці та норм виробничої санітарії при роботі на підприємствах електроенергетичного та електромеханічного комплексів.</p> <p>12. Здатність до вивчення та аналізу науково-технічної інформації в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.</p> <p>13. Здатність до моделювання режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.</p> <p>14. Здатність виконувати експериментальні дослідження режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.</p>
7 – Програмні результати навчання	
<p>1. Знання принципів побудови та нормального функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем</p> <p>2. Знання принципів побудови та функціонування елементів систем керування та автоматики електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів</p> <p>3. Вміння оцінювати параметри роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем та розробляти заходи щодо підвищення їх енергоєфективності та надійності</p> <p>4. Уміння вирішувати професійні задачі з проєктування та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та сис-</p>	

тем.

5. Вміння аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексів і систем
6. Уміння збирати та аналізувати інформацію про ненормальні режими та аварійні ситуації для унеможливлення їх повторення в майбутньому
7. Знання методів синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками
8. Знання факторів небезпеки при виконанні робіт в електроустановках
9. Уміння оцінювати надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем
10. Уміння знаходити необхідну інформацію в інформаційному полі.
11. Вміння дискутувати на професійні теми.
12. Знання української та іноземних мов на відповідному рівні з метою користування професійною літературою.
13. Знання принципів екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки.
14. Знання принципів побудови об'єктів відновлювальної енергетики.
15. Знання принципів європейської демократії та поваги до прав громадян.
16. Знання вимог техніки безпеки та охорони праці для об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
17. Вміння поєднувати особисті і суспільні інтереси.
18. Уміння демонструвати високу професійну, соціальну та емоційну поведінку, дотримуватись здорового способу життя.
19. Знання правил професійної етики.
20. Знання вимог нормативних актів з охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії.
21. Вміння використовувати провідні стратегії та тактики розв'язання професійних завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
22. Уміння виконувати задачі з технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж на основі діючих інструкцій.
23. Володіння навичками роботи з сучасним обладнанням та програмним забезпеченням при виконанні розрахунків режимів роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання, відповідних комплексів та систем.
24. Знання основ методів емпіричного і теоретичного дослідження для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.
25. Володіння навичками пошуку шляхів вирішення проблем в царинах розподілення, передачі та використання електричної енергії.

Контрольні питання

1. Що таке індивідуальний навчальний план студента?
2. Ким формується індивідуальний навчальний план з певної спеціальності?
3. З яких причин студент має право навчатися за індивідуальним графіком?
4. Хто виконує контроль виконання індивідуального навчального плану студента?
5. На які цикли поділяються дисципліни навчального плану?

Література

1. Розробляємо освітню програму: Методичні рекомендації для авторів та замовників експертизи освітніх програм, розроблених не на основі типових освітніх програм / Державна служба якості освіти України. — Київ : Педагогічна думка, 2023. – 40 с.
2. Крайнікова Т. С. Акредитація освітньої програми // Велика українська енциклопедія. URL: [https://vue.gov.ua/Акредитація освітньої програми](https://vue.gov.ua/Акредитація_освітньої_програми)
3. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII
4. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII в редакції від 28.09.2017

Лекція 2 Основні принципи академічної доброчесності

ПЛАН

1. Поняття порушень академічної доброчесності
2. Види порушень академічної доброчесності

1. Поняття порушень академічної доброчесності

Відповідно до Статті 42 Закону України «Про освіту»:

1. «Академічна доброчесність — це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.
2. Дотримання академічної доброчесності педагогічними, науково-педагогічними та науковими працівниками передбачає:
 - посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
 - дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
 - надання достовірної інформації про методики і результати досліджень, джерела використаної інформації та власну педагогічну (науково-педагогічну, творчу) діяльність;
 - контроль за дотриманням академічної доброчесності здобувачами освіти;
 - об'єктивне оцінювання результатів навчання.
3. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає:
 - самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
 - посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
 - дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
 - надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації».

Кризу академічної доброчесності в Україні спричинили багато факторів, серед яких варто зазначити таке:

1. Загальна криза суспільства, що характеризується толерантністю до правового нігілізму, корупції, численних порушень законодавства і етичних норм.

2. Відірваність вищої освіти і науки від світової наукової та освітньої спільноти, потреб суспільства, економіки та ринку праці. Орієнтація вищої освіти на кількісні показники («вал»), папери, дипломи тощо, а не на якість, конкурентоздатність, корисність для суспільства тощо.

3. Проблеми законодавства. Насамперед, норма чинного Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» (стаття 1, пункт 22), за якою «науковий результат може бути у формі звіту, опублікованої наукової статті, наукової доповіді, наукового повідомлення про науково-дослідну роботу, монографічного дослідження, наукового відкриття, проекту нормативно-правового акта, нормативного документа або науково-методичних документів, підготовка яких потребує проведення відповідних наукових досліджень або містить наукову складову, тощо». Ця норма існує принаймні з 1991 року і є підставою для створення систем оцінювання наукової діяльності науковців, закладів вищої освіти та наукових установ за формальними кількісними показниками (кількість публікацій, кількість аркушів), а не за рівнем, якістю і впливом результатів досліджень.

4. Неузгодженість вимог до закладів вищої освіти, науково-педагогічних працівників та здобувачів освіти з фінансуванням та іншим ресурсним забезпеченням вищої освіти і науки. Зокрема, надмірні вимоги законодавства та внутрішніх нормативних документів щодо кадрового забезпечення, кількості публікацій, обсягів кваліфікаційних та інших навчальних робіт тощо. Приміром, в багатьох закладах вищої освіти вимоги до обсягу курсових і дипломних робіт, звітів з практики, інших письмових документів, які мають підготувати студенти, передбачають, що од-ній годині навчального навантаження студента має відповідати 1–3–5 сторінок відповідного документа. При цьому не враховуються ані значно легші нормативи для викладачів, ані необхідність використання значної частки відведеного часу на пошук літератури, виконання досліджень, розрахунків, аналіз їх результатів, інших практичних завдань. Обсяг письмових робіт має бути узгоджений з часом, який за індивідуальним навчальним планом та/або програмами навчальних дисциплін відводиться на їх виконання. Більш-менш обґрунтованими можна вважати норми не менше 3–5 год. на сторінку, залежно від виду роботи. Також, потребують перегляду нормативи щодо кількості наукових праць науково-педагогічних працівників (безвідносно до якості цих праць), які встановлюють Ліцензійні умови провадження освітньої діяльності, та інші нормативні документи.

5. Відсутність законодавчо встановлених вимог і усталених процедур оцінювання наукових та навчальних робіт на предмет наявності академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації та інших порушень академічної доброчесності.

6. Внутрішня демотивація викладачів і науковців до дотримання принципів академічної доброчесності в умовах низьких зарплат, відсутності необхідної для якісних досліджень матеріальної бази, якісного зовнішнього оцінювання та зовнішнього запиту на результати досліджень.

7. Поява нових технологій, що значно полегшують копіювання чужих робіт, підміну результатів експериментальних та емпіричних досліджень комп'ютерним моделюванням та правдоподібними оцінками, редагування графічних, відео- та аудіо- матеріалів тощо.

8. Практика імітації і фальсифікації наукових досліджень з окремих наук за часів СРСР, яка набула поширення в останні десятиріччя через ігнорування загальноновизнаних стандартів якості досліджень та значне збільшення питомої ваги досліджень у відповідних напрямках.

2 Види порушень академічної доброчесності

Частина 4 статті 42 Закону України «Про освіту» визначає такі основні види порушень академічної доброчесності:

2.1 Академічний плагіат — «оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості), та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства».

Коментарі:

А. Існує багато різних визначень академічного плагіату, що зумовлені цілями регулювання та традиціями, які існують у різних галузях знань, сферах професійної діяльності і країнах. Зокрема, дещо різними можуть бути визначення у регулюваннях для студентських і наукових робіт, для журналістики і математики, британських та німецьких університетів тощо. Але спільним для всіх визначень є приписування собі результатів, отриманих іншими особами.

Б. За Терезою Фішман, академічним плагіатом є академічна поведінка, «яка характеризується такими п'ятьма кумулятивними ознаками: «коли певна особа (1) використовує слова, ідеї чи результати праці, (2) що належать іншому визначеному джерелу чи людині (3) без посилання на джерело, з якого вона була запозичена, (4) у ситуації, в якій правомірно очікується вказування авторства оригіналу (5) з метою отримати певну користь, пошану, вигоду, які не обов'язково мають бути грошового характеру».

В. У Стенфордському університеті академічним плагіатом називають «використання без надання обґрунтованого та належного цитування або визнання автором чи джерелом оригінальної роботи іншої людини незалежно від того, чи є ця робота кодом, формулою, ідеєю, мовою, дослідженням, стратегією, текстом тощо».

Єльський університет розглядає академічний плагіат як «використання чужої роботи, слів або ідей без посилань».

Кембриджський університет називає академічним плагіатом «подання як власної праці не-залежно від наявності наміру обманювати, роботи, яка частково чи цілком запозичена з чужої праці без належного посилання».

Національний науковий фонд США називає академічним плагіатом «привласнення чужих ідей, методів, результатів або слів без оформлення належного цитування».

Г. Вирізняють такі основні різновиди академічного плагіату:

- дослівне запозичення текстових фрагментів без оформлення їх як цитат з посиланням на джерело (в окремих випадках некоректним вважають навіть використання одного слова без посилання на джерело, якщо це слово використовують в унікальному значенні, наданому цим джерелом);
- використання інформації (факти, ідеї, формули, числові значення тощо) з джерела без посилання на це джерело;
- перефразування тексту джерела у формі, що є близькою до оригінального тексту, або наведення узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків з певного джерела без посилання на це джерело;
- подання як власних робіт (дисертацій, монографій, навчальних посібників, статей, тез, звітів, контрольних, розрахункових, курсових, дипломних та магістерських робіт, есеїв, рефератів тощо), виконаних на замовлення іншими особами, у тому числі робіт, стосовно яких справжні автори надали згоду на таке використання.

Деякі джерела виокремлюють ще декілька видів академічного плагіату, які можуть бути зведені до зазначених вище.

Д. Згідно із законом України «Про авторське право і суміжні права» (стаття 50, пункт В), плагіатом є «оприлюднення (опублікування) повністю або частково чужого твору під іменем особи, яка не є автором цього твору». Але цей закон має на меті захист особистих майнових і немайнових прав суб'єктів авторського права (стаття 3, частина 2), а не притягнення до відповідальності тих, хто привласнює авторство у випадках, коли не йдеться про інтелектуальну власність. Тому, наведене визначення не охоплює всі випадки академічного плагіату. Зокрема, під нього не потрапляє некоректне використання як результатів власної наукової або творчої діяльності чужих ідей, текстів тощо, які не є творами у розумінні зазначеного закону. Це стосується, насамперед, фольклору, офіційних документів органів державної влади, офіційної символіки, деяких видів повідомлень ЗМІ іт.п. (стаття 10). Тим не менше, їх використання без належних посилань слід розглядати як академічний плагіат. Також проблемним з погляду застосування норм цього закону є захист авторського права на об'єкти наукової чи творчої діяльності, які не опубліковані і не існують в об'єктивній формі (стаття 3, частина 1), до прикладу, на ідеї, висловлені під час обговорень. Натомість, норми академічної етики передбачають посилання на авторів таких ідей.

Е. Академічний плагіат не варто ототожнювати з порушенням авторського права як різновидом права інтелектуальної власності. Ці порушення мають певну область перетину, але не є тотожними. Захист права інтелектуальної власності спрямований, насамперед, на захист майнових прав авторів чи їх правонаступників. Натомість, норми щодо академічного плагіату спрямовані не на авторів, а на осіб, які порушують академічну доброчесність через ненадання достовірної інформації про авторів певних ідей, текстів, наукових результатів тощо. Академічний плагіат розглядається як порушення етичних норм академічної спільноти, а порушення авторського права – як правопорушення, відповідальність за яке встановлюється цивільним кодексом. Вимоги щодо академічної доброчесності передбачають надання коректних посилань на справжніх авторів використовуваних творів, а не на осіб, яким могло бути передано авторське право на них (приміром, правонаступників авторів). Авторське право захищає тих, кому на певний момент часу належать майнові чи немайнові права на твір, і це не обов'язково будуть справжні автори твору. Публікація під власним ім'ям результатів, отриманих іншими особами, з дозволу цих осіб не є порушенням авторського права, але є академічним плагіатом. Авторське право має обмежений термін дії. Після закінчення цього терміну дії дозволяється використання твору без згоди авторів чи їх правонаступників і без виплати відповідної винагороди, але це не позбавляє необхідності посилатися на авторів. Відсутність належних посилань є основною ознакою академічного плагіату.

Ж. Академічний плагіат може стосуватися всіх типів джерел, зокрема: текстів, рисунків, фрагментів музичних творів, математичних виразів та перетворень, програмних кодів тощо. Джерелами академічного плагіату можуть бути опубліковані і неопубліковані книжки, статті, брошури, патенти, тези, рукописи, веб-сайти та інші Інтернет-ресурси, роздаткові матеріали для студентів, роботи інших студентів й т. д.

3. Академічний плагіат треба відрізнити від помилок цитування.

Найбільш типовими помилками цитування є:

- відсутність лапок при використанні текстових фрагментів, що запозичені з інших джерел, за наявності коректного посилання на це джерело;
- посилання на інше джерело;
- неправильне оформлення посилання, що ускладнює пошук джерела.

Помилки цитування зазвичай вважають менш суттєвим порушенням академічної добро-чесності. Іноді їх розглядають як різновид академічного плагіату. Найчастіше це роблять в інструкціях для студентів, а не в документах, які встановлюють академічну відповідальність. Типовим для українських освітян і науковців з деяких галузей знань є подання всієї публікації чи її

оглядової частини у вигляді набору фрагментів, запозичених з різних джерел. При цьому не завжди ці фрагменти коректно оформлені, навіть якщо вони є прямим цитуванням. Іноді в таких текстах бувають переплутані посилання. Частими є помилки у прізвищах авторів, назвах та вихідних даних видань, що ускладнює чи унеможлиблює пошук джерел та їх опрацювання наукометричними системами. Іноді є підстави припускати, що помилки цитування зроблено свідомо для обґрунтування авторитетом наведених джерел ідей, думок, числових даних тощо, яких насправді немає в цих джерелах. Також, «помилки» можуть бути зумовлені намаганням приховати справжні джерела інформації.

Незалежно від того, вважати їх академічним плагіатом чи ні, помилки цитування є порушенням академічної етики, оскільки у сучасних умовах вони, як мінімум, призводять до викривлення наукометричних показників інших науковців та наукових видань, тим самим порушують права справжніх авторів.

I. В окремих випадках, невизначеним є питання стосовно необхідності чи відсутності посилання на джерела «загальновідомих» знань. Це поняття є неоднозначним і залежить від обставин. Зазвичай під ним розуміють знання, які є в енциклопедіях, підручниках та інших подібних джерелах. Також, до загальновідомих зараховують знання, наведені у багатьох (5 та більше) джерелах. Але те, що є загальновідомим для представників однієї науки чи професії, може не бути таким для представників інших наук і професій. При прийнятті рішень з цього приводу варто брати до уваги таке:

- для кого призначена публікація (текст) — те, що є «загальновідомим» для автора, може не бути таким для типового читача;
- чи є принципово доступною інформація про першоджерела — іноді можна знайти десятки ідентичних текстів в джерелах, які очевидно не є оригінальними і авторитетними;
- чи є можливість альтернативної атрибуції автора, наприклад, через зазначення його прізвища без зазначення конкретного джерела (при цьому треба мати на увазі, що подібна атрибуція на основі вторинних джерел може виявитися помилковою).

K. Дискусійним є питання стосовно правильного цитування перекладів. Існує думка, що дослівний переклад треба оформлювати як цитату, а відсутність лапок є порушенням. Але не менш обґрунтованою є думка, що переклад завжди вносить певні зміни у розуміння тексту. Тому оформлення навіть дослівного перекладу як цитати може надавати читачам викривлену інформацію стосовно позиції автора оригінального тексту. Рішенням проблеми може бути надання вільного перекладу з посиланням на джерело. При цьому грубі помилки перекладу, які викривляють думки авторів оригіналу, все одно можуть розглядатися як самостійні порушення академічної етики. Іншими поширеними варіантами вирішення цієї проблеми є наведення оригінального тексту поряд з перекладом, або наведення у дужках мовою оригіналу окремих слів, переклад яких є неоднозначним.

Л. Ще одне дискусійне питання полягає в оцінюванні як плагіату творів, що складаються з фрагментів творів інших авторів за наявності коректних посилань. Такі праці не можна вважати плагіатом, оскільки вони не містять ключової ознаки — привласнення чужих результатів. Але у більшості випадків (за виключенням окремих видів студентських робіт) вони не відповідають встановленим вимогам чи завданням, зокрема, стосовно наукової новизни, наявності власних результатів, критичного аналізу джерел тощо. Іноді такі роботи містять ознаки інших порушень академічної доброчесності — обману, фальсифікації та/або фабрикації.

М. Можуть існувати різні вимоги щодо цитування та оформлення посилань для різних видів академічних робіт. Зокрема, деякі з вимог, які ускладнюють сприйняття тексту читачами, можуть не застосовуватися до науково-методичних праць — підручників, навчальних посібників, методичних рекомендацій тощо. Але і в цьому випадку неприпустимим вважають використання прямих текстових запозичень без належного оформлення цитат і посилань у тексті. Також, рекомендується надавати, як мінімум, загальний перелік використаних джерел. Конкретні вимоги до різних видів видань і академічних текстів варто встановлювати на рівні закладів вищої освіти чи їх підрозділів, редакційних колегій наукових видань, професійних спільнот. При цьому треба враховувати практики провідних університетів світу, вид і цільове призначення публікацій, використання наведених посилань наукометричними базами та іншими джерелами наукової інформації.

2.2. Самоплагіат — «оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів».

Коментарі:

А. Сформульовано на основі визначення академічного плагіату. Проблема актуальна через те, що окремі автори наукових публікацій іноді багатократно відтворюють одні й ті самі наукові результати, при цьому подають їх як нові наукові результати. Але варто розуміти, що у випадках самоплагіату йдеться не про привласнення чужих результатів, а про некоректне з погляду академічної етики використання раніше опублікованих власних наукових результатів. Це зумовлює специфіку ідентифікації випадків самоплагіату та академічної відповідальності за таке порушення.

Б. Головними причинами виокремлення самоплагіату як виду порушень академічної доброчесності є те, що він:

- знижує довіру суспільства до науки у цілому, а також до наукових результатів окремих осіб та інституцій;

- призводить до отримання необґрунтованих переваг за фактично невиконану роботу; ці переваги можуть полягати в отриманні додаткового фінансування на проведення досліджень, що фактично не виконувалися, підвищенні наукометричних показників автора тощо;
- може порушувати авторські та суміжні права інших фізичних і юридичних осіб, зокрема, видавців та співавторів.

В. Поняття самоплагіату не варто застосовувати до випадків відтворення наукових результатів автора у публікаціях, які не є науковими. Зокрема, до його публікацій у соціальних мережах, ЗМІ, навчальних та науково-популярних виданнях тощо. Але і в цих випадках відсутність посилань на першоджерело може бути ознакою інших видів академічної недоброчесності та/або порушення авторських прав інших осіб.

Г. Поняття самоплагіату також не варто застосовувати у випадках відсутності посилань на інформацію з наукових результатів автора в ненаукових джерелах, зокрема, в соціальних мережах, ЗМІ, навчальних та науково-популярних виданнях. Посилання на такі джерела часто вважають в науковій літературі неприйнятними. Крім того, такі публікації часто містять попередні результати, які не можуть ще розглядатися як наукові. Разом з тим, слід стимулювати авторів максимально посилатися на такі джерела у випадках, коли це вважається прийнятним для відповідного виду публікацій і відповідної галузі знань (галузі науки) та/або впливає із законодавства про захист авторських та суміжних прав.

Д. Типовими прикладами самоплагіату є:

- дуплікація публікацій — публікація однієї і тієї самої наукової роботи (цілком або з несуттєвими змінами) в декількох виданнях, а також повторна публікація (цілком або з несуттєвими змінами) раніше оприлюднених статей, монографій, інших наукових робіт, як нових наукових робіт;
- дублювання наукових результатів — публікація одних і тих самих наукових результатів, різних статтях, монографіях, інших наукових працях, як нових результатів, які публікуються вперше;
- подання у звітах з виконання наукових проектів результатів, що містилися у попередніх роботах, як отриманих при виконанні відповідного проекту;
- агрегування чи доповнення даних — суміщення старих і нових даних без їх чіткої ідентифікації з відповідними посиланнями на попередні публікації;
- деагрегування даних — публікація частини раніше опублікованих даних без посилання на попередню публікацію;

- повторний аналіз раніше опублікованих даних без посилання на попередню публікацію цих даних та раніше виконаного їх аналізу.

Е. При ідентифікації самоплагіату необхідно звертати увагу на те, що деякі видання до-пускають передрук чи дуплікацію, якщо це не порушує права інших видавців та надано посилання на першу публікацію або інформацію про одночасне подання матеріалів для публікації в інших виданнях. В таких випадках опублікований матеріал повинен містити відповідні дані. Також варто звертати увагу на те, що окремі видання, насамперед електронні, здійснюють передрук без погодження з авторами чи їх інформування про передрук.

Ж. Істотною проблемою для ідентифікації самоплагіату є некоректне визначення поняття «науковий результат» у чинному Законі України «Про наукову і науково-технічну діяльність». При аналізі наукових праць на предмет наявності самоплагіату варто виходити з норми Закону (стаття 1, пункт 22), що науковий результат — це «нове наукове знання, одержане в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень», а не з наступних формулювань стосовно форм існування наукового результату. При цьому внутрішні документи закладу вищої освіти, наукової установи чи їх структурних підрозділів мають передбачати деталізований перелік того, що вважається науковим результатом з огляду на специфіку відповідних галузей знань чи наук.

З. Закон України «Про освіту» визначає поняття самоплагіату лише для наукових результатів. Світова практика поширює його і на інші види діяльності, зокрема на результати творчої діяльності. Це варто враховувати закладам вищої освіти при створенні внутрішніх нормативних документів з питань забезпечення академічної доброчесності і встановлювати запобіжники само-плагіату для ширшого кола результатів, що використовуються при оцінюванні освітньої, наукової або творчої діяльності учасників освітнього процесу. Правовою підставою для цього є норма Закону про обман, як вид порушень академічної доброчесності, окремим випадком якого є само-плагіат.

І. До самоплагіату не належать перевидання (стереотипні чи перероблені та/або доповнені) монографій, підручників, навчальних посібників, інших творів, що містять результати наукової, освітньої або творчої діяльності, в яких наведено інформацію про перевидання та/або посилання на перше видання. Також самоплагіатом не є обмежене використання в нових монографіях, підручниках, навчальних посібниках фрагментів раніше опублікованих робіт автора, якщо у новій роботі наведено відповідну інформацію, а обсяг дублювання узгоджений з видавцем та замовниками видання.

К. Агрегування чи збільшення даних може ускладнювати чи унеможлиблювати їх коректну інтерпретацію, оскільки дані можуть бути незіставними, мати різні статистичні характеристики, стосуватися нетотожних

об'єктів, не враховувати динаміку тощо. Відсутність належної інформації з цих питань чи необґрунтоване перенесення на новий масив даних результатів обробки і висновків попередньої публікації також може бути порушенням академічної доброчесності та/або свідченням відсутності у дослідника потрібної кваліфікації.

Л. Деагрегування даних без посилання на попередню публікацію, пояснення причин видалення частини даних, перерахунку статистичних характеристик, внесення змін до графіків тощо може надавати читачу викривлене уявлення про достовірність і надійність даних та висновків. Тому його розглядають як порушення академічної доброчесності та/або свідчення відсутності у дослідника потрібної кваліфікації.

М. Повторний аналіз раніше опублікованих даних може бути зумовлений появою нових технологій обробки даних, нових теорій, що застосовують для їх обробки, аналізу, пояснення тощо. Його вважають самоплагіатом насамперед, якщо публікація частково містить результати попереднього аналізу і відсутні посилання на відповідні публікації. При цьому в читача формується викривлене уявлення про методологію дослідження і, відповідно, про достовірність і надійність результатів.

Н. Застосування автоматичних засобів перевірки наявності академічного плагіату може у недалекому майбутньому істотно обмежити практики використання самоплагіату, оскільки він не буде сприяти досягненню однієї із своїх головних цілей. Замість прискорення виходу публікації він буде призводити до її відхилення, або принаймні затримки через необхідність надання додаткових пояснень і доопрацювання.

2.3. Фабрикація — «вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому про-цесі чи наукових дослідженнях».

Коментарі:

А. Актуальна для України і світу проблема наукових публікацій, дисертацій, дипломних і курсових робіт студентів, яка полягає у тому, що в цих роботах нерідко наводяться дані про експерименти, емпіричні дослідження, вимірювання, розрахунки, опитування, інші види до-сліджень та їх апробацію, які насправді не виконувалися.

Б. Університет штату Пенсильванія розглядає фабрикацію як «побудову та/або додавання даних, спостережень чи характеристик, які ніколи не отримували при збиранні даних або при виконанні експериментів».

Офіс доброчесності досліджень Департаменту охорони здоров'я і соціального забезпечення США називає фабрикацією «штучне створення

наборів даних чи результатів та їх публікацію чи надання інформації про них, як про результати справжніх досліджень».

Видавництво «Шпрингер» визначає фабрикацію як «вигадання результатів до-сліджень».

В. Фабрикація також може стосуватися вигаданих статистичних та інших даних, які нібито взяті з певних джерел інформації у випадках, коли такі джерела не існують або не містять відповідної інформації. В таких випадках варто відрізнити фабрикацію від помилок цитування.

Г. Фабрикацією також є використання вигаданих даних поруч зі справжніми, що іноді використовується у випадках, коли справжніх даних не вистачає для обґрунтування висновків до-слідження.

2.4. Фальсифікація — «свідома зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються освітнього процесу чи наукових досліджень».

Коментарі:

А. Актуальна для України і світу проблема наукових публікацій, дисертацій, дипломних і курсових робіт студентів, яка полягає у тому, що автори вносять зміни до результатів досліджень або приховують окремі результати з метою позбавлення від даних, що спростовують або не підтверджують гіпотези, які вони захищають, висновки, які вони роблять, тощо.

Б. Університет штату Пенсильванія визначає фальсифікацію як зміну результатів до-сліджень (даних) або пропуски в них для підтвердження тверджень, гіпотез, інших даних тощо.

Фальсифікація може передбачати викривлення інформації про інструменти дослідження, матеріали чи процеси. Маніпулювання зображеннями чи поданням даних в інший спосіб, що спотворює дані або змушує занадто багато читати між рядками, також може вважатися фальсифікацією.

Офіс доброчесності досліджень Департаменту охорони здоров'я та соціального забезпечення США називає фальсифікацією «маніпулювання матеріалами досліджень, обладнанням чи процесами, а також зміни чи пропуски даних чи результатів таким чином, що дослідження будуть неточно відображені у публікації про них».

Видавництво «Шпрингер» визначає фальсифікацію як «маніпулювання результатами до-сліджень для створення помилкового уявлення. Воно включає маніпулювання зображеннями, видалення «викидів» чи незручних результатів, зміну, додавання чи пропуск точок даних тощо».

В. Фальсифікація може стосуватися неповного або свідомо викривленого опису методик дослідження з метою приховування:

- виявлених авторами методичних помилок;
- використання застарілого або непридатного для відповідних досліджень обладнання;
- застосування непридатних для цілей дослідження алгоритмів та програмного забезпечення;
- інших хиб, що могли вплинути на достовірність, точність і надійність представлених результатів.

Г. Фальсифікацією також є надання неповної або викривленої інформації про апробацію результатів досліджень та розробок.

2.5. Списування — «виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання, зокрема під час оцінювання результатів навчання».

Коментарі:

А. Найбільш поширеною формою списування є використання друкованих і електронних джерел інформації при виконанні письмових робіт, зокрема, екзаменаційних та контрольних робіт, без дозволу викладача.

Б. Також до списування може бути зараховано:

- здавання або репрезентацію різними особами робіт з однаковим змістом як результату власної навчальної діяльності;
- написання чужих варіантів завдань на контрольних заходах;
- використання системи прихованих сигналів (звукових, жестових та ін.) при виконанні групових контрольних заходів з однаковими варіантами;
- несамотійне виконання завдань у випадках, коли не дозволяється отримання допомоги, або незазначення інформації про отриману допомогу, консультації, співпрацю тощо;
- отримання іншої несанкціонованої допомоги при виконанні тих завдань, які передбачають самотійне виконання.

В. Списування може бути індикатором незацікавленості студента у вивченні навчальної дисципліни (студенти не бачать потреби у відповідних компетентностях, викладач некомпетентний чи не здатний зацікавити студентів тощо).

Г. Бувають випадки, коли викладач неофіційно надає дозвіл на використання певних джерел інформації при виконанні письмових робіт. Це може бути ознакою недосконалості нормативної бази закладу вищої освіти, яка надмірно регулює умови поточного і підсумкового контролю.

З іншого боку, це також може бути ознакою необ'єктивного оцінювання здобувачів освіти, коли таке оцінювання відбувається не за змістом роботи, а за іншими показниками. У будь-якому випадку, наявність дозволу, якщо всі здобувачі освіти виконують завдання в рівних умовах, знімає питання про порушення з боку здобувачів.

2.6. Обман — «надання завідомо неправдивої інформації стосовно власної освітньої (наукової, творчої) діяльності чи організації освітнього процесу; формами обману є, зокрема, академічний плагіат, самоплагіат, фабрикація, фальсифікація та списування».

Коментар:

Крім зазначених вище формами обману також є:

- імітація освітньої та наукової діяльності;
- неправдиве співавторство:
- приписування співавторства особам, які не брали кваліфікованої участі у дослідженні та підготовці публікації (зокрема, це стосується зарахування до авторів керівників установ і підрозділів, які безпосередньо не брали участі у виконанні роботи, працівників чи студентів, які здійснювали лише технічну допомогу, тощо);
- невключення до співавторів осіб, які брали активну кваліфіковану участь у дослідженні та підготовці публікації, зокрема у постановці цілей та завдань роботи, формулюванні її висновків, розробці алгоритмів, аналізі результатів експериментів та розрахунків, написанні тексту тощо;
- свідоме викривлення посилань на джерела, свідоме викривлення інформації, що міститься у джерелах, на які зроблені посилання (в деяких випадках це може також бути академічним плагіатом);
- проходження процедур контролю та оцінювання результатів навчання підставними особами;
- продаж, поширення, постінг або публікація курсів лекцій, роздаткових матеріалів, записів або іншої інформації, наданої викладачем, а також використання їх для будь-яких комерційних цілей без письмового дозволу викладача;
- симуляція погіршення стану здоров'я, хвороби з метою уникнення контрольних заходів;
- отримання копії екзаменаційних білетів, питань чи завдань раніше, ніж буде дозволено викладачем;
- недозволене співробітництво, зокрема при виконанні студентських проектів, що подаються як результати самостійної роботи; використання недозволеної допомоги при виконанні індивідуальних та контрольних завдань;

- повторне подання здобувачами освіти письмових робіт, які вже подавалися як звітність з інших дисциплін, без дозволу викладача (іноді це розглядають як різновид самоплагіату);
- підробка підписів в офіційних документах (залікових книжках, актах, звітах, угодахтощо);
- надання відгуків або рецензій на наукові або навчальні роботи без належного проведення їх експертизи;
- надання закладом вищої освіти або його співробітниками недостовірної інформації про заклад, його освітні програми, систему оцінювання, результати навчання, конкурси тощо;
- неправдиві повідомлення здобувачів освіти про події, які вимагають припинення освітнього процесу, перенесення контрольних заходів тощо (техногенні аварії, стихійні лиха, загроза вибуху тощо);
- інше.

2.7. Хабарництво — «надання (отримання) учасником освітнього процесу чи пропозиція щодо надання (отримання) коштів, майна, послуг, пільг чи будь-яких інших благ матеріального або нематеріального характеру з метою отримання неправомірної переваги в освітньому процесі».

Коментарі:

А. У випадках, визначених законодавством, хабарництво може утворювати склад кримінального злочину «неправомірна вигода», передбаченого статтями 368, 3683, 369 Кримінального кодексу України.

Б. До хабарництва, зокрема, можуть бути зараховані одержання, провокування або пропонування неправомірної вигоди за отримання позитивної або вищої оцінки при складанні будь-якого виду поточного та підсумкового контролю, а також будь-яких інших переваг у навчальній, дослідницькій чи трудовій діяльності; примусові благодійні внески та примусова праця здобувачів освіти та/або їх батьків; примусове надання освітніх послуг (примусове репетиторство); деякі випадки конфлікту інтересів та ін.

2.8. Необ'єктивне оцінювання — «свідоме завищення або заниження оцінки результатів навчання здобувачів освіти».

Коментарі:

А. Це порушення охоплює будь-які випадки свідомого завищення або заниження оцінок викладачами. Зокрема, це може бути: використання різних підходів і критеріїв при оцінюванні однотипних робіт різних здобувачів освіти; навмисне створення нерівних умов для різних здобувачів тощо.

Б. Надання та/або отримання будь-яких необґрунтованих переваг в освітній, дослідницькій чи трудовій діяльності здобувачам освіти та співробітникам закладу вищої освіти, у тому числі через родинні та інші неформальні зв'язки, застосування тиску на осіб, що приймають відповідні рішення.

В. До необ'єктивного оцінювання також може бути зараховано використання незрозумілої здобувачам освіти системи оцінювання; невчасне повідомлення здобувачів освіти про систему оцінювання результатів навчання; створення системи оцінювання, що не відповідає декларованим цілям та завданням теми, дисципліни, практики, освітньої програми тощо.

Контрольні питання

1. Які є причини системного порушення академічної доброчесності?
2. Які є основні види академічного плагіату?
3. Якими можуть бути помилки цитування?
4. Які є приклади самоплагіату?
5. Чим відрізняється фабрикація від фальсифікації та обману?

Література

1. Довідник з академічної доброчесності / уклад.: В. Г. Гур'янова, Л. Т. Ониксимова, Н. В. Поберій; за заг. ред. Т. О. Маринич. Суми: Сумський державний університет, 2018. 24 с.
2. Гаєв Є. О. Шість уроків з академічної доброчесності: навчальний посібник. Київ : Інтерсервіс, 2020. 44 с.
3. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. Голос України. 2017. 27 верес. (№ 178-179). С. 10–22.
4. Про авторське право та суміжні права: Закон України від 23.12.1993 р. № 3792-XII. Відомості Верховної Ради України. 1994. № 13. Ст. 64.

Лекція 3 Роль електроенергетики в життєдіяльності країни

План лекції

1. Значення електроенергетики в життєдіяльності та функціонуванні економіки країни.
2. Переваги електричної енергії.
3. Основні терміни, пов'язані з енергетикою.
4. Розподілення енергетики за видами енергії.
5. Об'єднана енергетична система.
6. Електропостачання та тарифи на електричну енергію.
7. Надійність електропостачання.

1 Значення електроенергетики в життєдіяльності та функціонуванні економіки країни

Значення електроенергетики для життєдіяльності та функціонування економіки країни є таким, без якого неможливо обійтися. Електрична енергія є товаром, який має одну із самих важливих цінностей серед товарів та послуг. Електрична енергія (ЕЕ) – важливий фактор основних соціально-економічних процесів в сучасному світі: життєзабезпечення населення та домогосподарств; виробництво товарів та послуг; національна безпека; охорона оточуючого середовища.

У промисловості електрична енергія застосовується як для приведення в дію різних механізмів, так і безпосередньо в технологічних процесах. Робота сучасних засобів зв'язку (телефону, радіо, телебачення, Інтернету) заснована на застосуванні електричної енергії. Без неї неможливий розвиток кібернетики, обчислювальної техніки, космічної техніки. Величезну роль електроенергія грає в транспортній промисловості. Електротранспорт не забруднює навколишнє середовище. Велика кількість електроенергії споживає електрифікований залізничний транспорт, що дозволяє підвищувати пропускну здатність доріг за рахунок збільшення швидкості руху поїздів, знижувати собівартість перевезень, підвищувати економію палива. Електроенергія в побуті (мікрохвильові пічки, утюги, бойлери, пральні машини, ПК, принтери, кондиціонери і т.п.) є основною частиною забезпечення комфортного життя людей. Самою очевидною областю використання електричної енергії є освітлення. Електрична енергія широко використовується в медицині – електрофорез, кардіограми, УЗД, томографи, стоматологічне обладнання і т.п.

Електроенергетика - важлива частина життєдіяльності людини. Рівень її розвитку відображає рівень розвитку продуктивних сил суспільства і можливості науково-технічного прогресу.

Використання електричної енергії підвищило продуктивність праці, сприяло автоматизації і впровадженню передових технологічних процесів в промисловості, транспорті, сільському господарстві, побуті, а також сприяє створенню комфортних умов у виробничих та житлових приміщеннях.

2 Переваги електричної енергії

1. Можливість перетворення любых видів енергії (теплової, атомної, механічної, хімічної, променевої, енергії водяного потоку) в електричну, і навпаки, електрична енергія може легко перетворюватись в інші види енергії;
2. Можливість передавати на любі відстані;
3. Здатністю до зміни її параметрів (напруга, частота);
4. Можливість її поділу на любі частини (потужність приймачів електричної енергії може бути від частинок Вт до тисяч кВт);
5. Можливість просто та ефективно автоматизувати процеси отримання, передачі та споживання електричної енергії;
6. Простота використання електричної енергії;
7. Використання електричної енергії сприяє створенню комфортних умов на виробництві та побуті.

Суттєвим недоліком електричної енергії є неможливість її накопичення і зберігання. Запаси електричної енергії в акумуляторах, гальванічних елементах і конденсаторах достатні тільки для малопотужних пристроїв. Тому електрична енергія повинна генеруватись тоді і в такій кількості, коли і в якій кількості потрібна споживачеві.

Сучасна цивілізація немислима без широкого використання електроенергії. Порушення постачання електроенергією великого міста при аварії паралізує його життя.

3 Основні терміни, пов'язані з енергетикою

Енергія – загальна кількісна міра різних форм руху матерії. Розрізняють енергію механічну, теплову, сонячну, електричну, гідравлічну, ядерну (атомну), хімічну й ін. Оскільки частина енергії завжди може бути перетворена в роботу, енергію можна розглядати як здатність виконувати роботу.

Енергетика – паливно-енергетичний комплекс, галузь національного господарства, що охоплює енергетичні ресурси, виробництво, перетворення, передачу і використання різних видів енергії.

Енергетичні ресурси – природні джерела енергії, які можна перетворити в енергію різних видів. У тому числі:

Відновлювальні ресурси – такі, запаси яких постійно відтворюються (гідроенергоресурси, енергія сонця, вітру, припливів, геотермальна й інші);

Невідновлювальні ресурси – такі, запаси яких не мають джерел поповнення і зменшуються з їх споживанням (вугілля, нафта, природний газ, горючі сланці й інші).

4 Розподілення енергетики за видами енергії

Енергетика розподіляється за видами енергії на електроенергетику, теплоенергетику, гідроенергетику, вітроенергетику, атомну енергетику і т.д.

Електроенергетика – провідна галузь енергетики, що забезпечує електрифікацію національного господарства.

Теплоенергетика – галузь енергетики, що займається перетворенням теплоти в інші види енергії, головним чином в електричну і механічну.

Гідроенергетика – галузь енергетики, що займається перетворенням гідравлічної енергії, головним чином в електричну.

Вітроенергетика – галузь енергетики, пов'язана з розробкою методів і засобів для перетворення енергії вітру в механічну та електричну енергію.

Оточуюче середовище – сукупність природних, техногенних і соціальних умов існування людського суспільства.

Електроенергетика (ЕЕ) є однією із найважливіших систем забезпечення життєдіяльності економіки, благоустрою країни та її населення.

Електроенергетика має такі сектори: виробництво ЕЕ; передача ЕЕ; постачання ЕЕ; споживання ЕЕ. Значення секторів електроенергетики має дуже велике значення для забезпечення життєдіяльності та безпеки країни.

5 Об'єднана електроенергетична система

Основою електроенергетики країни є об'єднана електроенергетична система (ОЕС) – сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж, інших об'єктів електроенергетики, які об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної і теплової енергії при централізованому управлінні цим режимом. ОЕС взаємодіє з енергосистемами сусідніх держав, забезпечує експорт та імпорт електроенергії. До її складу ОЕС України входять сім регіональних електроенергетичних систем: Дніпровська, Донбаська, Західна, Південна, Південно-Західна, Північна і Центральна, зв'язані між собою системоутворюючими і міждержавними лініями електропередачі напругою 750 кВ і 330–500 кВ (рисунки 1).

Централізоване виробництво електричної енергії в ОЕС здійснюють 14 найпотужніших теплових і вісім гідравлічних електростанцій, які входять до складу шести державних та приватних акціонерних енергогенеруючих компаній: Західенерго, Центренерго, Дніпроенерго, Київенерго, Донбасенерго підпорядкованих Мінпаливенерго України, та чотири АЕС, які входять до складу Національної атомної енергогенеруючої компанії «Енергоатом».

Транспортування електричної енергії від енергогенеруючих до енергопостачальних компаній магістральними і розподільними електромережами країни забезпечує Національна енергетична компанія «Укренерго», до складу якої входять 7 згаданих вище регіональних електроенергетичних систем.

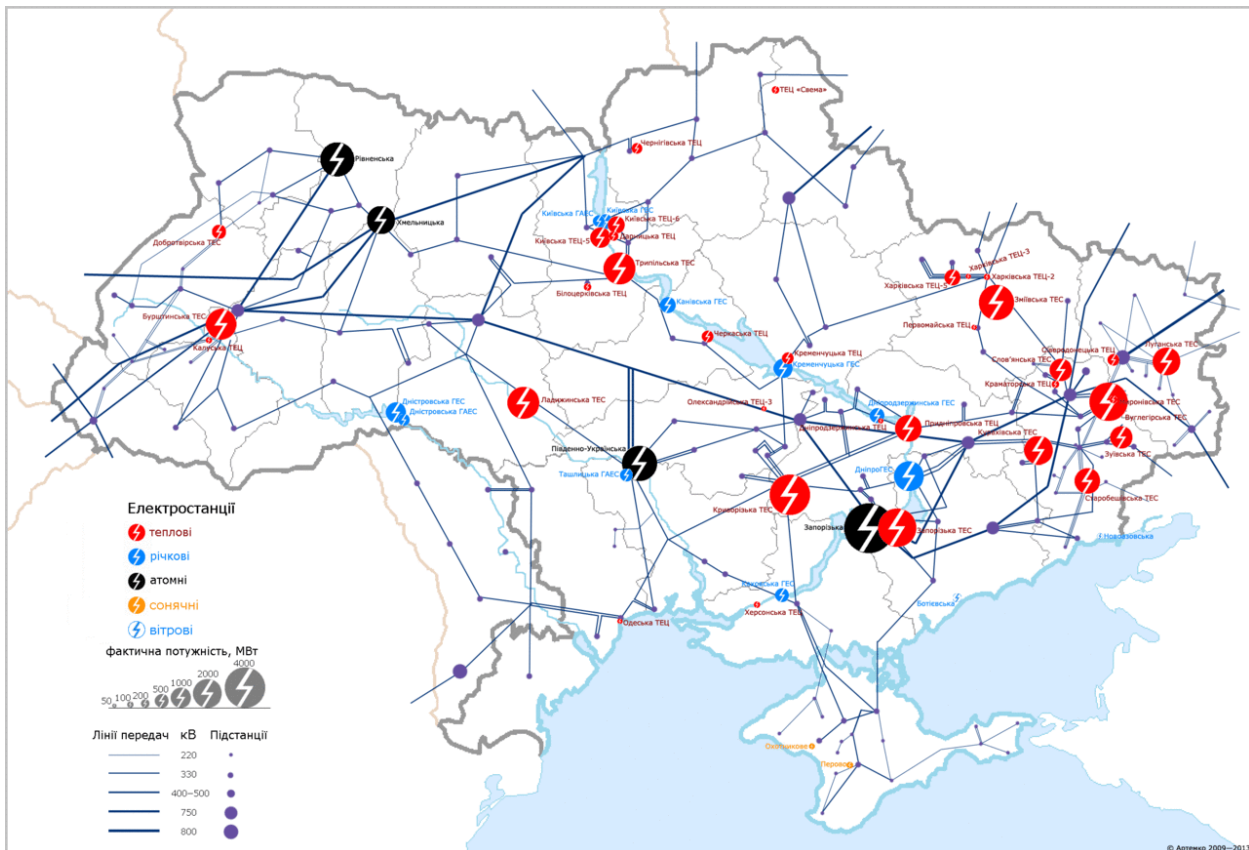


Рисунок 1. ОЕС України

Головним споживачем електроенергії є промисловість, на частку якої припадає близько 45% виробленої електроенергії. Значним споживачем є також транспорт. Близько третини електроенергії, споживаної промисловістю, використовується для технологічних цілей (електрозварювання, електричний нагрів і плавлення металів, електроліз і т. п.).

Споживання електроенергії в Україні у 2018 році з урахуванням технологічних втрат у мережах зросло на 2,3% (на 3 млрд. 488,5 млн.кВт·год) у порівнянні з 2017 роком - до 153 млрд. 214,4 млн.кВт·год. Без урахування технологічних втрат споживання електроенергії за рік зросла на 2,6% (на 3 млрд. 76,1 млн.кВт·год) - до 122 млрд. 3,1 млн.кВт·год. Промисловість країни без урахування технологічних втрат збільшила споживання електроенергії на 2% - до 51 млрд. 993,2 млн.кВт·год. У тому числі металургійна галузь спожила 29 млрд. 568,8 млн.кВт·год (+ 1,8% до 2017 року), паливна – 3 млрд. 532,2 млн.кВт·год (-2,3%), машинобудівна – 4,054 млрд. кВт·год (+ 1,9%), хімічна і нафтохімічна – 3 млрд. 100,9 млн.кВт·год (+ 7,4%), харчова і переробна – 4 млрд. 566,4 млн.кВт·год (+ 3,6%), будівельних матеріалів – 2 млрд. 248,3 млн.кВт·год (-0,8%), інша - 4 млрд. 922,5 млн.кВт·год (+ 3,8%). Крім того, сільгоспприємства спожили 3 млрд. 866,2 млн.кВт·год (+ 6,2%), транспортні – 6 млрд. 947,1 млн.кВт·год (-1,4%), будівельні – 946,4 млн.кВт·год (+ 6,1%).



Рисунок 2. Споживачі електричної енергії в Україні

Україна у 2018 році збільшила виробництво електроенергії на 2,5%. Населення країни в 2018 році спожило 35 млрд. 956,7 млн. кВт·год (+2,7%), комунально-побутові споживачі – 15,474 млрд. кВт·год (+3%), інші непромислові споживачі – 6 млрд. 819,5 млн. кВт·год (+7,2%). Частка промисловості в загальному обсязі споживання електроенергії за підсумками року знизилася до 42,6% проти 42,8% роком раніше, а частка населення збільшилася з 29,4% до 29,5%. У грудні 2018 року споживання електроенергії з урахуванням технологічних втрат збільшилася на 6,9% (на 988,2 млн. кВт·год) у

порівнянні з аналогічним місяцем 2017 року – до 15,346 млрд.кВт·год, без урахування технологічних втрат – на 4,9 % (на 548,3 млн.кВт·год), до 11 млрд. 681,4 млн.кВт·год.

Споживання електроенергії в Україні у 2017 році з урахуванням технологічних втрат у мережах зросло на 0,3% (379,6 млн.кВт·год) в порівнянні з 2016 роком – до 149,726 млрд.кВт·год, без урахування втрат – на 0,4% (461,5 млн.кВт·год), до 118 млрд. 719,5 млн.кВт·год.

6 Електропостачання та тарифи на електричну енергію

Електропостачання – комплекс технічних засобів і організаційних заходів для забезпечення споживача електроенергією; надання електричної енергії споживачу за допомогою технічних засобів передачі та розподілу електричної енергії на підставі договору.

Одиницею обліку електроенергії є **кіловат-година** (кВт·год.). Щомісячна оплата послуг з електропостачання визначається множенням тарифу на кількість спожитих кВт·год.

Тарифи на електричну енергію встановлюються Національною комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг(НКРЕКП).

Вартість електроенергії для населення для індивідуальних та колективних побутових споживачів коригується за потреби.

Плата за перевищення договірної величини потужності – у **двохкратному розмірі за 1 кВт**.

7 Надійність електропостачання

Щодо надійності електропостачання споживачі електричної енергії діляться на три категорії:

– електроспоживачі **I категорії** – перерва в електропостачанні яких може призвести до небезпеки для життя людей (метро), мати значні матеріальні втрати (хлібзаводи), призвести до пошкодження вартісного обладнання (металургійні комбінати, птахофабрики), масового браку продукції, збою складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства. Електроприймачі першої категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних резервних джерел живлення, і перерва їх електропостачання при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення може бути допущена лише на час автоматичного відновлення живлення.

– електроспоживачі **II категорії** – перерва в електропостачанні яких призводить до масового недовипуску продукції, масового простою робітників, механізмів та промислового транспорту, порушення життєдіяльності значної кількості міських та сільських жителів (лікарні, учбові заклади, дитячі садки, споживачі електричної енергії в будинках від 6 до 16 поверхів, силові установки квартальних котелень та теплових пунктів, магазини).

– електроспоживачі **III категорії** – всі інші споживачі електроенергії, які не підпадають під визначення I та II категорій. Електропостачання приймачів III категорії надійності електропостачання може здійснюватись від одного джерела живлення за умови, що перерва в електропостачанні, яка необхідна для ремонту і заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищує **однієї доби**.

Контрольні питання

1. Яке значення електроенергетики в життєдіяльності та функціонуванні економіки країни?
2. Які переваги та недоліки електричної енергії?
3. Що таке енергетика?
4. Як розподіляється енергетика за видами енергії?
5. Що таке об'єднана електроенергетична система?
6. Які тарифи на електричну енергію для побутових та промислових споживачів?
7. Які існують категорії надійності електропостачання споживачів електричної енергії?

Література

1. Артюх С.Ф. Вступ до спеціальності «Електричні станції»: Навчальний посібник для студентів вузів. – Х., 2006. – 224 с.
2. Товожнянський Л.Л., Левченко Б.О. Енергетика на межі ХХІ століття. Навч. посібник. – Х.: НТУ «ХП», 2006. – 174 с.

Лекція 4 Традиційні електростанції енергетичної системи України

План лекції

1. Електричні станції енергетичної системи України.
2. Атомні електричні станції.
3. Теплові електричні станції.
4. Теплоелектроцентралі.
5. Гідроелектростанції.
6. Гідроакумуючі електростанції.

1 Електричні станції енергетичної системи України

Генерація електричної енергії для енергетичної системи України здійснюють такі електричні станції (рис. 1): АЕС – атомні електричні станції, ТЕС – теплові електричні станції, ТЕЦ – теплові електроцентралі, ГЕС – гідроелектростанції, ГАЕС – гідроакумуючі електростанції, ВЕС – вітрові електростанції, СЕС – сонячні електростанції та біогазові установки (табл 1).

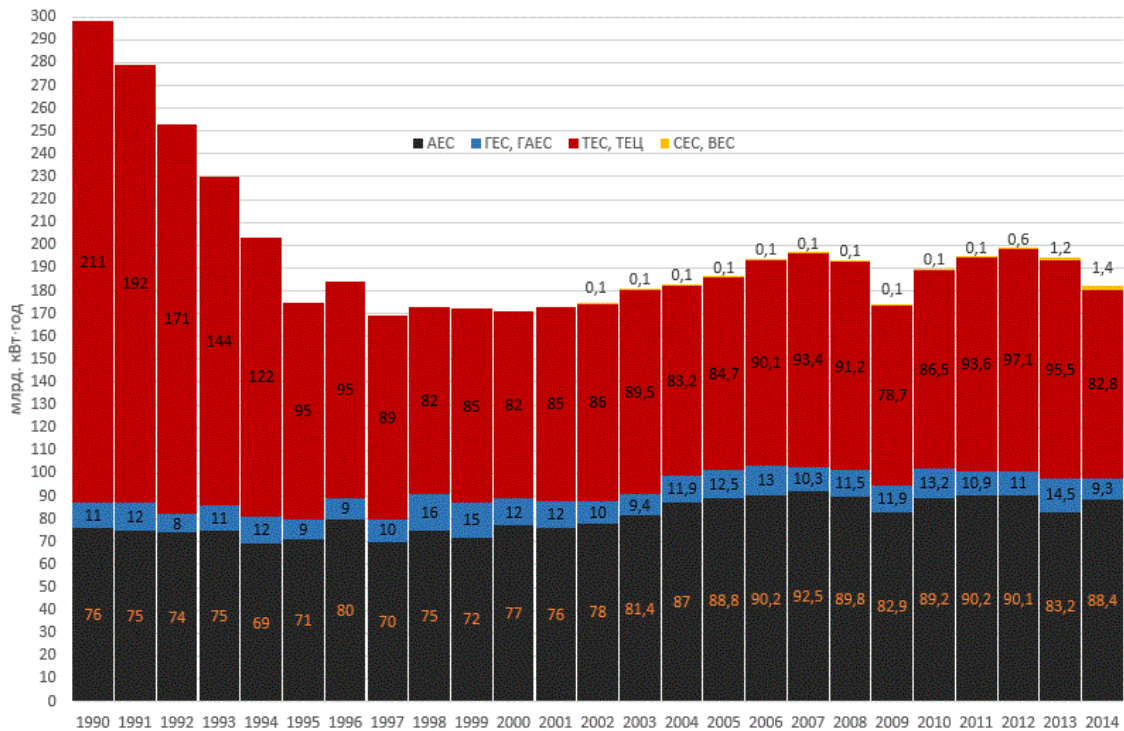


Рисунок 1. Генерація електричної енергії ЕС в Україні

Таблиця 1 – Виробництво електроенергії в Україні за типом електростанцій

Тип	2013	2014	2015 ^[8]	2016 ^[9]	2017 ^[10]	2018 ^[11]
АЕС	43,0%▲	48,5%▲	55,6%▲	52,3%▼	55,1%▲	53,0%▼
ТЕЦ	44,7%▼	41,3%▼	35,2%▼	39,7%▲	35,9%▼	36,9%▲
ГЕС	7,3%▲	5,0%▼	4,3%▼	6,0%▲	6,8%▲	7,5%▲
СЕС/ВЕС/Біомаса	0,6%▲	1,0%▲	1,0%▲	1,0%▲	1,2%▲	1,7%▲
Блок-станції*	4,3%▲	4,3%▼	3,9%▼	1,0%▼	1,0%▲	0,9%▼

2 Атомні електричні станції

Атомна електростанція – електростанція, в якій атомна (ядерна) енергія перетворюється в електричну (рис. 2 та 3). Генератором енергії на АЕС є атомний реактор. Тепло, яке виділяється в реакторі внаслідок ланцюгової реакції поділу ядер деяких важких елементів, перетворюється в електроенергію. АЕС працює на ядерному пальному (в основному ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu).

Унаслідок роботи АЕС утворюються радіоактивні відходи та відпрацьоване ядерне паливо. Вони є небезпечними для людини й довкілля, для знешкодження вимагають переробки та тривалого зберігання.

Діючі АЕС України:

1. Південноукраїнська атомна електростанція (м. Южноукраїнськ, Миколаївська обл.) – 3 атомних енергоблоків;
2. Хмельницька атомна електростанція (м. Нетішин, Хмельницька область) – 2 атомних енергоблоків;
3. Запорізька атомна електростанція (м. Енергодар, Запорізька область) – найбільша в Україні і в Європі, – 6 атомних енергоблоків (рис. 4);
4. Рівненська атомна електростанція (м. Вараш, Рівненська область) – 4 атомних енергоблоків.

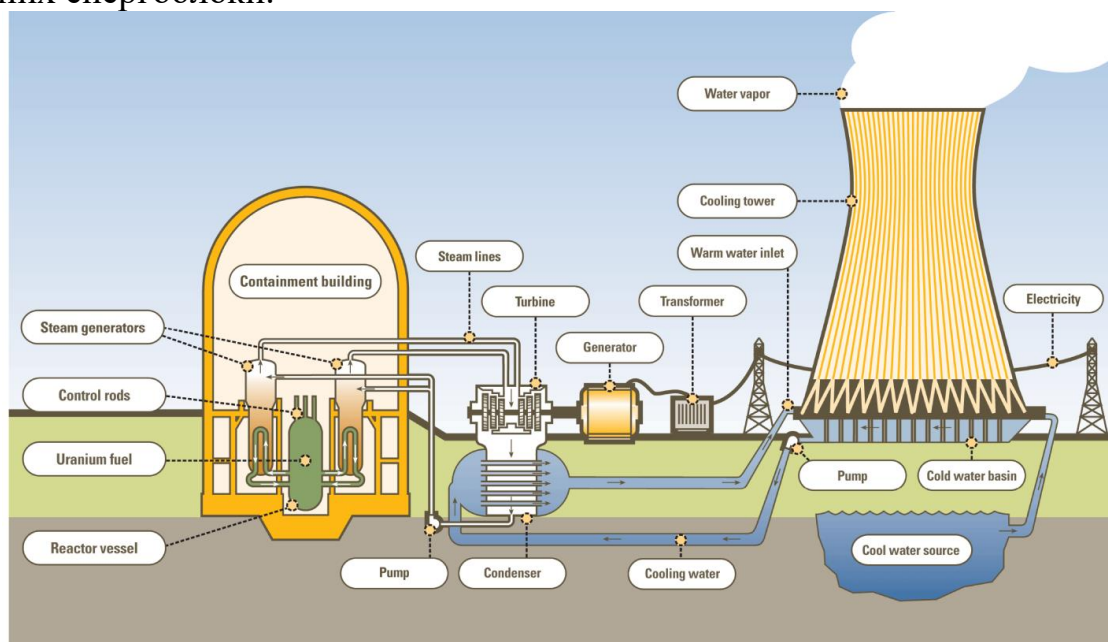


Рисунок 2. Основні елементи атомної електростанції

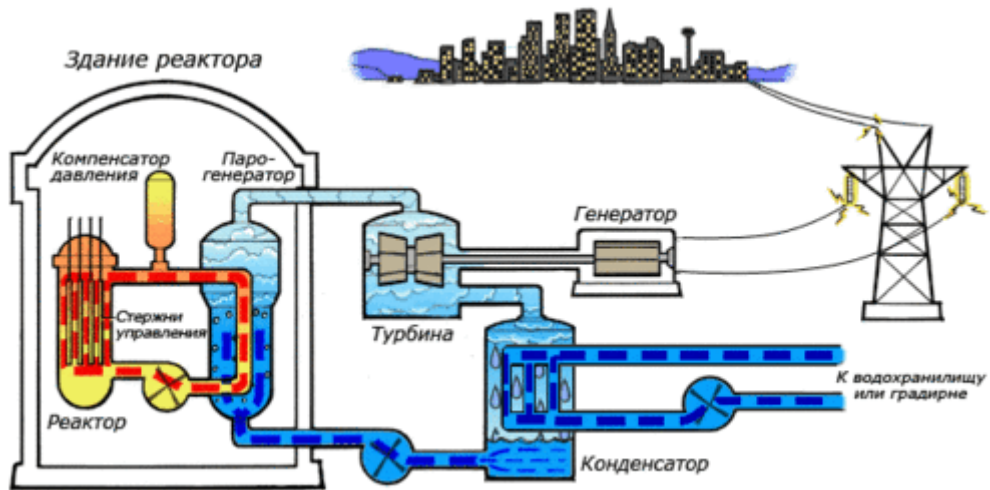


Рисунок 3. Схема роботи АЕС



Рисунок 4. Запорізька АЕС

6 енергоблоків, 6000 МВт, 40-42 млрд. кВт·год електроенергії,
 20% виробництва електричної енергії в Україні,
 50% виробництва АЕС Запорізька ТЕС
 Потужність 6000 МВт, 40 млрд. кВт·год електричної енергії на рік (2021 р.)

3 Теплові електричні станції

ТЕС – енергетична установка, на якій в результаті спалювання органічного палива отримують теплову енергію, що перетворюється потім в електричну. Теплова енергія на ТЕС використовується для нагріву води і отримання пари (на паротурбінних електростанціях) або для отримання гарячих газів (газотурбінних) (рис. 5). Для отримання тепла органічне паливо спалюють в котлоагрегатах ТЕС. В якості палива використовується вугілля, торф, природний газ, мазут, горючі сланці. На теплових паротурбінних електростанціях (ТПЕС) пар приводить в обертання парову турбіну, яка з'єднана з електричним генератором. ККД ТЕС наближається до 40%, одинична встановлена потужність – до 3 МВт (рис. 6).

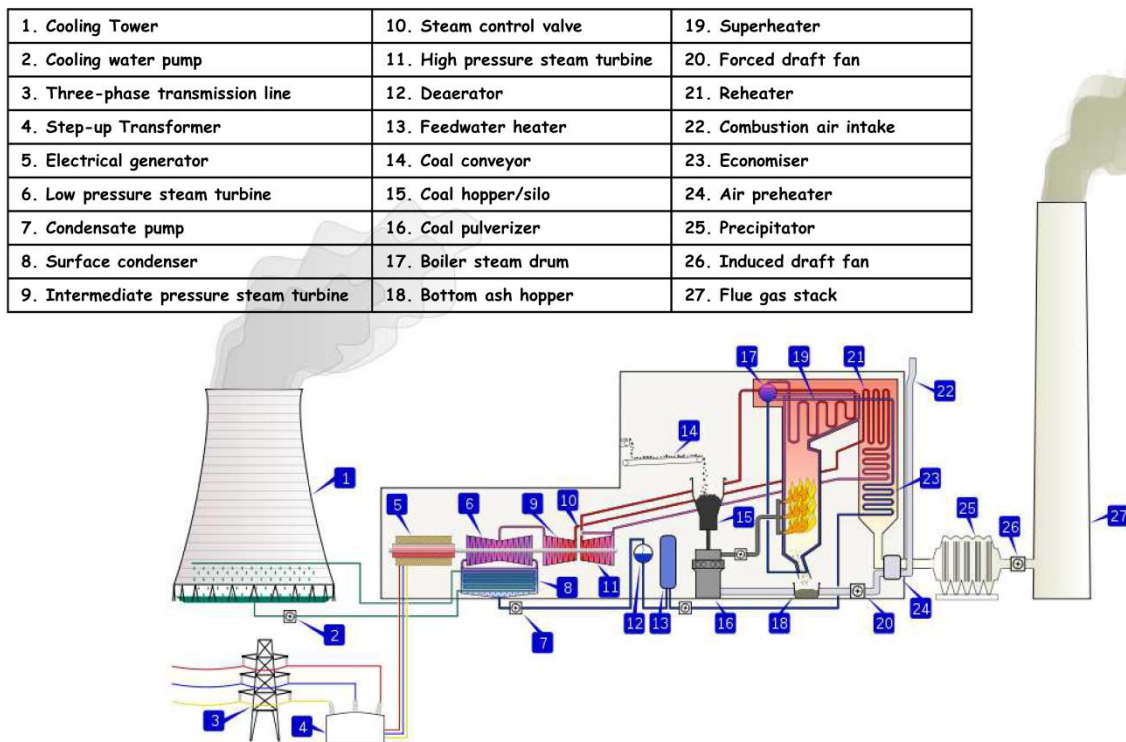


Рисунок 5. Основні елементи ТЕС



Рисунок 6. Зміївська ТЕС (сmt. Слобожанське), водозабір р. Сіверський Донець
2175 МВт ($6 \times 175 \text{ МВт} + 3 \times 275 \text{ МВт} + 1 \times 325 \text{ МВт}$)

4 Теплоелектроцентралі

Теплоелектроцентрально (ТЕЦ) – електростанція, що використовує пару, котру отримують в парогенераторі для вироблення електроенергії і теплофікації споживачів.

Частина пари для споживачів відбирається після того, як частина енергії пари буде використано для приведення у рух парової турбіни і параметри її зменшаться. Інша частина пари використовується в турбіні і поступає в конденсатор. Відібрана гаряча вода та пара поступає до споживачів системою трубопроводів.

ТЕЦ – є джерелом теплової енергії в централізованих системах теплопостачання (пара та гаряча вода для забезпечення гарячого водопостачання та опалення жилих та промислових об'єктів).

В харківському регіоні працюють 4 ТЕЦ: ТЕЦ – 2 (Есхар), ТЕЦ – 3 (рис. 8 та 9), ТЕЦ – 4 і ТЕЦ – 5 (рис. 7).



Рисунок 7. ТЕЦ – 5

Харківська ТЕЦ-5 (<http://tec5.kharkov.ua/ukr/Excursion.php>) – є другою після Київської ТЕЦ-5 з найбільших теплоелектроцентралей в Україні за встановленою електричною потужністю, розташована поблизу села Подвірки Дергачівського району. Основне призначення ТЕЦ – забезпечення електроенергією та теплом побутових та промислових споживачів м. Харкова. Станом на 2010 рік забезпечує теплом близько 23% харків'ян та мешканців регіону. Харківська ТЕЦ-5 постачає теплову енергію в такі райони міста та області: Київський, Шевченківський, Московський, Жовтневий, Холодногірський, Харківський, Дергачівський.



Рисунок 8. ТЕЦ-3
(виробляє 20% теплової енергії Харківських теплових мереж)



Рисунок 9. Диспетчерська ТЕЦ-3

5 Гідроелектростанції

ГЕС— електростанція, яка за допомогою гідротурбіни перетворює кінетичну енергію води в електроенергію. Гідротехнічна споруда (гребля) забезпечує необхідний напір води, що надходить на лопаті гідротурбіни, яка приводить в дію генератори, що виробляють електроенергію (рис. 10 та 11).

Потужність ГЕС безпосередньо залежить від натиску та витрати води, а також від ККД турбіни та генератора.

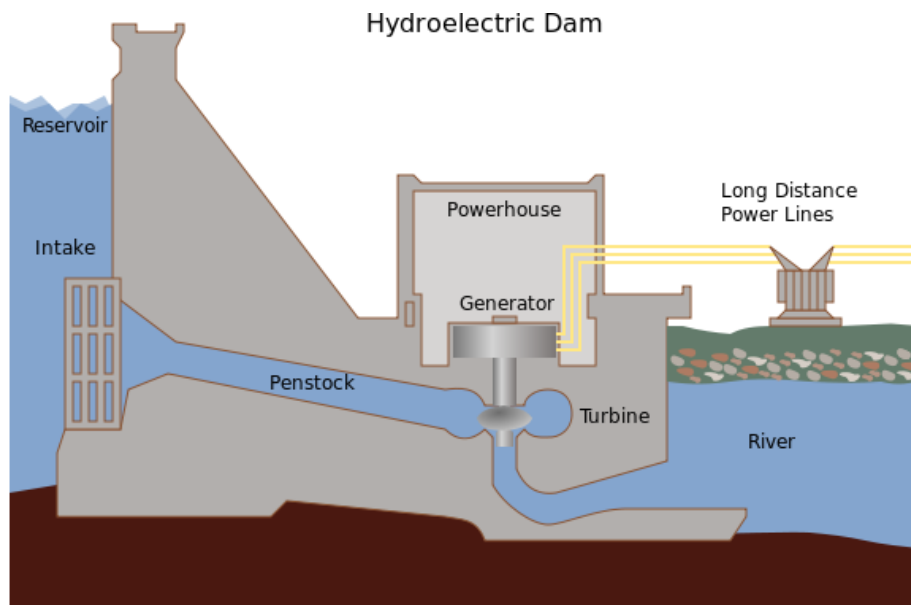


Рисунок 10. Схема ГЕС



Рисунок 11. Дністровська ГЕС
702 МВт (6×117 МВт). Середньорічне вироблення е/е – 865 млн. кВт·год,
при максимальному напорі 54,5 метрів

6 Гідроакумуючі електростанції

ГАЕС – гідроелектрична станція, що використовується для вирівнювання добового графіка навантаження енергосистеми.

Принцип дії ГАЕС полягає в перетворенні електричної енергії, що отримується від інших електростанцій, в потенційну енергію води, при зворотному перетворенні накопичена енергія віддається в енергосистему головним чином для покриття піків навантаження.

Гідротехнічні споруди ГАЕС складаються з двох басейнів, розташованих на різних рівнях, і сполучних водоводами. Гідроагрегати, встановлені в будівлі ГАЕС в нижній частині водоводу, можуть бути тримашинними, такими, що складаються із сполучених на одному валу оборотної електричної машини (двигун-генератор), гідротурбіни і насоса, або двома шинними – оборотна електромашина і оборотна гідромашина, яка залежно від напрямку обертання може працювати як насос або як турбіна.

Принцип дії ГАЕС полягає в тому, що електроенергія, яка виробляється недовантаженими електростанціями енергосистеми (в основному вночі), використовується ГАЕС для перекачування насосами води з нижнього водоймища у верхнє. У періоди піків навантаження вода з верхнього басейну по трубопроводу підводиться до гідроагрегатів ГАЕС, включеним на роботу в турбінному режимі, вироблена при цьому електроенергія віддається в мережу енергосистеми, а вода накопичується в нижньому водоймищі. Кількість акумульованої електроенергії визначається ємкістю басейнів і робочим напором ГАЕС. Одне з переваг ГАЕС полягає в тому, що вони не схильні до дії сезонних

коливань стоку. Час пуску і зміни режимів роботи ГАЕС вимірюється декількома хвилинами, що зумовлює їх високу експлуатаційну маневреність. Регульовальний діапазон ГАЕС, з самого принципу її роботи, близький до двократній встановленій потужності, що є одним з основних її переваг.

Здатність ГАЕС покривати піки навантаження і підвищувати споживання електроенергії вночі, робить їх дієвим засобом для вирівнювання режиму роботи енергосистеми. Загальний коефіцієнт корисної дії ГАЕС в оптимальних розрахункових умовах роботи наближається до 0,75. У реальних умовах середнє значення ККД з урахуванням втрат в електричній мережі не перевищує 0,66.

Дністровська ГАЕС https://www.youtube.com/watch?v=PjUrl_FqxOY

Потужність гідроагрегатів 7×324 – генераторний режим, 7×421 – насосний режим МВт. Основними функціями Дністровської ГАЕС є регулювання частоти і графіка навантажень в енергосистемі України, формування аварійного резерву.

Контрольні питання

1. Які діючі АЕС в Україні?
2. Яке призначення атомного реактора?
3. Який ККД ТЕС?
4. Яке призначення ТЕЦ?
5. Від чого залежить потужність ГЕС?
6. Який принцип дії ГАЕС?
7. Який ККД ГАЕС?

Література

1. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи. Підручник. 2-ге вид/ Сегеда М.С. – Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2009. – 488 с.
2. Й. С. Мисак, Я. Ф. Івасик, П. О. Гут, Н. М. Лашковська. Об'єкти теплових електричних станцій. Режими роботи та експлуатації.-Львів: НУ «Львівська політехніка», 2007.-256с.

Лекція 5 Електростанції відновлювальних джерел енергії

План лекції

1. Вітроелектростанції.
2. Сонячні електростанції.
3. Біогазові установки.

1 Вітроелектростанції

ВЕС – електростанція, яка за допомогою вітрової турбіни перетворює механічну енергію вітру на електричну. Вітрові електростанції – це система відновлюваної енергетики, оскільки вітер – відновлюване джерело енергії (рис. 1 та рис. 2).

Основним елементом ВЕС є вітроколесо. За принципом роботи та схемою будови вітроколеса вітрові електростанції поділяються на 3 класи:

1. крильчасті (пропелерні) – мають вітроколесо з лопатями, розташованими перпендикулярно до валу;
2. карусельні або роторні;
3. барабанні.

В карусельних та барабанних вал вітроколеса встановлюється вертикально. Воно обертається під дією вітру на лопаті, розташованій з одного боку осі колеса, у той час як інші лопаті прикриваються ширмою або повертаються з допомогою спеціального пристрою ребром до вітру. Ці обидва класи є громіздкими і менш ефективними порівняно з крильчастими.

Турбіни з горизонтальною віссю і високим коефіцієнтом швидкохідності мають найбільше значення коефіцієнта використання енергії вітру (0,46-0,48). Вітротурбіни з вертикальним розташуванням осі менш ефективні (0,45), але мають ту перевагу, що не вимагають настроювання на напрямок вітру.



Рисунок 1. Ботієвська ВЕС (Запорізька обл.)

https://www.youtube.com/watch?v=_XmD7Kirawk

Потужність генератора – 3 МВт, Потужність генерації – 200 МВт

Середньорічне виробництво – 686 млн. кВт·год

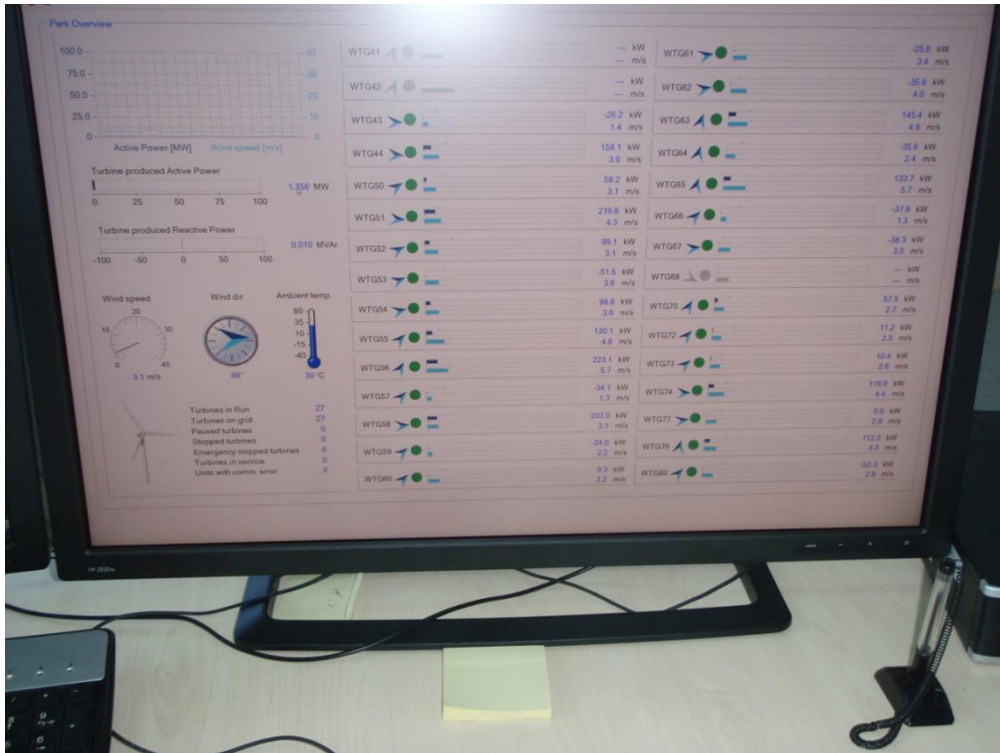


Рисунок 2. Інформація на головному комп'ютері Ботієвської ВЕС

2 Сонячні електростанції

Сонячна електростанція – інженерна споруда, що перетворює енергію сонячного випромінювання на електричну енергію (рис. 3).

Сонячні електростанції поділяють на кілька типів:

- використовують фотоелектричні модулі (фотоефект);
- перетворюють сонячну енергію на теплову, яка приводить у дію тепловий двигун (сонячно-теплові).

Складовими частинами СЕС є такі елементи:

- сонячні панелі – перетворюють сонячну енергію в електричну;
- опорні металоконструкції – металеві вироби, що дозволяють установку сонячних панелей на землі, даху чи фасаді будівлі;
- інвертор – перетворює і передає електроенергію від сонячних панелей у зовнішню мережу;
- система АСКОЕ – система обліку електроенергії сонячної станції на генерацію та на власні потреби;
- силове обладнання – комплекс обладнань, які служать для забезпечення видачі потужності СЕС, згідно вимог електромереж, включаючи розподільчі щити, трансформатори, лінії електропередач.

Найбільший ККД мають монокристалічні сонячні панелі (в середньому – 20-22%), полікристалічні – близько 15-18%), в гнучких аморфних – від 7 до 15%.



Рисунок 3. СЕС (107 кВт)

Найбільшими СЕС України є:

- Нікопольська сонячна електростанція, Нікополь– 246 МВт;
- Перове, Крим – 105,56 МВт;
- Кам'янець-Подільська СЕС, Хмельницька область, 63,8 МВт;
- Кілія, Одеська область – 54,8 МВт;
- СЕС TokmakSolarEnergy – 50 МВт.

У переважній більшості сонячно теплових електростанцій застосовується концентрація сонячних променів. За типом концентрації вони поділяються на: баштового типу, тарільчатого типу, параболо циліндричні, комбіновані.

3 Біогазові установки

Біогазові установки (БГУ) виробляють біогаз шляхом контрольованого зброджування біомаси в анаеробних умовах. Отримання біогазу можливо в біогазових установках самих різних масштабів. Це можуть бути невеликі очисні та установки для забезпечення підприємства своєю енергією і гігантські централізовані енергопарки для подачі газу та електроенергії в мережу (рис. 4 та 5).

Для виробництва біогазу придатні більшість відходів харчової промисловості та сільського господарства, а також спеціальні енергетичні рослини.

Біогазові установки являють собою будівельні об'єкти які складаються з герметичних реакторів, що оснащені комплексом систем: подачі сировини, підігріву, перемішування, каналізації, повітряної, газової та електричної.

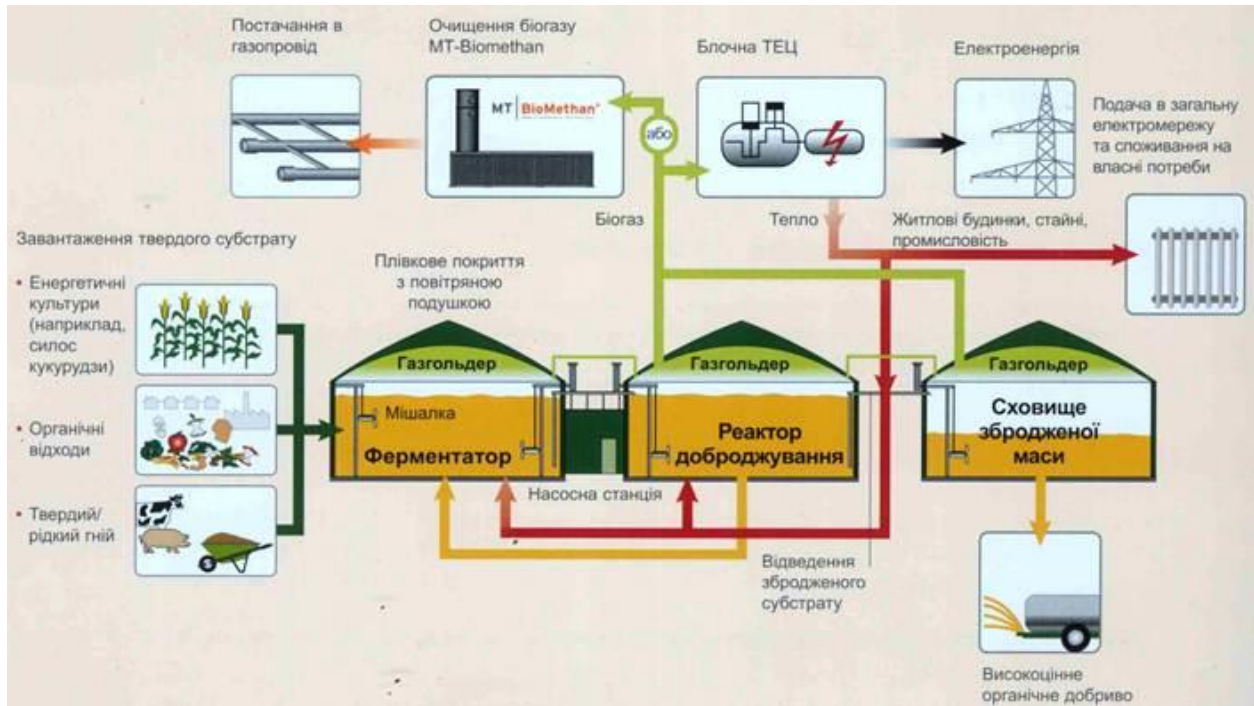


Рисунок 4. Схема біогазової установки



Рисунок 5. Динаміка розвитку електростанцій на відновлювальних джерелах енергії

Контрольні питання

1. Які існують класи вітрових електростанцій?
2. Який коефіцієнта використання енергії вітру вітрових турбін з горизонтальною віссю?
3. Які існують типи СЕС?
4. Які складові частини СЕС?
5. Яке призначення біогазових установок?

Література

1. Гаєвський О.Ю. Фотоенергетика. Частина І. Сонячна радіація і фотоелектричні модулі: підручник /О.Ю. Гаєвський. – Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського. Електронне видання, 2022. – 141 с.
2. Основи вітроенергетики / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Циценков - Підручник. – Дніпро: М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
3. Сиротюк С.В., Боярчук В.М., Гальчук В.П. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру – Львів: «Магнолія-2006», 2018. – 182с.

Лекція 6 Системи електропостачання

План лекції

1. Основні задачі та поняття в області передавання електричної енергії.
2. Номінальні напруги устаткування електричних систем
3. Призначення електричних мереж
4. Вимоги до електричних мереж
5. Класифікація електричних мереж
6. Режим роботи нейтралі

1. Основні задачі та поняття в області передавання електричної енергії.

Будь-яка електроенергетична система складається з:

- електричних станцій для вироблення електричної енергії;
- мереж магістральних та районних ліній електропередавання (ЛЕП) для передавання електричної енергії на велику відстань;
- вузлових підстанцій для поєднання ЛЕП у складі електричної мережі та перетворення електричної енергії між різними ступенями номінальної напруги;
- розподільчих електричних мереж для розподілу електричної енергії між споживачами та споживачів електричної енергії.

З техніко-економічних міркувань всі електростанції, які розташовані в одному регіоні, з'єднуються між собою для паралельної роботи на загальне навантаження за допомогою ЛЕП різного класу напруг. Об'єднання відрізняється спільністю режиму та безперервністю процесу виробництва, розподілу і споживання теплової та електричної енергій.

Енергетичною системою (енергосистемою) називають сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж, з'єднаних між собою і пов'язаних спільністю режиму в безперервному процесі виробництва, перетворення і розподілу електричної і теплової енергії та теплоти при загальному управлінні цим режимом (рис. 1).

Електроенергетичною (електричною) системою називають електричну частину енергосистеми, тобто сукупність електроустановок електричних станцій (без первинних двигунів) і електричних мереж енергосистеми, та приймачів електричної енергії, які живляться від неї, поєднані спільністю процесу виробництва, передавання, перетворення, розподілу і споживання електричної енергії (рис. 2).

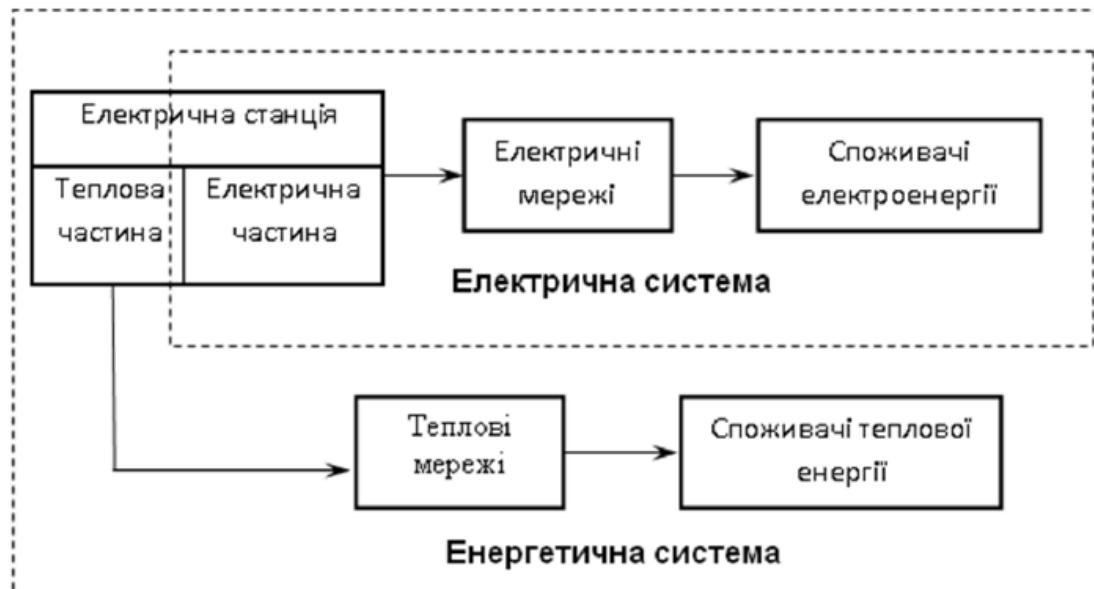


Рисунок 1. Структурна схема енергетичної системи.

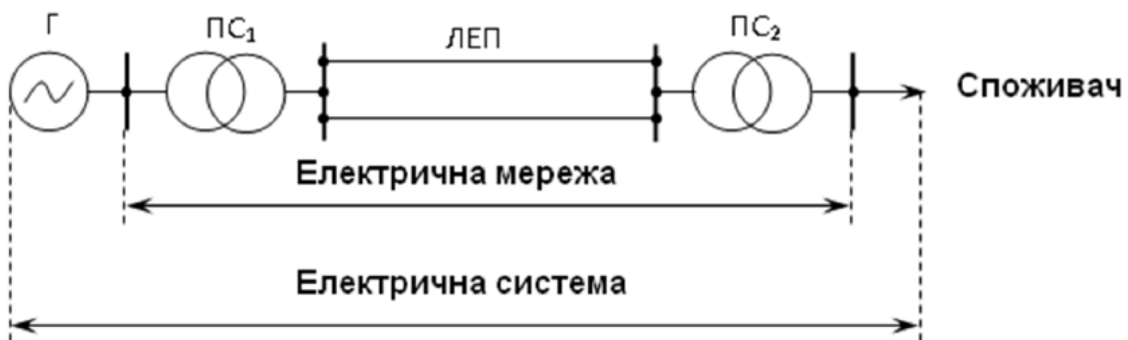


Рисунок 2. Розмежування електричної системи.

Приймачем електричної енергії (електроприймачем) називають апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії в інший вид енергії, наприклад, електродвигун, електричний джерело світла, нагрівальний елемент.

Споживачем електричної енергії називають електроприймач або групу електроприймачів, об'єднаних загальним технологічним процесом і розміщених на певній території, наприклад, район електричних мереж, підприємство, верстат, цех.

Електричною мережею (ЕМ) називається частина електричної системи до якої відноситься сукупність електроустановок для передачі і розподілу електроенергії, що складається з підстанцій, струмопроводів, апаратури приєднання, захисту і управління, повітряних і кабельних ліній електропередавання, які працюють на певній території.

Електричною підстанцією (ПС) називають електроустановку, призначену для приймання, перетворення та розподілу електроенергії, яка складається з трансформаторів, пристроїв управління та інших допоміжних пристроїв, розподільчих пристроїв.

Розподільчим пристроєм називають електроустановку, призначену для приймання та розподілу електричної енергії на одному ступені номінальної напруги, яка містить комутаційні апарати, збірні шини, пристрої управління та захисту.

Лінією електропередавання (ЛЕП) називають електроустановку, призначену для передавання електричної енергії на віддалену відстань між двома пунктами електричної системи. Лінії електропередавання складаються із проводів та кабелів, ізолюючих елементів та несучих конструкцій.

Повітряна лінія електропередавання (ПЛ) – споруда для передавання електричної енергії проводами, розташованими просто неба і прикріпленими за допомогою ізолювальних конструкцій та арматури до опор або кронштейнів і стояків на інженерних спорудах(мостах, шляхопроводах тощо). На рис. 3 представлено фрагмент схеми електричної мережі в електроенергетичній системі.

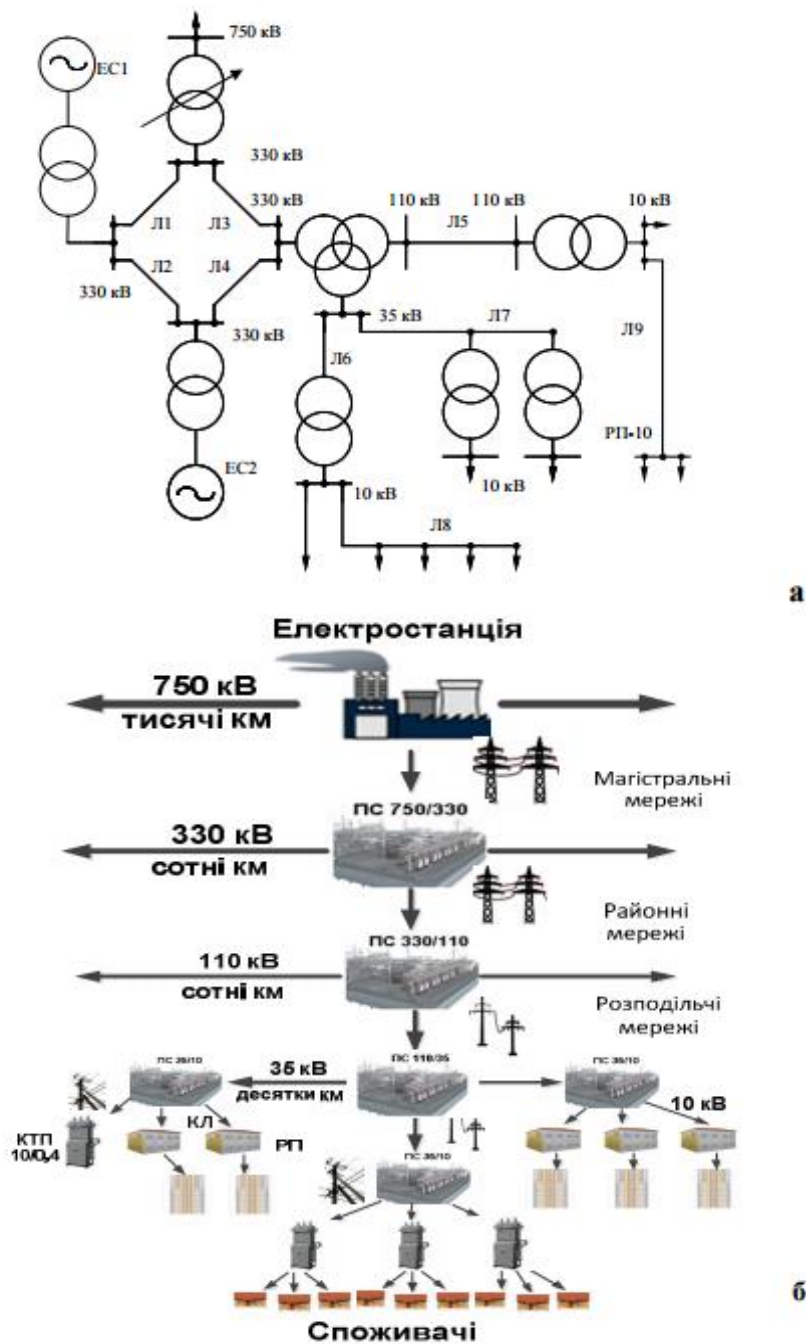


Рисунок 3 – Електрична система:
а – схема електрична; б – загальна структура.

2. Номінальні напруги устаткування електричних систем

Номінальною називають електричну напругу, на яку розрахована нормальна робота устаткування з найбільшим економічним ефектом.

Для трифазних систем змінного струму нормуванню підлягають діючі значення лінійної напруги.

Для низьковольтних електричних систем до 1000В згідно правил улаштування електроустановок(ПУЕ) шкала номінальних напруг включає наступні значення: 220, 380 і 660 В.

Для високовольтних електричних систем понад 1000В згідно ПУЕ шкала номінальних напруг складається з такого ряду: 3, 6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, (400), 500, 750 кВ.

Наведена шкала містить напругу 400 кВ, яка не нормується чинним стандартом, але й прийнятою для енергосистем Євросоюзу, з якими енергооб'єднання України має електричні зв'язки по ЛЕП саме цієї напруги.

Для забезпечення номінальної напруги на затискачах споживачів електричної енергії із урахуванням падіння напруги в електричних мережах номінальна напруга генераторів нормується на 5 % більше за номінальну напругу під'єднаної електричної мережі.

Збільшення номінальної напруги мереж дозволяє знизити втрати енергії та підвищити пропускну здатність ліній електричних мереж.

Номінальні напруги 6 та 10 кВ використовують для створення промислових, міських та сільських розподільчих мереж.

Номінальну напругу 35 кВ широко використовують для створення центрів живлення сільських розподільчих мереж (Останнім часом використовують мережі 110 кВ).

Номінальні напруги 110, 150 та 220 кВ використовують для створення районних розподільчих електричних мереж загального використання, а також для зовнішнього енергопостачання потужних споживачів.

Номінальні напруги 150 кВ використовують лише в Дніпровській енергосистемі для організації видачі потужності Дніпровської ГЕС.

Номінальні напруги 330 кВ та вище використовують для створення системоутворюючих мереж магістральних ЛЕП для об'єднання на паралельну роботу регіональних енергосистем у складі енергооб'єднання.

Для Об'єднаної енергетичної системи України економічно обґрунтована шкала номінальних напруг електричних мереж складає 110-330-750 кВ.

3. Призначення електричних мереж

Головне призначення електричних мереж полягає в передаванні та розподілі електричної енергії від джерел живлення до споживачів. Також в передаванні на віддалені відстані від центрів генерації в райони енергоспоживання. Крім того призначені для об'єднання на паралельну роботу різних електричних станцій та споживачів електроенергії в єдиній енергосистемі.

Основні переваги об'єднання електричних систем на паралельну роботу полягає в наступному:

1. Підвищення надійності електропостачання за рахунок резервування шляхів передавання електричної енергії від джерел живлення до споживачів;
2. Зменшення сумарного максимуму навантаження електричної системи через незбіг максимумів навантажень різних споживачів. Тут особливої уваги заслуговують довготний та широтний ефекти:

- *Довготний ефект* полягає у зменшенні сумарного максимуму навантаження енергооб'єднання через незбіг у часі максимумів навантажень окремих електричних систем, віддалених по довготі(зі сходу на захід і навпаки).

- *Широтний ефект* полягає у зменшенні сумарного максимуму навантаження енергооб'єднання через незбіг тривалості максимумів навантажень окремих електричних систем, віддалених по широті(із півночі на південь і навпаки).

3. Зниження сумарного системного та необхідного аварійного резервів потужностей на електричних станціях за рахунок того, що резерв є загальним для всього енергооб'єднання.

4. Зниження собівартості електроенергії за рахунок концентрації потужностей з використанням на електричних станціях агрегатів більшої потужності з найменшими втратами палива на виробництво одиниці електроенергії.

5. Сумісна робота електричних станцій різних типів дозволяє організувати ефективне використання джерел енергії з більш дешевим паливом.

6. Взаємодопомогою пов'язаних енергосистем при несинхронних сезонних коливаннях навантаження абр генерації потужності електричних станцій.

7. Збільшення гнучкості та маневреності електричної системи за рахунок вибору різних джерел живлення, реконфігурації робочих схем тощо.

4. Вимоги до електричних мереж

Електричні мережі повинні забезпечувати:

1) безперебійність електропостачання, яка залежить від схеми і надійності улаштування мережі;

2) якісну електроенергію, яка характеризується належним рівнем напруги у споживачів;

3) зручність і безпечність експлуатації;

4) економічність;

5) можливість подальшого розвитку без докорінної перебудови мережі.

Згідно з вимогами Правил улаштування електроустановок(ПУЕ) всі електроприймачі поділяються на три категорії у відношенні забезпечення надійності електропостачання:

I категорія – електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може призвести до небезпеки для життя людей, значних збитків народному господарству, пошкодження коштовного основного обладнання (для сільського господарства – хвороба і загибель тварин), масовий брак продукції, порушення складних технологічних процесів. **Електроприймачі I категорії повинні мати резервне живлення.** Перерва в електропостачанні цих електроприймачів від одного джерела **допускається тільки на час автоматичного відновлення живлення.** До I категорії відносяться підприємства безперервного циклу, птахоферми, дуже великі тваринницькі комплекси.

II категорія – перерва в електропостачанні яких приводить до масового недовідпуску продукції, масовим простоям робочих і механізмів, порушенню нормальної діяльності значного числа жителів сіл і міст. **Електроприймачі II категорії повинні мати резервне живлення.** Перерва в електропостачанні цих

електроприймачів допускається тільки на час, необхідний для відновлення живлення оперативним персоналом або виїзною оперативною бригадою за час проведення ремонтних робіт, в найкоротший час. До них відносяться лікарні, ферми.

III категорія – відносяться всі інші електроприймачі. Електропостачання виконується від одного джерела живлення при умові, що перерва в електропостачанні не перевищує однієї доби.

5. Класифікація електричних мереж

I. За родом електричного струму:

- 1) системи постійного струму;
- 2) системи змінного струму промислової частоти (50 Гц, в деяких країнах - 60 Гц); інші (бортові системи літаків на частоті 400 Гц);
- 3) системи імпульсного струму.

II. За способом організації живлення споживачів:

- 1) однофазні;
- 2) трифазні: трипровідні; чотирипровідні;
- 3) багатофазні.

III. За номінальною напругою

- 1) низьковольтні (до 1 кВ);
- 2) високовольтні (більше 1 кВ):
 - середньої напруги 6-10 кВ;
 - високої напруги 35 – 110 кВ;
 - надвисокої напруги 330 – 500 – 750 кВ;
 - ультрависокої напруги понад 1000 кВ.

IV. За режимами роботи нейтралі мережі:

- 1) з глухозаземленою нейтраллю (клас напруг – 0,38 кВ, 110 кВ і вище);
- 2) з компенсованою нейтраллю;
- 3) з ефективно - заземленою нейтраллю;
- 4) з ізольованою нейтраллю (6, 10, 20, 35 кВ).

V. За призначенням

- 1) місцеві електричні мережі (міські, промислових підприємств, сільські) обслуговують невеликі райони з відносно малою щільністю навантаження радіусом дії до 15-29 км з номінальною напругою до 35 кВ, інколи до 110 кВ;
- 2) районні електричні мережі забезпечують живлення споживачів великих районів. Такі мережі працюють з номінальною напругою 110-220 кВ, інколи 330 кВ;
- 3) системоутворюючі електричні мережі для об'єднання районних електричних мереж на паралельну роботу в енергооб'єднання. Такі мережі містять ЛЕП з номінальною напругою 330 кВ та вище.

VI. За характером споживачів:

- 1) електричні мережі промислових підприємств;
- 2) міські електричні мережі;
- 3) сільські електричні мережі.

VII. За конфігурацією:

- 1) розімкнені: магістральні; радіальні (рис. 4);
- 2) замкнені (рис. 5).

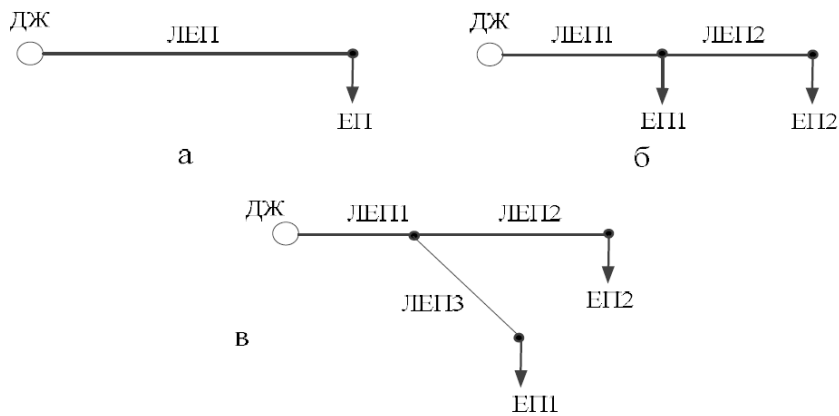


Рисунок 4. Розімкнені мережі: а) радіальна; б) магістральна; в) магістральна з відгалуженням.

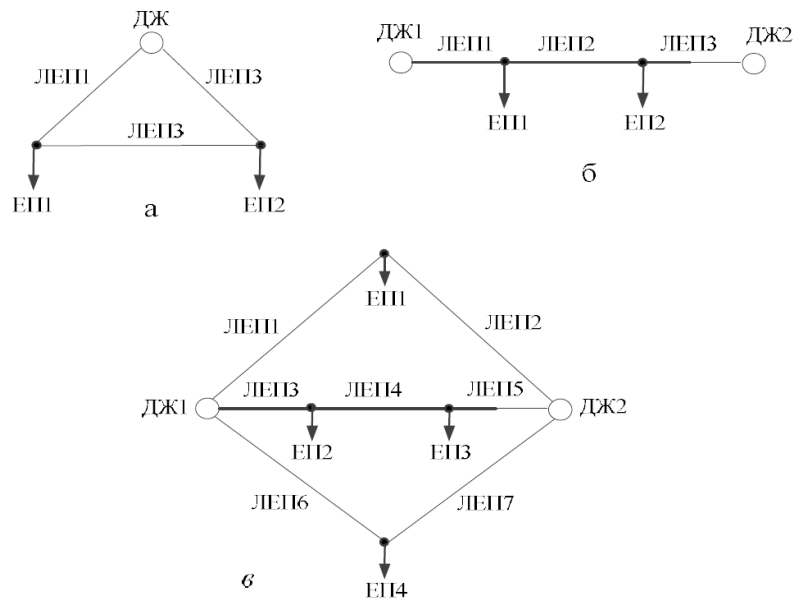


Рисунок 5. Замкнені мережі: а) кільцеві; б) з двостороннім живленням; в) складна замкнена.

VIII. За режимом роботи:

- 1) автономні;
- 2) об'єднані.

IX. За конструктивним виконанням:

- 1) електричні мережі повітряних ЛЕП;
- 2) електричні мережі кабельних ЛЕП;
- 3) мережі внутрішніх електричних проводок.

Контрольні питання

1. Наведіть визначення електроенергетичної системи.
2. Наведіть визначення енергетичної системи.
3. Наведіть визначення електричної мережі.
4. Наведіть визначення електричної підстанції.
5. Наведіть визначення лінії електропередавання.
6. Наведіть шкалу номінальних напруг устаткування електричних систем.
7. Поясніть збільшення на 5 % номінальних напруг генераторів.
8. Сформулюйте головне та допоміжні призначення електричних мереж.
9. Наведіть основні переваги об'єднання електричних систем на паралельну роботу.
10. Наведіть класифікацію електричних мереж за напругою та видом нейтралі.

Література

1. Артюх С.Ф. Вступ до спеціальності «Електричні станції»: Навчальний посібник для студентів вузів.- Х., 2006.-224 с.
2. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи. Підручник. 2-ге вид/ Сегеда М.С. – Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2009. – 488 с.

Лекція 7. Класи напруг та лінії електропередач

План лекції

1. Основні класи напруг
2. Класифікація повітряних ліній електропередачі
3. Особливості конструкції мереж для різних класів напруг
4. Мережа 0,38/0,22 кВ
5. Мережа 10(6) кВ
6. Мережа 35 кВ
7. Мережа 110 кВ
8. Мережа 330 і 750 кВ

1. Основні класи напруг

Система електропостачання включає елементи енергетичної системи, що забезпечують розподіл електричної енергії споживачам. Електричні мережі поділяються:

- мережі електропостачання напругою **110 (35) кВ і вище**, до складу яких входять кільцеві мережі зі знижувачами підстанціями (ПС), лінії і підстанції глибоких введів (під підстанцією глибокого вводу розуміється закрита підстанція, яка розташована у житловій або промисловій зоні міста та живиться радіальною зарезервованою повітряною або кабельною лінією електропередачі);
- розподільні мережі **напругою 10 (6)...20 кВ**, до складу яких входять трансформаторні підстанції (ТП) і лінії, які з'єднують центри живлення з ТП та ТП між собою;
- розподільні мережі **до 1000 В**.

В Україні використовуються наступні класи змінної напруги при передачі та розподілу електричної енергії:

- Низька напруга – 220 В, 0,4 кВ (відомі як 380В/220В);
- Середня напруга – 6 кВ, 10 кВ, 35 кВ;
- Висока напруга – 110 кВ, 150 кВ, 220 кВ, 330 кВ;
- Надвисока напруга – 400 кВ, 500 кВ, 750 кВ.

2. Класифікація повітряних ліній електропередачі

Повітряною лінією (ПЛ) електропередачі називається пристрій для передачі та розподілу електроенергії по проводах, розташованих на відкритому повітрі й прикріплених за допомогою ізоляторів і арматури до опор або кронштейнів, стійкам на будинках та інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах і т.п.).

Наддалекі ПЛ, напругою 500 кВ і вище, призначені, в основному, для зв'язку з окремими енергосистемами (табл.1).

Магістральні ПЛ, напругою 220 і 330 кВ, застосовують для передачі електроенергії від електростанцій, а також об'єднання електростанцій в середині енергосистеми й зв'язку окремих енергосистем.

Розподільчі ПЛ, напругою 35, 110 і 150 кВ, використовують для електропостачання великих населених пунктів і великих підприємств, а розподільчі ПЛ, напругою 20 кВ і нижче, для електропостачання споживачів розташованих на їхній території.

Таблиця 1. Класифікація повітряних ліній електропередачі

ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ	За призначенням ПЛ			
	наддалекі, напругою 500 кВ і вище	магістральні, напругою 220 і 330 кВ	розподільні, напругою 35, 110 і 150кВ	розподільні, напругою 20 кВ і нижче
	За напругою ПЛ			
	до 1 кВ		вище 1 кВ	
	За електричним режимом ПЛ			
	з ізольованою нейтраллю	з глухо заземленою нейтраллю		з компенсованою нейтраллю
	За механічним станом ПЛ			
	нормальний режим	аварійний режим		монтажний режим
	За кліматичними умовами			
	залежно від швидкості вітру		залежно від товщини шару льоду на проводах	
	За категорійністю місцевості			
	населена місцевість	ненаселена місцевість		важкодоступна місцевість

3. Особливості конструкції мереж для різних класів напруг

Рівень напруги – важливий параметр, що характеризує будь-який елемент електричної установки, у тому числі і електричну мережу. Підтримання необхідних рівнів напруги у споживача та на елементах мережі – одне із основних завдань сільського електропостачання.

Для передачі електричної енергії на значні відстані, з метою зменшення втрат в елементах мережі, підвищують напругу.

Номінальною називається така напруга приймачів електроенергії, генераторів і трансформаторів, при якій вони нормально і найбільш економічно працюють, вона вказується в паспорті машини або апарату. Для установок трифазного струму номінальною напругою прийнято вважати значення міжфазної напруги (лінійної).

Напруга в різних точках мережі неоднакова. На початку лінії напруга звичайно вища, а в кінці – нижча від номінальної (рис. 1).

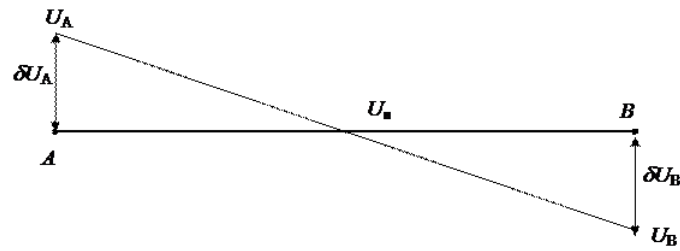


Рисунок 1. Напруга в різних точках мережі

За встановленими нормами, в сільських електричних мережах, відхилення напруги від номінального значення на затискачах у споживача повинно знаходитися в межах $\pm 5\%$. Максимально допустиме короточасне відхилення напруги – $\pm 10\%$.

Номінальна напруга генераторів приймається на 5% вищою від номінальної напруги мережі. Номінальна напруга первинних обмоток трансформаторів повинна дорівнювати номінальній напрузі мережі, оскільки вони є приймачами електричної енергії. Номінальна напруга вторинних обмоток трансформаторів приймається на 5 (10) % вищою від номінальної (рис.2).

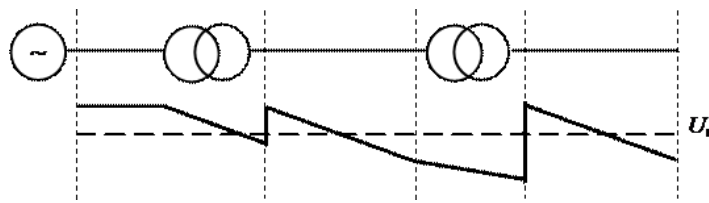


Рисунок 2. Відхилення напруги

Сучасна електрична система (рис. 3) складається із генераторів електростанцій (ЕС), підвищувальних підстанцій (ТП1...ТП3), знижувальних підстанцій (ТП4...ТП9) та повітряних ліній (ПЛ1...ПЛ10). Таким чином, щоб передати електроенергію від джерела живлення до споживача її необхідно декілька разів трансформувати.

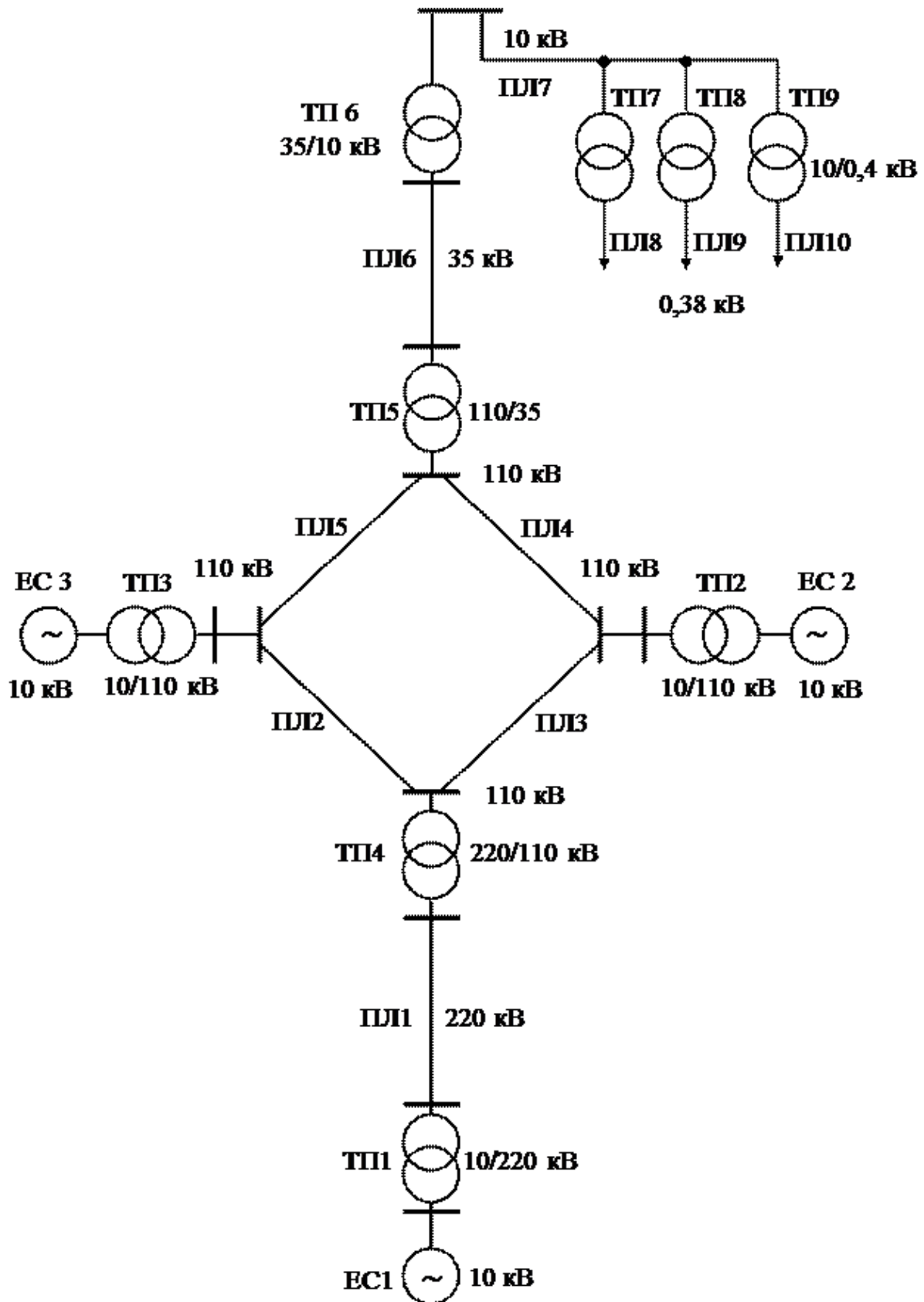


Рисунок 3. Електрична система

4. Мережа 0,38/0,22 кВ

Мережу 0,38/0,22 кВ називають розподільною електричною мережею, бо вона підводить електроенергію безпосередньо до споживачів. Напруга між будь-якими двома фазами 380 В, а між фазою і нулем – 220 В (рис. 4).



Рисунок 4. Мережа 0,38/0,22 кВ

Згідно “Правил безпечної експлуатації електроустановок” до лінії до 1000 В не можна наближатися ближче 0,6 м.

5. Мережа 10(6) кВ

В електричних мережах напругою 6, 10 та 35 кВ нейтраль ізольована від землі і лінії виконують трипровідними (три фазних проводів), тобто в лінії ідуть по три фази, а нуля немає (рис. 5).



Рисунок 5. Мережа 10(6) кВ

Розміри ізоляторів трохи більші, ніж в 0,4 кВ, і “спідничок” також більше (рис. 6).



Рисунок 6. Мережа 10(6) кВ

6. Мережа 35 кВ

В електричних мережах напругою 35 кВ нейтраль або ізолювана від землі і лінії виконують трипровідними (три фазних проводів). Але в окремих випадках нейтраль може з'єднуватися із землею, але через значний індуктивний опір (реактор). Як наслідок, такі мережі є мережами з ізолюваною (компенсованою) нейтраллю (рис. 7).



Рисунок 7. Мережа 35 кВ

Ізолятори об'єднані в гірлянди по 3 або 4 шт (рис. 8).



Рисунок 8. Ізолятори

7. Мережа 110 кВ

Мережі напругою 110 кВ і вище характеризуються великими струмами замикання на землю. Вони працюють в режимі з глухо заземленою нейтралю. Замикання однієї фази на землю приводить до короткого замикання і пошкоджена ділянка автоматично відключається (рис. 9).

В електричних мережах напругою 110 кВ і вище, хоч і прокладають лише три фазних проводи, але нейтраль трансформаторів заземлюють. Таким чином отримують трипровідні мережі із глухозаземленою нейтраллю.



Рисунок 9. Мережа 110 кВ

Над верхньою гірляндою видно щось подібне на граблі (захист від лелек) (рис. 10).



Рисунок 10. Захист від лелек

8. Мережа 330 та 750 кВ

Починаючи від 330 кВ фази йдуть розщеплені (рис. 11).



Рисунок 11. Мережа 330 з розщепленою фазою

Наявність напруги завжди чути на слух не залежно від погодних умов – лінія постійно тріщить внаслідок коронних розрядів (рис. 12).



Рисунок 12. Будова лінії 330 кВ.

На фотографії зліва скляні ізолятори, справа – полімерні (рис. 12). Полімерні ізолятори більш сучасні, мають меншу вагу, не б'ються, монолітні (зроблені, як єдине ціле). Один із ізоляторів побитий і його треба замінити. Зверху – грозозахисний трос (рис. 13 та 14).



Рисунок 13. Будова високовольтної лінії



Рисунок 14. Будова високовольтної лінії

Контрольні питання

1. Які існують розподільні мережі?
2. Що таке повітряна лінія?
3. Які існують номінальні класи напруг?
4. З чого складається електрична система?
5. Що таке номінальна напруга?
6. В яких мережах використовується ізольована нейтраль?
7. В яких мережах заземлюють нейтраль трансформатора?

Література

1. Артюх С.Ф. Вступ до спеціальності «Електричні станції»: Навчальний посібник для студентів вузів.- Х., 2006.-224 с.
2. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи. Підручник. 2-ге вид/ Сегеда М.С. – Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2009. – 488 с.

Лекція 8 Державна політика з питань енергозбереження

План лекції

1. Визначеність основних показників енерговикористання.
2. Проблеми щодо змін клімату. Глобальна екологічна проблема.
3. Енергетика та напрямки екологічних і енергозберігаючих та заходів (ЕЗЗ).
4. Огляд сценаріїв енергетичної політики в Україні.

1. Визначеність основних показників енерговикористання

Для розгляду питань щодо розвитку енергетики потрібно нагадати про деяку визначеність з питань проблем енерговикористання,

Умовне паливо. Різні види енергетичних ресурсів володіють різною якістю, яка характеризується питомою теплотворною здатністю палива (кількість енергії, що доводиться на одиницю маси фізичного тіла енергоресурсу).

Теплоту згоряння палива визначають експериментально. Для цього служать спеціальні прилади – калориметри.

Теплота згоряння основних видів органічного палива коливається від 6200 – 7500 кДж/кг (багатозольні сланці, високовологий торф, буре вугілля) до 25000 – 29000 кДж/кг (висококалорійне кам'яне вугілля) і 33000 – 42000 кДж/кг (нафтопродукти і газ). В табл. 1 приведені значення питомої теплотворної здатності палива для ряду енергетичних ресурсів порівняно з умовним паливом.

Таблиця 1. Значення співвідношень умовного палива до ряду енергетичних ресурсів

Види палива	Умовне паливо	Вугілля антрацит	Дрова сухі	Нафта	Газ пропан	Водень
МДж/кг	29,3	33,5	10,5	41,9	46,1	120,6
ккал/кг	7000	8000	2500	10000	11000	28000

Для зручності зіставлення різних видів енергоресурсів і можливості розрахунків витрата всіх видів палива порівнюється з витратою так званого умовного палива (у.п.). В країнах СНГ, включаючи Україну (раніше використовувалося і в Німеччині), за умовне прийнято таке паливо, при згорянні 1 кг якого виділяється $29,35 \cdot 10^6$ Дж або 7000 ккал енергії, що відповідає висококалорійному кам'яному вугіллю (тому іноді називають вугільним еквівалентом). В країнах ЄС, США та ін. (ОЕКР - Організація по Економічній Кооперації і Розвитку) еквівалентом є паливо, при згорянні якого виділяється $41,9 \cdot 10^6$ Дж. або 10000 ккал., що відповідає теплоті згоряння нафти (тому називають нафтовим еквівалентом). Тому, для приведення умовного палива (вугільного еквіваленту) в нафтовий еквівалент (згідно до теплоти згоряння вугілля та нафти), коефіцієнт перерахунку буде дорівнювати 1,43.

Основні енергоекономічні показники. Основні енергоекономічні показники, які характеризують енергоефективність процесів перетворення і енерговикористання в результаті діяльності людини:

1. *Енергоємність продукції (En)*

$$En = W / A, \quad (1.1)$$

де: W - енергоспоживання, A - об'єм продукції (виконаної роботи).

Тут енергоспоживання може бути представлено:

- як витрата первинної енергії (W_{pe}); представляється як енергоспоживання первинної енергії в тоннах (кілограмах) умовного палива ($m.u.n.$) або тонах (кілограмах) нафтового еквівалента ($m.n.e.$);
- як витрата кінцевої енергії (W_{ke}); представляється як енергоспоживання кінцевої енергії в джоулях ($кДж$) або Ватгодинах ($Вт\cdot год.$).

2. *Енергозабезпеченість (об'єкта, регіону, країни) - (Ez):*

$$Ez = W / N, \quad (1.2)$$

де: W - енергоспоживання, виражене в тонах умовного палива ($m.u.n.$) або тонах нафтового еквівалента ($m.n.e.$), N - кількість людей на об'єкті, населення регіону, країни).

3. *Енергоємність (Eввп) (енергоінтенсивність) економіки:*

$$E_{ввп} = E / ВВП, \quad (1.3)$$

де: W - енергоспоживання, яке виражене в кілограмах умовного палива ($к.u.n.$) або кілограмах нафтового еквівалента ($к.n.e.$), $ВВП$ - національний валовий внутрішній продукт, який виражений в гривнях.

$ВВП$ визначається, як грошовий еквівалент всіх продуктів і послуг, які були виконані, продані і куплені в рамках національної економіки в даному році. В англійських джерелах - GDP (Gross Domestic Product).

Валовий Національний Продукт ($ВНП$) є тотожним до $ВВП$, додавши чистий залишок (сальдо) міжнародних платежів в і з країни. В англійських джерелах - GNP (Gross National Product)

Головна проблема, яка виникає при порівнянні $ВВП$ ($ВНП$) різних країн - це необхідність все привести до однієї загальної валюти. Частіше за все це робиться з використанням ринкових курсів валют до долара США, який прийнятий загальною валютою.

Проте таке порівняння є некоректним. По-перше, економіки не всіх країн мають вільний ринок для іноземної валюти. По-друге, використання ринкового валютного курсу непрямим способом допускає, що внутрішні ціни

країни порівнянні з міжнародними. Для більшості країн, які розвиваються (РК) або для країн з перехідною економікою (КПЕ), це неприйнятний спосіб, бо, наприклад, ціни на їжу і головні послуги нижче міжнародних. По-третє, багато угод не враховується в офіційній економіці, особливо в країнах РК і КПЕ.

Для порівняння України і інших країн з використання ВВП і ВВП некоректно використовувати лише обмінні курси національного банку до однієї якоїсь валюти, оскільки такий метод не забезпечує адекватне відображення відносної купівельної спроможності грошових одиниць на національних ринках. Офіційний валютний курс значною мірою залежить від політичних чинників, регулюється міжнародними фінансовими організаціями і, швидше, повинен відображати цінові співвідношення товарів і послуг в зовнішньоторговельних операціях.

Існує інший, але набагато складніший шлях, де перерахунок продовжується до двох років. Цю роботу проводять солідні міжнародні організації: ОЕКР і економічні комісії ООН. Для цього ВВП кожної окремої країни по показниках споживання розбивається на групи товарів і послуг (наприклад, витрати на м'ясо і м'ясопродукти, послуги охорони здоров'я, будівництво житла, інвестиції в технологічне устаткування). Дається опис еталонів цих товарів і послуг, а потім отримані дані узагальнюються. Включається приблизно 2500 споживацьких товарів і послуг, 34 види занять для перерахунку неринкових державних послуг (охорона здоров'я, освіта, державне управління), 190 інвестиційних товарів і 20 будівельних об'єктів. В результаті для перерахунку кінцевих витрат в рамках міжнародних зіставлень застосовується паритет купівельної спроможності (*пкс*) – кількість одиниць валюти певної країни, яка необхідна для придбання стандартного набору товарів і послуг за одну грошову одиницю базової країни.

При цьому енергоємність ($E_{пкс}^{HE}$) (енергоінтенсивність) економіки країни в *пкс* представляється в нафтовому еквіваленті та перераховується за показником *пкс* який одержують від офіційних міжнародних організацій. Тільки після цього можливо об'єктивно робити порівняння рівня енергоефективності країни з іншими країнами світу.

2. Проблеми щодо змін клімату. Глобальна екологічна проблема.

Парниковий ефект – явище в атмосфері Землі та інших планет, при якому енергія сонячних променів, відбиваючись від поверхні, не може повернутися у космос, оскільки затримується молекулами різних газів, що призводить до підвищення температури поверхні.

Нагромадження вуглекислого газу в атмосфері – одна з основних причин парникового ефекту. Вуглекислий газ діє в атмосфері, як скло в оранжерей: він пропускає сонячну радіацію й не пропускає назад у космос інфрачервоне (теплове) випромінювання Землі. Зміст парникових газів – CO₂, метану й ін. – неухильно збільшується. Двоокис вуглецю в атмосфері діє як потужний поглинач земного випромінювання, що у протилежному випадку розсіювалося б у космічному просторі. Поглинаючи й знову віддаючи цю енергію

випромінювання, двоокис вуглецю робить атмосферу тепліше, ніж вона була б у протилежному випадку.

Фотосинтез сприяє зменшенню двоокису вуглецю. Рослини засвоюють із повітря CO_2 і будують із її свою біомасу. Вся рослинність на землі засвоює з атмосфери близько 20-30 млрд. т. вуглецю у формі його двоокису. Один квадратний метр тропічного лісу витягає з повітря 1-2 кг вуглецю. Близько 40 млрд. т. вуглецю засвоюють у рік мікроскопічні водорості, що плавають в океані, див. рис.1.

Однак рослинність Землі не здатна впоратися із всі забрудненням, що збільшується, атмосфери, що приводить до зміни клімату. У порівнянні з доіндустріальною епохою зміст двоокису вуглецю в атмосфері збільшилося на 28%. Якщо не вжити заходів, щоб скоротити викиди, то до середини ХХ століття середня глобальна температура приземної атмосфери підвищиться на $1,5 - 4,5^\circ\text{C}$.

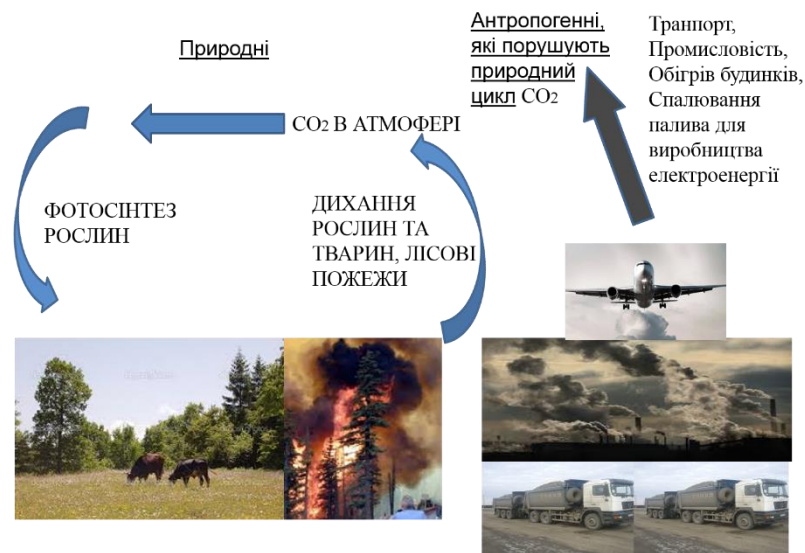


Рисунок 1. Природні і антропогенні джерела формування CO_2

Виходячи з того, що «природний» парниковий ефект - це устояний, збалансований процес, збільшення концентрації «парникових» газів в атмосфері повинне привести до посилення парникового ефекту, що у свою чергу приведе до глобального потепління клімату. Кількість CO_2 в атмосфері неухильно росте от уже більше століття через те, що як джерело енергії стали широко застосовуватися різні види викопного палива (вугілля і нафта). Крім того, як результат людської діяльності в атмосферу попадають і інші парникові гази, наприклад метан, закис азоту й цілий ряд хлоровмістних речовин. Незважаючи на те, що вони виробляються в менших об'ємах, деякі із цих газів куди більше небезпечні з погляду глобального потепління, чим вуглекислий газ. Принцип парникового ефекту пояснюється на рис. 2.

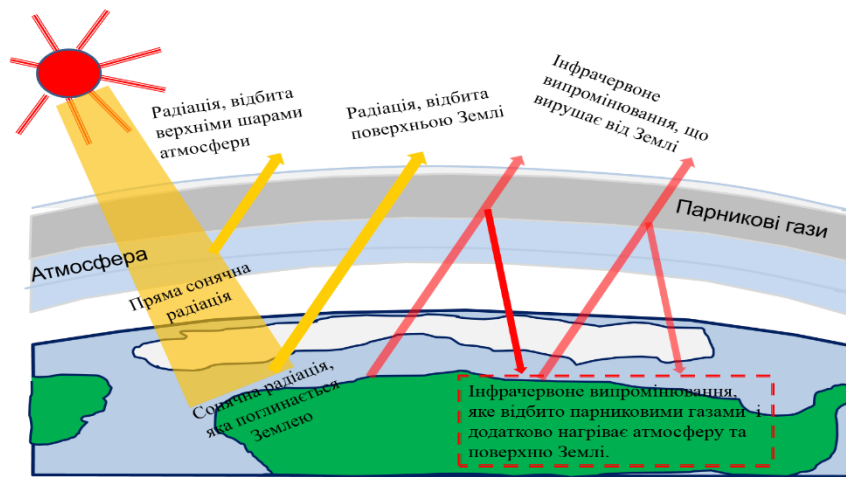


Рисунок 2. Сонячна радіація та формування парникового ефекту

Діяльність людини приводить до підвищення концентрації парникових газів в атмосфері. Збільшення концентрації парникових газів приведе до розігріву нижніх шарів атмосфери й поверхні землі. Будь-яка зміна в здатності Землі відбивати й поглинати тепло, у тому числі викликане збільшенням змісту в атмосфері тепличних газів і аерозолів, приведе до зміни температури атмосфери й світових океанів і порушить стійкі типи циркуляції й погоди.

Проте, ведуться запеклі суперечки навколо того, яка конкретно кількість цих газів викличе потепління клімату й у якому ступені, а також як незабаром це відбудеться. Навіть коли зміна клімату дійсно відбувається, у цьому важко бути стовідсотково впевненим. Світові середні температури можуть сильно коливатися в межах декількох років і десятиліть - причому по природних причинах. Проблема в тім, що вважати середньою температурою, і на підставі яких критеріїв судити, чи дійсно вона змінилася в ту або іншу сторону.

Наприкінці вісімдесятих - початку дев'яностих років ХХ століття кілька років підряд середньорічна глобальна температура було вище звичайною. Це викликало побоювання в тім, що викликане людською діяльністю глобальне потепління вже почалося. Серед учених існує консенсус, що за останні сто років середньорічна глобальна температура піднялася на 0,3 - 0,6 градусів Цельсія. Однак серед них немає згоди в тім, що саме викликало це явище. Важко із упевненістю сказати, відбувається глобальне чи потепління ні, тому що спостережуваний ріст температури усе ще перебуває в межах природних температурних коливань.

Невизначеність у питанні глобального потепління породжує хвилювання із приводу небезпеки, що загрожує. Проблема полягає в тім, що коли гіпотеза про антропогенні фактори глобального потепління підтвердяться, уже пізно буде що-небудь уживати.

Аналіз динаміки кліматичних даних показав, що в 80-х - початку 90-х рр. середньорічні температури на північній половині Східно-Європейської рівнини зросли через теплі зими, відзначена спряженість ареалів максимальної

мінливості кліматичних характеристик з географічним розподілом забруднень атмосфери.

У результаті антропогенних викидів парникових газів змінюється клімат, що веде до негативних наслідків практично у всіх областях діяльності людини.

В 1992 р. країни - члени ООН підписали Конвенцію ООН про зміну клімату, що ратифікована Росією 4 листопада 1994 р. і набула чинності 6 березня 1995 р. Ціль Конвенції - домогтися стабілізації парникових газів в атмосфері на рівні, яке б не допускало небезпечного антропогенного впливу на клімат Землі.

Серед екологів була висунута розумна ідея "податку на виділену вуглекислоту". Країна, не залежно від рівня індустріального розвитку, одержить певну квоту на виробництво CO₂. Багаті країни зможуть купувати квоти на викиди вуглекислоти в більше бідних країн. Такі ринкові відносини змогли б допомогти, наприклад, Бразилії дістати додаткові кошти на боротьбу зі знищенням тропічного лісу. Цей податок допоміг би підвищити інвестиції в розробку альтернативних джерел енергії.

Перший податок на виробництво вуглекислоти був уведений Швецією в 1990 р. Міністерство по захисту навколишнього середовища поставило завдання знизити до 2000 р. у країні емісію CO₂ на 2,5% .Уведений так само податок на спалювання вугілля, нафти й природного газу.

Важливо розуміти, що парниковий ефект на Землі був завжди. Без парникового ефекту, обумовленого наявністю вуглекислого газу в атмосфері, океани давно б змерзнули, і вищі форми життя не з'явилися б. У цей час наукові дебати про парниковий ефект ідуть по питанню глобального потепління: чи не занадто ми, люди, порушуємо енергетичний баланс планети в результаті спалювання викопних видів палива й іншої господарської діяльності, додаючи при цьому зайва кількість вуглекислого газу в атмосферу? Сьогодні вчені сходяться в думці, що ми відповідальні за підвищення природного парникового ефекту на кілька градусів.

Парниковий ефект має місце не тільки на Землі. У дійсності найдужчий парниковий ефект, про яке ми знаємо, — на сусідній планеті, Венері. Атмосфера Венери майже цілком складається з вуглекислого газу, і в результаті поверхня планети розігріта до 475°C. Кліматологи думають, що ми уникли такої долі завдяки наявності на Землі океанів. Океани поглинають атмосферний вуглець, і він накопичується в гірських породах, таких як вапняк - за допомогою цього вуглекислий газ віддаляється з атмосфери. На Венері немає океанів, і весь вуглекислий газ, що викидають в атмосферу вулкани, там і залишається. У результаті ми спостерігаємо на Венері некерований парниковий ефект.

Парниковий ефект атмосфер обумовлений їхньою різною прозорістю у видимих і далекому інфрачервоному діапазонах. На діапазон довжин хвиль 400—1500 нм (видиме світло й ближній інфрачервоний діапазон) доводиться 75 % енергії сонячного випромінювання, більшість газів не поглинають у цьому діапазоні; Релевське розсіяння у газах і розсіювання на атмосферних аерозолях не перешкоджають проникненню випромінювання цих довжин хвиль у глибини атмосфер і досягненню поверхні планет. Сонячне світло поглинається

поверхнею планети і її атмосферою (особливі випромінювання в ближньої УФ- і ІЧ-областях) і розігрівають їх. Нагріта поверхня планети й атмосфера випромінюють у далекому інфрачервоному діапазоні: так, у випадку Землі ($T_s = 300K$) 75% теплового випромінювання доводиться на діапазон 7,8–28 мкм, для Венери ($T_s = 300K$) – 3,3–12 мкм.

Таблиця 2. Додаткові забруднювачі біосфери та їхній вплив на здоров'я людини

Забруднювач	Вплив на здоров'я людини (у значних концентраціях)
Оксид карбону (CO)	Досить агресивний газ, що сполучається з гемоглобіном крові й утворює карбоксигемоглобін, що може призвести до (залежно від концентрації): погіршення гостроти зору та здатності оцінювати тривалість інтервалів часу; змін у роботі серця та легенів; головного болю, сонливості, порушення дихання і навіть смерті
Оксиди сірки	Подразнюють слизові оболонки очей та ротової порожнини, а також: викликають респіраторні симптоми: утруднене дихання, кашель з виділенням мокротиння, задишку; хронічну обструктивну легенеvu недостатність, смертність від респіраторних та серцево-судинних хвороб
Оксиди нітрогену	Викликають хронічну обструктивну легенеvu недостатність, посилення респіраторних симптомів: кашель, головний біль, блювоту
Вуглеводні (бензин, метан)	Мають наркотичну дію, викликають головний біль, запаморочення
Формальдегід	Викликає подразнення очей, носа і горла, нудоту, рак носової порожнини
Свинець	Викликає головний біль, анемію, нервові розлади, затримку розвитку
Ртуть	Викликає ураження центральної та вегетативної нервової системи, печінки, нирок, органів травлення
Кадмій	Викликає ушкодження нирок, анемію, хворобу легенів, високий кров'яний тиск; можливі також онкологічні захворювання, ушкодження плоду
Пестициди	Викликають рак, ушкодження печінки, ембріонів
Нітрати	Викликають утруднення дихання, підвищують дитячу смертність, при хімічних перетвореннях породжують канцерогенні сполуки
Радіонукліди	Призводять до онкологічних захворювань, генетичних мутацій
Тверді завислі частки	Викликають бронхіти, ослаблюють легенеvu функцію, вірогідне скорочення середньої тривалості життя

Атмосфера, що містить гази, що поглинають у цій області спектру (т. зв. парникові гази — H_2O , CO_2 , CH_4 та ін. (табл. 2), істотно непрозора для такого випромінювання, спрямованого від її поверхні в космічний простір, тобто має в ІЧ-діапазоні більшу оптичну товщину. Внаслідок такої непрозорості атмосфера стає гарним теплоізолятором, що, у свою чергу, приводить до того, що перевипромінювання поглиненої сонячної енергії в космічний простір відбувається у верхніх холодних шарах атмосфери. У результаті ефективна температура Землі як випромінювача виявляється більш низькою, чим температура її поверхні.

Багато забруднювачів (пестициди, поліхлордифеніли, пластмаси) у край повільно розкладаються в природних умовах, а токсичні сполуки (ртуть, свинець) взагалі не знешкоджуються.

Якщо в 40-х роках ХХ ст. ще домінували натуральні продукти (бавовна, шовк, вовна, каучук, мило, їжа практично без добавок), то в наш час у промислово розвинутих країнах вони замінені синтетичними, які важко розкладаються і забруднюють навколишнє середовище. Це насамперед синтетичне волокно, миючі засоби (детергенти, відбілювачі), їжа з добавками, мінеральні добрива, синтетичний каучук та ін.

Основним джерелом викидів є спалювання палива: вугілля, газу, нафтопродуктів і торфу. Найбільше викидів в енергетиці на 2010 рік це 29%. Потім йде промисловість (18%) і транспорт (13%). Вельми значущий, особливо в нашій країні, внесок різних витоків метану і спалювання газу в факелах на нафтопромислах (8%). До цього додається спалювання палива безпосередньо в будівлях, як правило, для обігріву та приготування їжі (8%). На цю енергетичну «основу» викидів накладаються викиди в сільському господарстві (в тому числі і в результаті спалювання відходів - 11%), лісовому господарстві - результат рубок та лісових пожеж (5 % і 3%), а також при осушенні торф'яних боліт (3%). Вінчає картину наше поводження з відходами (4%).

3. Енергетика та напрямки використання альтернативних джерел енергії

Загальна потреба у вирішенні глобального питання розвитку сучасної енергетики полягає у необхідності активного пошуку шляхів заміни традиційних (викопних) видів паливно-енергетичних ресурсів, у першу чергу таких як нафта, природний газ, вугілля, тощо, на альтернативні види і джерела енергії. За визначенням Закону України «Про альтернативні джерела енергії» до числа останніх відносяться відновлювані джерела енергії (енергія сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів) та вторинні енергетичні ресурси (доменний та коксівний гази, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів).

Дослідження показують, що розвиток сучасної енергетики має базуватися на комплексному використанні різних видів енергії, ефективно доповнюючи один вид іншим. Такий підхід обумовлений багатьма факторами, в тому числі, сталим підвищенням цін на викопні енергетичні ресурси та відносно високими

на сьогодні цінами на альтернативні види енергії, які, однак, мають значно менші за викопні темпи зростання. Прогнозна динаміка, на період до 2025 року в країнах Європи передбачає, за даними, подорожчання усіх видів викопного палива в 1,5 – 2 рази з подальшою тенденцією до збільшення. Динаміка збільшення цін на енергетичні ресурси для різних країн Європи може відбуватися з тимчасовими коливаннями, які обумовлені величиною попиту, вичерпанням легкодоступних покладів органічного палива, екологічного стану навколишнього середовища та іншими факторами, в тому числі і політичними. Розв'язання вказаної проблеми у глобальному масштабі пов'язано з пошуком і використанням нових технологій перетворення видів енергії, в тому числі і альтернативних.

Комплексне використання ПЕР з врахуванням альтернативних джерел передбачає проведення наступних заходів:

1) організаційно-технологічних:

- визначення складу і співвідношення потужності джерел енергії в енергосистемі, які використовують різні види первинних енергоносіїв в напрямку отримання синергетичного ефекту – збільшення ефективності за рахунок інтеграції окремих складових частин в єдину енергетичну систему;

- виділення головних та додаткових напрямків розвитку систем енергопостачання різних галузей виробництва: промисловості, АПК та інше.

2) технічних – щодо розробки та удосконалення пристроїв, які перетворюють енергію альтернативних джерел в інші види енергії, що створює нові можливості вирішення ряду задач, до яких можна віднести:

- підвищення ефективності використання енергоресурсів і первинних палив у системі;

- створення нових послуг у сфері енергопостачання та енергоспоживання;

- вирішення загальних завдань сталого розвитку: економіки, машинобудування та суміжних галузей за сучасними технологіями;

- створення додаткових робочих місць;

- забезпечення енергетичної незалежності країни за рахунок використання АДЕ;

- зниження негативного впливу парникового ефекту на довкілля, та інше.

Аналіз даних потенційних запасів енергетичних ресурсів у світі, узагальнених в роботах, показує, що АДЕ, по своїм запасам, навіть перевищують традиційні, які не відновлюються, і здатні забезпечити зростаючі енергопотреби людства на тривалу перспективу. АДЕ поступово стають одним з важливих елементів енергетичного балансу в розвинутих країнах світу та створюють умови для підвищення енергетичної незалежності країн з обмеженими запасами енергоресурсів.

В природі не існує універсального джерела для забезпечення споживача всіма необхідними видами енергії: електричної, теплової, механічної, іншої тощо. Порівняно з традиційними АДЕ мають ряд специфічних особливостей, які необхідно враховувати при їх використанні:

- відносна мала густина (концентрація) на одиницю поверхні (суші і моря);

- непостійність потоку енергії в часі, яка обумовлюється природними умовами;
- необхідність акумулювання виробленої енергії;
- порівняно більші капітальні вкладення на одиницю потужності або енергії, та на будівництво установок по перетворенню енергії альтернативних джерел в інші види, наприклад, в електричну або теплову.

Незважаючи на відмічені особливості обсяги використання альтернативних енергоресурсів мають сталу тенденцію до зростання в різних країнах світу.

Так, згідно, програма енергозбереження у Швеції, що була прийнята ще на початку 70-х років, спрямована на зменшення частки використання нафти. Її результатом стало використання деревної біомаси (ДБМ). ДБМ у Швеції є одним з основних енергоносіїв, із якого виробляється близько 19 % всієї енергії - 89 *TВт·год*. В Китаї АДЕ у загальному виробництві енергії становлять п'яту частину. Використання АДЕ формує стабільний енергетичний ринок, гарантує надійне постачання енергії, зменшує викиди в навколишнє середовище забруднюючих речовин. Передбачається, що у 2050 р. в Китаї АДЕ можуть забезпечити до 30 % потреби країни в енергії за рахунок використання:

- мікроГЕС (більш 60 *тис. шт*) з установленою потужністю менше 10 *кВт* і загальною потужністю понад 180 *МВт* для забезпечення енергією до 600 *тис.* приватних господарств;
- біогазових установок (7,5 *млн. шт.*) індивідуального використання;
- ВЕУ на сумарну потужність більше 3000 *МВт*;
- геотермальних електростанцій (9 *шт.*), сім з яких мають статус пілотних, а дві - комерційних.

Подвоєння використання частки альтернативних видів енергії є першочерговою задачею Європейського Союзу (ЄС). Пріоритет у використанні АДЕ належить біоенергетиці. В країнах ЄС експлуатується понад 6400 біогазових установок, із них в Німеччині – понад 5440 уст., Франції – 236 уст., Швеції – 226 уст., Австрії – 200 уст., Данії – понад 130 уст., Італії – понад 100 уст., Фінляндії – 35 уст., Греції, Ірландії, Португалії – до 10 уст. в кожній країні.

Варто відмітити, що використання АДЕ в Україні має певні перешкоди, серед яких з точки зору системного аналізу необхідно відмітити складнощі підключення АДЕ до централізованих систем енергопостачання.

Але традиційні види палива, та її частка, яка на сьогодні вважається легкодоступною, як у світі, так і в Україні, поступово вичерпуються, що може привести до глобальної енергетичної кризи, а їх подальше широке використання – до екологічної. Тому розвиток альтернативної енергетики є необхідним. С точки зору споживачів АПК це створює додаткові умови незалежності малопотужних споживачів, до яких відноситься більшість споживачів АПК, та відкриває нові можливості для переробки органічних відходів і зниження викидів газів з парниковим ефектом. Так, за даними, на рівні 2030 року в загальному паливно-енергетичному балансі України прогнозується зростання частки АДЕ.

Як відмічалось вище, для вирішення проблем ефективного використання АДЕ в Україні має бути застосований комплексний підхід, що охоплює:

- впровадження нових, з більш низькою собівартістю, технологій і пристроїв перетворення альтернативної енергії в інші види;
- створення комбінованих систем енергопостачання, які поєднують переваги використання традиційних і місцевих альтернативних джерел енергії;
- визначення пріоритетних напрямків використання енергії від АДЕ;
- утилізацію пристроями МСАДЕ відходів життєдіяльності людини, тварин, виробництв;
- механізми профілактики забруднень навколишнього середовища.

Необхідно також відзначити важливу роль техніко-економічного обґрунтування загальносистемних рішень щодо вибору, методів оцінки і прогнозування пріоритетних напрямів розвитку АДЕ.

Основні аспекти енергетичної стратегії України до 2030 р.

1. Забезпечення в потрібних обсягах надійного та якісного постачання енергетичними продуктами, підвищення економічної ефективності та поліпшення екологічної безпеки шляхом упровадження новітніх технологій.

2. Зменшення енергоємності ВВП з 0,5 кг у. п./грн у 2005 р. до 0,24 кг у. п./грн у 2030 р. (тобто у 2,1 рази) шляхом структурного та технологічного енергозбереження.

3. Оптимізація структури виробництва електроенергії за видами палива з забезпеченням співвідношення між АБС — 52,1 %; ТЕС, ТЕЦ, блок-станціями — 42,9 %; іншими типами генерації — 5,0 %. Таке співвідношення виробництва забезпечує економічну роботу електростанцій та створює умови регулювання і стабільної роботи Об'єднаної енергосистеми України,

4. Забезпечення енергетичної безпеки шляхом:

— зменшення рівня енергетичної залежності країни від зовнішніх поставок палива (природний газ, нафта, уран) з 54,8 % у 2005 р. до 11,7 % у 2030 р., у тому числі за допомогою збільшення використання власного вугілля, урану, газу, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії;

— зростання обсягів виробництва електроенергії на власному паливі з 38,1 % у 2005 р. до 91,7% у 2030 р.;

— диверсифікації джерел і маршрутів постачання природного газу та нафти шляхом участі України в міжнародних енергетичних проектах, зокрема, розширення участі країни у розробленні нафтогазових родовищ та розвитку нафтогазової інфраструктури за кордоном;

— створення в країні стратегічного резерву нафти та природного газу з метою використання у надзвичайних ситуаціях та ринкового регулювання цін;

— участі в розробленні та реалізації міжнародних енергетичних проектів.

4. Огляд сценаріїв енергетичної політики в Україні.

Існує три сценарії, випадки А, В, і С. Головна увага приділяється періоду між 2020 і 2050 роками, проте додаються деякі попередні результати до 2100

року. *Випадок А* представляє майбутнє вражаючих технологічних удосконалень і швидкого економічного росту, що є наслідком таких вдосконалень. *Випадок В* описує майбутнє з меншими амбіціями, однак можливо з більш реалістичними технологічними удосконаленьми, і отже з більш промірним економічним зростанням. *Випадок С* представляє "багате і зелене" майбутнє. Це включає як постійний технологічний прогрес, так і безпрецедентне міжнародне співробітництво, спрямоване на захист оточуючого середовища і міжнародну рівність. Ключові характеристики цих трьох випадків дані в табл. 1.3. Наступні параграфи детально представляють їхні спільні та відмінні риси.

Спільні риси

Всі три випадки передбачають значний соціальний і економічний розвиток:

- вдосконалення енергоефективності та екологічну сумісність, зростання як кількості так і якості енергетичного сервісу.
- у всіх трьох *випадках* інтенсивність енергії вдосконалюється.
- робиться припущення, що населення зросте до 10 мільярдів (10^9) у 2050 році і приблизно до 12 мільярдів у 2100 році.

Відмінності

Випадок А: “Швидкий ріст”

- амбіційно високі рівні економічного зростання і технологічного прогресу, сприятлива геополітика і вільні ринки;
- економічне зростання становитиме 2% на рік в країнах організації ОЕКР, і вдвічі вище в РК;
- поточна відмінність між розвиненими регіонами і регіонами, що розвиваються стане неактуальною.

Випадок А: включає три сценарії:

- *Сценарій А1* – використання нафтових і газових ресурсів
- *Сценарій А2* – розглядає нафтові та газові ресурси як дефіцитні, що вплине на масове повернення до вугілля
- *Сценарій А3* – стрімкі зміни в технологіях атомної і відновлюваної енергетики приведуть до відмови від викопного палива (скоріше економічні причини, ніж дефіцит).

Випадок В: Середні темпи росту

- передбачає більш скромний попит на енергію і повільніші технологічні вдосконалення;
- структура постачання та використання енергії залишається набагато ближче до поточної ситуації ніж в випадках А і С.

Таблиця 1.3 - Короткий виклад трьох випадків в 2050 і 2100 роках

Показник	Випадок		
	А, Швидкий ріст	В, Середні темпи росту	С, Орієнтація на екологію
Населення, млрд			
1990	5,3	5,3	5,3
2050	10.1	10.1	10.1
2100	11.7	11.7	11.7
Валова світова продукція у доларах США·10¹²			
1990	20	20	20
2050	100	75	75
2100	300	200	220
Покращення інтенсивності використання енергії, ПЕ/ВНП, %/рік	середнє	низьке	високе
Світ (1990 – 2050)	-1	-0.7	-1.4
Світ (1990 – 2100)	-1.0	-0.8	-1.5
Потреба у первинній енергії, Гт нафтового еквіваленту			
1990	9	9	9
2050	25	20	14
2100	45	35	21
Доступність ресурсів			
Викопних	висока	середня	низька
Невикопних	висока	середня	висока
Вартість технологій			
Викопних	низька	середня	висока
Невикопних	низька	середня	низька
Динаміка технологій			
Викопних	висока	середня	середня
Невикопних	висока	середня	висока
Зменшення викидів CO ₂	ні	ні	так
Викиди вуглецю, Гтнетто вуглецю			
1990	6	6	6
2050	9-15	10	5
2100	6-20	11-14	2
Екологічні податки	ні	ні	так

Випадок С: Орієнтація на екологію

- безпрецедентне активне міжнародне співробітництво, сфокусоване на захисті довкілля і міжнародній рівності;
- широка низка технологій і політик екологічного контролю, включаючи стимули для заохочення виробників і споживачів енергії використовувати енергію більш ефективно і ощадливо;
- "зелені" податки, суворі міжнародні екологічні податки або пільги, які використовуватимуть фонди ОЕКР у КР;
- міжнародні екологічні та економічні угоди;
- передача технологій (передача досвіду (з технологій) від індустріалізованих країн до країн, що розвиваються).
- Випадок С включає два сценарії:
- *Сценарій С1* – атомна енергія підтверджує перехідну технологію
- *Сценарій С2* – розвиток нового покоління атомних реакторів.

Контрольні питання

1. Розкрити визначення і призначення величини умовного палива.
2. Розкрити визначення енергоємності продукції
3. Розкрити визначення енергозабезпеченості (об'єкта, регіону, країни)
4. Розкрити визначення енергоємності
5. Розкрити сценарії соціального і економічного розвитку енергетики на період 2020 – 2050 рр
6. Заходи по зменшенню викидів парникових газів у світі та Україні
7. Назвіть основні складові та головні напрями сучасної екологічної проблеми.
8. У чому полягає сутність енергетичної кризи?
9. З'ясуйте основні напрями енергозбереження.
10. Розкрийте сутність вартісної оцінки економічного ефекту від реалізації ЕЗЗ.

Література

1. Малярєнко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження / Х.: Рубікон, 2004. – 361 с.
2. Добровольська Л. Н. Енергоощадні технології в електричних мережах енергосистем: навч. посібн. / Л. Н. Добровольська, В. В. Кулик, П. Д. Лежнюк, за наук. ред. П. Д. Лежнюка. – Луцьк: Вежа-Друк, 2018. – 328 с.
3. Тоговжянський Л.Л., Левченко Б.О. Енергетика на межі ХХІ століття. Навч. посібник. – Х.: НТУ «ХП», 2006. – 174 с.

Лекція 9 Побутові споживачі електричної енергії

План лекції

1. Визначення понять: споживач і приймач електричної енергії. Побутові споживачі електроенергії.
2. Загальні електротехнічні характеристики споживачів та їх визначення.
3. Таблиця потужності різних споживачів. Добовий графік навантаження.
4. Розрахунок споживаної електричної енергії приладу.

1. Визначення понять: споживач і приймач електричної енергії. Побутові споживачі електроенергії.

Споживачем електричної енергії називається електроприймач або група електроприймачів, об'єднаних технологічним процесом і розміщених на певній території.

Приймачем електричної енергії (електроприймачем) називається апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії в інші види енергії.

Існує велика кількість різноманітних побутових споживачів електричної енергії, а саме: праска, міксер, блендер, кухонний комбайн, мікрохвильова піч, швейна машинка, пилосос, холодильник, комп'ютер, телевізор і т. д. На рис. 1 представлені деякі з перерахованих.



Рисунок 1. Побутові споживачі електроенергії

2. Загальні електротехнічні характеристики споживачів та їх визначення

До основних електротехнічних характеристик побутових споживачів можна віднести:

- номінальну напругу U_n , В;
- номінальний струм I_n , А;
- потужність P_n , Вт;
- частоту f_n , Гц;
- вид струму.

Номинальна напруга – це різниця потенціалів між двома точками електричного поля на яку розраховані споживачі при нормальних умовах роботи. В побутових мережах величина $U_n = 220$, В.

Номинальний струм – це найбільш допустимий струм за умовою нагріву струмоведучих частин і ізоляції при якому обладнання може працювати необмежено довго. Залежить від потужності споживача.

Потужність – це характеристика, яка вказує на швидкість перетворення електричної енергії в інші види енергії у споживачах. Величина залежить від виду споживача.

Частота – це n-на кількість повних електромагнітних коливань за одиницю часу. В побутовій мережі складає 50 Гц.

Види струму: постійний, змінний. Постійний, заснований на незмінній в часі величині струму. Змінний, заснований на змінній в часі величині струму, при цьому, характер зміни гармонічний.

3. Таблиця потужності різних споживачів. Добовий графік навантаження

Таблиця 1 – Потужності різних споживачів

Побутовий прилад	Потужність, Вт
Кавомолка	200
Кавоварка	800
Тостер	800-1500
Блендер	300
Мікрохвильва піч	600-2000
Пилосос	700-2000
Насос	75-400
Сушка	1000

Добовий графік навантаження – це графічне зображення залежності електроспоживання від часу.

Форма добового графіку навантаження і його характер, а також максимум навантаження змінюється в широких межах. В зв'язку з цим, для дослідження будуються усереднені типові графіки навантаження визначені із ряду графіків по середнім півгодинним навантаженням.

Для елементів мереж, що живлять квартири з газовими плитами, усереднені графіки визначаються за всі дні тижня, включаючи суботу і неділю, так як великої різниці в графіках навантаження по днях тижня в цих мережах немає. Для елементів мереж, що живлять квартири з електричними плитами, визначаються усереднені графіки за вихідні дні (субота та неділя) і за робочі дні тижня, так як в цих мережах графіки навантажень робочих і вихідних днів відрізняються один від одного (рис.2).

Характерною особливістю графіка навантаження вихідного дня є наявність ранкового і денного максимумів навантаження, по величині близьких до вечірнього максимуму навантаження робочих днів.

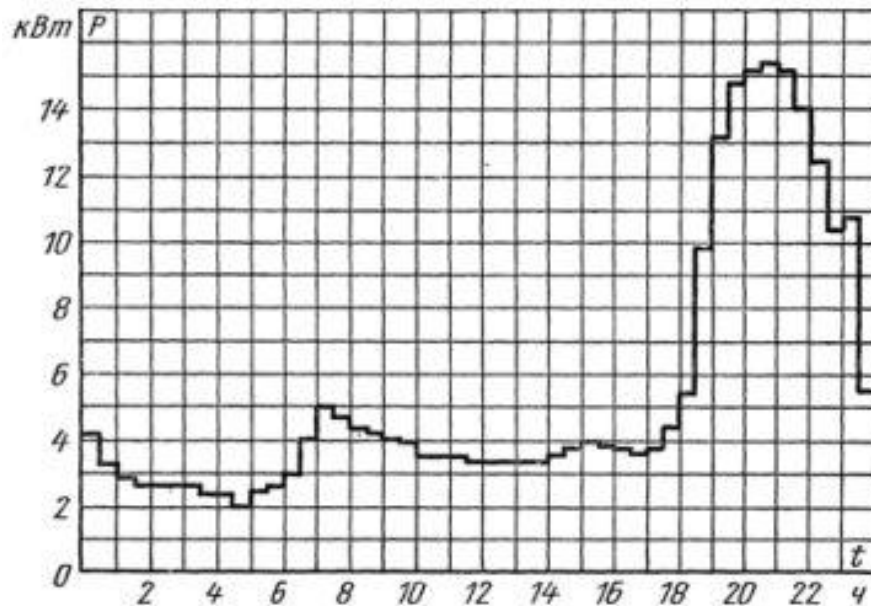


Рисунок 2. Усереднений добовий графік навантаження на ввіді багатоквартирного будинку з газовими плитами

4. Розрахунок споживаної електричної енергії приладу

Для розрахунку споживаної електричної енергії тим або іншим побутовим приладом, скористаємось наступним формульним виразом:

$$W_{cn} = P_n \cdot t_p, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (1)$$

де P_n – номінальна потужність споживача, кВт;

t_p – час роботи споживача, год.

Для розрахунку вартості спожитої електроенергії споживачем застосуємо наступну формулу:

$$B = W_{cn} \cdot T, \text{ грн} \quad (2)$$

де W_{cn} – величина спожитої електричної енергії, кВт;

T – тариф на електроенергію, $\frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$.

Питання для самоперевірки

1. Що таке споживач електричної енергії?
2. Що таке приймач електричної енергії?
3. Основні електротехнічні характеристики побутових споживачів?
4. Що таке номінальна напруга, номінальний струм, потужність, частота?
5. Які бувають види струму?

6. Визначення добового графіку навантаження?
7. Формула розрахунку споживаної електричної енергії споживачем?
8. Формула для розрахунку вартості спожитої енергії та величина тарифу до $100 \text{ кВт} \cdot \text{год}$?

Література

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков та ін.; За ред. М. Г. Поповича, О. Ю. Лозинського. — К.: Либідь, 2005. — 680 с.
2. Попович М. Г., Лозинський О. Ю., Клепиков В. Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. Посібник — К.: Либідь, 2005. — 680 с.

Лекція 10 Промислові споживачі електричної енергії

План лекції

1. Групи приймачів електроенергії.
2. Основні експлуатаційно-технічні ознаки за якими відбувається систематизації споживачів та їх навантажень.
3. Групи споживачів за режимами роботи.
4. Групи споживачів за потужністю, напругою та родом струму.
5. Категорії споживачів за надійністю і безперебійністю живлення.

1. Групи приймачів електроенергії

Приймачі електроенергії розподіляються на такі групи:

1. Приймачі трифазного струму напругою до 1000 В, частотою 50 Гц;
2. Приймачі трифазного струму напругою вище 1000 В, частотою 50 Гц;
3. Приймачі однофазного струму напругою до 1000 В, частотою 50 Гц;
4. Приймачі, що працюють з частотою, відмінною від 50 Гц, і живляться від перетворювальних підстанцій і установок;
5. Приймачі постійного струму, що живляться від перетворювальних підстанцій і установок.

2. Основні експлуатаційно-технічні ознаки за якими відбувається систематизації споживачів та їх навантажень

Систематизацію споживачів електричної енергії і їхніх навантажень здійснюють за наступними основними експлуатаційно-технічними ознаками: виробничим призначенням, виробничими зв'язками, режимами роботи, потужністю і напругою, родом струму, необхідним ступенем надійності живлення, територіальним розміщенням, щільністю навантаження, стабільністю розташування електроприймачів. Однак при визначенні електричних навантажень досить систематизувати споживачів електричної енергії за режимами роботи, потужністю, напругою, родом струму і необхідним ступенем надійності живлення, вважаючи інші ознаки допоміжними.

3. Групи споживачів за режимами роботи

За режимами роботи всі споживачі можна розподілити на ряд груп, для яких передбачаються три режими роботи: *тривалий*, при якому приймач може працювати тривалий час, причому перевищення температури окремих частин апарата не виходить за межі, встановлені нормативною документацією; *короткочасний*, при якому робочий період не настільки тривалий, щоб температура окремих частин апарата могла досягти сталого значення, період зупинки настільки тривалий, що апарат встигає остигнути до температури навколишнього середовища; *повторно-короткочасний*, при якому робочі періоди чергуються з періодами пауз, а тривалість всього циклу не перевищує 10

хв., нагрівання не перевершує припустимого, а при охолодженні не досягає температури навколишнього середовища.

У тривалому режимі працює більшість електричної двигунів, які обслуговують основні технологічні агрегати і механізми (рис.1). З тривалістю роботи від декількох годин до декількох змін підряд, з досить високим, незмінним або маломінливим навантаженням працюють електроприводи вентиляторів, насосів, компресорів та ін. Довгостроково, але з перемінним навантаженням і короткочасними відключеннями, за час яких електричної двигун не встигає остигнути до температури навколишнього середовища, а тривалість циклів перевищує 10 хв., працюють електричні двигуни, що обслуговують верстати холодної обробки металів, деревообробні верстати, молоти, преси та ін.

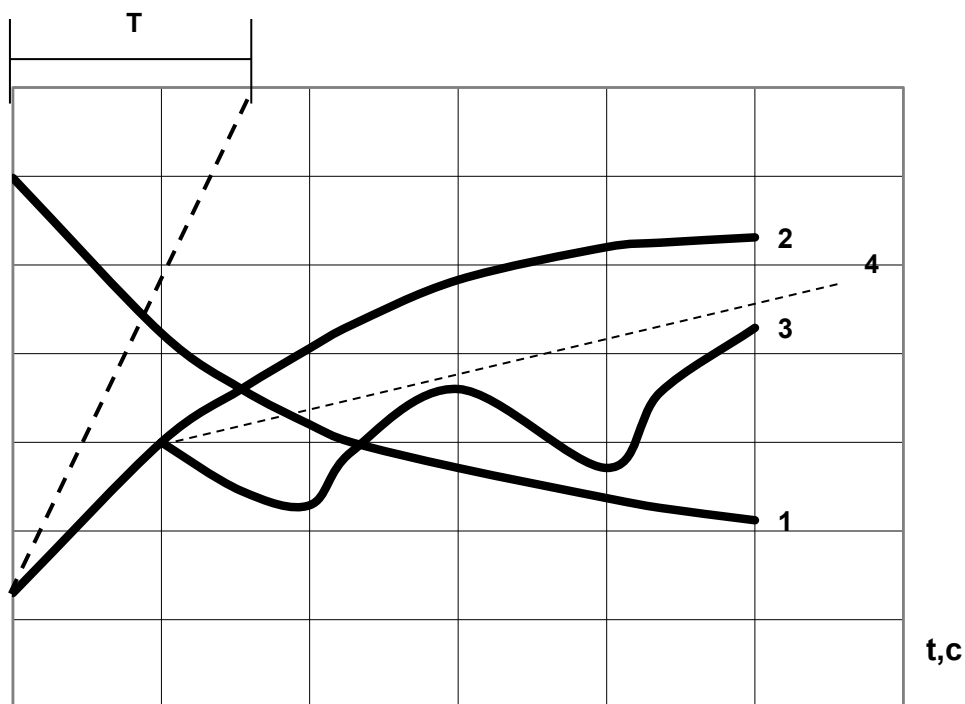


Рисунок 1. Криві нагрівання й охолодження

1 - охолодження; 2 - тривалий режим;

3 - крива нагрівання при повторно-короткочасному режимі;

4 - рівень нагрівання при повторно-короткочасному режимі.

У короткочасному режимі працює більшість електричних приводів допоміжних механізмів металорізальних верстатів, а також механізмів для відкривання гідравлічних затворів, усякого роду заслінок та ін.

У повторно-короткочасному режимі працюють електричні двигуни мостових кранів, тельферів, підйомників і аналогічних їм установок, допоміжних і деяких головних приводів. До цієї групи відносяться також зварювальні апарати, що працюють з постійними великими кидками потужності.

Нагрівальні апарати і електропечі працюють у тривалому режимі з постійним або маломінливим навантаженням. Особливістю режиму роботи

електричного освітлення є різка зміна і сталість навантаження при включенні і зміні режиму роботи.

У житлових будинках до них відносяться: ліфти, пожежні насоси, системи автоматичного димовидалення, аварійне освітлення коридорів, вестибюлів, холів і сходових кліток будинків висотою 16 поверхів і більше, загороджувальні вогні, встановлювані на дахах будинків висотою більше 50 м. До першої категорії також відносяться: електроприймачі спеціального призначення незалежно від поверховості будинків – це вбудовані автоматичні телефонні станції, станції перекачування фекальних вод, опорно-підсилювальні пункти і блоки-станції радіотрансляції, водопровідні й каналізаційні вузли, приймачі будинків масового скупчення людей (театри, кіно, клуби та ін), приймачі особливих лікувальних установ – операційних залів, родильних будинків, пунктів невідкладної допомоги, у промисловості - споживачі, перерва в електропостачанні яких може викликати небезпеку для життя людей або значний матеріальний збиток, пов'язаний з пошкодженням устаткування, масовим браком продукції або тривалим розладом складного технологічного процесу виробництва.

До другої категорії відносяться приймачі житлових будинків висотою від 6 до 16 поверхів, споживачі будинків будь-якої поверховості, в яких встановлені напідложні стаціонарні електроплити, а також електроприймачі адміністративно-громадських будинків, лікувальних і дитячих установ, шкіл і навчальних закладів. На промислових підприємствах до другої категорії належать приймачі, перерва в електропостачанні яких пов'язана з істотним недовипуском продукції, простоем людей, механізмів, промислового транспорту.

4. Групи споживачів за потужністю, напругою та родом струму

За потужністю і напругою всі споживачі електричної енергії можна розподілити на дві групи: *споживачі великої потужності* (80 – 100 кВт і вище) на напругу 3-6-10 кВ, які одержують живлення безпосередньо від мережі 3-6-10 кВ. До цієї групи відносяться могутні печі опору й дугові печі для плавки чорних і кольорових металів, які живляться через власні трансформатори; *споживачі малої і середньої потужності* (нижче 80 – 100 кВт), живлення яких можливе й економічно доцільне тільки на напругу 380-660 В.

За родом струму всі споживачі електричної енергії можна розподілити на три групи: ті, що працюють від мережі *змінного струму промислової частоти*; ті, що працюють від *мережі змінного струму підвищеної або зниженої частоти*; ті, що працюють від *постійного струму*.

Основний род струму, на якому працює більшість електричних приймачів – змінний трифазний струм частотою 50 Гц.

5. Категорії споживачів за надійністю і безперебійністю живлення

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) всі споживачі підрозділяються на три категорії за забезпеченням надійності і безперебійності

живлення. До першої категорії відносяться споживачі, що допускають перерву в електропостачанні тільки на час дії пристроїв автоматичного включення резерву. Такі споживачі повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних джерел електропостачання.

Друга категорія споживачів допускає перерву електропостачання на час, необхідний для включення резерву силами оперативного персоналу. Електроприймачі цієї категорії можуть житися від однострансформаторної підстанції при наявності централізованого резерву трансформатора.

До третьої категорії відносяться приймачі п'ятиповерхових житлових будинків і нижче за відсутності напідложних стаціонарних електроплит. У промисловості до цієї категорії належать всі приймачі, що не підходять під визначення 1-й і 2-й категорій.

Навантаження споживачів електричної енергії є основним параметром, за яким виконується вибір всіх елементів системи електричного постачання. Тому, правильне визначення електричного навантаження необхідне при проектуванні й експлуатації електричних мереж.

Питання для самоперевірки

1. Які бувають групи приймачів електричної енергії ?
2. Назвіть основні експлуатаційно-технічні ознаки за якими відбувається систематизація споживачів та їх навантажень ?
3. Які бувають групи споживачів за режимами роботи та їх опис?
4. Які бувають групи споживачів за потужністю, напругою та родом струму ?
5. Назвіть категорії споживачів за надійністю і безперебійністю електропостачання та їх опис ?

Література

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков та ін.; За ред. М. Г. Поповича, О. Ю. Лозинського. — К.: Либідь, 2005. — 680 с.
2. Попович М. Г., Лозинський О. Ю., Клепиков В. Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. Посібник — К.: Либідь, 2005. — 680 с.

Лекція 11 Роль електромеханічних систем в енергетиці

План лекції

1. Поняття електромеханіка, електромеханічний пристрій, електромашинний пристрій, електрична машина та їх визначення.
2. Сфера застосування та роль електромеханічних систем в енергетиці України.
3. Потужності та швидкості сучасних електроприводів.

1. Поняття електромеханіка, електромеханічний пристрій, електромашинний пристрій, електрична машина, електропривод та їх визначення

Електромеханіка – розділ електротехніки, в якому розглядаються загальні принципи електромеханічного перетворення енергії їх практичне застосування для проектування та експлуатації електромеханічних пристроїв.

Електромеханічний пристрій – конструктивно сполучає у собі механічні та електричні (електромагнітні вузли). Його функціонування базується на таких фізичних явищах, як електромагнітна індукція (поява електрорушійної сили та струму у провіднику, який рухається у магнітному полі), сила Лоренца (діє на провідник зі струмом, розташований у магнітному полі). Усі ці явища супроводжуються взаємодією електричних і магнітних полів та перетворенням енергії (механічної на електричну або навпаки).

Електромашинний пристрій – це клас технічних засобів, що включають в себе як класичні електричні машини (двигуни, генератори), так і спеціальні пристрої, що виконані на базі електричної машини і призначені для різних функціональних перетворень в системах автоматичного управління.

Електрична машина – це електромеханічний перетворювач енергії, що складається з ряду взаємодіючих електромагнітних контурів, частина з яких нерухома і частина яка переміщується. Електрична машина є зворотною, тобто може працювати, як у двигунному так і у генераторному режимах. Двигун перетворює електричну енергію в механічну, а генератор перетворює механічну енергію в електричну.

2. Сфера застосування та роль електромеханічних систем в енергетиці України

Сучасне промислове і сільськогосподарське виробництво, транспорт, комунальне господарство, сфери життєзабезпечення і побуту пов'язані з використанням різноманітних технологічних процесів, більшість з яких заснована на застосуванні робочих машин і механізмів. Різноманітність і кількість робочих машин величезна. Там, де застосовуються технологічні машини - використовується електропривод. Практично всі процеси, пов'язані з рухом і відповідно використанням механічної енергії, здійснюються електроприводом.

Більшість виробничих робочих машин і механізмів приводиться в рух електричними двигунами. Двигун разом з механічними пристроями (редуктори, трансмісії, кривошипно-шатунні механізми та ін.), що служать для передачі руху робочому органу машини, а також з пристроями управління і контролю утворює електромеханічну систему, яка є енергетичною, кінематичної і кібернетичної (в сенсі управління) основою функціонування робочих машин.

У більш складних технологічних машинних комплексах (прокатні стани, екскаватори, обробні центри та інші), де є кілька робочих органів або технологічно пов'язаних робочих машин, використовується кілька електромеханічних систем (електроприводів), які в поєднанні з електричними системами розподілу електроенергії та загальною системою управління утворюють електромеханічний комплекс.

3. Потужності та швидкості сучасних електроприводів

Електроприводи різні за своїми технічними характеристиками: по потужності, швидкості обертання, конструктивним виконанням і іншим. Потужність електроприводів прокатних станів, компресорів газоперекачувальних станцій і ряду інших унікальних машин доходить до декількох тисяч кіловат. Потужність електроприводів, які використовуються в різних приладах і пристроях автоматики, становить кілька ват. Електропривод побутових приладів і машин зазвичай становить від 10 до 1000 Вт, електропривод верстатів - від 0,25 кВт до 100 кВт і т. д. Діапазон потужності електроприводів дуже широкий. Також великий діапазон електроприводів за швидкістю обертання. Так, швидкість обертання центрифуг доходить до 100000 об/хв. Є механізми, у яких швидкість обертання робочого органу складає менше одного обороту в хвилину.

Питання для самоперевірки

1. Що таке електромеханіка ?
2. Що таке електромеханічний та електромашинний пристрій ?
3. Що таке електрична машина ?
4. З яких компонентів складається електротехнічний комплекс ?
5. Які потужності та швидкості сучасних електроприводів промислових і побутових установок ?

Література

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков та ін.; За ред. М. Г. Поповича, О. Ю. Лозинського. — К.: Либідь, 2005. — 680 с.
2. Попович М. Г., Лозинський О. Ю., Клепиков В. Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. Посібник — К.: Либідь, 2005. — 680 с.

Лекція 12 Системи перетворення електричної енергії

План лекції

1. Поняття електропривод і його складові елементи.
2. Силовий канал електропривода.

1. Поняття електропривод і його складові елементи

Електропривод – це керована електромеханічна система. Її призначення – перетворювати електричну енергію в механічну й назад і управляти цим процесом. Електропривод має два канали – силовий і інформаційний. По першому транспортується перетворена енергія, по другому здійснюється керування потоком енергії, а також збір і обробка відомостей про стан і функціонування системи, діагностика її несправностей.

Силовий канал у свою чергу складається із двох частин – електричної і механічної й обов'язково містить сполучну ланку – електромеханічний перетворювач. В електричну частину силового каналу входять пристрої, що передають електричну енергію від джерела живлення (шин промислової електричної мережі, автономного електричного генератора, акумуляторної батареї й т. п.) до електромеханічного перетворювача і назад та здійснюють, якщо це потрібно, перетворення електричної енергії. Механічна частина складається з рухливого органа електромеханічного перетворювача, механічних передач і виконавчого органа установки, у якому корисно реалізується механічна енергія. Електропривод взаємодіє із системою електропостачання або джерелом електричної енергії, з одного боку, з технологічною установкою або машиною, з іншого боку, і нарешті, через інформаційний перетворювач з інформаційною системою більше високого рівня, часто з людиною – оператором, із третьої сторони. Можна вважати, що електропривод як підсистема входить у зазначені системи, будучи їхньою частиною. Дійсно, фахівця з електропостачання електропривод звичайно цікавить як споживач електроенергії, технолога або конструктора машин – як джерело механічної енергії, інженера, що розробляє або експлуатує АСУ, – як розвитий інтерфейс, що зв'язує його систему з технологічним процесом або системою електропостачання. Практично всі процеси, пов'язані з механічною енергією, рухом, здійснюються електроприводом. Виключення становлять лише автономні транспортні засоби (автомобілі, літаки, деякі види рухливого состава, судів), що використовують неелектричні двигуни. У відносно невеликому числі промислових установок використовується гідропривід, ще рідше – пневмопривод. Настільки широке, практично повсюдне поширення електропривода обумовлене особливостями електричної енергії – можливістю пересувати її на будь-які відстані, постійною готовністю до використання, легкістю перетворення в будь-які інші види енергії. Сьогодні в приладових системах використовуються електроприводи, потужність яких становить одиниці мікровоат; потужність електропривода компресора на перекачувальній газ станції – десятки мегават, тобто діапазон сучасних

електроприводів по потужності перевищує 1012 кВт. Такого ж порядку й діапазон по частоті обертання: в установці, де витягаються кристали напівпровідників, вал двигуна повинен робити 1 оберт у кілька десятків годин при дуже жорстких вимогах до рівномірності руху; частота обертання шліфувального кола в сучасному верстаті може досягати 150000 об/хв. Але особливо широкий діапазон застосувань сучасного електропривода: від штучного серця до крокуючого екскаватора, від вентилятора до антени радіотелескопа, від пральної машини до гнучкої виробничої системи. Саме ця особливість – найтісніша взаємодія з технологічною сферою – робила й робить на електропривод потужний стимулюючий вплив. Безупинно зростаючі вимоги з боку технологічних установок визначають розвиток електропривода, удосконалювання його елементарної бази, його методології. У свою чергу, що електропривод позитивно розвивається, впливає на технологічну сферу, забезпечує нові, недоступні раніше можливості.

З енергетичної точки зору електропривод – головний споживач електричної енергії: сьогодні в розвинених країнах він споживає більше 60% всієї виробленої електроенергії. В умовах дефіциту енергетичних ресурсів це робить особливо гострою проблему енергозбереження в електроприводі й засобів електропривода. Фахівці вважають, що сьогодні заощадити одиницю енергетичних ресурсів, наприклад 1т умовного палива, удвічі дешевше, ніж її добути. Неважко бачити, що в перспективі це співвідношення буде змінюватися: добувати паливо стає усе складніше, а запаси його всі убувають.

2. Силовий канал електропривода

Розглянемо докладніше силовий (енергетичний) канал електропривода. Будемо вважати, що потужність P передається від мережі (P_1) до робочого органа (P_2), цей процес управління, передачі й перетворення потужності супроводжується деякими її втратами P у кожному елементі силового каналу. Функція електричного перетворювача (якщо він використовується) оснований на перетворенні електричної енергії, що поставляється джерелом (мережею) і характеризується напругою U_c і струмом I_c мережі, в електричну ж енергію, необхідну двигуну і характеризується величинами U , I . Перетворювачі бувають некерованими (трансформатор, випрямляч, параметричне джерело струму) і частіше – керованими (мотор-генератор, керований випрямляч, перетворювач частоти), вони можуть мати однобічну (випрямляч) або двосторонню (мотор генератор, керований випрямляч із двома комплектами вентилів) провідність. У випадку однобічної провідності перетворювача й зворотному (від навантаження) потоці енергії використовується додатковий резистор R для “зливу” гальмової енергії. Електромеханічний перетворювач (двигун), завжди присутній в електроприводі, перетворить електричну енергію (U , I) у механічну (M) і назад. Механічний перетворювач (передача) – редуктор, пара гвинт-гайка, система блоків, кривошипно-шатунний механізм і т. п. здійснює узгодження моменту M и швидкості двигуна з моментом M_n (зусиллям F_n) і швидкістю ω_m робочого органа технологічної машини. Величини, що характеризують перетворену

енергію, – напруги, струми, моменти (сили), швидкості називають координатами електропривода. Основна функція електропривода складається в керуванні координатами, тобто в їх примусовій спрямованій зміні відповідно до вимог технологічного процесу, що обслуговується. Керування координатами повинне здійснюватися в межах, дозволених конструкцією елементів електропривода, чим забезпечується надійність роботи системи. Ці припустимі межі звичайно пов'язані з номінальними значеннями координат, призначеними виробниками встаткування й забезпечують його оптимальне використання. У правильно організованій системі при керуванні координатами (потокм енергії) повинні мінімізуватися втрати P у всіх елементах і до робочого органа повинна підводити необхідна в цей момент потужність. Навіть швидкого погляду на структуру силової частини електропривода досить, щоб зрозуміти, що об'єкт вивчення досить складний: різнорідні елементи – електричні й електронні, електромеханічні, механічні, зовсім непрості процеси, якими потрібно управляти, і т. п.

Питання для самоперевірки

1. Що таке електропривод ?
2. Основні компоненти електропривода ?
3. Як функціонує силовий канал електропривода ?

Література

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков та ін.; За ред. М. Г. Поповича, О. Ю. Лозинського. — К.: Либідь, 2005. – 680 с.
2. Попович М. Г., Лозинський О. Ю., Клепиков В. Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. Посібник – К.: Либідь, 2005. – 680 с.

Лекція 13 Інтелектуальні системи керування в енергетиці

План лекції

1. Концептуальні питання підвищення ефективності розподілу та передавання електричної енергії на сучасному етапі.
2. Основні напрямки розвитку та впровадження інформаційних технологій на базі платформи SmartGrid.
3. Особливості впровадження технологій SmartGrid для "інтелектуалізації" електричних мереж.
4. Автоматизовані системи керування та диспетчерського управління – як основа сучасного впровадження новітніх інформаційних технологій.
5. Основні технічні та схемні рішення побудови систем моніторингу для ефективного електропостачання на базі платформи SmartGrid.
6. Надання конкретних прикладів застосування моніторингу в деяких задачах управління.

1 Концептуальні питання підвищення ефективності розподілу та передавання електричної енергії на сучасному етапі

Запаси органічного палива скорочуються, що є основним джерелом енергії в світі (близько 85%), при цьому лише третина отриманої енергії корисно витрачається. До того ж, за прогнозами, світовий попит на електроенергію зростатиме на 2,2% щорічно. Недостатня кількість і висока вартість органічних видів палива спонукає до розвитку альтернативних джерел електроенергії, до пошуку вирішення питань ефективного енергозабезпечення.

В житті суспільства енергію можна визначити як першочерговий фактор існування. Соціально-економічний розвиток людства невіддільний від розвитку «енергетичного мислення». Ключову роль в цьому історичному процесі відіграє енергетика, яка вирішує питання прикладного використання енергії.

До основних проблем, які існують на даний час в галузі електроенергетики, відноситься значна зношеність електромережевого комплексу, а також відомча роз'єднаність в цій сфері. Для того, щоб зробити інфраструктуру електроенергетики адекватною тому рівню, який є закордоном і задумувалась реформа електроенергетики. SmartGrid – це один із інструментів, який дозволить зробити мережі гнучкими.

2 Основні напрямки розвитку та впровадження інформаційних технологій на базі платформи SmartGrid

Модернізація і розвиток електроенергетичної галузі України пов'язані з вирішенням питань керування режимами роботи в енергосистемі, створенню більш ефективних засобів транспортування і розподілення електроенергії, що потребує застосування нових технологій. Найбільш перспективним на сьогоднішній день є реалізація проектів гнучких систем передавання електроенергії змінного струму (FACTS – Flexible Alternating Current

Transmission Systems) і створення платформи SmartGrid. Термін SmartGrid – так звані інтелектуальні електромережі – це мережі до яких входить швидкозростаючий комплекс технологій, технологічних процесів, улаштувань та додатків, за допомогою яких створюються електронні комунікації нового покоління.

Для скорочення витрат енергії та збереження екології вже реалізований ряд проектів з впровадження інтелектуальних мереж у різних країнах світу. В концепції також враховані останні розробки в області безпроводного обміну інформацією. Технологія здатна вирішити такі проблеми, як доступність енергії, ефективне її використання та недолік інформації після її споживання. В комунікації нового покоління будуть інтегровані відновлювальні джерела енергії, такі як сонце та вітер.

Концептуальні визначення інтелектуальної мережі вказують на важливу роль її в подальшому технологічному, економічному та екологічному розвитку суспільства. Крім вирішення задач зниження навантаження на навколишнє середовище, зменшення енергетичного дефіциту за рахунок використання поновлюваних джерел енергії, підвищення якості та надійності роботи енергосистеми в концепції ще один дуже важливий аспект: SmartGrid є катализатором економічного підйому.

Розвиток електроенергетичної галузі шляхом впровадження технологій SmartGrid може бути успішно реалізовано за наявності:

- різних типів потужностей, що генеруються;
- розгалуженої конфігурації розподільних систем;
- розвиненої системи диспетчерського управління;
- вагомої частки джерел відновлюваної енергії;
- широкої гама перетворювачів параметрів електричної енергії, що забезпечують її високу якість в вузлах генерації, контролю (спостереження), управління і споживання.

Проекти з "інтелектуальними" електричними мережам стикаються з питанням, без рішення яких їх впровадження може залишитися тільки на папері. Це питання функціональної сумісності обладнання і технічних стандартів; підвищення рівня інформаційної безпеки мереж управління обладнанням і передавання даних; залучення споживачів електроенергії в реалізацію "інтелектуальних" електричних мереж.

При експлуатації "інтелектуальних" електричних мереж, які безпосередньо впливають на життя споживачів, велике значення набувають програми участі споживачів, їх навчання особливостям функціонування SmartGrid і безперервна технічна підтримка. В рамках таких програм енергетичні компанії повинні надавати споживачам інформацію, написану на зрозумілій мові, застосовувати схеми матеріального стимулювання, нові методи та шляхи подачі інформації, щоб підвищити довіру споживачів і показати ті вигоди, які проект вносить в їх повсякденне життя.

3 Особливості впровадження технологій SmartGrid для "інтелектуалізації" електричних мереж

Впровадження технології SmartGrid також означає фундаментальну реорганізацію електроенергетичної галузі:

- забезпечення безперебійної роботи електричної мережі в умовах зростання навантаження;
- скорочення втрат електроенергії за рахунок побудови систем "інтелектуального" обліку з можливістю обліку якості електроенергії та обмеження навантаження;
- розвиток комунікаційного середовища, здатного надійно і якісно підтримувати двонаправлений інформаційний обмін між постачальниками і споживачами енергоресурсів. Одним із способів рішення даної задачі є застосування безпроводних інтелектуальних комунікаційних пристроїв;
- підвищення якості електроенергії за рахунок застосування пристроїв компенсації реактивної потужності;
- застосування "інтелектуального" обладнання і програмних комплексів для управління топологією мережі з метою забезпечення надійності функціонування;
- використання накопичувачів енергії великої ємності для вирівнювання графіка навантаження, а також для забезпечення безперебійної роботи особливо важливих об'єктів;
- розвиток ринкових відносин в енергобізнесі із залученням споживачів електроенергії (створення окремих ділянок мережі – аналог мікромереж) як можливих постачальників електроенергії в необхідний час в потрібній ділянці мережі;
- розробка і виробництво вітчизняними компаніями високотехнологічної конкурентної продукції для забезпечення функціонування "інтелектуальної" електричної мережі;
- розвиток розподіленої енергетики, в тому числі когенерації за рахунок модернізації існуючих котелень, для покриття максимумів навантажень та усунення енергодефіциту.

Особливості інноваційного перетворення електроенергетики з впровадженням технологій SmartGrid засновані на наступних вихідних положеннях:

- системна модернізація галузі охоплює всі її складові: генерацію електроенергії, передачу і розподіл (у тому числі в комунальній сфері), збут і диспетчеризацію;
- енергетична система розвивається як Інтернет подібна інфраструктура для підтримки енергетичних, інформаційних, економічних і фінансових взаємовідносин між суб'єктами енергетичного ринку та іншими зацікавленими сторонами;
- електрична мережа (всі її сегменти) розглядаються як основний об'єкт формування нового технологічного базису, що дає можливість істотного поліпшення колишніх і створення нових функціональних властивостей

енергосистеми, що забезпечують найбільшою мірою досягнення ключових цілей, визначених у результаті спільного вибору усіма зацікавленими сторонами. Технологічною основою на сьогоднішній день є автоматизовані системи диспетчерського управління (АСДУ), які вимагають необхідної модернізації для виконання інтелектуальних завдань управління.

4 Автоматизовані системи керування та диспетчерського управління – як основа сучасного впровадження новітніх інформаційних технологій

- Збір телесигналів (положення вимикачів, стан захистів), сигналів телевимірювання (напруги, струми, потужності), їхня ретрансляція в інші райони електричних мереж та на верхній рівень, архівування телесигналів (спорадичне) та сигналів телевимірювання (циклічне).
- Видача сигналів телеуправління.
- Відображення телесигналів на мнемощиті та АРМ диспетчера району електричних мереж, тривожна сигналізація.
- Ведення схеми комутації й ремонтних схемах.
- Ведення журналу подій.
- Ведення поопорних схем.
- Автоматизація документообігу.

Рівень підстанції складається з контрольованих пунктів телемеханіки (RTU – Remote Terminal Unit) із платами (модулями), ланцюгів телесигналізації, ланцюгів телеуправління (включаючи блоки проміжних реле) а також цифрових вимірювальних перетворювачів на приєднаннях 35 кВ.

Рівень РЕМ складається з пунктів управління телемеханіки (Front-End), серверної стійки з GPS-приймачем для синхронізації часу і АРМ диспетчера району електричних мереж з принтером. SCADA-сервер виконує обробку та накопичення даних, АРМ диспетчера забезпечує інтерфейс диспетчера з системою. Передбачено 1 резервний/технологічний універсальний контрольований пункт телемеханіки для перевірки відремонтованих модулів, а також джерело безперервного живлення в складі стійки.

Модем забезпечує зв'язок з верхнім рівнем. Канали зв'язку – радіоканали 1200-2400 бод, дротяний зв'язок із частотним ущільненням 100 бод, у майбутньому – супутникові та GPRS-канали.

5 Основні технічні та схемні рішення побудови систем моніторингу для ефективного електропостачання на базі платформи SmartGrid

Завдання й функції АСДУ рівня підприємства електромереж і облenerго:

- Збір телесигналів (положення вимикачів, стан захистів), сигналів телевимірювання (напруги, струми, потужності) і їх ретрансляція в інші райони електричних мереж та на верхній рівень, прийом ретрансляції сигналів з підпорядкованих районів електричних мереж та сусідніх облenerго.

- Архівування телесигналів (спорадичне) та сигналів телевимірювання (циклічне).
- Видача сигналів телеуправління
- Відображення телесигналів на мнемощиті й АРМ диспетчера району електричних мереж, тривожна сигналізація.
- Ведення схеми комутації й ремонтних схем.
- Достовіризація телесигналів і сигналів телевимірювання, дорозрахунок, інтегрування потужності, ведення балансів потужності й енергії.
- Ведення поопорних схем
- Автоматизація документообігу.

Рівень підстанції складається з контрольованих пунктів телемеханіки (RTU) із платами (модулями) телесигналів, сигналів телевимірювання, сигналів телеуправління, сигналів інтегрального телевимірювання, ланцюгів телесигналізації, ланцюгів телеуправління (включаючи блоки проміжних реле) а також цифрових вимірювальних перетворювачів на приєднаннях 35 і 110 кВ. На підстанціях, що обслуговують, може бути встановлений АРМ чергового підстанції.

Загальна кількість телесигналів у системі – близько 500, телевимірювання збирають з 500-1000 приєднань.

Рівень обленерго складається з:

- пунктів управління телемеханіки – як правило, дубльований з метою підвищення надійності роботи серверного обладнання, у тому числі серверної стойки з GPS-приймачем для синхронізації часу. Серверне обладнання, як правило, дубльоване і працює в паралельному режимі. SCADA-сервер (основний та резервний) виконує обробку та накопичення даних. Електричне живлення стійки – через джерело безперервного живлення. Забезпечується зв'язок з верхнім рівнем через маршрутизатор.
- 2 АРМ диспетчера з принтером. АРМ диспетчера забезпечує інтерфейс диспетчера з системою. Також до складу системи входить АРМ телемеханіка для контролю роботи пункту управління та каналів зв'язку, а також АРМ програміста для супроводження системи.
- є резервний/технологічний універсальний контрольований пункт телемеханіки для перевірки відремонтованих модулів.

6 Надання конкретних прикладів застосування моніторингу в деяких задачах управління

На сьогоднішній день найбільш перспективною є система моніторингу розподільних електричних мереж 6-10 кВ і метеопараметрів навколишнього середовища (СМРЕМ).

Система СМРЕМ призначена для моніторингу основних технічних параметрів нормального і аварійного режимів розподільних електричних мереж 6-10 кВ (наявність напруги, поява струму міжфазного короткого замикання), а

також метеорологічних умов (температури і відносної вологості повітря) в місцях експлуатації. Дані моніторингу передаються на диспетчерську станцію через GSM-мережі діючих операторів.

Система СМРЕМ застосовується для оптимізації пошуку і локалізації місця пошкодження повітряних ліній електропередачі напругою 6-10 кВ, а також для попередження аварійних станів у результаті впливу кліматичних факторів.

Система експлуатується при температурі від мінус 30° до плюс 55°С, відносній вологості повітря до 100%, атмосферний тиск від 86 до 106 КПА.

Система СМРЕМ складається з наступних складових частин:

- блок диспетчерський ЯЕВІ.426469.008;
- блок виносний ЯЕВІ.426469.011

(Модуль управління, сонячна батарея, скоби кріплення).

Блок диспетчерський, підключений до комп'ютера (комп'ютер в комплект не входить) становить диспетчерську станцію. Для управління диспетчерської станцією призначена комп'ютерна програма «Disptcher_GSM.exe».

Блок виносний складається з модуля управління і сонячної батареї.

Блок диспетчерський призначений для здійснення зв'язку по GSM-каналі з блоками виносними і обміну даними з персональним комп'ютером. Структурна схема системи моніторингу приведена на рис.1.

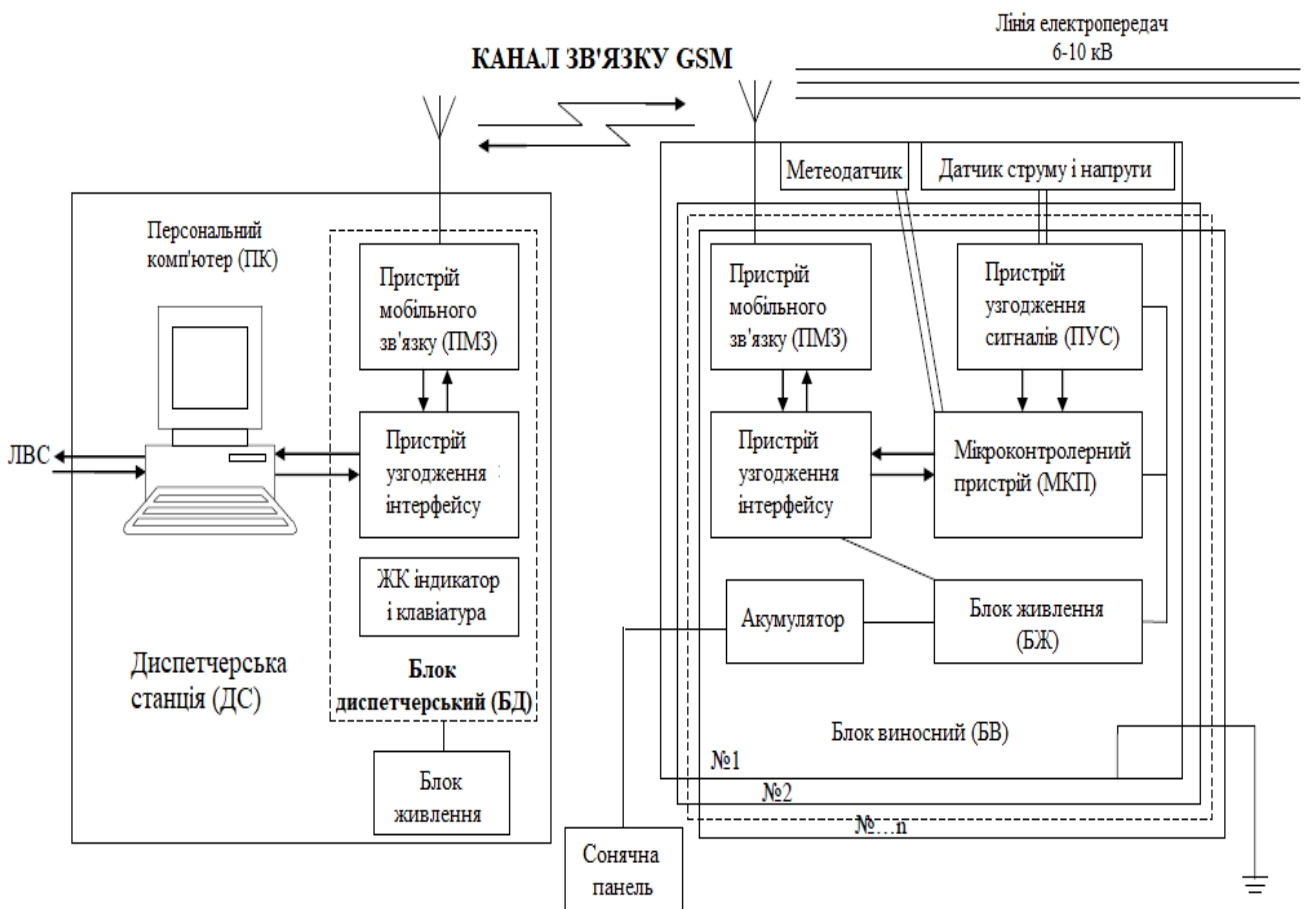


Рисунок 1. Структурна схема системи

Інтелектуальна інформаційна технологія контролю ожеледеутворення на повітряних лініях електропередавання.

Можливості системи:

- періодичний вимір температури і вологості, вагового навантаження в точці підвісу проводу та передачу інформації на блок диспетчерський;
- фіксацію і передачу на блок диспетчерський аварійної інформації про перевищення заданих критичних значень метеорологічних параметрів і вагового навантаження в точці підвіски проводу, обумовлених утворенням ожеледі;
- усереднення результатів за період збору даних;
- прийом і обробку інформації з розпізнаванням адреси відправника;
- програмну установку критичних параметрів, а також періодів збору і передачі інформації;
- відображення і збереження результатів моніторингу на комп'ютері.
- Структурна схема системи контролю ожеледеутворення приведена на рис.2.

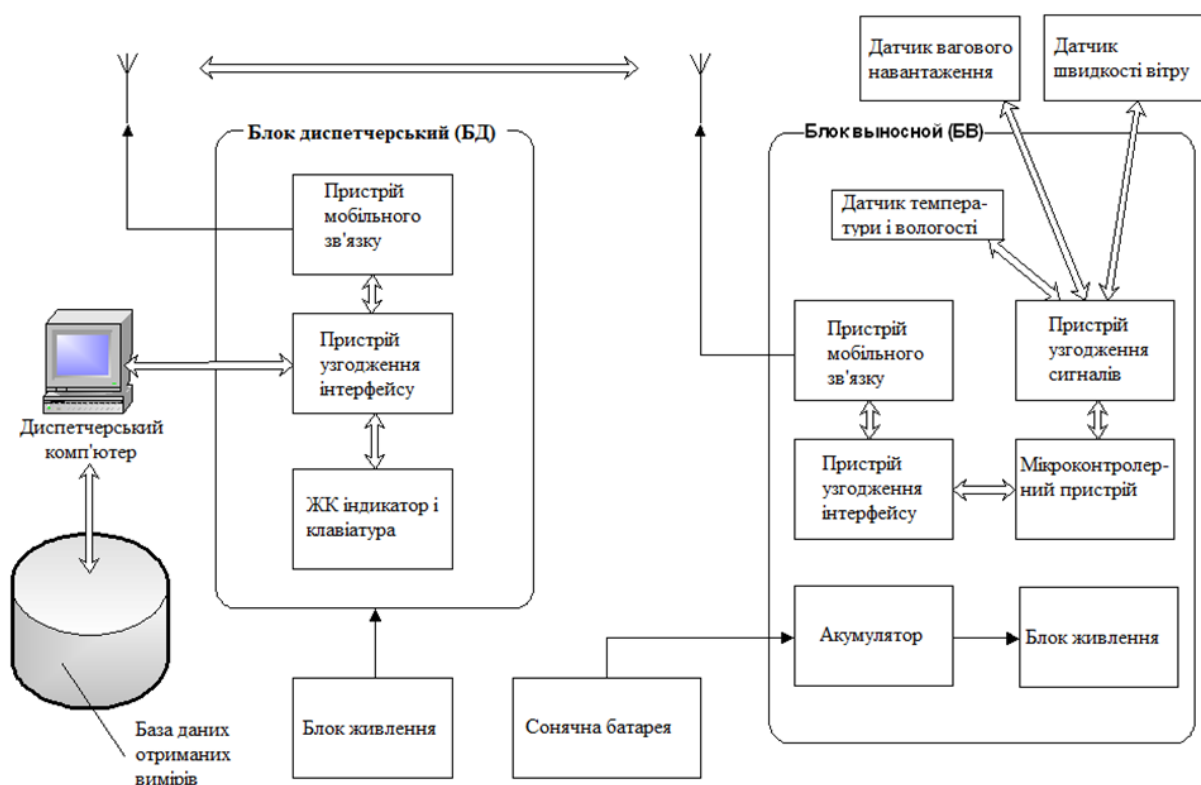


Рисунок 2. Структурна схема системи контролю ожеледеутворення

Вище зазначена система складається з виносного і диспетчерського блоків з додатковим обладнанням. Виносний блок, що представляє собою автоматизований метеопост, встановлюється на опорі ПЛ напругою 35 або 110

кВ в зоні можливого інтенсивного утворення ожеледі. До складу виносного блоку входять датчик температури і вологості повітря, пристрій узгодження сигналів з датчиків, мікроконтролер, пристрій мобільного зв'язку, блок живлення на основі акумулятора з підзарядкою від сонячної батареї. Блок додатково комплектується виносним датчиком вагового навантаження і датчиком швидкості вітру. Мікроконтролерний пристрій, що входить до складу виносного блоку, забезпечує прийом, зберігання і обробку інформації про контрольовані параметри, а також управляє режимами прийому і передачі даних.

Які канали передачі інформації можна використовувати:

- радіоканал з типом модуляції FFSK;
- GSM зв'язок;
- волоконно-оптична лінія зв'язку (ВОЛЗ);
- супутниковий канал зв'язку.

Отже інтелектуальні системи в енергетиці відіграють важливу роль, а саме забезпечують безперебійну роботу електричної мережі, підвищують якість електроенергії, забезпечують надійне функціонування енергосистеми, шляхом використання "інтелектуального" обладнання і програмних комплексів.

Контрольні питання

1. Шляхи підвищення ефективності електропостачання на сучасному етапі?
2. Які основні напрямки «інтелектуалізації» управління на базі платформи SmartGrid?
3. Для чого потрібен моніторинг параметрів режиму та параметрів навколишнього середовища?
4. Яка роль сучасних автоматизованих систем управління?
5. Сучасні способи та технічні засоби збору та передавання інформації в системах моніторингу?

Література

1. Литвин В.В., Пасічник В.В., Яцишин Ю.В. Інтелектуальні системи. Підручник. – Львів: Новий світ 2000, – 2012. – 406 с.
2. Стаднік М. І., Видмиш А. А., Штуць А. А., Колісник М. А. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 332 с.
3. Карпалюк І. Т., Комп'ютерні інформаційні технології в енергетиці : конспект лекцій. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. І. Т. Карпалюк. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 118 с.

Лекція 14 **Правила улаштування електроустановок.** **Заходи електробезпеки.**

План лекції

1. Вступ.
2. Терміни та визначення.
3. Загальна характеристика електроустановок.
4. Засоби захисту від прямого дотику.
5. Засоби захисту від непрямого дотику.
6. Захисне заземлення.

1. Вступ

Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) визначають будову, принципи улаштування, особливі вимоги до окремих систем, їх елементів, вузлів і комунікацій електроустановок. ПУЕ встановлюють вимоги до електроустановок загального призначення змінного струму напругою до 750 кВ та постійного струму напругою до 1,5 кВ.

ПУЕ враховує вимоги національних стандартів, будівельних норм і правил, галузевих нормативів та інших документів, які належать до предмету регулювання ПУЕ.

Положення ПУЕ застосовують під час проектування нового будівництва, реконструкції, технічного переоснащення або капітального ремонту електроустановок.

2. Терміни та визначення

Електроустановка – комплекс взаємопов'язаних машин, апаратів, ліній та допоміжного обладнання (разом з будівлями і приміщеннями, в яких їх встановлено), призначених для виробництва, трансформації, передавання, розподілу електричної енергії і перетворення її в інший вид енергії. Електроустановки за умовами електробезпеки розділяють на електроустановки до 1 кВ і електроустановки понад 1 кВ (за діючим значенням напруги)

Відкрита, або зовнішня, електроустановка – електроустановка, не захищена будівлею від атмосферного впливу. Електроустановки, захищені тільки навісами, сітчастими огорожами тощо, розглядають як зовнішні

Закрита, або внутрішня, електроустановка – електроустановка, розміщена всередині будівлі, що захищає її від атмосферного впливу.

Електроприміщення – приміщення або відгороджена, наприклад, сітками, частина приміщення, в якому розташовано електрообладнання, доступне тільки для виробничого (електротехнічного) персоналу.

Електрична мережа – сукупність електроустановок для передавання та розподілу електричної енергії, що складається з підстанцій, розподільних установок, струмопроводів, повітряних і кабельних ліній електропередавання, які працюють на певній території

Приймач електричної енергії (електроприймач) – апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії в інший вид енергії.

Споживач електричної енергії – електроприймачі або група електроприймачів, об'єднаних технологічним процесом, які розміщуються на певній території.

Ураження електричним струмом (англ. еквівалент «electricshock») – патофізіологічний стан, спричинений проходженням електричного струму через тіло людини або тварини.

Заземлювальний пристрій – сукупність електрично з'єднаних між собою заземлювача і заземлювальних провідників, включаючи елементи їх з'єднання.

Заземлення – виконання електричного з'єднання між визначеною точкою системи, установки або обладнання і заземлювальним пристроєм захисне заземлення.

Захисне заземлення – заземлення точки чи точок системи, установки або обладнання з метою забезпечення електробезпеки.

3. Загальна характеристика електроустановок

Електроустановка (ЕУ) – це установка, в якій виробляється, перетворюється, передається, розподіляється та споживається (перетворюється) електрична енергія. За видами струму ЕУ поділяють на установки змінного та постійного струму. Найбільше розповсюдження мають ЕУ змінного струму з частотою 50 Гц. ЕУ змінного струму поділяють на однофазні і трифазні. Однофазні застосовують вкрай рідко. В абсолютній більшості випадків застосовуються трифазні електричні мережі (ЕМ) і трифазні споживачі. Трифазні ЕМ живляться від трьох обмоток і мають певні електричні з'єднання між собою (рис. 1).

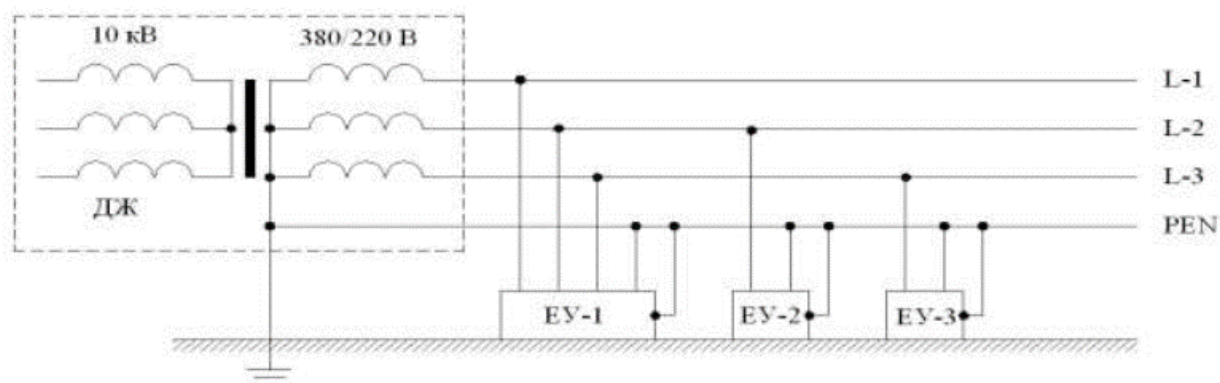


Рисунок 1 – Схема живлення ЕУ від трифазної ЕМ із заземленою нейтраллю: ДЖ – джерело живлення; ФЗ – функціональне заземлення (або РЗ – робоче заземлення джерела живлення); ЕУ-1 – трифазний споживач (наприклад, двигун); ЕУ-2, ЕУ3 – однофазні споживачі.

Трифазні ЕМ напругою понад 1 кВ мають три фазні провідники (позначаються L1, L2, L3), а напругою до 1 кВ – п'ять чи чотири провідники, у т.ч. три фазні, один нейтральний (для отримання фазної напруги –N) і один

захисний (для забезпечення експлуатації ЕУ), якщо ЕМ п'ятипровідникова, або один суміщений провідник (поєднує функції нейтрального і захисного –PEN), якщо ЕМ чотирипровідникова. Споживачі електричної енергії можуть бути трифазні, які живляться від усіх трьох фаз, найчастіше –це електродвигуни. Рідше в умовах виробництва трапляються однофазні споживачі, які живляться від одного фазного і нейтрального (N) проводів. В умовах виробництва це, в основному, освітлювальні установки чи ЕУ невеликої потужності, у т.ч. і ПЕОМ. Однофазні ЕУ найчастіше застосовують у побуті. Хоча ці ЕУ й однофазні, але живляться вони не від однофазних мереж, а від трифазних. Тому у вирішенні питань безпеки треба вважати, що вони отримують живлення від трифазної ЕМ як її частина, і на них розповсюджуються усі положення щодо трифазних ЕМ. Трифазні мережі мають дві напруги: фазну (Uф) між фазним і нейтральним провідниками та лінійну (Uл) між двома фазними провідниками. Лінійна напруга в 1,73 рази більша фазної. Найчастіше Uф=220 В, а Uл=380 В. Трифазні споживачі мають обидві напруги, а однофазні –лише 220 В.

Щодо величини напруги ЕУ підрозділяють на установки напругою до 1 кВ (включно за діючою величиною) і понад 1 кВ. Для ЕУ напругою до 1 кВ прийнято вказувати обидві напруги –лінійну і фазну, а понад 1 кВ –тільки лінійну напругу. Стандартними напругами до 1 кВ є: 220/127, 380/220 та 660/380 В. Найбільш розповсюдженими є ЕУ з напругою 380/220 В (трифазні споживачі) чи 220 В (однофазні споживачі). Стандартними напругами понад 1 кВ є: 6, 10, 35, 110, 150, 220, 330, 400, 500 і 750 кВ.

4. Засоби захисту від прямого дотику

До заходів захисту від прямого дотику висуваються такі вимоги:

1. Струмівідні частини ЕУ не повинні бути доступні для випадкового прямого дотику до них;

2. Для запобігання ураженню електричним струмом у нормальному режимі роботи потрібно застосувати: ізоляцію струмівідних частин, огорожі та оболонки в ЕУ, бар'єри в ЕУ, розміщення струмівідних частин поза зоною досяжності, тощо.

3. Захист від прямого дотику не вимагається, якщо номінальна напруга ЕУ не перевищує певні значення визначені ПУЕ.

Як засоби захисту використовуються такі:

Електрична ізоляція –це шар діелектрика або конструкція, виконана з діелектрика, за допомогою якого струмівідні частини відокремлюються одна від одної чи від інших конструктивних елементів обладнання.

Захисна дія ізоляції полягає в обмеженні величини струму, що протікає через ізоляцію і, відповідно, через людину, яка доторкується до ізоляції.

Огорожа –це частина, яка забезпечує захист від прямого дотику з боку можливого доступу.

Оболонка –огорожа внутрішніх частин обладнання, яка запобігає доступу до струмівідних частин з будь-якого напрямку, тобто оболонка повністю огорожує ЕУ.

Бар'єр—це частина, яка запобігає ненавмисному прямому дотику, але не перешкоджає навмисному прямому дотику. Це конструктивна частина, яка перегороджує вільний підхід до ЕУ.

Розміщення струмовідних частин поза зоною досяжності – стосується проводів повітряної лінії (ПЛ) чи шин та обладнання на підстанціях. Висота розміщення проводів залежить від напруги лінії та місцевості, якою вона проходить.

Блокування безпеки в електроустановках – це пристрої, які запобігають ураженню людини електричним струмом у разі помилкових дій.

Орієнтація в електроустановках – методи, що дають змогу працівникам орієнтуватися під час виконання робіт і застерігають їх від неправильних дій.

5. Засоби захисту від непрямого дотику

Захист у разі непрямого дотику – захист, який запобігає ураженню людини електричним струмом у разі одиничного ушкодження. Для запобігання ураження струмом у разі ушкодження ізоляції слід застосовувати окремо або у поєднанні такі засоби захисту в разі непрямого дотику:

- захисне заземлення;
- автоматичне вимикання живлення;
- захисні зрівнювання (вирівнювання) потенціалів;
- ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, площадки;
- системи наднизької (малої) напруги;
- обладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією.

Захист у разі непрямого дотику слід виконувати в усіх випадках, якщо номінальна напруга ЕУ перевищує 50 В змінного і 120 В постійного струму. У приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках виконання такого захисту може знадобитися за нижчих напруг, наприклад: 25 В змінного та 60 В постійного струмів або 12 В змінного і 30 В постійного струму – за наявності вимог відповідних глав ПУЕ та інших нормативних документів.

Захисне автоматичне вимикання живлення – це автоматичне розмикання одного або кількох лінійних провідників і, у разі потреби, нейтрального провідника, яке виконується з метою електробезпеки.

Захисне зрівнювання потенціалів – це досягнення рівності потенціалів провідних частин через електричне з'єднання їх між собою (рис. 2а).

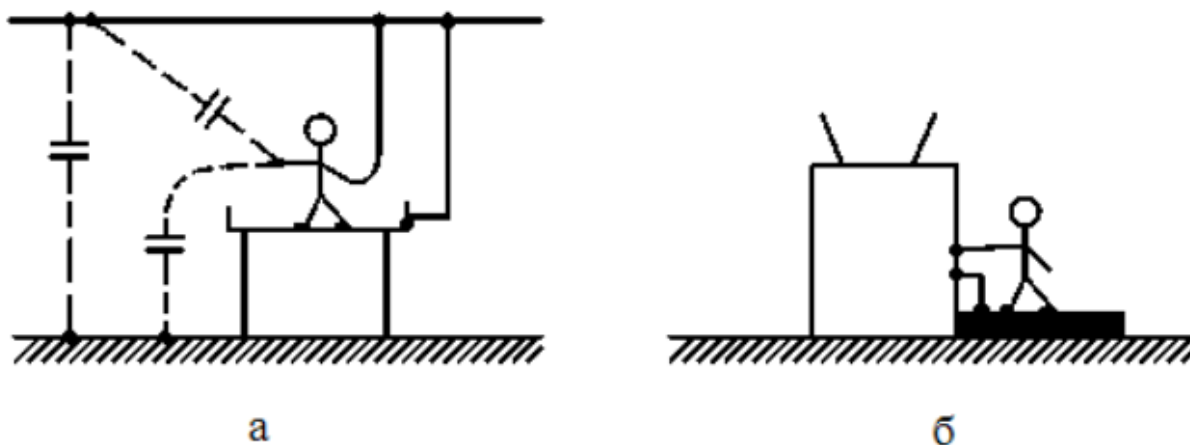


Рисунок 2 – Схеми захисного зрівнювання (а) і вирівнювання (б) потенціалів: а – у разі виконання робіт на струмовідних частинах (проводах); б – у разі виконання робіт на струмопровідних частинах (корпусах ЕУ).

Захисне вирівнювання потенціалів – це зниження напруги дотику і (або) кроку укладенням у землю чи у підлогу або на їх поверхні провідних частин, приєднаних до заземленого пристрою, або спеціальним покриттям землі чи підлоги (рис. 2б).

Захисне (електричне) відділення (електричний поділ кіл) – це розподіл протяжної або розгалуженої електричної мережі з ізолюваною нейтраллю на окремі електрично не пов'язані одна з іншою ділянки за допомогою розділового трансформатора.

Розділовий трансформатор – це трансформатор, вторинні обмотки якого відділені від первинної обмотки за допомогою захисного електричного поділу кіл.

Наднизька (мала) напруга – це напруга між будь-якими провідниками або будь-яким провідником і землею, яка не перевищує 50 В змінного струму і 120 В постійного струму..

Обладнання класу II – сюди належать електричні вироби, що мають подвійну або посилену ізоляцію і не мають елементів для заземлення.

6. Захисне заземлення

Заземлення – це виконання електричного з'єднання між визначеною точкою системи, установки чи обладнання і землею. З'єднання з землею може бути навмисним, ненавмисним і випадковим; а також постійним і тимчасовим. Заземлення в ЕУ може бути: захисним (ЗЗ) і функціональним (робочим, ФЗ).

Захисне заземлення – це заземлення точки або точок системи, установки або обладнання з метою забезпечення електробезпеки. Найчастіше – це заземлення корпусів ЕУ.

Функціональне (робоче) заземлення – це заземлення точки або точок системи, установки або обладнання з метою, що не обов'язково пов'язана з електробезпекою. Найчастіше – це заземлення нейтральної або середньої точки

ДЖ або заземлення з метою забезпечення електромагнітної сумісності. У відповідності з ПУЕ захисне заземлення виконується у таких випадках:

- для всіх ЕУ при $U_{\text{ном}} = 380$ В і вище змінного струму та 440 В і вище постійного струму;

- для ЕУ, розміщених у приміщеннях з підвищеною і особливою небезпекою та поза приміщеннями при $U_{\text{ном}}$ вище 42 В змінного струму і вище 110 В постійного струму;

- для вибухонебезпечних ЕУ при будь-якій напрузі змінного чи постійного струму. Призначення захисного заземлення: захист від напруги дотику, тобто від напруги на корпусі електроустановки (при пошкодженні робочої ізоляції і переході напруги на металевий корпус) відносно землі.

Контрольні питання

1. Що таке електроустановка?
2. Для чого призначене заземлення?
3. Назвіть основні засоби захисту від прямого дотику?
4. Назвіть основні засоби захисту від непрямого дотику?
5. Яке заземлення називається функціональним?

Література

1. Електробезпека: навч. посіб. / О. В. Мірошник, О. О. Мірошник, І. М. Трунова [та ін.] за заг. ред. О. В. Мірошника. – Харків: Факт, 2011. – 176 с.
2. Правила улаштування електроустановок. П'яте видання, перероблене та доповнене – Х.: Вид-во «Форт», 2016. – 736с.

Лекція 15 Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів

План лекції

1. Загальні положення.
2. Основні вимоги безпеки під час обслуговування електроустановок.
3. Організаційні заходи, що забезпечують працівників під час роботи.
4. Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт.

1 Загальні положення

Питання безпеки при експлуатації електроустановок споживачів регламентуються вимогами Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕ).

Вимоги ПБЕ поширюються на працівників, що обслуговують діючі електроустановки споживачів напругою до 220 кВ включно і є обов'язковими для всіх споживачів та виробників електроенергії, незалежно від їх відомчої належності і форм власності на засоби виробництва.

Вимоги ПТЕ повинні виконуватись під час експлуатації діючих електроустановок, електричних станцій, електричної частини ТАВ, ЗДТУ, районних котелень, що обслуговуються споживачами, під час виконання в них монтажних, налагоджувальних, випробувальних, ремонтних і будівельних робіт.

В ПБЕ викладені основні вимоги щодо забезпечення працівників під час експлуатації електроустановок.

Заходи додаткового підвищення безпеки, які передбачаються безпосередньо на місці проведення робіт, не повинні суперечити ПБЕ або послаблювати їхню дію.

Засоби захисту повинні бути справні, випробувані і задовольняти вимогам Правил експлуатації електрозахисних засобів (ДНАОП 1.1.10-1.07-01).

Первинні засоби пожежогасіння, які застосовуються в електроустановках, мають відповідати Правилам пожежної безпеки (ППБ) в Україні (НАПБ А.01-001-2015). Під час експлуатації електроустановок необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки, встановлених ППБ.

Машини, механізми, пристосування і інструмент, що застосовуються в електроустановках, повинні бути справні і випробувані відповідно до чинних нормативних документів і строків.

Електрообладнання, конструкції, комплектувальні деталі, вузли вітчизняного та іноземного виробництва повинні відповідати вимогам чинних в Україні нормативних документів.

Електрообладнання, яке підлягає в Україні обов'язковій сертифікації, повинно супроводжуватись сертифікатом відповідності або свідоцтвом про визнання іноземного сертифіката згідно з Державною системою сертифікації УкрСЕПРО.

У разі постачання електрообладнання з-за кордону організація-замовник повинна отримати сертифікат відповідності до укладення контракту на його поставку.

Паспорт, інструкція та інша експлуатаційна документація, що поставляється з обладнанням чи виробами, повинна мати переклад українською мовою.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт в електроустановках обов'язкове дотримання також вимог Державних будівельних норм - Охорона праці і промислова безпека у будівництві (ДБН А.3.2-2-2009).

Вимоги чинних норм галузевих правил безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів міністерств і відомств не повинні суперечити ПБЕ та послаблювати їхню дію.

2 Основні вимоги безпеки під час обслуговування електроустановок

Роботи в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяються на три категорії:

- зі зняттям напруги;
- без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них;
- без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою.

У випадку одночасної роботи в електроустановках напругою до та понад 1000 В категорії робіт визначаються як для установок понад 1000 В.

До робіт, які виконуються зі зняттям напруги, належать роботи, що проводяться в електроустановці (або її частині), в якій зі струмовідних частин знято напругу і доступ в електроустановки (або їх частини), що перебувають під напругою, унеможливлено.

До робіт, які виконуються без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах.

В електроустановках напругою понад 1000 В, а також на ПЛ напругою до 1000 В до цих самих робіт належать роботи, які виконуються на відстанях від струмовідних частин, менших від вказаних в табл. 1.

В процесі визначення допустимих відстаней в електроустановках інших напруг фактичні напруги слід відносити до наступних більших значень напруг, вказаних в наведеній таблиці.

Роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них слід виконувати не менше як двом працівникам, з яких керівник робіт повинен мати групу IV, інші - групу III.

Роботою без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою, вважається робота, під час якої є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмовідних частин на відстань, меншу від зазначеної в таблиці 1, проведення технічних або організаційних заходів для запобігання такому наближенню не потрібно.

Таблиця 1. Допустимі відстані до струмовідних частин, що перебувають під напругою

Напруга, кВ	Відстань від людини у будь-якому можливому її положенні та інструментів і пристосувань, що використовуються нею, від тимчасових огорож, м, не менше	Відстань від механізмів та вантажопідіймальних машин у робочому та транспортному положеннях від стропів, вантажозахватних пристосувань та вантажів, м, не менше
До 1: на ПЛ, в решті електроустановок	0,6	1,0
	не нормується (без дотику)	1,0
6-35	0,6	1,0
110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5

В електроустановках напругою понад 1000 В роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них слід виконувати із застосуванням засобів захисту для ізоляції працівника від струмовідних частин або від землі. У випадку ізоляції працівника від землі роботи слід виконувати згідно зі спеціальними інструкціями або технологічними картами, в яких передбачено необхідні заходи безпеки.

Під час роботи в електроустановках напругою до 1000 В без зняття напруги на струмовідних частинах чи поблизу від них необхідно:

- обгородити розташовані поблизу робочого місця інші струмовідні частини, що перебувають під напругою, і до яких можливий випадковий дотик;
- працювати в діелектричному взутті чи стоячи на ізолювальній підставці або на діелектричному килимі;
- застосовувати інструмент з ізолювальними руків'ями (у викруток, крім того, має бути ізолюваний стрижень); за відсутності такого інструменту слід користуватися діелектричними рукавичками.

Під час виконання робіт без зняття напруги на струмовідних частинах за допомогою ізолювальних засобів захисту необхідно:

- тримати ізолювальні частини засобів захисту за руків'я до обмежувального кільця;
- розміщувати ізолювальні частини засобів захисту так, щоб не виникла небезпека перекриття по поверхні ізоляції між струмовідними частинами двох фаз чи замикання на землю;

- користуватися тільки сухими і чистими ізолювальними частинами засобів захисту з непошкодженим лаковим покриттям.

В разі виявлення порушень лакового покриття чи інших несправностей ізолювальних частин засобів захисту користування ними забороняється.

В процесі роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолювальні штанги та кліщі, електровимірвальні кліщі, покажчики напруги) допускається наближення працівника до струмовідних частин на відстань, яка визначається довжиною ізолювальної частини цих засобів.

Без застосування електрозахисних засобів забороняється торкатися ізоляторів електроустановки, що перебуває під напругою.

3 Організаційні заходи, що забезпечують працівників під час роботи

Роботи в електроустановках стосовно їх організації поділяються на такі, що виконуються: за нарядом допуском (далі - нарядом), за розпорядженням та в порядку поточної експлуатації.

Організаційними заходами, якими досягається безпека робіт в електроустановках, є:

- затвердження переліку робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації;
- призначення осіб, відповідальних та безпечно проведення робіт;
- оформлення робіт нарядом, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- підготовка робочих місць;
- допуск до роботи;
- нагляд під час виконання робіт;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв в роботі та її закінчення.

Відповідальними за безпеку робіт, що виконуються в електроустановках, є:

- працівник, який видає наряд, розпорядження;
- працівник, який дає дозвіл на підготовку робочого місця;
- працівник, який готує робоче місце, допуск;
- працівник, який допускає до роботи (далі – допускатч);
- керівник робіт;
- працівник, який наглядає за безпечним виконанням робіт (далі -наглядач);
- члени бригади.

Працівник, який видає наряд, розпорядження, встановлює можливість безпечного виконання роботи. Він відповідає за достатність і правильність зазначених у наряді заходів безпеки, за якісний і кількісний склад бригади і призначення працівників, відповідальних за безпечно виконання робіт, а також за відповідність груп з електробезпеки працівників, які означені а наряді, роботі, що виконується.

Працівник, який видає наряд, зобов'язаний у випадках, передбачених цими Правилами, визначити зміст рядків наряду "Окремі вказівки".

Право видачі нарядів та розпоряджень надається адміністративно-технічним працівникам підприємства, які мають групу V в електроустановках понад 1000 В та групу IV - в електроустановках до 1000 В.

Особи, які складають і затверджують перелік робіт, що виконуватиметься в порядку поточної експлуатації, визначають необхідність, можливість і періодичність безпечного виконання цих робіт а огляду на місцеві умови, а також кількісний та якісний склад виконавців на кожний вид роботи.

Працівник, який дає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск, несе відповідальність за достатність передбачених для безпечного виконання робіт заходів по вимкненню та заземленню устаткування і можливість їх здійснення, а також за координацію часу і місця роботи бригад, що допускаються.

Давати дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск мають право оперативні працівники з групою V- в електроустановках понад 1000 В і групою IV- в електроустановках до 1000 В.

Працівник, який готує робоче місце, відповідає за правильне виконання заходів щодо підготовки робочого місця, вказаних у наряді, а також тих, що вимагаються умовами роботи (встановлення замків, плакатів, огорож).

Готувати робочі місця мають право чергові або оперативні ремонтні працівники, які допущені до оперативних перемикачів в даній електроустановці.

Допускач відповідає за правильність і достатність вжитих заходів безпеки та їх відповідність до характеру і місця роботи, зазначених у наряді, за правильний допуск до роботи, а також за повноту та якість проведеного ним інструктажу.

Допускачами призначаються оперативні або оперативно-ремонтні працівники.

В електроустановках понад 1000 В допускачі повинні мати групу IV - а в електроустановках до 1000 В - групу III.

4 Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт

Для підготовки робочого місця до роботи, яка вимагає зняття напруги, слід вжити у вказаному порядку таких технічних заходів:

- здійснити необхідні відключення і вжити заходів, що перешкоджають помилковому або самочинному ввімкненню комутаційної апаратури;
- вивісити заборонні плакати на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою;
- перевірити відсутність напруги на струмовідних частинах, які слід заземлити для захисту людей від ураження електричним струмом;
- встановити заземлення (ввімкнути заземлювальні ножі, встановити переносні заземлення);
- обгородити, за необхідності, робочі місця або струмовідні частини, що залишилися під напругою, і вивісити на огороженнях плакати безпеки. Залежно від місцевих умов, струмовідні частини обгородити до чи після їх заземлення.

Під час оперативного обслуговування електроустановки двома і більше працівниками в зміну перелічені в цьому пункті заходи мають виконувати два

працівники. В разі одноособового обслуговування їх може виконувати одна особа, крім накладання переносних заземлень і здійснення перемикань, що проводяться на двох і більше приєднаннях в електроустановках напругою понад 1000 В, які не мають діючих пристроїв блокування роз'єднувачів від неправильних дій.

В разі роботи на струмовідних частинах, що потребують зняття напруги, повинні бути вимкнені:

- струмовідні частини, на яких буде виконуватися робота;
- необгороджені струмовідні частини, до яких можливе наближення людей, або ремонтного оснащення та інструменту, механізмів і вантажопідіймальних машин на відстань, меншу від зазначеної в таблиці 1.

Під час роботи на вимкненій ПЛ, коли не виключена можливість наближення елементів цієї ПЛ на відстані, менші від зазначених в третій графі таблиці 1, до струмовідних частин інших ПЛ, що перебувають під напругою, останні мають бути вимкнені. ПЛЗ, радіо, підвішені спільно з ПЛ, що ремонтується, також мають бути вимкнені.

Якщо зазначені в цьому пункті струмовідні частини не можуть бути вимкнені, то вони мають бути обгороджені.

В електроустановках понад 1000 В з кожного з боків, з яких комутаційним апаратом може бути подана напруга на робоче місце, має бути видимий розрив, утворений від'єднанням або зняттям шин і проводів, відключенням роз'єднувачів, зняттям запобіжників, а також відключенням відокремлювачів і вимикачів навантаження, за винятком тих, у котрих автоматичне ввімкнення здійснюється пружинами, що встановлені на самих апаратах.

Трансформатори напруги та силові трансформатори, пов'язані з виділеною для робіт дільницею електроустановки, мають бути вимкнені також і з боку напруги до 1000 В задля унеможливлення зворотної трансформації.

Під час підготовки робочого місця після вимкнення роз'єднувачів і вимикачів навантаження з ручним управлінням необхідно візуально впевнитися в їх вимкненому положенні і відсутності шунтувальних перемичок.

В електроустановках напругою понад 1000 В для запобігання помилковому або самочинному ввімкненню комутаційних апаратів, котрими може бути подана напруга до місця роботи, слід вжити таких заходів:

- у роз'єднувачів, відокремлювань, вимикачів навантаження ручні приводи у вимкненому положенні замкнути механічним замком;
- у роз'єднувачів, керування якими здійснюється оперативною штангою, стаціонарні огороження слід замкнути механічним замком;
- у приводів комутаційних апаратів, що мають дистанційне керування, слід відключити кола силові та керування, а у пневматичних приводів і, окрім того, на трубопроводі, що підводить стиснене повітря - зачинити і замкнути на механічний замок засувку, а стиснене повітря - випускати, випускні клапани залишити у відкритому положенні;
- у вантажних та пружинних приводів вантаж або пружини, що їх вмикають, слід привести в неробочий стан.

Заходи із запобігання помилковому вмиканню комутаційних апаратів КРУ з викотними візками мають бути здійснені у відповідності до вимог ПБЕ.

В електроустановках напругою від 6 до 10 кВ з однополюсними роз'єднувачами для запобігання їх помилковому ввімкненню дозволяється встановлювати на ножі спеціальні ізоляційні накладки.

В електроустановках до 1000 В з усіх боків струмовідних частин, на яких буде проводитися робота, напруга має бути знята відключенням комутаційних апаратів з ручним приводом, а за наявності в схемі запобіжників - зняттям останніх. В разі відсутності в схемі запобіжників запобігання помилковому ввімкненню комутаційних апаратів мають бути забезпечені такими заходами, як замикання рукояток або дверцят шафи, закриття кнопок, встановлення між контактами комутаційного апарату ізолювальних накладок тощо. У разі зняття напруги комутаційним апаратом з дистанційним керуванням необхідно відключити вмикальну котушку.

Якщо дозволяє конструктивне виконання апаратів і характер роботи, то перелічені вище заходи можуть бути замінені розшиновкою або від'єднанням кінців кабелю, проводів від комутаційного апарата чи від устаткування, на якому слід провадити роботу.

Розшиновку чи від'єднання кабелю під час підготовки робочого місця може виконувати ремонтний працівник, що має групу Ш, під наглядом чергового або оперативно-ремонтного працівника. З найближчих до робочого місця струмовідних частин, доступних для дотику, необхідно зняти напругу або обгородити ці частини.

Вимкнене положення комутаційних апаратів де 1000 В з недоступними для огляду контактами (автомати невкочуваного типу, пакетні вимикачі, рубильники у закритому виконанні тощо) визначається перевіркою відсутності напруги на їхніх затискачах чи на шинах, що відходять, проводах або затискачах устаткування, яке вмикається цими комутаційними апаратами.

Контрольні питання

1. Яким нормативним документом регламентуються питання безпеки при експлуатації електроустановок споживачів?
2. Які основні вимоги безпеки під час обслуговування електроустановок?
3. Які існують організаційні заходи, що убезпечують працівників під час роботи?
4. Які існують технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт?

Література

1. Електробезпека: навч. посіб. / О. В. Мірошник, О. О. Мірошник, І. М. Трунова [та ін.] за заг. ред. О. В. Мірошника. – Харків: Факт, 2011. – 176 с.
2. Правила улаштування електроустановок. П'яте видання, перероблене та доповнене – Х.: Вид-во «Форт», 2016. – 736с.

Навчальне видання

ВСТУП ДО ФАХУ І АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ

Курс лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання

Автор-укладач:
Мірошник Олександр Олександрович

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 0,6. Наклад 100 пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44