

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-енергетичний факультет

Кафедра тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і
технічного сервісу

Енергобезпека та енергоефективність

методичні рекомендації

для виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв
2022

УДК 620.9-049.5
Е61

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 23.05.2022 р., протокол №9.

Укладачі:

Гавриш В. І. – канд. тех. наук, д.е.н., професор кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Бацуровська І. В. - д-р. пед. наук, доцент, кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет

Запорожец А. О. - канд. техн. наук, старший науковий співробітник, Інститут загальної енергетики НАН України

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Модуль 1. Загальні принципи енергетичного менеджменту ...	5
Модуль 2. Нормування та прогнозування витрат паливно-енергетичних ресурсів	14
Модуль 3. Альтернативні джерела енергії	16
Модуль 4. Загальні принципи енергетичного аудиту	27
Модуль 5. Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів	38
Приклади розв'язання задач.....	46
Питання.....	72
Список літератури.....	73
Рейтингова система балів.....	74

Вступ

При вивченні дисципліни «Енергобезпека та енергоефективність», згідно учбовому плану спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» здобувачі вищої освіти виконують 10 задач.

Засвоєння програмного матеріалу курсу повинно супроводжуватись вирішенням ряду задач. Це забезпечить не тільки краще запам'ятовування матеріалу який вивчається, а й чітке уявлення про кількісні характеристики розглянутих явищ, але й більш глибоке розуміння їх фізичної сутності. Тому при вивченні кожного розділу курсу не слід обмежуватись рішенням тільки одного питання, вказаного в завданні. З метою самоперевірки матеріалу розділу, який вивчається слід вирішувати й інші, відносні до нього питання, з приведенного нижче переліку питань для завдань на контрольні роботи.

При складанні відповідей на вказані в завданні питання, необхідно написати прийняті методи їх вирішення, привести формули та результати визначення по ним шуканих параметрів, а також виконати схеми.

Програмний матеріал, ступінь самостійного вивчення котрого повинна відображувати ця контрольна робота, розподіляється на наступні розділи:

1. Загальні принципи енергетичного менеджменту.
2. Нормування та прогнозування витрат паливно-енергетичних ресурсів.
3. Альтернативні джерела енергії.
4. Загальні принципи енергетичного аудиту.
5. Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів.

Задача виконується по індивідуальному завданню. В завданні вказується варіанти на які саме повинен відповісти студент.

Розв'язання задач треба виконувати після опрацювання відповідних їм розділів курсу по навчальних посібниках та лекційного матеріалу.

Після вивчення кожної теми і проведення практичних робіт, студенти повинні відзвітуватися в письмовій формі та в усному захисті роботи з отриманням відповідної кількості балів кредитно-модульної системи.

За підсумками захисту всіх практичних робіт виводиться загальна рейтингова оцінка по модулю.

Модуль 1. Загальні принципи енергетичного менеджменту

Задача №1

Тема: визначення енергетичної ефективності насосної станції.

Визначити фактичну добову енергетичну ефективність та коефіцієнт корисної дії насосної станції, що подає воду в резервуар водопостачання молочної ферми, за даними таблиці:

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку енергетичної ефективності та коефіцієнту корисної дії насосної станції

Показник	Варіанти				
	1	2	3	4	5
Добова витрата енергії, кВт·год	49,2	33	29	35	49
Тривалість роботи насоса протягом доби, год.	15	6,5	5	8	16
Витрата часу для підйому 1 м ³ води, год	0,07	0,04	0,06	0,05	0,071
Висота підйому води, м.	40	21	30	26	38
Період холостого ходу, год.	0,1	0,2	0,4	0,4	0,12
Витрата енергії в період холостого ходу, кВт·год.	0,06	0,1	0,4	0,45	0,07

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	6	7	8	9	10
Добова витрата енергії, кВт·год	55	36	32	38	54
Тривалість роботи насоса протягом доби, год.	15,6	7,1	5,6	8,6	16,6
Витрата часу для підйому 1 м ³ води, год	0,07	0,04	0,06	0,05	0,071
Висота підйому води, м.	40,5	21,5	30,5	26,5	38,5
Період холостого ходу, год.	0,1	0,2	0,4	0,4	0,12
Витрата енергії в період холостого ходу, кВт·год.	0,06	0,1	0,4	0,45	0,07

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6
Добова витрата енергії, кВт·год	59	39	35	41	57

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Тривалість роботи насоса протягом доби, год.	16,2	7,7	6,2	9,2	17,2
Витрата часу для підйому 1 м ³ води, год	0,07	0,04	0,06	0,05	0,071
Висота підйому води, м.	41	22	31	27	39
Період холостого ходу, год.	0,1	0,2	0,4	0,4	0,12
Витрата енергії в період холостого ходу, кВт·год.	0,06	0,1	0,4	0,45	0,07

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	16	17	18	19	20
Добова витрата енергії, кВт·год	53	42	39	47	62
Тривалість роботи насоса протягом доби, год.	16,8	8,3	6,8	9,8	17,8
Витрата часу для підйому 1 м ³ води, год	0,07	0,04	0,06	0,05	0,071
Висота підйому води, м.	41,5	22,5	31,5	27,5	39,5
Період холостого ходу, год.	0,1	0,2	0,4	0,4	0,12
Витрата енергії в період холостого ходу, кВт·год.	0,06	0,1	0,4	0,45	0,07

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	21	22	23	24	25
Добова витрата енергії, кВт·год	57	46	44	53	68
Тривалість роботи насоса протягом доби, год.	17,4	8,9	7,4	10,4	18,4
Витрата часу для підйому 1 м ³ води, год	0,07	0,04	0,06	0,05	0,071
Висота підйому води, м.	42	23	32	28	40
Період холостого ходу, год.	0,1	0,2	0,4	0,4	0,12
Витрата енергії в період холостого ходу, кВт·год.	0,06	0,1	0,4	0,45	0,07

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6
Добова витрата енергії, кВт·год	56	48	42	58	63
Тривалість роботи насоса протягом доби, год.	17,4	8,9	7,4	10,4	18,4

Продовження тавлиці

1	2	3	4	5	6
Витрата часу для підйому 1 м ³ води, год	0,07	0,04	0,06	0,05	0,071
Висота підйому води, м.	40	21	30	24	37
Період холостого ходу, год.	0,1	0,2	0,4	0,4	0,12
Витрата енергії в період холостого ходу, кВт·год.	0,06	0,1	0,4	0,45	0,07

Задача №2

Тема: визначення енергоємності виробництва.

За вихідними даними таблиці, визначити енергоємність виробництва озимої пшениці (МДж/ц), визначити коефіцієнт лінійної кореляції енергоємності від обсягів виробництва та енергоємності продукції від витрат енергетичних ресурсів.

Таблиця 2

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Показник	Роки				
		1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6
1	Виробництво продукції, ц	11230	13450	12680	11720	13140
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	26,4	29,5	27,5	26,1	29,1
	Бензину, т	10,3	14,0	12,8	10,4	13,2
	Електричної енергії, тис. кВт·год	5,0	6,1	6,8	5,2	6,0
	Природний газ, тис. м ³	11,0	9,4	11,7	10,3	12,3
	Аміачна селітра, т	2,5	2,8	3,1	3,5	3,6
2	Виробництво продукції, ц	11792	14392	13821	12072	13928
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	31,44	39,14	38,33	32,51	37,66
	Бензину, т	11,79	14,39	14,10	11,35	14,21
	Електричної енергії, тис. кВт·год	5,90	7,20	6,50	6,04	7,05
	Природний газ, тис. м ³	9,43	12,10	11,50	0,95	11,30
	Аміачна селітра, т	15,72	19,19	17,51	17,06	17,09

Продовження таблиці						
	1	2	3	4	5	6
3	Виробництво продукції, ц	12381	15399	15065	12434	14764
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	33,02	41,89	41,78	33,49	39,92
	Бензину, т	12,38	15,40	15,37	11,69	15,06
	Електричної енергії, тис. кВт·год	6,19	7,70	7,08	6,22	7,47
	Природний газ, тис. м ³	9,90	12,94	12,53	0,97	11,98
	Аміачна селітра, т	16,51	20,53	19,08	17,57	18,11
4	Виробництво продукції, ц	13000	16477	16421	12807	15650
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	34,67	44,82	45,54	34,49	42,32
	Бензину, т	13,00	16,48	16,75	12,04	15,96
	Електричної енергії, тис. кВт·год	6,50	8,24	7,72	6,40	7,92
	Природний газ, тис. м ³	10,40	13,85	13,66	1,00	12,70
	Аміачна селітра, т	17,33	21,97	20,80	18,10	19,20
5	Виробництво продукції, ц	13650	17630	17899	13191	16589
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	36,40	47,95	49,64	35,53	44,86
	Бензину, т	13,65	17,63	18,26	12,40	16,92
	Електричної енергії, тис. кВт·год	6,83	8,82	8,41	6,60	8,39
	Природний газ, тис. м ³	10,92	14,82	14,89	1,03	13,46
	Аміачна селітра, т	18,20	23,51	22,67	18,64	20,35
6	Виробництво продукції, ц	14333	18864	19510	13587	17584
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	38,22	51,31	54,11	36,59	47,55
	Бензину, т	14,33	18,86	19,90	12,77	17,94
	Електричної енергії, тис. кВт·год	7,17	9,43	9,17	6,79	8,90
	Природний газ, тис. м ³	11,47	15,86	16,23	1,06	14,26
	Аміачна селітра, т	19,11	25,15	24,71	19,20	21,57
7	Виробництво продукції, ц	15049	20185	21266	13994	18639
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	40,13	54,90	58,98	37,69	50,40
	Бензину, т	15,05	20,18	21,69	13,15	19,01

Продовження таблиці						
	1	2	3	4	5	6
	Електричної енергії, тис. кВт·год	7,52	10,09	9,99	7,00	9,43
	Природний газ, тис. м ³	12,04	16,96	17,69	1,10	15,12
	Аміачна селітра, т	20,07	26,91	26,94	19,78	22,86
8	Виробництво продукції, ц	15802	21598	23180	14414	19758
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	42,14	58,75	64,28	38,82	53,42
	Бензину, т	15,80	21,60	23,64	13,55	20,15
	Електричної енергії, тис. кВт·год	7,90	10,80	10,89	7,21	10,00
	Природний газ, тис. м ³	12,64	18,15	19,29	1,13	16,03
	Аміачна селітра, т	21,07	28,80	29,36	20,37	24,24
9	Виробництво продукції, ц	16592	23110	25266	14847	20943
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	44,24	62,86	70,07	39,99	56,63
	Бензину, т	16,59	23,11	25,77	13,96	21,36
	Електричної енергії, тис. кВт·год	8,30	11,55	11,87	7,42	10,60
	Природний газ, тис. м ³	13,27	19,42	21,02	1,16	16,99
	Аміачна селітра, т	22,12	30,81	32,00	20,98	25,69
10	Виробництво продукції, ц	17421	24727	27540	15292	22200
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	46,46	67,26	76,38	41,19	60,03
	Бензину, т	17,42	24,73	28,09	14,37	22,64
	Електричної енергії, тис. кВт·год	8,71	12,36	12,94	7,65	11,23
	Природний газ, тис. м ³	13,94	20,78	22,91	1,20	18,01
	Аміачна селітра, т	23,23	32,97	34,88	21,61	27,23
11	Виробництво продукції, ц	19207	28310	32720	16223	24944
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	51,22	77,00	90,74	43,69	67,45
	Бензину, т	19,21	28,31	33,37	15,25	25,44
	Електричної енергії, тис. кВт·год	9,60	14,16	15,38	8,11	12,62
	Природний газ, тис. м ³	15,37	23,79	27,22	1,27	20,23
	Аміачна селітра, т	25,61	37,75	41,45	22,93	30,60
12	Виробництво продукції, ц	20167	30292	35665	16710	26440
	Дизельне паливо, т	53,78	82,39	98,91	45,01	71,49

	Бензину, т	20,17	30,29	36,38	15,71	26,97
	Електричної енергії, тис. кВт·год	10,08	15,15	16,76	8,35	13,38
	Природний газ, тис. м ³	16,13	25,46	29,67	1,31	21,45
	Аміачна селітра, т	26,89	40,39	45,18	23,62	32,43
13	Виробництво продукції, ц	21176	32412	38874	17211	28027
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	56,47	88,16	107,81	46,36	75,78
	Бензину, т	21,18	32,41	39,65	16,18	28,59
	Електричної енергії, тис. кВт·год	10,59	16,21	18,27	8,61	14,18
	Природний газ, тис. м ³	16,94	27,24	32,34	1,35	22,74
	Аміачна селітра, т	28,23	43,22	49,24	24,33	34,38
14	Виробництво продукції, ц	22235	34681	42373	17728	29708
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	59,29	94,33	117,51	47,75	80,33
	Бензину, т	22,23	34,68	43,22	16,66	30,30
	Електричної енергії, тис. кВт·год	11,12	17,34	19,92	8,86	15,03
	Природний газ, тис. м ³	17,79	29,15	35,25	1,39	24,10
	Аміачна селітра, т	29,65	46,24	53,67	25,05	36,44
15	Виробництво продукції, ц	23346	37109	46187	18259	31491
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	62,26	100,94	128,09	49,18	85,15
	Бензину, т	23,35	37,11	47,11	17,16	32,12
	Електричної енергії, тис. кВт·год	11,67	18,55	21,71	9,13	15,93
	Природний газ, тис. м ³	18,68	31,19	38,43	1,43	25,55
	Аміачна селітра, т	31,13	49,48	58,50	25,81	38,63
16	Виробництво продукції, ц	24514	39707	50343	18807	33380
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	65,37	108,00	139,62	50,65	90,26
	Бензину, т	24,51	39,71	51,35	17,68	34,05
	Електричної енергії, тис. кВт·год	12,26	19,85	23,66	9,40	16,89
	Природний газ, тис. м ³	19,61	33,37	41,89	1,47	27,08
	Аміачна селітра, т	32,68	52,94	63,77	26,58	40,95
17	Виробництво продукції, ц	25739	42486	54874	19371	35383
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					

	Дизельне паливо, т	68,64	115,56	152,18	52,17	95,68
	Бензину, т	25,74	42,49	55,97	18,21	36,09
	Електричної енергії, тис. кВт·год	12,87	21,24	25,79	9,69	17,90
	Природний газ, тис. м ³	20,59	35,71	45,66	1,52	28,70
	Аміачна селітра, т	34,32	56,65	69,51	27,38	43,40
18	Виробництво продукції, ц	27026	45460	59813	19953	37506
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	72,07	123,65	165,88	53,74	101,42
	Бензину, т	27,03	45,46	61,01	18,76	38,26
	Електричної енергії, тис. кВт·год	13,51	22,73	28,11	9,98	18,98
	Природний газ, тис. м ³	21,62	38,21	49,76	1,56	30,42
	Аміачна селітра, т	36,04	60,61	75,76	28,20	46,01
19	Виробництво продукції, ц	28378	48642	65196	20551	39756
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	75,67	132,31	180,81	55,35	107,50
	Бензину, т	28,38	48,64	66,50	19,32	40,55
	Електричної енергії, тис. кВт·год	14,19	24,32	30,64	10,28	20,12
	Природний газ, тис. м ³	22,70	40,88	54,24	1,61	32,25
	Аміачна селітра, т	37,84	64,86	82,58	29,05	48,77
20	Виробництво продукції, ц	29797	52047	71064	21168	42142
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	79,46	141,57	197,08	57,01	113,95
	Бензину, т	29,80	52,05	72,49	19,90	42,98
	Електричної енергії, тис. кВт·год	14,90	26,02	33,40	10,58	21,32
	Природний газ, тис. м ³	23,84	43,74	59,13	1,66	34,19
	Аміачна селітра, т	39,73	69,40	90,01	29,92	51,69
21	Виробництво продукції, ц	31286	55691	77460	21803	44670
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	83,43	151,48	214,82	58,72	120,79
	Бензину, т	31,29	55,69	79,01	20,49	45,56
	Електричної енергії, тис. кВт·год	15,64	27,85	36,41	10,90	22,60
	Природний газ, тис. м ³	25,03	46,81	64,45	1,71	36,24
	Аміачна селітра, т	41,72	74,25	98,12	30,81	54,80
22	Виробництво продукції, ц	32851	59589	84431	22457	47350
	Витрата енергоресурсів на					

	виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	87,60	162,08	234,16	60,48	128,04
	Бензину, т	32,85	59,59	86,12	21,11	48,30
	Електричної енергії, тис. кВт·год	16,43	29,79	39,68	11,23	23,96
	Природний газ, тис. м ³	26,28	50,08	70,25	1,76	38,41
	Аміачна селітра, т	43,80	79,45	106,95	31,74	58,08
23	Виробництво продукції, ц	34493	63760	92030	23130	50192
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	91,98	173,43	255,23	62,30	135,72
	Бензину, т	34,49	63,76	93,87	21,74	51,20
	Електричної енергії, тис. кВт·год	17,25	31,88	43,25	11,57	25,40
	Природний газ, тис. м ³	27,59	53,59	76,57	1,81	40,72
	Аміачна селітра, т	45,99	85,01	116,57	32,69	61,57
24	Виробництво продукції, ц	36218	68223	100313	23824	53203
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	96,58	185,57	278,20	64,17	143,86
	Бензину, т	36,22	68,22	102,32	22,39	54,27
	Електричної енергії, тис. кВт·год	18,11	34,11	47,15	11,91	26,92
	Природний газ, тис. м ³	28,97	57,34	83,46	1,87	43,16
	Аміачна селітра, т	48,29	90,96	127,06	33,67	65,26
25	Виробництво продукції, ц	38029	72999	109341	24539	56395
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	101,41	198,56	303,24	66,09	152,49
	Бензину, т	38,03	73,00	111,53	23,07	57,52
	Електричної енергії, тис. кВт·год	19,01	36,50	51,39	12,27	28,54
	Природний газ, тис. м ³	30,42	61,35	90,97	1,92	45,75
	Аміачна селітра, т	50,71	97,33	138,50	34,68	69,18
26	Виробництво продукції, ц	39930	78109	119181	25275	59779
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	106,48	212,46	330,53	68,07	161,64
	Бензину, т	39,93	78,11	121,56	23,76	60,97
	Електричної енергії, тис. кВт·год	19,97	39,05	56,02	12,64	30,25
	Природний газ, тис. м ³	31,94	65,65	99,16	1,98	48,49
	Аміачна селітра, т	53,24	104,15	150,96	35,72	73,33
27	Виробництво продукції, ц	41927	83577	129908	26034	63366

	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	111,80	227,33	360,28	70,12	171,34
	Бензину, т	41,93	83,58	132,51	24,47	64,63
	Електричної енергії, тис. кВт·год	20,96	41,79	61,06	13,02	32,06
	Природний газ, тис. м ³	33,54	70,24	108,08	2,04	51,40
	Аміачна селітра, т	55,90	111,44	164,55	36,79	77,73
28	Виробництво продукції, ц	44023	89427	141599	26815	67168
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	117,39	243,24	392,70	72,22	181,62
	Бензину, т	44,02	89,43	144,43	25,21	68,51
	Електричної енергії, тис. кВт·год	22,01	44,71	66,55	13,41	33,99
	Природний газ, тис. м ³	35,22	75,16	117,81	2,10	54,49
	Аміачна селітра, т	58,70	119,24	179,36	37,90	82,39

Модуль 2.
Нормування та прогнозування витрат паливно-енергетичних ресурсів

Задача №3

Тема: виконання прогнозування за лінійною залежністю.

Розглянемо споживання ПЕР, що має тенденцію до зростання за наявності випадкових відхилень (таблиця 3). Визначити лінійну прогножуючу функцію у вигляді та середньоквадратичне відхилення.

Таблиця 3

Споживання ПЕР (т. у. п.) по місяцям

Варіант	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	201	205	200	211	214	196	315	223	221	257	224	238
2	202	206	201	213	216	198	317	222	220	256	227	241
3	203	207	202	215	218	200	319	221	219	255	230	244
4	204	208	203	217	220	202	321	220	218	254	233	247
5	205	209	204	219	222	204	323	219	217	253	236	250
6	206	210	205	221	224	206	325	218	216	252	239	253
7	207	211	206	223	226	208	327	217	215	251	242	256
8	208	212	207	225	228	210	329	216	214	250	245	259
9	209	213	208	227	230	212	331	215	213	249	248	262
10	210	214	209	229	232	214	333	214	212	248	251	265
11	211	216	211	231	234	216	335	215	213	249	252	266
12	212	218	213	233	236	218	337	216	214	250	253	267
13	213	220	215	235	238	220	339	217	215	251	254	268
14	215	222	217	238	241	223	343	220	218	255	258	271
15	217	224	219	241	244	226	347	223	221	259	262	274
16	219	226	221	244	247	229	351	226	224	263	266	277
17	221	228	223	247	250	232	355	229	227	267	270	280
18	223	230	225	250	253	235	359	232	230	271	274	283
19	225	232	227	253	256	238	363	235	233	275	278	286
20	227	234	229	256	259	241	367	238	236	279	282	289
21	229	236	231	259	262	244	371	241	239	283	286	292
22	231	238	233	262	265	247	375	244	242	287	290	295
23	233	240	235	265	268	250	379	247	245	291	294	298

Продовження таблиці

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	235	242	237	268	271	253	383	250	248	295	298	301
25	237	244	239	271	274	256	387	253	251	299	302	304
26	239	246	241	274	277	259	391	256	254	303	306	307
27	241	248	243	277	280	262	395	259	257	307	310	310
28	243	250	245	280	283	265	399	262	260	311	314	313
29	245	252	247	283	286	268	403	265	263	315	318	316
30	247	254	249	286	289	271	407	268	266	319	322	319

Задача №4

Тема: виконання прогнозування за періодичної зміни параметру.

Розглянемо періодичну поведінку споживання ПЕР (таблиця 3.4).
Визначити лінійну прогнозуючу функцію у вигляді та середньоквадратичне відхилення.

Таблиця 3.4

Споживання ПЕР (т. у. п.) по місяцям

Варіант	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	72	83	92	107	114	129	91	108	116	79	92	93
2	73	84	93	109	116	131	93	107	115	78	95	96
3	74	85	94	111	118	133	95	106	114	77	98	99
4	75	86	95	113	120	135	97	105	113	76	101	102
5	76	87	96	115	122	137	99	104	112	75	104	105
6	77	88	97	117	124	139	101	103	111	74	107	108
7	78	89	98	119	126	141	103	102	110	73	110	111
8	79	90	99	121	128	143	105	101	109	72	113	114
9	80	91	100	123	130	145	107	100	108	71	116	117
10	81	92	101	125	132	147	109	99	107	70	119	120
11	82	94	103	127	134	149	111	100	108	71	120	121
12	83	96	105	129	136	151	113	101	109	72	121	122
13	84	98	107	131	138	153	115	102	110	73	122	123
14	86	100	109	134	141	156	119	105	113	77	126	126
15	88	102	111	137	144	159	123	108	116	81	130	129
16	90	104	113	140	147	162	127	111	119	85	134	132
17	92	106	115	143	150	165	131	114	122	89	138	135
18	94	108	117	146	153	168	135	117	125	93	142	138
19	96	110	119	149	156	171	139	120	128	97	146	141
20	98	112	121	152	159	174	143	123	131	101	150	144

Продовження таблиці

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	100	114	123	155	162	177	147	126	134	105	154	147
22	102	116	125	158	165	180	151	129	137	109	158	150
23	104	118	127	161	168	183	155	132	140	113	162	153
24	106	120	129	164	171	186	159	135	143	117	166	156
25	108	122	131	167	174	189	163	138	146	121	170	159
26	110	124	133	170	177	192	167	141	149	125	174	162
27	112	126	135	173	180	195	171	144	152	129	178	165
28	114	128	137	176	183	198	175	147	155	133	182	168
29	116	130	139	179	186	201	179	150	158	137	186	171
30	118	132	141	182	189	204	183	153	161	141	190	174

Модуль 3.

Альтернативні джерела енергії

Задача №5

Тема: оцінка енергетичної та економічної ефективності застосування теплових насосів.

Розрахувати і дати оцінку енергетичної та економічної ефективності застосування теплового насоса (ТН) в системі утилізації теплоти стічних (оборотних) вод. Споживач теплоти, виробленої ТН - гаряче водопостачання підприємства і прилеглих об'єктів. Вихідні дані, необхідні для розрахунків, представлені в табл. 5.

Таблиця 5

Вихідні дані для розрахунку

Параметр	Одиниця вимірювання	Варіант				
		1	2	3	4	5
Обсяг ТВЕР (стічних вод) G	м ³ /год	60	80	100	30	20
Глибина охолодження потоку Δt	°C	10	8	12	6	18
Коефіцієнт доступності утилізації ТВЕР R	-	0,8	0,85	0,7	0,95	0,75
Розрахункова тривалість використання теплового потенціалу ТВЕР n	год	5000	6000	7000	3000	4000

Середньорічний опалювальний коефіцієнт ТН ε		3,5	4,0	4,5	5,0	4,5
Коефіцієнт корисної дії (ККД) чинного джерела теплопостачання $\eta_{\text{ті}}$	-	0,85	0,8	0,87	0,75	0,7
ККД теплової мережі $\eta_{\text{тс}}$	-	0,9	0,85	0,9	0,86	0,8
ККД джерела електричної енергії $\eta_{\text{ен}}$	-	0,33	0,35	0,34	0,36	0,32
ККД передачі і трансформації електричної енергії $\eta_{\text{ес}}$	-	0,9	0,9	0,9	0,89	0,91
Ціна електричної енергії C_e	у.о./кВт·год	0,035	0,04	0,03	0,025	0,045
Ціна теплової енергії C_o	у.о./ГДж	8,3	9,3	6,5	6,0	10,0
процентна ставка по кредиту A	%	15	15	15	15	15
Тип ТН та тип компресора	-	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний

Продовження таблиці

Параметр	Одиниця вимірювання	Варіант				
		6	7	8	9	10
Обсяг ТВЕР (стічних вод) G	м ³ /ГОД	50	70	90	40	30
Глибина охолодження потоку Δt	°С	10	8	12	6	18
Коефіцієнт доступності утилізації ТВЕР R	-	0,7	0,75	0,74	0,85	0,75
Розрахункова тривалість використання теплового потенціалу ТВЕР n	год	5500	6500	7500	3500	6000

Середньорічний опалювальний коефіцієнт ТН ε		3,5	4,0	4,5	5,0	4,5
Коефіцієнт корисної дії (ККД) чинного джерела теплопостачання $\eta_{\text{ті}}$	-	0,85	0,8	0,87	0,75	0,7
ККД теплової мережі $\eta_{\text{тс}}$	-	0,9	0,85	0,9	0,86	0,8
ККД джерела електричної енергії $\eta_{\text{ен}}$	-	0,33	0,35	0,34	0,36	0,32
ККД передачі і трансформації електричної енергії $\eta_{\text{ес}}$	-	0,9	0,9	0,9	0,89	0,91
Ціна електричної енергії C_e	у.о./кВт·год	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15
Ціна теплової енергії, C_o	у.о./ГДж	83	70	65	60	100
Процентна ставка по кредиту A	%	12	13	14	15	16
Тип ТН та тип компресора	-	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний

Продовження таблиці

Параметр	Одиниця вимірювання	Варіант				
		11	12	13	14	15
Обсяг ТВЕР (стічних вод) G	м ³ /год	58,5	81,9	105,3	46,8	35,1
Глибина охолодження потоку Δt	°С	11	9	13	7	17
Коефіцієнт доступності утилізації ТВЕР R	-	0,7	0,75	0,74	0,85	0,75
Розрахункова тривалість використання теплового потенціалу ТВЕР n	год	5913	6240	7125	3920	6180
Середньорічний		3,5	4	4,5	5	4,5

опалювальний коефіцієнт ТН ε						
Коефіцієнт корисної дії (ККД) чинного джерела теплопостачання η_{Ti}	-	0,85	0,8	0,87	0,75	0,7
ККД теплової мережі η_{Tc}	-	0,9	0,85	0,9	0,86	0,8
ККД джерела електричної енергії η_{en}	-	0,33	0,35	0,34	0,36	0,32
ККД передачі і трансформації електричної енергії η_{ec}	-	0,9	0,9	0,9	0,89	0,91
Ціна електричної енергії C_e	у.о./кВт·год	0,104	0,1248	0,1352	0,1456	0,156
Ціна теплової енергії, C_o	у.о./ГДж	85,49	72,1	66,95	61,8	103
Процентна ставка по кредиту A	%	12	13	14	15	16
Тип ТН та тип компресора	-	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний

Продовження таблиці

Параметр	Одиниця вимірювання	Варіант				
		16	17	18	19	20
Обсяг ТВЕР (стічних вод) G	м ³ /год	68,4	95,8	123,2	54,8	41,1
Глибина охолодження потоку Δt	°C	12	10	14	8	16
Коефіцієнт доступності утилізації ТВЕР R	-	0,7	0,75	0,74	0,85	0,75
Розрахункова тривалість використання теплового потенціалу ТВЕР n	год	6356	5990	6769	4390	6365
Середньорічний		3,5	4	4,5	5	4,5

опалювальний коефіцієнт ТН ε						
Коефіцієнт корисної дії (ККД) чинного джерела теплопостачання η_{Ti}	-	0,85	0,8	0,87	0,75	0,7
ККД теплової мережі η_{Tc}	-	0,9	0,85	0,9	0,86	0,8
ККД джерела електричної енергії η_{en}	-	0,33	0,35	0,34	0,36	0,32
ККД передачі і трансформації електричної енергії η_{ec}	-	0,9	0,9	0,9	0,89	0,91
Ціна електричної енергії C_e	у.о./кВт·год	0,108	0,130	0,141	0,151	0,162
Ціна теплової енергії, C_o	у.о./ГДж	88,05	74,26	68,96	63,65	106,09
Процентна ставка по кредиту A	%	12	13	14	15	16
Тип ТН та тип компресора	-	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний

Продовження таблиці

Параметр	Одиниця вимірювання	Варіант				
		21	22	23	24	25
Обсяг ТВЕР (стічних вод) G	м ³ /год	80,1	112,1	144,1	64,1	48,0
Глибина охолодження потоку Δt	°C	13	11	15	9	15
Коефіцієнт доступності утилізації ТВЕР R	-	0,7	0,75	0,74	0,85	0,75
Розрахункова тривалість використання теплового потенціалу ТВЕР n	год	6833	5751	6430	4917	6556
Середньорічний		3,5	4	4,5	5	4,5

опалювальний коефіцієнт ТН ε						
Коефіцієнт корисної дії (ККД) чинного джерела теплопостачання $\eta_{\text{ті}}$	-	0,85	0,8	0,87	0,75	0,7
ККД теплової мережі $\eta_{\text{тс}}$	-	0,9	0,85	0,9	0,86	0,8
ККД джерела електричної енергії $\eta_{\text{ен}}$	-	0,33	0,35	0,34	0,36	0,32
ККД передачі і трансформації електричної енергії $\eta_{\text{ес}}$	-	0,9	0,9	0,9	0,89	0,91
Ціна електричної енергії C_e	у.о./кВт·год	0,112	0,135	0,146	0,157	0,169
Ціна теплової енергії, C_o	у.о./ГДж	90,70	76,49	71,03	65,56	109,27
Процентна ставка по кредиту A	%	12	13	14	15	16
Тип ТН та тип компресора	-	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний

Продовження таблиці

Параметр	Одиниця вимірювання	Варіант				
		26	27	28	29	30
Обсяг ТВЕР (стічних вод) G	м ³ /год	93,7	131,2	168,6	75,0	56,2
Глибина охолодження потоку Δt	°C	14	12	16	10	14
Коефіцієнт доступності утилізації ТВЕР R	-	0,7	0,75	0,74	0,85	0,75
Розрахункова тривалість використання теплового потенціалу ТВЕР n	год	7345	5521	6109	5507	6753
Середньорічний		3,5	4	4,5	5	4,5

опалювальний коефіцієнт ТН ε						
Коефіцієнт корисної дії (ККД) чинного джерела теплопостачання $\eta_{\text{ті}}$	-	0,85	0,8	0,87	0,75	0,7
ККД теплової мережі $\eta_{\text{тс}}$	-	0,9	0,85	0,9	0,86	0,8
ККД джерела електричної енергії $\eta_{\text{ен}}$	-	0,33	0,35	0,34	0,36	0,32
ККД передачі і трансформації електричної енергії $\eta_{\text{ес}}$	-	0,9	0,9	0,9	0,89	0,91
Ціна електричної енергії C_e	у.о./кВт·год	0,117	0,140	0,152	0,164	0,175
Ціна теплової енергії, C_o	у.о./ГДж	93,42	78,79	73,16	67,53	112,55
Процентна ставка по кредиту A	%	12	13	14	15	16
Тип ТН та тип компресора	-	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, поршневий	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний	Вода-вода, спіральний

Задача №6

Тема: оцінка заощадження паливно-енергетичних ресурсів при застосуванні сонячного водонагрівача на молочній фермі.

Визначити заощадження паливно-енергетичних ресурсів при застосуванні сонячного водонагрівача на молочній фермі, якщо:

температура гарячої води становить 50°C ;

кількість днів в сезоні: весна – 92, літо – 92, осінь – 91; зима – 90;

середня інтенсивність сонячної радіації у безхмарні дні, Вт·год/(доба·м²): весна – 4010, літо – 4360, осінь – 4010; зима – 2870;

інтенсивність дифузійної радіації Вт·год/(доба·м²): весна – 260, літо – 400, осінь – 260; зима – 210;

кут i , град: весна – 20, літо – 30, осінь – 20; зима – 10.

Сонячною радіацією замінена електроенергія. Визначити максимальну допустиму вартість геліоустановки за коефіцієнта ефективності капітальних вкладень 0,15. Кліматичні умови та площа сонячного колектора подані у таблиці. ККД колектора визначити за графіком.

Таблиця

Кліматичні умови.

Показник	Варіанти				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Середня кількість сонячних днів за сезон:					
весна	77	76	75	74	73
літо	89	88	87	86	85
осінь	67	66	65	64	63
зима	57	56	55	54	53
Температура холодної води, °С:					
весна	10,0	9,5	9,0	10,5	11,0
літо	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0
осінь	10,0	9,5	9,0	10,5	11,0
зима	2,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Середня температура повітря, °С:					
весна	10,0	9,5	9,0	10,5	11,0
літо	21,0	20,5	19,5	19,5	19,0
осінь	9,0	8,5	7,0	9,5	10,0
зима	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Середньодобова потреба у гарячій воді, л	240	250	260	270	280

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Площа сонячного колектора, м ²	4	4,5	5,0	5,5	6,0
Тип сонячного колектора	1	1	1	1	1
Ціна електричної енергії, у.о./кВт·год	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	6	7	8	9	10
Середня кількість сонячних днів за сезон:					
весна	77	76	75	74	73
літо	89	88	87	86	85
осінь	67	66	65	64	63

зима	57	56	55	54	53
Температура холодної води, °С:					
весна	10,2	9,7	9,2	10,7	11,2
літо	20,2	19,7	19,2	18,7	18,2
осінь	10,2	9,7	9,2	10,7	11,2
зима	2,2	1,7	2,2	2,7	3,2
Середня температура повітря, °С:					
весна	10	9,5	9	10,5	11
літо	21	20,5	19,5	19,5	19
осінь	9	8,5	7	9,5	10
зима	0,1	0,6	1,1	1,6	2,1
Середньодобова потреба у гарячій воді, л	255	265	275	285	295
Площа сонячного колектора, м ²	4,5	4,5	5	5,5	6
Тип сонячного колектора	2	2	2	2	2
Ціна електричної енергії, у.о./кВт·год	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6
Середня кількість сонячних днів за сезон:					
весна	77	76	75	74	73
літо	89	88	87	86	85
осінь	67	66	65	64	63
зима	57	56	55	54	53

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Температура холодної води, °С:					
весна	10,4	9,9	9,4	10,9	11,4
літо	20,4	19,9	19,4	18,9	18,4
осінь	10,4	9,9	9,4	10,9	11,4
зима	2,4	1,9	2,4	2,9	3,4
Середня температура повітря, °С:					
весна	10	9,5	9	10,5	11
літо	21	20,5	19,5	19,5	19
осінь	9	8,5	7	9,5	10
зима	0,2	0,7	1,2	1,7	2,2
Середньодобова потреба у гарячій воді, л	270	280	290	300	310
Площа сонячного колектора, м ²	5	5	5,5	6	6,5
Тип сонячного колектора	2	2	2	2	2

Ціна електричної енергії, у.о./кВт·год	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11
---	------	------	------	-----	------

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	16	17	18	19	20
Середня кількість сонячних днів за сезон:					
весна	77	76	75	74	73
літо	89	88	87	86	85
осінь	67	66	65	64	63
зима	57	56	55	54	53
Температура холодної води, °С:					
весна	10,6	10,1	9,6	11,1	11,6
літо	20,6	20,1	19,6	19,1	18,6
осінь	10,6	10,1	9,6	11,1	11,6
зима	2,6	2,1	2,6	3,1	3,6
Середня температура повітря, °С:					
весна	10	9,5	9	10,5	11
літо	21	20,5	19,5	19,5	19
осінь	9	8,5	7	9,5	10
зима	0,3	0,8	1,3	1,8	2,3
Середньодобова потреба у гарячій воді, л	285	295	305	315	325
Площа сонячного колектора, м ²	5,5	5,5	6	6,5	7
Тип сонячного колектора	1	1	1	1	1
Ціна електричної енергії, у.о./кВт·год	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	21	22	23	24	25
Середня кількість сонячних днів за сезон:					
весна	77	76	75	74	73
літо	89	88	87	86	85
осінь	67	66	65	64	63
зима	57	56	55	54	53
Температура холодної води, °С:					
весна	10,8	10,3	9,8	11,3	11,8
літо	20,8	20,3	19,8	19,3	18,8
осінь	10,8	10,3	9,8	11,3	11,8
зима	2,8	2,3	2,8	3,3	3,8

Середня температура повітря, °С:					
весна	10	9,5	9	10,5	11
літо	21	20,5	19,5	19,5	19
осінь	9	8,5	7	9,5	10
зима	0,4	0,9	1,4	1,9	2,4
Середньодобова потреба у гарячій воді, л	300	310	320	330	340
Площа сонячного колектора, м ²	6	6	6,5	7	7,5
Тип сонячного колектора	2	2	2	2	2
Ціна електричної енергії, у.о./кВт·год	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16

Продовження таблиці

Показник	Варіанти				
	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6
Середня кількість сонячних днів за сезон:					
весна	77	76	75	74	73
літо	89	88	87	86	85
осінь	67	66	65	64	63
зима	57	56	55	54	53
Температура холодної води, °С:					
весна	11,0	10,5	10,0	11,5	12,0
літо	21,0	20,5	20,0	19,5	19,0
осінь	11,0	10,5	10,0	11,5	12,0
зима	3,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Середня температура повітря, °С:					
весна	10	9,5	9	10,5	11
літо	21	20,5	19,5	19,5	19
осінь	9	8,5	7	9,5	10
зима	0,5	1	1,5	2	2,5
Середньодобова потреба у гарячій воді, л	315	325	335	345	355
Площа сонячного колектора, м ²	6,5	4,5	5	5,5	6
Тип сонячного колектора	1	1	1	1	1
Ціна електричної енергії, у.о./кВт·год	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14

Модуль 4.

Загальні принципи енергетичного аудиту

Задача №7

Тема: визначення структури використання енергетичних ресурсів, енергоємності виробництва та баланс витрат на енергоресурси у поточних цінах.

Проаналізуйте динаміку та структуру енергоємності та енергоспоживання аграрним формуванням згідно варіанту.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Показник	Роки				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
1	Виробництво продукції, ц	37000	30692	77026	36841	31011
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	100	95	105	93	108
	Бензину, т	10,3	14,0	12,8	10,4	13,2
	Електричної енергії, тис. кВт·год	5,0	6,1	6,8	5,2	6,0
	Природний газ, тис. м ³	11,0	9,4	11,7	10,3	12,3
	Скраплений нафтовий газ, м ³	2,5	2,8	3,1	3,5	3,6
2	Виробництво продукції, ц	11792	14392	13821	12072	13928
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	31,44	39,14	38,33	32,51	37,66
	Бензину, т	11,79	14,39	14,10	11,35	14,21
	Електричної енергії, тис. кВт·год	5,90	7,20	6,50	6,04	7,05
	Природний газ, тис. м ³	9,43	12,10	11,50	0,95	11,30
	Скраплений нафтовий газ, м ³	15,72	19,19	17,51	17,06	17,09
3	Виробництво продукції, ц	12381	15399	15065	12434	14764
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	33,02	41,89	41,78	33,49	39,92
	Бензину, т	12,38	15,40	15,37	11,69	15,06
	Електричної енергії, тис. кВт·год	6,19	7,70	7,08	6,22	7,47

	Природний газ, тис. м ³	9,90	12,94	12,53	0,97	11,98
	Скраплений нафтовий газ, м ³	16,51	20,53	19,08	17,57	18,11
4	Виробництво продукції, ц	13000	16477	16421	12807	15650
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	34,67	44,82	45,54	34,49	42,32
	Бензину, т	13,00	16,48	16,75	12,04	15,96
	Електричної енергії, тис. кВт·год	6,50	8,24	7,72	6,40	7,92
	Природний газ, тис. м ³	10,40	13,85	13,66	1,00	12,70
	Скраплений нафтовий газ, м ³	17,33	21,97	20,80	18,10	19,20
5	Виробництво продукції, ц	13650	17630	17899	13191	16589
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	36,40	47,95	49,64	35,53	44,86
	Бензину, т	13,65	17,63	18,26	12,40	16,92
	Електричної енергії, тис. кВт·год	6,83	8,82	8,41	6,60	8,39
	Природний газ, тис. м ³	10,92	14,82	14,89	1,03	13,46
	Скраплений нафтовий газ, м ³	18,20	23,51	22,67	18,64	20,35
6	Виробництво продукції, ц	14333	18864	19510	13587	17584
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	38,22	51,31	54,11	36,59	47,55
	Бензину, т	14,33	18,86	19,90	12,77	17,94
	Електричної енергії, тис. кВт·год	7,17	9,43	9,17	6,79	8,90
	Природний газ, тис. м ³	11,47	15,86	16,23	1,06	14,26
	Скраплений нафтовий газ, м ³	19,11	25,15	24,71	19,20	21,57
7	Виробництво продукції, ц	15049	20185	21266	13994	18639
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	40,13	54,90	58,98	37,69	50,40
	Бензину, т	15,05	20,18	21,69	13,15	19,01
	Електричної енергії, тис. кВт·год	7,52	10,09	9,99	7,00	9,43
	Природний газ, тис. м ³	12,04	16,96	17,69	1,10	15,12
	Скраплений нафтовий газ, м ³	20,07	26,91	26,94	19,78	22,86
8	Виробництво продукції, ц	15802	21598	23180	14414	19758
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	42,14	58,75	64,28	38,82	53,42
	Бензину, т	15,80	21,60	23,64	13,55	20,15

	Електричної енергії, тис. кВт·год	7,90	10,80	10,89	7,21	10,00
	Природний газ, тис. м ³	12,64	18,15	19,29	1,13	16,03
	Скраплений нафтовий газ, м ³	21,07	28,80	29,36	20,37	24,24
9	Виробництво продукції, ц	16592	23110	25266	14847	20943
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	44,24	62,86	70,07	39,99	56,63
	Бензину, т	16,59	23,11	25,77	13,96	21,36
	Електричної енергії, тис. кВт·год	8,30	11,55	11,87	7,42	10,60
	Природний газ, тис. м ³	13,27	19,42	21,02	1,16	16,99
	Скраплений нафтовий газ, м ³	22,12	30,81	32,00	20,98	25,69
10	Виробництво продукції, ц	17421	24727	27540	15292	22200
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	46,46	67,26	76,38	41,19	60,03
	Бензину, т	17,42	24,73	28,09	14,37	22,64
	Електричної енергії, тис. кВт·год	8,71	12,36	12,94	7,65	11,23
	Природний газ, тис. м ³	13,94	20,78	22,91	1,20	18,01
	Скраплений нафтовий газ, м ³	23,23	32,97	34,88	21,61	27,23
11	Виробництво продукції, ц	19207	28310	32720	16223	24944
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	51,22	77,00	90,74	43,69	67,45
	Бензину, т	19,21	28,31	33,37	15,25	25,44
	Електричної енергії, тис. кВт·год	9,60	14,16	15,38	8,11	12,62
	Природний газ, тис. м ³	15,37	23,79	27,22	1,27	20,23
	Скраплений нафтовий газ, м ³	25,61	37,75	41,45	22,93	30,60
12	Виробництво продукції, ц	20167	30292	35665	16710	26440
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	53,78	82,39	98,91	45,01	71,49
	Бензину, т	20,17	30,29	36,38	15,71	26,97
	Електричної енергії, тис. кВт·год	10,08	15,15	16,76	8,35	13,38
	Природний газ, тис. м ³	16,13	25,46	29,67	1,31	21,45
	Скраплений нафтовий газ, м ³	26,89	40,39	45,18	23,62	32,43
13	Виробництво продукції, ц	21176	32412	38874	17211	28027
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					

Продовження таблиці 1

	Дизельне паливо, т	56,47	88,16	107,81	46,36	75,78
	Бензину, т	21,18	32,41	39,65	16,18	28,59
	Електричної енергії, тис. кВт·год	10,59	16,21	18,27	8,61	14,18
	Природний газ, тис. м ³	16,94	27,24	32,34	1,35	22,74
	Скраплений нафтовий газ, м ³	28,23	43,22	49,24	24,33	34,38
14	Виробництво продукції, ц	22235	34681	42373	17728	29708
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	59,29	94,33	117,51	47,75	80,33
	Бензину, т	22,23	34,68	43,22	16,66	30,30
	Електричної енергії, тис. кВт·год	11,12	17,34	19,92	8,86	15,03
	Природний газ, тис. м ³	17,79	29,15	35,25	1,39	24,10
	Скраплений нафтовий газ, м ³	29,65	46,24	53,67	25,05	36,44
15	Виробництво продукції, ц	23346	37109	46187	18259	31491
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	62,26	100,94	128,09	49,18	85,15
	Бензину, т	23,35	37,11	47,11	17,16	32,12
	Електричної енергії, тис. кВт·год	11,67	18,55	21,71	9,13	15,93
	Природний газ, тис. м ³	18,68	31,19	38,43	1,43	25,55
	Скраплений нафтовий газ, м ³	31,13	49,48	58,50	25,81	38,63
16	Виробництво продукції, ц	24514	39707	50343	18807	33380
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	65,37	108,00	139,62	50,65	90,26
	Бензину, т	24,51	39,71	51,35	17,68	34,05
	Електричної енергії, тис. кВт·год	12,26	19,85	23,66	9,40	16,89
	Природний газ, тис. м ³	19,61	33,37	41,89	1,47	27,08
	Скраплений нафтовий газ, м ³	32,68	52,94	63,77	26,58	40,95
17	Виробництво продукції, ц	25739	42486	54874	19371	35383
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	68,64	115,56	152,18	52,17	95,68
	Бензину, т	25,74	42,49	55,97	18,21	36,09
	Електричної енергії, тис. кВт·год	12,87	21,24	25,79	9,69	17,90
	Природний газ, тис. м ³	20,59	35,71	45,66	1,52	28,70
	Скраплений нафтовий газ, м ³	34,32	56,65	69,51	27,38	43,40
18	Виробництво продукції, ц	27026	45460	59813	19953	37506

	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	72,07	123,65	165,88	53,74	101,42
	Бензину, т	27,03	45,46	61,01	18,76	38,26
	Електричної енергії, тис. кВт·год	13,51	22,73	28,11	9,98	18,98
	Природний газ, тис. м ³	21,62	38,21	49,76	1,56	30,42
	Скраплений нафтовий газ, м ³	36,04	60,61	75,76	28,20	46,01
19	Виробництво продукції, ц	28378	48642	65196	20551	39756
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	75,67	132,31	180,81	55,35	107,50
	Бензину, т	28,38	48,64	66,50	19,32	40,55
	Електричної енергії, тис. кВт·год	14,19	24,32	30,64	10,28	20,12
	Природний газ, тис. м ³	22,70	40,88	54,24	1,61	32,25
	Скраплений нафтовий газ, м ³	37,84	64,86	82,58	29,05	48,77
20	Виробництво продукції, ц	29797	52047	71064	21168	42142
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	79,46	141,57	197,08	57,01	113,95
	Бензину, т	29,80	52,05	72,49	19,90	42,98
	Електричної енергії, тис. кВт·год	14,90	26,02	33,40	10,58	21,32
	Природний газ, тис. м ³	23,84	43,74	59,13	1,66	34,19
	Скраплений нафтовий газ, м ³	39,73	69,40	90,01	29,92	51,69
21	Виробництво продукції, ц	31286	55691	77460	21803	44670
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	83,43	151,48	214,82	58,72	120,79
	Бензину, т	31,29	55,69	79,01	20,49	45,56
	Електричної енергії, тис. кВт·год	15,64	27,85	36,41	10,90	22,60
	Природний газ, тис. м ³	25,03	46,81	64,45	1,71	36,24
	Скраплений нафтовий газ, м ³	41,72	74,25	98,12	30,81	54,80
22	Виробництво продукції, ц	32851	59589	84431	22457	47350
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	87,60	162,08	234,16	60,48	128,04
	Бензину, т	32,85	59,59	86,12	21,11	48,30
	Електричної енергії, тис. кВт·год	16,43	29,79	39,68	11,23	23,96
	Природний газ, тис. м ³	26,28	50,08	70,25	1,76	38,41

	Скраплений нафтовий газ, м3	43,80	79,45	106,95	31,74	58,08
23	Виробництво продукції, ц	34493	63760	92030	23130	50192
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	91,98	173,43	255,23	62,30	135,72
	Бензину, т	34,49	63,76	93,87	21,74	51,20
	Електричної енергії, тис. кВт·год	17,25	31,88	43,25	11,57	25,40
	Природний газ, тис. м ³	27,59	53,59	76,57	1,81	40,72
	Скраплений нафтовий газ, м3	45,99	85,01	116,57	32,69	61,57
24	Виробництво продукції, ц	36218	68223	100313	23824	53203
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	96,58	185,57	278,20	64,17	143,86
	Бензину, т	36,22	68,22	102,32	22,39	54,27
	Електричної енергії, тис. кВт·год	18,11	34,11	47,15	11,91	26,92
	Природний газ, тис. м ³	28,97	57,34	83,46	1,87	43,16
	Скраплений нафтовий газ, м3	48,29	90,96	127,06	33,67	65,26
25	Виробництво продукції, ц	38029	72999	109341	24539	56395
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	101,41	198,56	303,24	66,09	152,49
	Бензину, т	38,03	73,00	111,53	23,07	57,52
	Електричної енергії, тис. кВт·год	19,01	36,50	51,39	12,27	28,54
	Природний газ, тис. м ³	30,42	61,35	90,97	1,92	45,75
	Скраплений нафтовий газ, м3	50,71	97,33	138,50	34,68	69,18
26	Виробництво продукції, ц	39930	78109	119181	25275	59779
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	106,48	212,46	330,53	68,07	161,64
	Бензину, т	39,93	78,11	121,56	23,76	60,97
	Електричної енергії, тис. кВт·год	19,97	39,05	56,02	12,64	30,25
	Природний газ, тис. м ³	31,94	65,65	99,16	1,98	48,49
	Скраплений нафтовий газ, м3	53,24	104,15	150,96	35,72	73,33
27	Виробництво продукції, ц	41927	83577	129908	26034	63366
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	111,80	227,33	360,28	70,12	171,34
	Бензину, т	41,93	83,58	132,51	24,47	64,63
	Елек. енергії, тис. кВт·год	20,96	41,79	61,06	13,02	32,06

Продовження таблиці 1

	Природний газ, тис. м ³	33,54	70,24	108,08	2,04	51,40
	Скраплений нафтовий газ, м ³	55,90	111,44	164,55	36,79	77,73
28	Виробництво продукції, ц	44023	89427	141599	26815	67168
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	117,39	243,24	392,70	72,22	181,62
	Бензину, т	44,02	89,43	144,43	25,21	68,51
	Електричної енергії, тис. кВт·год	22,01	44,71	66,55	13,41	33,99
	Природний газ, тис. м ³	35,22	75,16	117,81	2,10	54,49
	Скраплений нафтовий газ, м ³	58,70	119,24	179,36	37,90	82,39

Задача №8

Тема: виконання енергетичного балансу підприємства та балансу витрат на енергоресурси.

Виконати частковий та фактичний енергетичний баланс підприємства. Визначити вартість енергетичних ресурсів: кожного окрема та загальну. У розрахунках прийняти наступні ціни енергетичних ресурсів: дизельне паливо – 1,1 у.о./л; бензин – 1,15 у.о./л; природний газ – 0,58 у.о./м³; електрична енергія – 0,15 у.о./кВт·год.

Таблиця 2

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Показник	Роки				
		Рослинництво	Тваринництво	Майстерня	Цех з переробки продукції	Адміністрація
1	2	3	4	5	6	7
1	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	100	5	2	-	-
	Бензину, т	10,3	6,0	1,8	-	1,2
	Електричної енергії, тис. кВт·год	5,0	19,1	16,8	95,2	6,0
	Природний газ, тис. м ³	30,0	69,4	51,7	80,3	12,3

2	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	31,44	39,14	38,33	32,51	37,66
	Бензину, т	11,79	14,39	14,10	11,35	14,21
	Електричної енергії, тис. кВт·год	5,90	7,20	6,50	6,04	7,05
	Природний газ, тис. м ³	9,43	12,10	11,50	0,95	11,30
3	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	115,56	5,78	2,31		
	Бензину, т	11,66	6,79	2,04		1,36
	Електричної енергії, тис. кВт·год	5,91	22,57	19,85	112,49	7,09
	Природний газ, тис. м ³	36,17	74,20	55,28	85,85	13,15
4	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	124,23	6,21	2,48		37,66
	Бензину, т	12,41	7,23	2,17		14,21
	Електричної енергії, тис. кВт·год	6,42	24,53	21,58	122,27	7,05
	Природний газ, тис. м ³	39,71	76,72	57,15	88,77	11,30
5	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	133,55	6,68	2,67		
	Бензину, т	13,20	7,69	2,31		1,54
	Електричної енергії, тис. кВт·год	6,98	26,67	23,45	132,91	8,38
	Природний газ, тис. м ³	43,60	79,33	59,10	91,79	14,06
6	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	143,56	7,18	2,87		
	Бензину, т	14,05	8,18	2,45		1,64
	Електричної енергії, тис. кВт·год	7,59	28,99	25,50	144,47	9,11
	Природний газ, тис. м ³	47,88	82,03	61,11	94,91	14,54
7	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	154,33	7,72	3,09		
	Бензину, т	14,94	8,71	2,61		1,74
	Електричної енергії, тис. кВт·год	8,25	31,51	27,71	157,04	9,90
	Природний газ, тис. м ³	52,57	84,82	63,18	98,14	15,03

8	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	178,35	8,92	3,57		
	Бензину, т	16,92	9,86	2,96		1,97
	Електричної енергії, тис. кВт·год	9,75	37,23	32,75	185,56	11,69
	Природний газ, тис. м ³	63,38	90,68	67,55	104,93	16,07
9	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	165,90	8,30	3,32		
	Бензину, т	15,90	9,26	2,78		1,85
	Електричної енергії, тис. кВт·год	8,97	34,25	30,12	170,70	10,76
	Природний газ, тис. м ³	57,72	87,70	65,33	101,48	15,54
10	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	191,72	9,59	3,83		
	Бензину, т	18,00	10,49	3,15		2,10
	Електричної енергії, тис. кВт·год	10,59	40,47	35,59	201,70	12,71
	Природний газ, тис. м ³	69,59	93,77	69,85	108,49	16,62
11	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	206,10	10,31	4,12		
	Бензину, т	19,15	11,16	3,35		2,23
	Електричної енергії, тис. кВт·год	11,52	43,99	38,69	219,25	13,82
	Природний газ, тис. м ³	76,41	96,95	72,23	112,18	17,18
12	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	221,56	11,08	4,43		
	Бензину, т	20,38	11,87	3,56		2,37
	Електричної енергії, тис. кВт·год	12,52	47,81	42,06	238,32	15,02
	Природний газ, тис. м ³	83,90	100,25	74,68	116,00	17,77
13	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	238,18	11,91	4,76		
	Бензину, т	21,68	12,63	3,79		2,53
	Електричної енергії, тис. кВт·год	13,61	51,97	45,72	259,05	16,33
	Природний газ, тис. м ³	92,12	103,66	77,22	119,94	18,37

14	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	256,04	12,80	5,12		
	Бензину, т	23,07	13,44	4,03		2,69
	Електричної енергії, тис. кВт·год	14,79	56,50	49,69	281,59	17,75
	Природний газ, тис. м ³	101,15	107,18	79,85	124,02	19,00
15	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	275,24	13,76	5,50		
	Бензину, т	24,55	14,30	4,29		2,86
	Електричної енергії, тис. кВт·год	16,08	61,41	54,02	306,09	19,29
	Природний газ, тис. м ³	111,06	110,83	82,56	128,23	19,64
16	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	295,89	14,79	5,92		
	Бензину, т	26,12	15,22	4,56		3,04
	Електричної енергії, тис. кВт·год	17,47	66,75	58,72	332,72	20,97
	Природний газ, тис. м ³	121,94	114,60	85,37	132,59	20,31
17	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	318,08	15,90	6,36		
	Бензину, т	27,79	16,19	4,86		3,24
	Електричної енергії, тис. кВт·год	19,00	72,56	63,82	361,67	22,79
	Природний газ, тис. м ³	133,89	118,49	88,27	137,10	21,00
18	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	341,94	17,10	6,84		
	Бензину, т	29,57	17,22	5,17		3,44
	Електричної енергії, тис. кВт·год	20,65	78,87	69,38	393,13	24,78
	Природний газ, тис. м ³	147,01	122,52	91,27	141,76	21,71
19	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	367,58	18,38	7,35		
	Бензину, т	31,46	18,33	5,50		3,67
	Електричної енергії, тис. кВт·год	22,44	85,74	75,41	427,34	26,93
	Природний газ, тис. м ³	161,42	126,69	94,38	146,58	22,45

20	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	395,15	19,76	7,90		
	Бензину, т	33,48	19,50	5,85		3,90
	Електричної енергії, тис. кВт·год	24,40	93,20	81,97	464,51	29,28
	Природний газ, тис. м ³	177,24	130,99	97,58	151,57	23,22
21	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	424,79	21,24	8,50		
	Бензину, т	35,62	20,75	6,22		4,15
	Електричної енергії, тис. кВт·год	26,52	101,30	89,10	504,93	31,82
	Природний газ, тис. м ³	194,61	135,45	100,90	156,72	24,01
22	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	456,64	22,83	9,13		
	Бензину, т	37,90	22,08	6,62		4,42
	Електричної енергії, тис. кВт·год	28,83	110,12	96,86	548,85	34,59
	Природний газ, тис. м ³	213,68	140,05	104,33	162,05	24,82
23	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	490,89	24,54	9,82		
	Бензину, т	40,32	23,49	7,05		4,70
	Електричної енергії, тис. кВт·год	31,33	119,70	105,28	596,61	37,60
	Природний газ, тис. м ³	234,62	144,81	107,88	167,56	25,67
24	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	527,71	26,39	10,55		
	Бензину, т	42,90	24,99	7,50		5,00
	Електричної енергії, тис. кВт·год	34,06	130,11	114,44	648,51	40,87
	Природний газ, тис. м ³	257,62	149,74	111,55	173,26	26,54
25	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	567,29	28,36	11,35		
	Бензину, т	45,65	26,59	7,98		5,32
	Електричної енергії, тис. кВт·год	37,02	141,43	124,40	704,93	44,43
	Природний газ, тис. м ³	282,86	154,83	115,34	179,15	27,44

26	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	609,83	30,49	12,20		
	Бензину, т	48,57	28,29	8,49		5,66
	Електричної енергії, тис. кВт·год	40,24	153,73	135,22	766,26	48,29
	Природний газ, тис. м ³	310,58	160,09	119,26	185,24	28,37
27	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	655,57	32,78	13,11		
	Бензину, т	51,68	30,10	9,03		6,02
	Електричної енергії, тис. кВт·год	43,75	167,11	146,99	832,92	52,50
	Природний газ, тис. м ³	341,02	165,54	123,32	191,54	29,34
28	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	704,74	35,24	14,09		
	Бензину, т	54,99	32,03	9,61		6,41
	Електричної енергії, тис. кВт·год	47,55	181,65	159,77	905,39	57,06
	Природний газ, тис. м ³	374,44	171,16	127,51	198,05	30,34

Модуль 5.

Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів

Задача №9

Тема: визначення енергетичної ефективності насосної станції та резервів енергозбереження.

Водяний насос управляється електродвигуном потужністю 90 кВт. Кількість накачується води регулюється затвором з сервоприводом, який узгоджується з тиском в системі. Вимірювання витрати води показують наступне кількість води, необхідну в різний час дня:

- 10 год/день: 100% максимальної витрати;
- 6 год/день: 70% максимальної витрати;
- 6 год/день: 40% максимальної витрати;
- 2 год/день: 20% максимальної витрати.

Пропонується в цілях економії енергії встановити привід з регульованою швидкістю, який автоматично реагує на тиск в системі.

Передбачається, що насос споживає 90 кВт енергії при 100% витраті, характеристики енергоспоживання дано на діаграмі (рис.11). Передбачається, що регулятор швидкості має внутрішні втрати, що дорівнюють 1 кВт. Насос працює 24 години на добу, 350 днів у році.

Визначити річне:

- збереження електричної енергії;
- вартість електроенергії;
- максимальну вартість модернізації за нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень 0,15.

Таблиця 6

Вихідні дані

Показник	Варіанти				
	1	2	3	4	5
Номинальна потужність електричного двигуна, кВт	90	88	92	86	94
Режими роботи, % від максимальної витрати води.:					
1	100	100	100	100	100
2	80	80	80	80	80
3	60	60	60	60	60
4	40	40	40	40	40
5	20	20	20	20	20
Добова тривалість режиму роботи, годин:					
1	6	4	6	4	2
2	4	6	4	6	4
3	6	6	4	6	8
4	6	6	4	2	4
5	2	2	6	6	6
Внутрішні втрати регулятора, кВт	1	1	1	1	1
Річна тривалість роботи, дів	350	340	330	320	310
Ціна електричної енергії, у.о./(кВт·год)	0,14	0,135	0,130	0,145	0,150

Продовження таблиці 6

Показник	Варіанти				
	6	7	8	9	10
Номінальна потужність електричного двигуна, кВт	96,75	94,6	98,9	92,45	101,05
Режими роботи, % від максимальної витрати води::					
1	100	100	100	100	100
2	80	80	80	80	80
3	60	60	60	60	60
4	40	40	40	40	40
5	20	20	20	20	20
Добова тривалість режиму роботи, годин:					
1	6	4	6	4	2
2	4	6	4	6	4
3	6	6	4	6	8
4	6	6	4	2	4
5	2	2	6	6	6
Внутрішні втрати регулятора, кВт	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Річна тривалість роботи, діб	335	325	315	305	295
Ціна електричної енергії, у.о./(кВт·год)	0,13	0,13	0,12	0,13	0,14

Продовження таблиці 6

Показник	Варіанти				
	11	12	13	14	15
Номінальна потужність електричного двигуна, кВт	104,01	101,70	106,32	99,38	108,63
Режими роботи, % від максимальної витрати води::					
1	100	100	100	100	100
2	80	80	80	80	80
3	60	60	60	60	60
4	40	40	40	40	40
5	20	20	20	20	20
Добова тривалість режиму роботи, годин:					
1	6	4	6	4	2
2	4	6	4	6	4
3	6	6	4	6	8
4	6	6	4	2	4
5	2	2	6	6	6
Внутрішні втрати регулятора, кВт	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Річна тривалість роботи, діб	320	310	300	290	280
Ціна електричної енергії, у.о./(кВт·год)	0,12	0,12	0,11	0,13	0,13

Продовження таблиці 6

Показник	Варіанти				
	16	17	18	19	20
Номінальна потужність електричного двигуна, кВт	111,81	109,32	114,29	106,84	116,78
Режими роботи, % від максимальної витрати води::					
1	100	100	100	100	100
2	80	80	80	80	80
3	60	60	60	60	60
4	40	40	40	40	40
5	20	20	20	20	20
Добова тривалість режиму роботи, годин:					
1	6	4	6	4	2
2	4	6	4	6	4
3	6	6	4	6	8
4	6	6	4	2	4
5	2	2	6	6	6
Внутрішні втрати регулятора, кВт	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Річна тривалість роботи, діб	305	295	285	275	265
Ціна електричної енергії, у.о./(кВт·год)	0,11	0,11	0,10	0,12	0,12

Продовження таблиці 6

Показник	Варіанти				
	21	22	23	24	25
Номінальна потужність електричного двигуна, кВт	120,19	117,52	122,86	114,85	125,53
Режими роботи, % від максимальної витрати води::					
1	100	100	100	100	100
2	80	80	80	80	80
3	60	60	60	60	60
4	40	40	40	40	40
5	20	20	20	20	20
Добова тривалість режиму роботи, годин:					
1	6	4	6	4	2
2	4	6	4	6	4
3	6	6	4	6	8
4	6	6	4	2	4
5	2	2	6	6	6
Внутрішні втрати регулятора, кВт	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Річна тривалість роботи, діб	290	280	270	260	250
Ціна електричної енергії, у.о./(кВт·год)	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11

Продовження таблиці 6

Показник	Варіанти				
	26	27	28	29	30
Номінальна потужність електричного двигуна, кВт	129,21	126,34	132,08	123,46	134,95
Режими роботи, % від максимальної витрати води::					
1	100	100	100	100	100
2	80	80	80	80	80
3	60	60	60	60	60
4	40	40	40	40	40
5	20	20	20	20	20
Добова тривалість режиму роботи, годин:					
1	6	4	6	4	2
2	4	6	4	6	4
3	6	6	4	6	8
4	6	6	4	2	4
5	2	2	6	6	6
Внутрішні втрати регулятора, кВт	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Річна тривалість роботи, діб	275	265	255	245	235
Ціна електричної енергії, у.о./(кВт*год)	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10

Задача 10

Тема: визначення питомого використання енергетичних ресурсів залежно від обсягів виробництва.

Визначити лінійну модель питомих витрат залежно від обсягів виробництва. Визначити коефіцієнт лінійної кореляції.

Таблиця 9

Варіант	Показник	Роки						
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Обсяг виробництва, тис. тонн	5619	4641	4822	3521	3393	2409	3830
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	737,78	685,11	592,88	509,84	514,72	410,74	541,23
2	Обсяг виробництва, тис. тонн	2000	3345	4732	5234	5785	5983	6000
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	400,12	435,09	476,45	521,45	678,84	734,76	799,23
3	Обсяг виробництва, тис. тонн	2155	2467	3462	4678	5341	5543	5821

	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	411,41	423,67	487,43	523,67	587,34	675,09	745,86
4	Обсяг виробництва, тис. тонн	3012	3234	3456	4760	5231	5764	5943
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	402,43	434,67	456,73	483,32	546,89	586,43	698,97
5	Обсяг виробництва, тис. тонн	2571	2988	3128	3574	4256	5349	5567
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	454,20	489,49	543,87	598,23	642,12	710,67	788,74
6	Обсяг виробництва, тис. тонн	2436	3457	3897	4732	5232	5573	599,97
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	432,25	479,02	567,23	598,28	654,34	697,78	756,90
7	Обсяг виробництва, тис. тонн	5734	4984	4231	3675	3100	2762	2223
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	763,34	712,75	654,98	632,69	565,39	521,65	479,31
8	Обсяг виробництва, тис. тонн	5890	5432	4786	4232	3458	2998	2324
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	756,98	711,32	685,88	623,41	578,22	510,03	432,90
9	Обсяг виробництва, тис. тонн	2143	2578	3256	4243	4732	5348	5890
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	421,64	453,76	543,89	643,98	764,09	798,54	800
10	Обсяг виробництва, тис. тонн	5764	5432	4898	4321	3875	3244	2894
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	781,34	716,15	697,04	634,65	575,42	513,77	487,89
11	Обсяг виробництва, тис. тонн	3008	3207	3674	4381	3967	4984	5978
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	456,98	488,98	533,22	577,87	589,43	599,09	600
12	Обсяг виробництва, тис. тонн	2765	3009	3765	4231	4876	5473	6123
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	452,75	489,95	543,76	567,83	648,93	694,84	749,99
13	Обсяг виробництва, тис. тонн	2437	2647	3298	3768	4389	4789	5210
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	412,3	435,98	456,86	489,09	521,89	543,67	589,87
14	Обсяг виробництва, тис. тонн	2571	2988	3128	3574	4256	5349	5567
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	450,12	425,09	416,45	551,45	698,83	724,75	789,23
15	Обсяг виробництва, тис. тонн	2345	3100	3489	3987	4328	4789	5678
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	435,89	489,76	543,96	598,54	678,43	754,90	789,98
16	Обсяг виробництва, тис. тонн	2456	2678	2984	3444	3890	4123	4898
	Витрати електричної	444,86	476,76	543,12	587,32	676,44	742,97	789,77

	енергії, млн кВт*год							
17	Обсяг виробництва, тис. тонн	2365	3109	3865	4131	4676	5343	6063
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	425,83	479,76	523,96	568,54	688,43	754,90	789,98
18	Обсяг виробництва, тис. тонн	2235	2337	3452	4788	5451	5583	5931
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	727,78	645,14	572,88	507,84	513,70	409,74	531,22
19	Обсяг виробництва, тис. тонн	2456	2768	3421	3876	4239	4798	5478
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	401,67	476,97	534,65	643,76	698,49	745,10	789,43
20	Обсяг виробництва, тис. тонн	2315	2764	3420	4847	5109	5546	5987
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	433,65	477,87	523,76	589,76	643,45	746,09	800
21	Обсяг виробництва, тис. тонн	2440	2864	3470	4922	5219	5636	6117
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	441,65	484,87	533,76	596,76	652,45	757,09	810
22	Обсяг виробництва, тис. тонн	2565	2964	3520	4997	5329	5726	6247
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	449,65	491,87	543,76	603,76	661,45	768,09	820
23	Обсяг виробництва, тис. тонн	2690	3064	3570	5072	5439	5816	6377
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	457,65	498,87	553,76	610,76	670,45	779,09	830
24	Обсяг виробництва, тис. тонн	2815	3164	3620	5147	5549	5906	6507
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	465,65	505,87	563,76	617,76	679,45	790,09	840
25	Обсяг виробництва, тис. тонн	2940	3264	3670	5222	5659	5996	6637
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	473,65	512,87	573,76	624,76	688,45	801,09	850
26	Обсяг виробництва, тис. тонн	3065	3364	3720	5297	5769	6086	6767
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	481,65	519,87	583,76	631,76	697,45	812,09	860
27	Обсяг виробництва, тис. тонн	3190	3464	3770	5372	5879	6176	6897
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	489,65	526,87	593,76	638,76	706,45	823,09	870
28	Обсяг виробництва, тис. тонн	3315	3564	3820	5447	5989	6266	7027
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	497,65	533,87	603,76	645,76	715,45	834,09	880
29	Обсяг виробництва, тис. тонн	3440	3664	3870	5522	6099	6356	7157

	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	505,65	540,87	613,76	652,76	724,45	845,09	890
30	Обсяг виробництва, тис. тонн	3565	3764	3920	5597	6209	6446	7287
	Витрати електричної енергії, млн кВт*год	513,65	547,87	623,76	659,76	733,45	856,09	900

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ

Модуль 1.

Загальні принципи енергетичного менеджменту

Задача №1

Тема: визначення енергетичної ефективності насосної станції.

Визначити фактичну добову енергетичну ефективність та коефіцієнт корисної дії насосної станції, що подає воду в резервуар водопостачання молочної ферми, за даними таблиці:

Таблиця

Вихідні дані для розрахунку енергетичної ефективності та коефіцієнту корисної дії насосної станції

Показник	Значення
Добова витрата енергії, W , кВт·год	495
Тривалість роботи насоса протягом доби, T , год.	16
Витрата часу для підйому 1 м^3 води, t , год	0,007
Висота підйому води, h , м.	42
Період холостого ходу, T_{xx} , год.	0,1
Витрата енергії в період холостого ходу, W_{xx} , кВт·год.	0,6

Розв'язання

Обсяг води, що була подана в резервуар

$$V = \frac{T - T_{xx}}{t} = \frac{16 - 0,1}{0,007} = 2271,4 \text{ м}^3.$$

Потенційна енергія води в резервуарі

$$E = \rho \cdot V \cdot g \cdot h \cdot 10^{-6}, \text{ МДж},$$

де ρ – густина води, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$;

Після підстановки отримаємо

$$E = 1000 \cdot 2271,4 \cdot 9,81 \cdot 42 \cdot 10^{-6} = 935,86 \text{ МДж}.$$

Добова витрата електричної енергії (МДж)

$$E_{ee} = W \cdot 3,6 = 495 \cdot 3,6 = 1782,0, \text{ МДж}.$$

Коефіцієнт енергетичної ефективності насосної станції

$$\eta_{ee} = \frac{E}{E_{ee}} = \frac{935,86}{1782,0} = 0,525.$$

Потужність електродвигуна насосу під час роботи під навантаженням

$$N_H = \frac{W - W_{xx}}{T - T_{xx}} = \frac{495 - 0,6}{16 - 0,1} = 31,09 \text{ кВт.}$$

Потужність, що потрібна для підйому води

$$N_n = \frac{\rho \cdot V \cdot h \cdot g}{t \cdot 3,6 \cdot 10^3} = \frac{1000 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot 42}{3,6 \cdot 10^3 \cdot 0,007} = 16350 \text{ Вт} = 16,35 \text{ кВт.}$$

ККД насосної станції

$$\eta = \frac{N_n}{N_H} = \frac{16,35}{31,09} = 0,526.$$

Задача №2

Тема: визначення енергоємності виробництва.

За вихідними даними таблиці, визначити енергоємність виробництва озимої пшениці (МДж/ц), визначити коефіцієнт лінійної кореляції енергоємності від обсягів виробництва та енергоємності продукції від витрат енергетичних ресурсів.

Таблиця

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Показник	Роки				
		1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6
1	Виробництво продукції, ц	20000	21950	20050	18720	20150
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	45,4	49,5	47,5	46,1	49,1
	Бензину, т	10,3	14,0	12,8	10,4	13,2
	Електричної енергії, тис. кВт·год	18,0	16,1	16,8	15,2	16,0
	Природний газ, тис. м ³	8,0	9,4	8,7	8,3	9,3
	Аміачна селітра, т	60	55	50	51	49

Розв'язання

Визначимо витрати енергетичних ресурсів по роках.

Витрата енергії паливами становить

$$Q_n = Q_{ni}^P \cdot m_{ni}, \text{ ГДж},$$

де Q_{ni}^P - нижча теплота згорання i -го виду палива, МДж/кг;

m_{ni} - річна витрата палива i -го виду, т.

Для природного газу

$$Q_{nr} = Q_{nr}^P \cdot V_{nr}$$

де Q_{nr}^P - питома теплота згорання природного газу, $Q_{nr}^P = 33,6$ МДж/м³;

V_{nr} - річна витрата природного газу, тис. м³.

Нижча теплота згорання моторних палив, МДж/кг:

- дизельне паливо – 42,5.
- бензин – 44,0.

Кількість енергії, що містить електрична енергія

$$Q_{ee} = W \cdot \xi, \text{ ГДж}$$

де W – річне споживання електричної енергії, тис.кВт·год;

ξ - енергетичний еквівалент, $\xi = 3,6$ МДж/ (кВт·год).

Непрямі витрати енергії з аміачною селітрою

$$Q_g = M_g \cdot \xi_g, \text{ ГДж}$$

де M_g - річна витрата аміачної селітри, т;

ξ_g - енергетичний еквівалент аміачної селітри, $\xi_g = 27,6$ МДж/кг.

Результати розрахунку заносимо в таблицю.

Витрати енергетичних ресурсів

Показник	Витрата	Теплота згоряння, або енергетичний еквіваленте, МДж/кг (МДж/м ³)	Значення, ГДж
Рік 1			
Дизельне паливо, т	45,4	42,5	1929,5
Бензину, т	10,3	44	453,2
Електричної енергії, тис. кВт×год	18	3,6	64,8
Природний газ, тис. м ³	8	33,6	268,8
Аміачна селітра, т	60	27,6	1656
Всього:			4372,3
Рік 2			
Дизельне паливо, т	49,5	42,5	2103,75
Бензину, т	14	44	616
Електричної енергії, тис. кВт×год	16,1	3,6	57,96
Природний газ, тис. м ³	9,4	33,6	315,84
Аміачна селітра, т	55	27,6	1518
Всього:			4611,55
Рік 3			
Дизельне паливо, т	47,5	42,5	2018,75
Бензину, т	12,8	44	563,2
Електричної енергії, тис. кВт×год	16,8	3,6	60,48
Природний газ, тис. м ³	8,7	33,6	292,32
Аміачна селітра, т	50	27,6	1380
Всього:			4314,75
Рік 4			
Дизельне паливо, т	46,1	42,5	1959,25
Бензину, т	10,4	44	457,6
Електричної енергії, тис. кВт×год	15,2	3,6	54,72
Природний газ, тис. м ³	8,3	33,6	278,88
Аміачна селітра, т	51	27,6	1407,6
Всього:			4158,05
Рік 5			

Дизельне паливо, т	49,1	42,5	2086,75
Бензину, т	13,2	44	580,8
Електричної енергії, тис. кВт×год	16	3,6	57,6
Природний газ, тис. м ³	9,3	33,6	312,48
Аміачна селітра, т	49	27,6	1352,4
Всього:			4390,03

Визначимо енергоємність пшениці по роках за формулою

$$E_n = \frac{Q}{M_n}, \quad \text{ГДж/ц,}$$

де Q – витрати енергії на виробництво пшениці, ГДж;

M_n - урожай пшениці, ц.

Результати розрахунків енергоємності пшениці зведемо в таблицю.

Таблиця

Енергоємність пшениці

Рік	Урожай, ц	Витрата енергії, ГДж	Енергоємність урожаю, ГДж/ц
1	20000	4372,3	0,2186
2	21950	4611,55	0,2101
3	20050	4314,75	0,2152
4	18720	4158,05	0,2221
5	20150	4390,03	0,2179

Коефіцієнт кореляції – показник, який використовують для вимірювання щільності зв'язку між результативними і факторними ознаками у кореляційно-регресійній моделі за лінійної залежності. За абсолютною величиною коефіцієнту кореляції коливається в межах від -1 до +1. Чим ближчий цей показник до 0, тим менший зв'язок, чим ближчий він до ± 1 – тим зв'язок тісніший. Знак «плюс» при коефіцієнті кореляції означає прямий зв'язок між ознаками x і y , знак «мінус» – обернений.

Уперше коефіцієнт кореляції як показник щільності зв'язку використав К. Пірсон. Для вимірювання щільності зв'язку нелінійних залежностей Пірсон запропонував кореляційне відношення із розробкою методів аналізу взаємозв'язку двох змінних було запропоновано теорію ча-

сткових і чистих коефіцієнтів кореляції, а також теорію множинної (багатофакторної) кореляції.

Коефіцієнт кореляції між досліджуваними ознаками повинен мати високий рівень достовірності (надійності). Для оцінки достовірності коефіцієнту кореляції обчислюють відношення коефіцієнта до його середньої помилки. Якщо воно дорівнює або більше 3, коефіцієнт кореляції вважають достовірним, тобто зв'язок між досліджуваними ознаками доведений. Якщо відношення менше 3, то не можна зробити висновку про достовірність зв'язку між досліджуваними ознаками. Для більшої надійності досліджень слід брати величину відношення коефіцієнту кореляції до його середньої помилки не 3, а 4. Якщо відношення коефіцієнту кореляції до його середньої помилки більше 3, а число спостережень більше 50, то вважають, що розрахований лінійний коефіцієнту кореляції відображає істотний тісний зв'язок.

Розрахунок коефіцієнта лінійної кореляції залежності енергоємності від урожаю виконаємо в табличній формі. Визначаємо енергоємність від рівню урожаю графічним методом з використанням Excel (рис. 1).

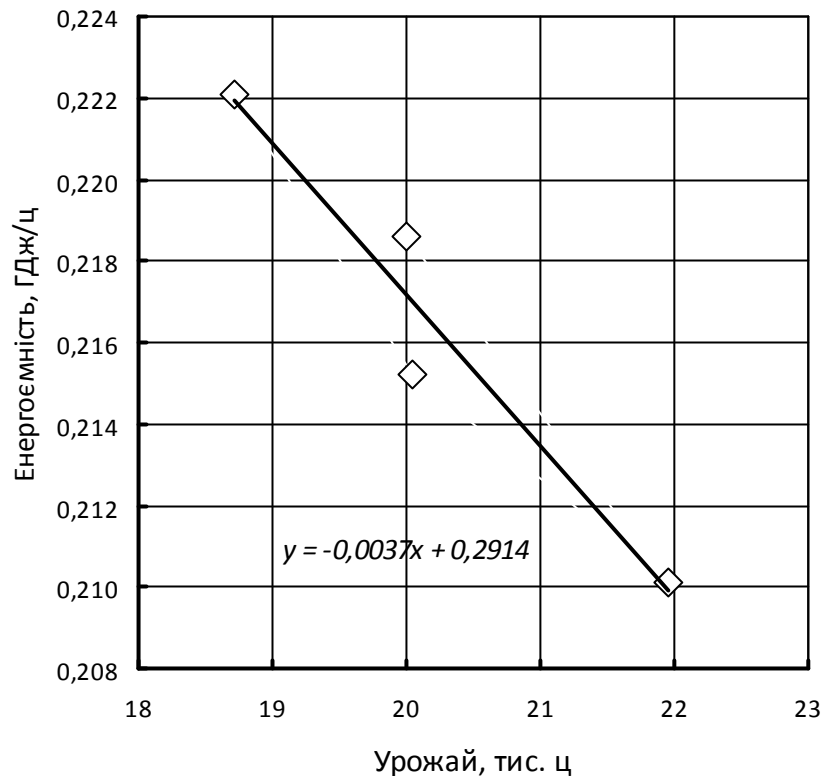


Рис. 1. Залежність енергоємності урожаю, від рівню урожаю.

Розрахунок коефіцієнта лінійної кореляції

Рік	x	y	x ²	y ²	xy
1	20000	0,218615	400000000	0,04779	4372,3
2	21950	0,210093394	481802500	0,04414	4611,6
3	20050	0,215199501	402002500	0,04631	4314,8
4	18720	0,222118056	350438400	0,04934	4158,1
5	20150	0,217867494	406022500	0,04747	4390
Разом	100870	1,083893445	2040265900	0,23505	21847

Визначаємо коефіцієнт лінійної кореляції за формулою

$$r = \frac{n \cdot \sum (X_i \cdot Y_i) - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{\sqrt{\left[n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 \right] \cdot \left[n \cdot \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2 \right]}}$$

Після підстановки отримаємо

$$r = \frac{5 \cdot 21847 - 100870 \cdot 1,08389}{\sqrt{\left[5 \cdot 2040265900 - 100870^2 \right] \cdot \left[5 \cdot 0,23505 - 1,08389^2 \right]}} = -0,9581.$$

Ступінь лінійного зв'язку висока.

Визначаємо енергоємність від рівню урожаю графічним методом з використанням Excel (рис. 2).

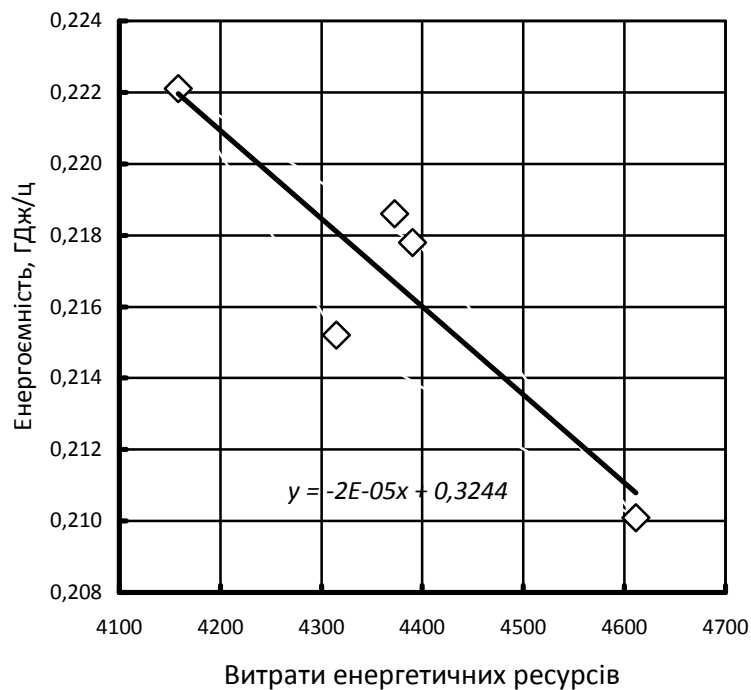


Рис. 2. Залежність енергоємності від витрат енергетичних ресурсів.

Розрахунок коефіцієнта лінійної кореляції залежності енергоємності від витрат енергетичних ресурсів виконаємо в табличній формі.

Таблиця

Розрахунок коефіцієнта лінійної кореляції

Рік	x	y	x ²	y ²	xy
1	4372,3	0,218615	19117007,3	0,04779	955,85
2	4611,55	0,210093394	21266393,4	0,04414	968,86
3	4314,75	0,215199501	18617067,6	0,04631	928,53
4	4158,05	0,222118056	17289379,8	0,04934	923,58
5	4390,03	0,217867494	19272363,4	0,04747	956,44
Разом	21846,68	1,083893445	95562211,5	0,23505	4733

Після підстановки отримаємо

$$r = \frac{5 \cdot 4733 - 21846,68 \cdot 1,08389}{\sqrt{[5 \cdot 95562211,5 - 21846,68^2] \cdot [5 \cdot 0,23505 - 1,08389^2]}} = -0,8997.$$

Ступінь лінійного зв'язку висока.

Модуль 2.

Нормування та прогнозування

Задача №3

Споживання ПЕР, що має тенденцію до зростання за наявності випадкових відхилень. Кількісні дані, що характеризують споживання ПЕР, наведені в табл. 3.2 і графічно зображені на рис. 4. Виконати прогнозування на наступні 12 місяців.

Таблиця

Споживання ПЕР з тенденцією до зростання за наявності випадкових відхилень

Місяць, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Разом
Споживання ПЕР, т. у. п.	199	202	199	208	212	194	214	220	219	254	219	233	2553

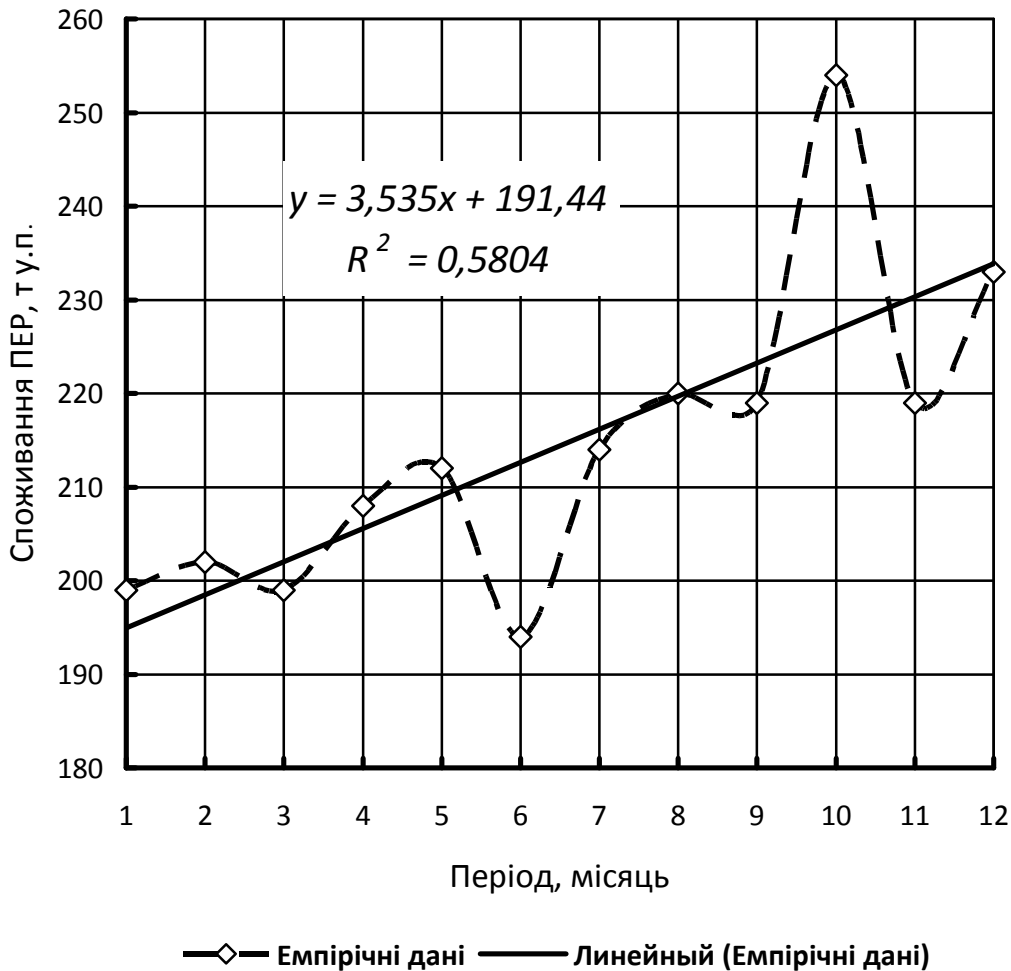


Рис. 4. Споживання ПЕР з тенденцією до зростання за наявності випадкових відхилень

Розв'язання

Обчислення виконаємо з використанням табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Результати обчислень для лінійної функції

Місяць	Споживання ПЕР, y	Умовний місяць, t	y_t	t^2
Січень	199	1	199	1
Лютий	404	2	404	4
Березень	597	3	597	9
Квітень	208	4	832	16
Травень	212	5	1060	25
Червень	194	6	1164	36
Липень	214	7	1498	49
Серпень	220	8	1760	64

Вересень	219	9	1971	81
Жовтень	234	10	2340	100
Листопад	219	11	2409	121
Грудень	233	12	2796	144
Сума	2553	78	17030	650

Підставляючи знайдені суми $\sum_{t=1}^n y_t$, $\sum_{t=1}^n y_t t$, $\sum_{t=1}^n t$, $\sum_{t=1}^n t^2$ у систему лінійних рівнянь для лінійної функції $\hat{y} = a + bt$, отримаємо:

$$2553 = 12a + 78,$$

$$17030 = 78a + 650.$$

Розв'язавши систему лінійних рівнянь, визначимо:

$$a = 192,92,$$

$$b = 3,05.$$

Округляючи значення a і b , отримаємо: $y_t = 192,92 + 3,05t$

Вважатимемо, що лінійна прогнозуюча функція правильно описує поведінку споживання ПЕР. Тоді, надаючи t значення 13, 14, ..., 24, отримаємо прогностичні оцінки рівнів споживання ПЕР наступного року (див. табл.).

Таблиця

Прогностичні оцінки рівнів споживання ПЕР, отримані за допомогою лінійної прогнозуючої функції

Місяць	Порядковий номер відрізка часу, t	Споживаний ПЕР, y_t
Січень	13	232
Лютий	14	235
Березень	15	238
Квітень	16	241
Травень	17	244
Червень	18	247
Липень	19	250
Серпень	20	253
Вересень	21	256
Жовтень	22	259
Листопад	23	262
Грудень	24	265

Похибку прогностичної оцінки при відомих кількісних даних можна визначити. Проте найпростіше взяти за основу початкове визначення СКВ. У цьому разі ця формула має вигляд

$$\sigma_{y_t} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{(n-1)}}$$

Оцінка похибки при складанні прогнозів за допомогою лінійної прогнозуючої функції СКВ, що характеризує похибку прогностичної оцінки при вибраній нами прогнозуючій функції, дорівнює:

$$\sigma_{y_t} = 7,32$$

У результаті аналізу доходимо таких висновків:

- 1) рівень споживання ПЕР апроксимується лінією регресії, що визначається рівнянням $y_t = 193 + 3t$;
- 2) СКВ, що характеризує похибку прогнозу, дорівнює 7,32.

Задача №4

Періодична поведінка споживання ПЕР. Дані, наведені в табл. 5, зображено графічно на рис. 5. Виконати прогнозування на наступні 12 місяців.

Таблиця

Споживання ПЕР об'єктом по місяцях

Місяць, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Споживання ПЕР, т. у. п.	72	83	92	107	114	129	91	108	116	79	92	93

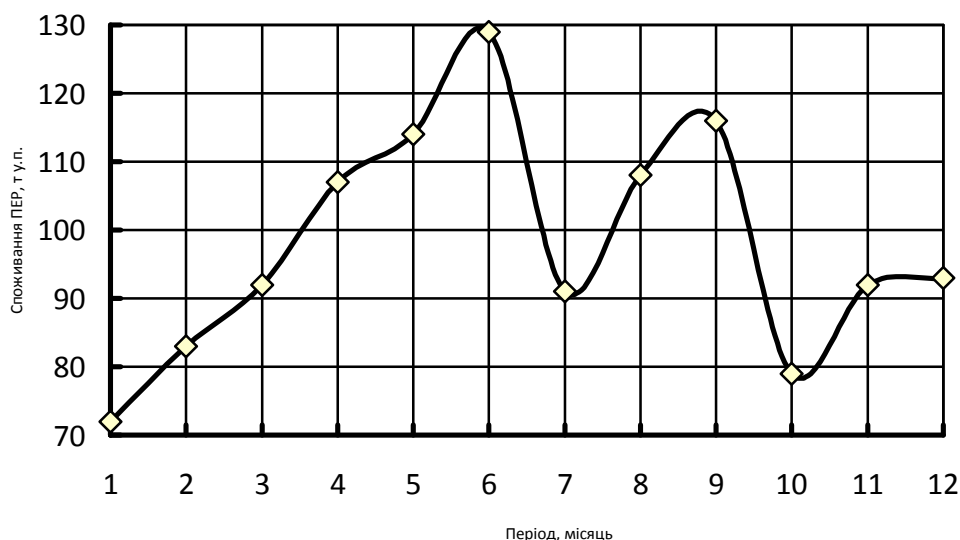


Рис. 5. Періодична поведінка споживання ПЕР

Розв'язання

Використовується метод найменших квадратів для періодичної функції вигляду

$$y = a + b \cdot \cos \frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot t + c \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot t$$

Результати обчислень, супроводжуючих побудову прогнозуючої функції, наведено в табл. 6.

Таблиця 6

Результати обчислень для періодичної моделі

Місяць	Споживання ПЕР, y_t	t	$\sin(\pi t/6)$	$\cos(\pi t/6)$	$y_t \sin(\pi t/6)$	$y_t \cos(\pi t/6)$
Січень	72	1	0,500	0,866	36,000	62,354
Лютий	83	2	0,866	0,500	71,880	41,500
Березень	92	3	1,000	0,000	92,000	0,000
Квітень	107	4	0,866	-0,500	92,665	-53,500
Травень	114	5	0,500	-0,866	57,000	-98,727
Червень	129	6	0,000	-1,000	0,000	-129,000
Липень	91	7	-0,500	-0,866	-45,500	-78,808
Серпень	108	8	-0,866	-0,500	-93,531	-54,000
Вересень	116	9	-1,000	0,000	-116,000	0,000
Жовтень	79	10	-0,866	0,500	-68,416	39,500
Листопад	92	11	-0,500	0,866	-46,000	79,674
Грудень	93	12	0,000	1,000	0,000	93,000
Сума	1176	78	0	0	-19,902	-98,007

Результати розрахунків

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n} = \frac{1176}{12} = 98,$$

$$b = \frac{2}{n} \cdot \sum_{t=1}^n \left(y_t \cdot \cos \left(\frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot t \right) \right) = \frac{2}{12} \cdot \sum_{t=1}^{12} \left(y_t \cdot \cos \left(\frac{2 \cdot \pi}{12} \cdot t \right) \right) = -\frac{98,007}{6} = -16,3,$$

$$c = \frac{2}{n} \cdot \sum_{t=1}^n \left(y_t \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot t \right) \right) = \frac{2}{12} \cdot \sum_{t=1}^{12} \left(y_t \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot \pi}{12} \cdot t \right) \right) = -\frac{19,902}{6} = -3,3.$$

З урахуванням певних значень a , b , c та $n = 12$ одержимо

$$y = 98 - 16,3 \cdot \cos \frac{\pi}{6} t - 3,3 \cdot \sin \frac{\pi}{6} \cdot t$$

Прогностичні оцінки для наступного року наведено в табл. 7.

Таблиця 7

Прогностичні оцінки при періодичній поведінці споживання ПЕР

Місяць, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ра- зом
Прогно- зоване споживання ПЕР, т. у. п.	82,2	87,0	94,7	103,3	110,5	114,3	113,8	109,0	101,3	92,7	85,6	81,7	1176

Оцінка похибки при прогнозуванні споживання ПЕР за допомогою періодичної прогнозуючої функції СКВ, що характеризує похибку прогнозу в даному випадку при використанні періодичної прогнозуючої функції, дорівнює

$$\sigma_{y_t} = 10,8.$$

Результати аналізу можна сформулювати таким чином:

1) очікуваний рівень споживання ПЕР змінюється відповідно до моделі

$$y = 98 - 16,3 \cdot \cos \frac{\pi}{6} t - 3,3 \cdot \sin \frac{\pi}{6} \cdot t$$

2) СКВ, що характеризує похибку прогнозу, дорівнює 10,8.

Порівняння фактичних даних із відповідними значеннями прогнозуючої функції відображено на рис. 6.

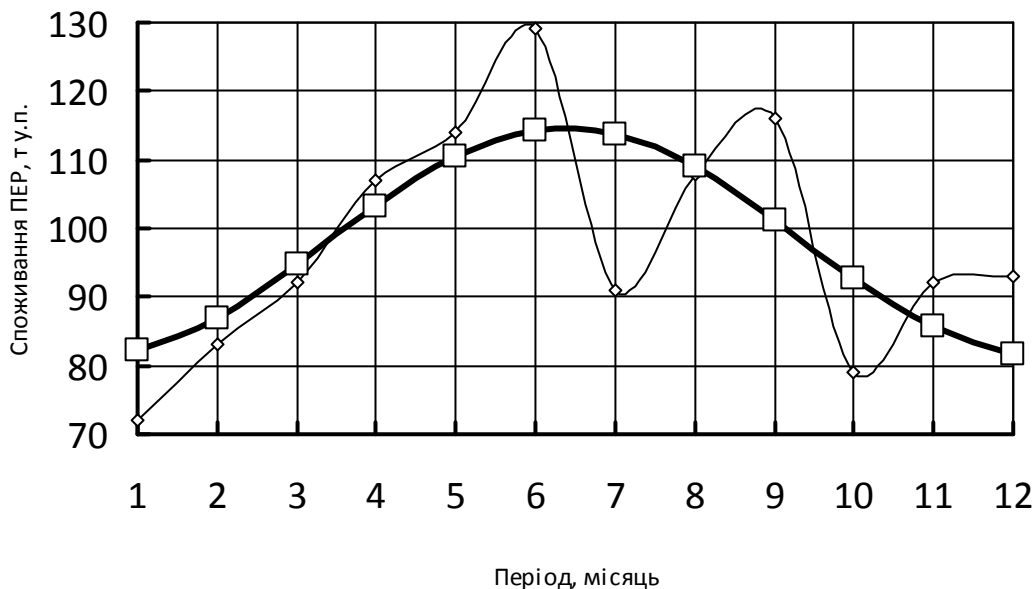


Рис. 6. Періодична поведінка споживання ПЕР і циклічна прогнозуюча функція

Модуль 3. Альтернативні джерела енергії

Задача №5

Тема: Оцінка енергетичної та економічної ефективності застосування теплових насосів

Розрахувати і дати оцінку енергетичної та економічної ефективності застосування теплового насоса (ТН) в системі утилізації теплоти стічних (оборотних) вод. Споживач теплоти, виробленої ТН - гаряче водопостачання підприємства і прилеглих об'єктів. Використовується ТН типу «вода-вода» зі спіральним компресором.

Вихідні дані:

- 1 . Обсяг ТВЕР (стічних вод) становить $G = 40 \text{ м}^3/\text{год}$;
- 2 . Глибина охолодження потоку ТВЕР $\Delta t = 4 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3 . Коефіцієнт доступності утилізації ТВЕР дорівнює $R = 0,9$;
- 4 . Розрахункова тривалість використання теплового потенціалу ТВЕР $n = 5000 \text{ год.}$;
- 5 . Середньорічний опалювальний коефіцієнт ТН становить $\varepsilon = 3,5$;
- 6 . Коефіцієнт корисної дії (ККД) чинного джерела теплопостачання дорівнює $\eta_{\text{ті}} = 0,85$;
- 7 . ККД теплової мережі $\eta_{\text{тс}} = 0,9$;
- 8 . ККД джерела електричної енергії $\eta_{\text{ен}} = 0,33$;
- 9 . ККД передачі і трансформації електричної енергії $\eta_{\text{ес}} = 0,9$;
- 10 вартість електричної енергії $C_e = 0,035 \text{ у.о./кВт}\cdot\text{год}$;
- 11 вартість теплової енергії $C_Q = 8,35 \text{ у.о./ГДж}$;
- 12 процентна ставка по кредиту $A = 15 \%$.

Розв'язання

1 . Визначимо тепловий потенціал ТВЕР:

- Розрахункова теплова потужність

$$Q^p_{\text{твер}} = G \cdot \rho \cdot C \cdot \Delta t \cdot R / 3600 = 40 \cdot 1000 \cdot 4,19 \cdot 4 \cdot 0,9 / 3600 = 167,6$$

кВт;

- Наявний, використовуваний протягом року

$$Q^{\Gamma}_{\text{ТВЕР}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot Q^p_{\text{твер}} \cdot n = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 167,6 \cdot 5000 = 3017 \text{ ГДж};$$

2. Визначимо теплопродуктивність теплового насоса в системі утилізації ТВЕР при покритті їм теплового навантаження гарячого водопостачання

$$Q_{тн}^p = 1,4 \cdot Q_{твер}^p = 1,4 \cdot 167,6 = 234,6 \text{ кВт};$$

$$Q_{тн}^r = 1,45 \cdot Q_{твер}^r = 1,45 \cdot 3017 = 4375 \text{ ГДж};$$

3. Визначимо споживану потужність компресора теплового насоса

$$P_{ТН} = Q_{тн}^p - Q_{твер}^p = 234,6 - 167,6 = 67 \text{ кВт}.$$

4. Знаходимо річну витрату електричної енергії на вироблення теплоти

$$E_{тн} = (Q_{тн}^r - Q_{твер}^r) / 3,6 = (4375 - 3017) / 3,6 = 377,2 \text{ МВт} \cdot \text{год}$$

5. Енергетичну ефективність застосування ТН визначимо за величиною очікуваної щорічної економії первинного палива

$$\Delta B = \left[1 - \frac{\eta_m \cdot \eta_{mc}}{\varepsilon \cdot \eta_{ен} \cdot \eta_{ес}} \right] \cdot 100 = \left[1 - \frac{0,85 \cdot 0,9}{\varepsilon \cdot 0,33 \cdot 0,9} \right] \cdot 100 = 26,4\%.$$

6. Визначимо укрупнено витрати на придбання, монтаж та приєднання ТН і периферійного обладнання до тепломережі. Для теплового насоса типу «вода-вода» зі спіральним компресором

$$K_{тну} = 7700 + 115 \cdot Q_{тн}^p = 7700 + 115 \cdot 234,6 = 34\,679 \text{ у.о.}$$

7. Визначимо величину очікуваної щорічної економії витрат E^r при впровадженні теплового насоса

$$E^r = E_{ТР} - E_{ТН}.$$

Значення $E_{ТР}$ визначимо за виразом

$$E_{тр} = 3,385 \cdot n \cdot C_Q \cdot Q_{тн}^p / 1000 = 3,385 \cdot 5000 \cdot 8,35 \cdot 234,6 / 1000 = 33154 \text{ у.о.}$$

Значення $E_{ТН}$ визначимо відповідно за формулою

$$E_{тн} = 0,286 \cdot n \cdot C_e \cdot Q_{тн}^p = 0,286 \cdot 5000 \cdot 0,035 \cdot 234,6 = 11741 \text{ у.о.}$$

звідси

$$E^r = E_{ТР} - E_{ТН} = 33154 - 11741 = 21413 \text{ у.о.}$$

8. Термін окупності теплового насоса дорівнює

$$T_o = K_{тну} / E^r = 34679 / 21413 = 1,62 \text{ року}$$

9. Величина прибутковості D від впровадження ТН в систему гарячого водопостачання підприємства складе

$$D = 100 \cdot E^r / (K_{тну} \cdot (1 + A/100)) = 100 \cdot 21413 / (34679 \cdot (1 + 15/100)) = 53,7\%.$$

Як впливає з наведеного прикладу, застосування теплового насоса енергетично та економічно обґрунтовано, тому що $\Delta B = 26,4 \%$, $T_{ок} = 1,62$ року, $D = 53,7 \%$

Задача №6

Тема: визначення ефективності сонячного водопідігрівача

Визначити заощадження паливно-енергетичних ресурсів при застосуванні сонячного водонагрівача на молочній фермі, якщо:

- температура гарячої води становить $t_r = 50^{\circ}\text{C}$;
- кількість днів в сезоні, T_c : весна – 92, літо – 92, осінь – 91; зима – 90;
- середня інтенсивність сонячної радіації у безхмарні дні, Q , Вт·год/(доба·м²): весна – 4010, літо – 4360, осінь – 4010; зима – 2870;
- інтенсивність дифузійної радіації, q , Вт·год/(доба·м²): весна – 260, літо – 400, осінь – 260; зима – 210;
- кут i , град: весна – 20, літо – 30, осінь – 20; зима – 10.

Сонячною радіацією замінюється електроенергія. Визначити максимальну допустиму вартість геліоустановки за коефіцієнта ефективності капітальних вкладень 0,15. Кліматичні умови та площа сонячного колектора подані у таблиці. ККД колектора визначити за графіком.

Таблиця

Кліматичні умови.

Показник	Значення
Середня кількість сонячних днів за сезон:	
весна	75
літо	87
осінь	68
зима	52
Температура холодної води, t_w , $^{\circ}\text{C}$:	
весна	11,0
літо	21,0
осінь	9,0
зима	1,0
Середня температура повітря, t_a , $^{\circ}\text{C}$:	
весна	12,0

літо	22,0
осінь	8,0
зима	0,0
Середньодобова потреба у гарячій воді, V , л	400
Площа сонячного колектора, F , м ²	6
Тип колектора	1
Ціна електричної енергії, C_e , у.о./кВт·год	0,14

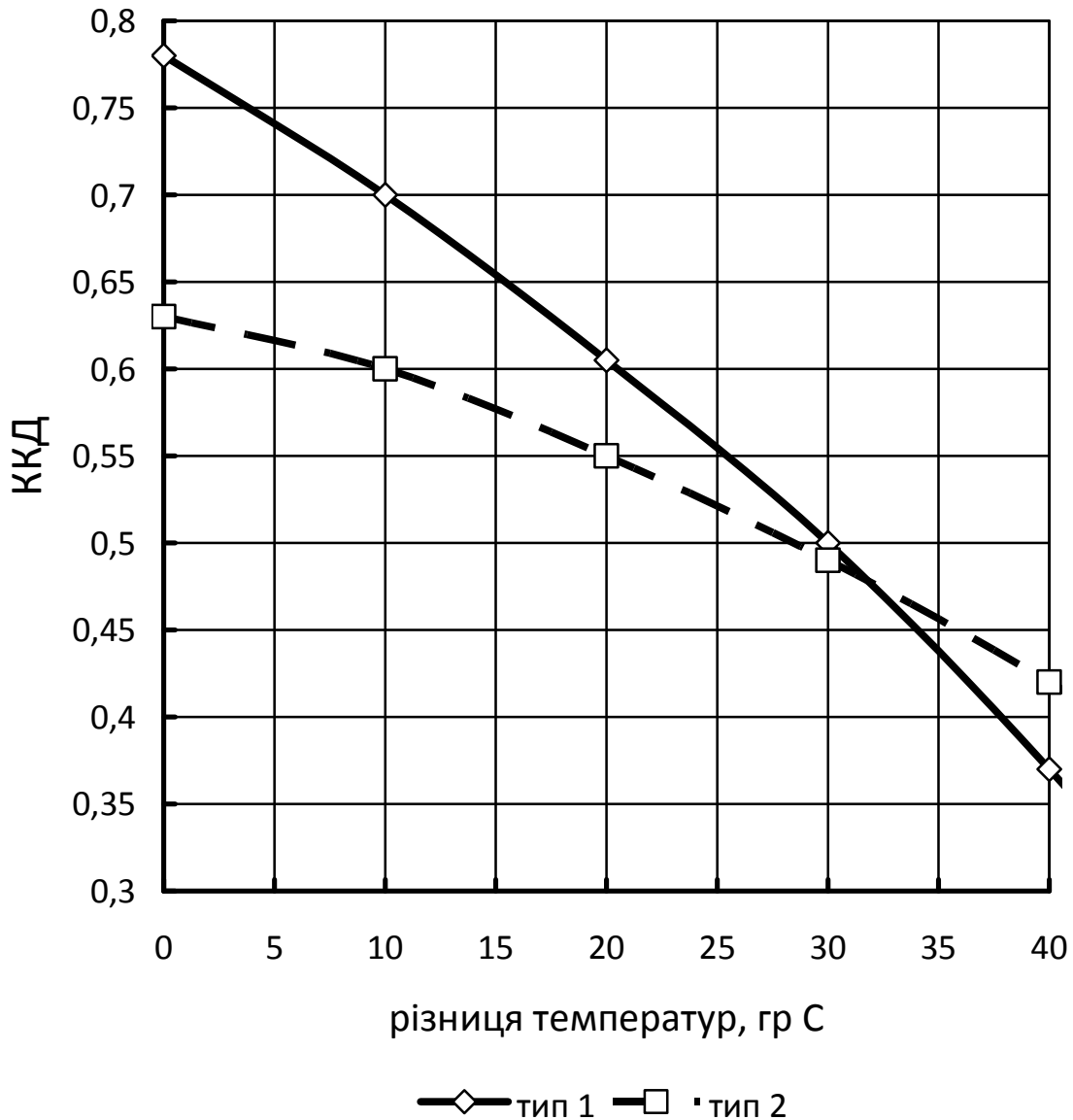


Рис. 1. Залежність теплового ККД від різниці температури між поверхнюю нагріву та оточуючим повітрям

Розв'язання

Приріст температури води у сонячному колекторі

$$\Delta t = \frac{3,6 \cdot (Q + q) \cdot F \cdot \eta \cdot \cos i}{0,001 \cdot \rho \cdot V \cdot C_p}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

де η – ККД сонячного колектору;

ρ – густина води, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$;

C_p – середня ізобарна теплоємність води, $C_p = 4,18 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

Виконаємо розрахунок для весни. Прийmemo ККД колектора 0,54.

Тоді після підстановки отримаємо приріст температури

$$\Delta t = \frac{3,6 \cdot (4010 + 260) \cdot 6 \cdot 0,64 \cdot \cos 20}{0,001 \cdot 1000 \cdot 400 \cdot 4,18} = 27,99 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Кількість енергії, що була передана воді у сонячному колекторі за весну

$$Q_{ск} = \Delta t \cdot C_p \cdot \rho \cdot V \cdot T_c \cdot 10^{-6} = 27,99 \cdot 4,18 \cdot 1000 \cdot 400 \cdot 75 \cdot 10^{-6} = 3211,9 \text{ МДж}.$$

де T_c – кількість сонячних днів, $T_c = 75$.

Кількість енергії, потрібної для нагріву води

$$Q_o = (t_z - t_w) \cdot C_p \cdot \rho \cdot V \cdot T_c \cdot 10^{-6} = (50 - 11) \cdot 4,18 \cdot 1000 \cdot 400 \cdot 75 \cdot 10^{-6} = 5999,14 \text{ МДж}$$

Результати всіх інших розрахунків зведемо в таблицю.

Таблиця

Результати розрахунків

Сезон	Тепло, отримане від сонця, МДж	Потрібне тепло, МДж	Частка тепла, отримана від сонця, %
Весна	3510,35	5999,14	58,51
Літо	4028,84	4460,89	90,31
Осінь	3094,31	6338,23	48,82
Зима	1976,03	7373,78	26,80
Разом	12609,5	24172	52,17

Таким чином потенційна економія енергії становить 11563 МДж, що еквівалентно 3211,9 кВт·год електричної енергії (W).

Тоді максимальне значення вартості геліосистеми становить

$$K = \frac{W \cdot C_e}{E_n} = \frac{3502,65 \cdot 0,14}{0,15} = 3269,14 \text{ у.о.}$$

Модуль 4.**Загальні принципи енергетичного аудиту****Задача №7**

Тема: визначення структури використання енергетичних ресурсів та енергоємності виробництва.

Проаналізуйте динаміку та структуру енергоємності та енергоспоживання аграрним формуванням.

Таблиця 10

Варі-ант	Показник	Роки				
		1	2	3	4	5
28	Виробництво продукції, ц	44023	89427	141599	26815	67168
	Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
	Дизельне паливо, т	117,39	243,24	392,70	72,22	181,62
	Бензину, т	44,02	89,43	144,43	25,21	68,51
	Електричної енергії, тис. кВт·год	22,01	44,71	66,55	13,41	33,99
	Природний газ, тис. м ³	35,22	75,16	117,81	2,10	54,49
	Скrapлений нафтовий газ, м ³	58,70	119,24	179,36	37,90	82,39

Розв'язання

Теплота згоряння палив, МЖ/кг (МДж.м3)

дизельне паливо 42,5

бензин 44

природний газ 36

Скrapлений нафтовий газ 46

Таблиця

Енергоємність виробництва

Викоритсання енергетичних ресурсів, ГДж	9704,2	20046,4	31898,2	5226,5	14826,0
Енергоємність виробництва, МДж/ц	220,4	224,2	225,3	194,9	220,7

Енергетичний баланс, %

Дизельне паливо	51,4	51,6	52,3	58,7	52,1
Бензину	20,0	19,6	19,9	21,2	20,3
Електрична енергія	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8
Природний газ	13,1	13,5	13,3	1,4	13,2
Скраплений нафтовий газ	14,7	14,5	13,7	17,7	13,5
Разом	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Задача №8

Тема: виконання енергетичного балансу підприємства.

Виконати частковий та фактичний енергетичний баланс підприємства. Визначити вартість енергетичних ресурсів: кожного окрема та загальну. У розрахунках прийняти наступні ціни енергетичних ресурсів: дизельне паливо – 1,1 у.о./л; бензин – 1,15 у.о./л; природний газ – 0,58 у.о./м³; електрична енергія – 0,15 у.о./кВт·год.

Таблиця

Вихідні дані для розрахунку

Показник	Роки				
	Рослинництво	Тваринництво	Майстерня	Цех з переробки продукції	Адміністрація
Витрата енергоресурсів на виробництво, у т.ч.:					
Дизельне паливо, т	704,74	35,24	14,09		
Бензину, т	54,99	32,03	9,61		6,41
Електричної енергії, тис. кВт·год	47,55	181,65	159,77	905,39	57,06
Природний газ, тис. м ³	374,44	171,16	127,51	198,05	30,34

Розв'язання

Виконаємо частковий енергетичний баланс (за окремими видами енергетичних ресурсів)

Дизельне паливо

Споживач	Витрата, т	Витрата, ГДж	Вартість, тис. у.о.	Відносне значення, %
Рослинництво	704,74	29951,42	933,99	93,46
Тваринництво	35,24	1497,57	46,70	4,67
Майстерня	14,09	599,03	18,68	1,87
Цех з переробки продукції	0,00	0,00	0,00	0,00
Адміністрація	0,00	0,00	0,00	0,00
Разом:	754,07	32048,02	999,37	100,00

Ціна енергії,
у.о./ГДж

31,18

Бензин

Споживач	Витрата, т	Витрата, ГДж	Вартість, тис. у.о.	Відносне значення, %
Рослинництво	54,99	2419,43	87,83	53,37
Тваринництво	32,03	1409,38	51,16	31,09
Майстерня	9,61	422,81	15,35	9,33
Цех з переробки продукції	0,00	0,00	0,00	0,00
Адміністрація	6,41	281,88	10,23	6,22
Разом:	103,03	4533,50	164,57	100,00

Ціна енергії,
у.о./ГДж

36,30

Електрична енергія

Споживач	Витрата, тис. кВт·год	Витрата, ГДж	Вартість, тис. у.о.	Відносне значення, %
Рослинництво	47,55	171,19	7,13	3,52

Тваринництво	181,65	653,93	27,25	13,44
Майстерня	159,77	575,19	23,97	11,82
Цех з переробки продукції	905,39	3259,40	135,81	67,00
Адміністрація	57,06	205,42	8,56	4,22
Разом:	1351,42	4865,13	202,71	100,00

Ціна енергії,
у.о./ГДж 41,67

Таблиця

Природний газ

Споживач	Витрата, тис. м ³	Витрата, ГДж	Вартість, тис. у.о.	Відносне значення, %
Рослинництво	374,44	12543,80	217,18	41,54
Тваринництво	171,16	5734,01	99,28	18,99
Майстерня	127,51	4271,59	73,96	14,14
Цех з переробки продукції	198,05	6634,60	114,87	21,97
Адміністрація	30,34	1016,26	17,59	3,37
Разом:	901,50	30200,27	522,87	100,00

Ціна енергії,
у.о./ГДж 17,31

Таблиця 16

Фактичний енергетичний баланс (всі енергетичні ресурси)

Споживач	Витрата, ГДж	Відносне значення, %	Вартість, тис. у.о.	Відносне значення, %
Рослинництво	45085,85	62,93	1246,13	65,95
Тваринництво	9294,90	12,97	224,38	11,88
Майстерня	5868,62	8,19	131,95	6,98
Цех з переробки продукції	9894,00	13,81	250,68	13,27
Адміністрація	1503,56	2,10	36,39	1,93
Разом:	71646,93	100,00	1889,52	100,00

Ціна енергії, 26,37

Модуль 5.

Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів

Задача №9

Тема: енергозбереження насосної станції

Водяний насос управляється електродвигуном потужністю 90 кВт. Кількість накачується води регулюється затвором з сервоприводом, який узгоджується з тиском в системі. Вимірювання витрати води показують наступне кількість води, необхідну в різний час дня:

- 10 год/день: 100% максимальної витрати
- 6 год/день: 70% максимальної витрати
- 6 год/день: 40% максимальної витрати
- 2 год/день: 20% максимальної витрати

Пропонується в цілях економії енергії встановити привід з регульованою швидкістю, який автоматично реагує на тиск в системі.

Передбачається, що насос споживає 90 кВт енергії при 100% витраті, характеристики енергоспоживання дано на діаграмі (рис.11). Передбачається, що регулятор швидкості має внутрішні втрати, що дорівнюють 1 кВт. Насос працює 24 години на добу, 350 днів у році.

Визначити річне:

- збереження електричної енергії;
- вартість електроенергії;
- максимальну вартість модернізації за нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень 0,15.

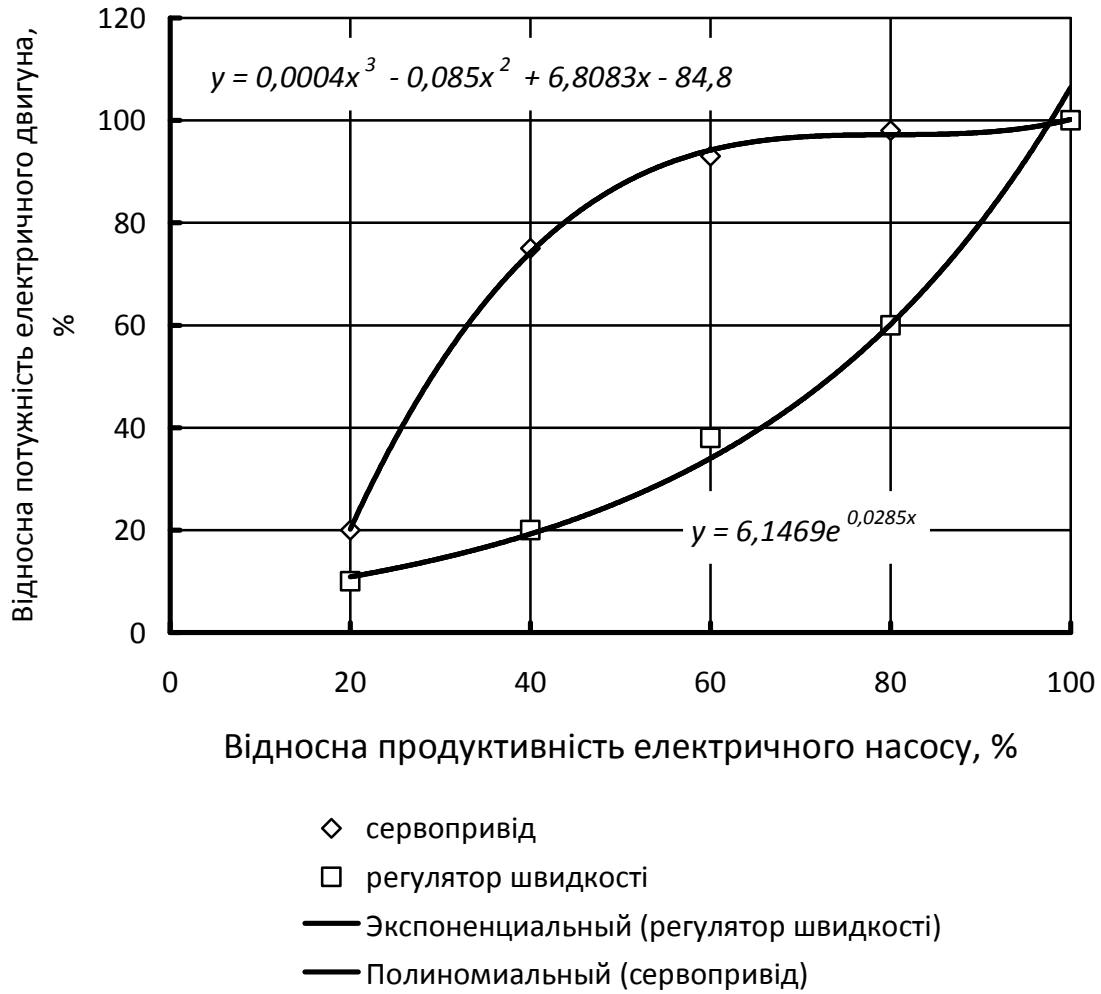


Рис. 1. Співвідношення між потоком рідини та потужністю двигуна, що споживається: 1 – сервопривід; 2 – регулятор швидкості.

Розв'язання

Табл.21 містить розрахунок середніх навантажень за даними графіка.

Таблиця 21

Результати розрахунку

Навантаження	Регулювання дросельним вентилем	Регулювання з використанням затвора з сервоприводом
100 %	$90 \text{ кВт} \times 1,00 = 90 \text{ кВт}$	$(90 \text{ кВт} \times 1,00) + 1 \text{ кВт} = 91 \text{ кВт}$
70 %	$90 \text{ кВт} \times 1,00 = 90 \text{ кВт}$	$(90 \text{ кВт} \times 0,55) + 1 \text{ кВт} = 50 \text{ кВт}$
40 %	$90 \text{ кВт} \times 0,85 = 76 \text{ кВт}$	$(90 \text{ кВт} \times 0,25) + 1 \text{ кВт} = 24 \text{ кВт}$
20 %	$90 \text{ кВт} \times 0,50 = 45 \text{ кВт}$	$(90 \text{ кВт} \times 0,15) + 1 \text{ кВт} = 15 \text{ кВт}$

Звідси розраховуємо заощадження:

$$\begin{aligned}
 10 \text{ год/доба} \times 350 \text{ доба/рік} &= 3\,500 \text{ год/рік} \times (90 - 91) \text{ кВт} = -3\,500 \text{ кВт год} \\
 6 \text{ год/доба} \times 350 \text{ доба/рік} &= 2\,100 \text{ год/рік} \times (90 - 50) \text{ кВт} = 84\,000 \text{ кВт год} \\
 6 \text{ год/доба} \times 350 \text{ доба/рік} &= 2\,100 \text{ год/рік} \times (76 - 24) \text{ кВт} = 109\,200 \text{ кВт год} \\
 2 \text{ год/доба} \times 350 \text{ доба/рік} &= 700 \text{ год/рік} \times (45 - 15) \text{ кВт} = 21\,000 \text{ кВт год} \\
 \text{Всього заощаджень за рік} &= 210\,500 \text{ кВт год}
 \end{aligned}$$

Задача №10

Визначити лінійну модель питомих витрат залежно від обсягів виробництва. Визначити коефіцієнт лінійної кореляції.

Таблиця

Первинна інформація для обчислення питомих витрат електроенергії на виробництво концентрату в 1990—1997 рр.

Роки	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Середнє значення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Обсяги вироблення окатишів, тис. тонн	4159	3936	3920	3288	2395	2082	1506	2608	2986,75
Витрати електроенергії на вироблення окатишів, млн кВт·год	265,297	253,163	263,032	226,87	191,19	201,954	167,61	227,678	224,600
Питомі витрати електроенергії на вироблення окатишів, (кВт·год)/т	63,89	64,32	67,1	69	79,81	97	111,3	87,3	75,2

Залежність питомих витрат електроенергії для концентрату y від обсягів виробництва x , обчислюють за допомогою формули:

$$y = a + b \cdot x.$$

Для випадку лінійної апроксимації залежностей питомих витрат електроенергії на виробництво від його обсягів величини a и b визначають за допомогою системи рівнянь:

$$\begin{cases}
 \sum y = n \cdot a + b \cdot \sum x \\
 \sum x \cdot y = a \cdot \sum x + b \sum x^2
 \end{cases}$$

де n — кількість фактично відомих питомих витрат енергоресурсів за конкретних обсягів виробництва, $n = 8$ (див. таблицю; Σx , Σy , $\Sigma x \cdot y$ — визначають за допомогою таблиці).

Таблиця

До розрахунку залежності питомих витрат електроенергії на вироблення концентрату від його обсягів

Роки	Обсяги вироблення концентрату, тис. т	Питомі витрати електроенергії, (кВт·год)/т	Результати обчислень	
			X^2_2	x_2y_2
	x_2	y_2	X^2_2	x_2y_2
1990	4159	63,89	17297281	265718,51
1991	3936	64,32	15492096	253163
1992	3920	67,1	15366400	263032
1993	3288	69	10810944	226872
1994	2395	79,81	5736025	191144,95
1995	2082	97	4334724	201954
1996	1506	111,3	2268036	167617,8
1997	2608	87,3	6801664	227678,4
	$\Sigma x_2 = 23894$	$\Sigma y_2 = 639,72$	$\Sigma x_2^2 = 78107170$	$\Sigma x_2y_2 = 1797180,6$

У результаті отримаємо таку систему рівнянь:

$$\begin{cases} 639,72 = 8 \cdot a + 23894 \cdot b \\ 1797180,6 = 23894 \cdot a + 78107170 \cdot b \end{cases}$$

У результаті отримаємо:

$$a = 130,24936; b = -0,0168358.$$

Таким чином аналітична залежність питомого споживання електроенергії (y , (кВт·год)/т) від обсягів виробництва (x , тис. т) набуває вигляду:

$$y = 130,24936 - 0,0168358 \cdot x.$$

ПИТАННЯ

1. Визначення терміну «Енергетичний аудит».
2. У чому відмінність між енергетичним балансом та балансом витрат на енергетичні ресурси.
3. Фактори, що обумовлюють складність проведення енергетичного аудиту в аграрному секторі.
4. Якими бувають підприємства за рівнем використання ПЕР.
5. Етапи проведення енергетичного аудиту машинно-тракторного парку.
6. Точка беззбитковості та вплив на неї зміни ціни реалізації продукції.
7. Точка беззбитковості та вплив на неї зміни собівартості продукції.
8. Розділи звіту про енергетичний аудит.
9. З яких розділів починається складання звіту про енергетичний аудит.
10. Порядок економічної оцінки запропонованих енергозаощаджуючих рекомендацій.
11. Методики визначення вартості проведення енергетичного аудиту.
12. Методика вибору підприємства для проведення енергетичного аудиту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку. 2002. Київ : ІАЕ. 2002. 647 с.
2. Вербицький Є. В. Енергозбереження і енергоефективність. Київ : НТУУ “КПІ”, 2014. 106 с.
3. Гавриш В. І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика : монографія. Миколаїв : МДАУ, 2007. 283 с.
4. Горбов В.М. Енергетичні палива : навч. посіб. Миколаїв : УДМТУ. 2003. 328 с.
5. ДСТУ 4065-2001. Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги. Київ : Держстандарт України, 2002. 39 с.
6. Маляренко В.А., Немировський І.А. Енергозбереження та енергетичний аудит : навчальний посіб. Харків : НТУ «ХПІ», 2010. 344 с.
7. Методика визначення неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів. М-00013184.022-01. Київ : Держкоменергозбереження, 2001. 219 с.
8. Kalinichenko A., Havrysh V., Nitsenko V. Alternative Vehicle Fuel Management: Impact on Energy Security Indicators. In: Krakowiak-Bal A., Vaverkova M. (eds) Infrastructure and Environment. 2019. Springer, Cham. pp. 367-374, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-16542-0_45
9. Havrysh, V., Kalinichenko, A.; Brzozowska, A.; Stebila, J. Agricultural Residue Management for Sustainable Power Generation: The Poland Case Study. *Appl. Sci.* 2021, 11, 5907. <https://doi.org/10.3390/app11135907>.
10. Havrysh, V., Hruban, V., Sadovoy, O., Batsurovska, I., Fedorchuk, V., Yablunovskaya, K. Energy Saving Technologies for Automatical Move Irrigation Equipment. *2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP)*, Kremenchuk, Ukraine, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240881.
11. Havrysh V., Nitsenko V., Perevozova I., Kulyk T., Vasylyk O. Alternative Vehicle Fuels Management: Energy, Environmental and Economic Aspects. *Zaporozhets A. (eds) Advanced Energy Technologies and Systems I. Studies in Systems, Decision and Control*, 2022, 395. 91-115. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85746-2_5.

Рейтингова система контролю знань
по дисципліні «Енергобезпека та енергоефективність»
Освітньо-професійна програма
"Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"
Перший семестр
Структура курсу: лекції – 30 годин
Практичні заняття – 16 годин

Змістовий модуль		Теми		Обсяги годин				
№	назва	№	Назва	ЛЗ	ПР	СР	К	Разом
1.	Загальні принципи енергетичного менеджменту	1.	Енергоменеджмент Облік споживання енергоресурсів	2	1	4	–	7
		2.	Управління використання енергетичними ресурсами аграрних формувань	2	1	5	–	8
Всього за змістовий модуль				4	2	9	–	15
2.	Нормування та прогнозування	1.	Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів	2	2	3	–	7
		2.	Прогнозування витрат паливно-енергетичних ресурсів	4	1	3	–	8
Всього за змістовий модуль				6	3	6	-	15
3	Альтернативні джерела енергії	1	Теплові насоси	2	1	2		5
		2	Сонячна енергетика	2	1	2		5
		3	Вітряна енергетика	2	1	2		5
		4	Біоенергетика	2	1	2		5
Всього за змістовий модуль				8	4	8	-	20
4	Загальні принципи енергетичного аудиту	1	Вступ до енергетичного аудиту. Генеральна стратегія енергоаудиту	2	1	2		5
		2	Проведення енергоаудиту. Оцінка потенціалу енергозбереження	2	2	2		6
		3	Особливості енергетичного аудиту аграрних формувань	2	1	1		4
Всього за змістовий модуль				6	4	5	-	15
5	Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів	1	Енергетичний аудит насосних установок та електроприводів	2	1	4		7
		2	Енергетичний аудит холодильного облад-	2	1	4		7

		нання					
	3	Енергетичний аудит систем вентиляції та кондиціонування	1	0.5	4		5,5
	4	Енергетичний аудит в освітлювальних системах, системах електропостачання	1	0,5	4		5,5
Всього за змістовий модуль			6	3	16		25
Всього годин по навчальній дисципліні			30	16	44	-	90

Кількість балів, які студенти можуть набрати під час вивчення дисципліни наведено в таблиці.

Модуль	Вид контролю	Відвідування занять	Кількість балів
Модуль 1 Задачі 1-2	12-18	2	12-20
Модуль 2 Задачі 3-4	12-18	2	12-20
Модуль 3 Задачі 5-6	12-18	2	12-20
Модуль 4 Задачі 7-8	12-18	2	12-20
Модуль 5 Задачі 9-10	12-18	2	12-20
Разом	60-90	10	60-100

Для забезпечення конкретної оцінки всіх видів роботи студента максимальна кількість залікових балів за кожний модуль приймається 100 з наступним перерахунком в загальну оцінку через коефіцієнт вагомості модуля. Оцінка виставляється у відповідності із приведеною шкалою.

Шкала оцінок

Сума балів за всі види освітньої діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 - 100	A	зараховано
82 - 89	B	
75 - 81	C	
64 - 74	D	
60 - 63	E	
35 - 59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0 - 34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Навчальне видання

Енергобезпека та енергоефективність

Методичні рекомендації

Укладач: **Гавриш Валерій Іванович**

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 5,0.

Тираж ___ прим. Зам. № ___

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Паризької комуни, 9

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