

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-енергетичний факультет

Кафедра тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і
технічного сервісу

Основи енергетичного менеджменту і аудиту

Методичні рекомендації

до розв'язання задач (модулі 4-6) для здобувачів вищої освіти
ступеня «Бакалавр» напрямку 6.100101 «Енергетика
та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі»
денної форм навчання.

МИКОЛАЇВ

2017

УДК 620.9:005
ББК 31.19+65.050.4
О-75

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 22.12.16 р., протокол № 4.

Укладачі:

- В. І. Гавриш д-р екон. наук, професор, завідувач кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет;
- М. Ю. Шатохін – асистент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

- О. В. Чередниченко – канд. техн. наук, доцент, заступник директора машинобудівного інституту Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова;
- О. О. Плахтир – канд. техн. наук, завідувач кафедри енергетики аграрного виробництва, Миколаївський національний аграрний університет.

ЗМІСТ

Зміст.....	3
Вступ.....	4
Модуль 4. Загальні принципи енергетичного аудиту	5
Модуль 5. Технічні вимірювання	16
Модуль 6. Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів	18
Приклади розв'язання задач.....	20
Питання.....	41
Список літератури.....	42
Рейтингова система балів.....	43
Додатки.....	45

Вступ

При вивченні дисципліни «Основи енергетичного менеджменту та аудиту», згідно учбовому плану по спеціальності 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі» студенти виконують 8 задач.

Для успішного засвоєння програмного матеріалу курсу «Основи енергетичного аудиту та менеджменту в АПК» його вивчення 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 аудиту.
2. Технічні вимірювання .
3. 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.

Частина 2

Модуль 4. Загальні принципи енергетичного аудиту

Задача №1

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

Продовження таблиці 1

	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

Продовження таблиці 1

	Скраплений нафтовий газ, м ³	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, м ³	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, м ³	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, м ³	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, м ³	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 №2

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. Технічні вимірювання

Задача №3

Тема: Транспортування рідини.

Існує трубопровід для транспортування рідини. Відома його продуктивність та діаметр труби. Визначити:

- оптимальний діаметр за швидкості рідини не більше 1,5 м/с;
- гідравлічний опір для двох варіантів;
- потужності електричних насосів для двох варіантів;
- річне використання електричної енергії та її вартість для двох варіантів.

Таблиця 3

Варіант	Рідина	Довжина трубопроводу, м	Перепад висот, м	Продуктивність трубопроводу, м ³ /год	Річний обсяг перекачування, тис. м ³	Внутрішній діаметр трубопроводу, мм
1	Вода	3000	10	10	28000	40
2		4000	15	20	59500	82
3		4500	-5	30	94500	69
4		5000	-10	40	133000	82
5		5500	-15	50	175000	100
6		6000	20	60	220500	117
7		6500	25	70	269500	150
8	Дизельне паливо	1000	5	5	36000	32
9		1500	7	12	40000	40
10		2000	10	19	44000	69
11		2500	12	26	49000	69
12		3000	-4	34	70000	99
13		3500	-10	41	65000	99
14	Ріпакова олія	400	-2	10	65000	50
15		900	6	12	55000	69
16		700	-8	15	80000	50
17		1300	15	9	52000	50
18		1700	10	8	43000	40
19		1000	7	14	73000	50
20		750	5	16	64000	69
21	Вода	864	-10	80	168000	123
22		978	-15	87	191400	117
23		1092	20	94	216200	107
24		1206	25	101	242400	150
25		1320	5	108	270000	178
26		1434	7	115	299000	150
27		1548	10	122	329400	150
28		1662	12	129	361200	178
29		1776	-4	136	394400	178
30		1890	-10	143	429000	178

У розрахунках прийняти:

- ККД насосу $\eta = 0,75$;

- ціну електричної енергії $C_e = 0,125 \text{ у.о.}/(\text{кВт} \cdot \text{год})$;

- кінематичну в'язкість рідин, м²/с: вода – $0,7 \cdot 10^{-6}$; дизельне паливо - $3,5 \cdot 10^{-6}$; ріпакова олія - $75 \cdot 10^{-6}$;

- густина рідин, кг/м³: вода – 980 кг/м³; дизельне паливо – 830 кг/м³; ріпакова олія – 916 кг/м³;

- шорсткість труб - $\Delta = 0,2$ мм.

Основні параметри труб (геометричні розміри та ціни) наведено в табл. 3.

Таблиця 4

Параметри труб

Назва	Розмір	Вага 1 м	Ціна грн/м
Труба ВГП ГОСТ 3262	Ду25×2,8	2,24	10,75
	Ду32×2,8	2,95	14,46
	Ду40×3,5	3,97	19,08
	Ду50×3,0	4,22	27,43
Труба зварювальна ГОСТ 10704	Ø 57x3,5	4,85	21,83
	Ø 100x3,5	8,51	60,42
	Ø 114x3,5	9,54	71,55
	Ø 159x4,5	18,60	139,50
Труба безшовна ГОСТ 8732	Ø 57x3,5	4,62	36,96
	Ø 76x3,5	6,77	58,90
	Ø 89x3,5	7,50	65,25
	Ø 108x4,0	10,26	89,26
	Ø 108x5,0	12,70	69,85
	Ø 127x5,0	15,04	111,30
	Ø 133x5,0	15,78	137,29
	Ø 194x8,0	36,70	201,85
	Ø 219x7,0	36,60	340,38
	Ø 273x7,0	45,92	371,95
	Ø 273x8,0	50,62	364,46
	Ø 325x8,0	62,54	537,84
	Ø 325x9,0	70,14	399,80

Задача №4

Тема: Підбір лічильника теплової енергії.

Вибрати лічильник тепла з мінімальним розміром витрати мірної ділянки та визначити абсолютну та відносну похибку вимірювання різниці температур, витрати теплоносія та теплової енергії за заданої температури повітря. Для варіантів з 1 по 15 підібрати тепловий лічильник типу Supercal 531 з перетворювачем витрати типу MWN, а для інших – ультразвуковий лічильник СВТУ-10.

Таблиця 5

Вихідні дані для розрахунку

Показник	Варіант				
	1	2	3	4	5
Теплове навантаження, Гкал/год	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Температурний графік	90-70				
Діаметр основного трубопроводу, мм	69	69	82	100	117
Припустима втрата тиску, Па	900	3100	3600	3900	4000
Температура повітря, °С	-10	-8	-6	-4	-2
Вид фактора, що збурює потік	Конусоподібний перехід з кутом не більше 20°				

Продовження таблиці 5

Показник	Варіант				
	6	7	8	9	10
Теплове навантаження, Гкал/год	0,3	0,35	0,45	0,55	0,7
Температурний графік	150-70				
Діаметр основного трубопроводу, мм	69	69	82	100	117
Припустима втрата тиску, Па	900	2100	3000	3300	3000
Температура повітря, °С	-9	-7	-5	-3	-1
Вид фактора, що збурює потік	Поворот трубопроводу на 90°				

Продовження таблиці 5

Показник	Варіант				
	11	12	13	14	15
Теплове навантаження, Гкал/год	0,3	0,35	0,45	0,55	0,7
Температурний графік	90-70				
Діаметр основного трубопроводу, мм	69	69	82	100	117
Припустима втрата тиску, Па	900	2100	3000	3300	3000
Температура повітря, °С	-9	-7	-5	-3	-1
Вид фактора, що збурює потік	Засувка				

Продовження таблиці 5

Показник	Варіант				
	16	17	18	19	20
Теплове навантаження, Гкал/год	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3
Температурний графік	150-70				
Діаметр основного трубопроводу, мм	69	69	82	100	117
Припустима втрата тиску, Па	900	2100	3000	3300	3000
Температура повітря, °С	-5	-4	-3	-2	0
Вид фактора, що збурює потік	Поворот трубопроводу на 90°				

Продовження таблиці 5

Показник	Варіант				
	21	22	23	24	25
Теплове навантаження, Гкал/год	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3
Температурний графік	90-70				
Діаметр основного трубопроводу, мм	123	123	178	178	178
Припустима втрата тиску, Па	1000	1200	1400	1500	1600
Температура повітря, °С	-5	-4	-3	-2	0
Вид фактора, що збурює потік	Насос				

Показник	Варіант				
	26	27	28	29	30
Теплове навантаження, Гкал/год	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7
Температурний графік	90-70				
Діаметр основного трубопроводу, мм	123	123	178	178	178
Припустима втрата тиску, Па	800	900	1000	1100	1200
Температура повітря, °С	-6	-4	-2	0	+2
Вид фактора, що збурює потік	Насос				

У розрахунках прийняти:

- кінематичну в'язкість рідин, м²/с: вода – $0,7 \cdot 10^{-6}$;
- густина рідин, кг/м³: вода – 980 кг/м³;
- шорсткість труб - $\Delta = 0,2$ мм.

Модуль 6. Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів

Задача №5

Тема: визначення енергетичної ефективності насосної станції.

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.

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, діб	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 №6

Тема: ефективність енергозаощаджуючих заходів при освітленні приміщень.

Адміністративний будинок має систему освітлення приміщення оснащену світильниками типу ЛПО 02 2x40 з ККД $\eta = 52\%$ і коефіцієнт втрат в пускорегулюючій апаратурі $K_{\text{ПРА}} = 1,2$. Світильники працюють від електромережі з номінальною напругою $U_n = 220$ В. У світильниках використовуються лампи типу ЛБ 40 зі світловидатністю $Co = 75$ лм/Вт. Коефіцієнт використання встановленої електричної потужності $k_n = 0,92$.

Кількість світильників в кожному приміщенні n штук; нормована освітленість дорівнює E_n лк, а виміряна - E_i лк. Кількість годин роботи штучного освітлення на рік одно T_r годин. Напругу в електромережі під час вимірювань освітленості змінювалося від величини U_1 до U_2 В; на момент вимірювань пройшло t днів з дня останньої чистки світильників.

В результаті енергоаудиту було рекомендовано замінити світильники на нові, що мають ККД рівний η^H і електронну пускорегулюючу апаратуру (ЕПРУ) з коефіцієнтом втрат рівним $K_{\text{пр}}^H$, а також обладнані люмінесцентними лампами зі світловою віддачею $C_{\text{он}}$.

Вихідні дані, необхідні для розрахунків, представлені в табл. 1.

Таблиця 7

Вихідні дані для розрахунку

Показник	Одиниці вимірювання	Варіант				
		1	2	3	4	5
E_H	лк	300	350	400	350	450
E_i	лк	250	300	320	280	380
n	шт..	15	17	20	16	23
U_1	В	220	230	235	230	225
U_2	В	200	220	200	190	195
C_o	лм/Вт	90	85	93	95	100
t	доба	150	200	300	400	350
$K_{\text{пр}}^H$	-	1,05	1,08	1,1	1,15	1,12
η^H	%	70	75	80	85	78
T_{Γ}	година	1400	1500	1600	1450	1550

Продовження таблиці 7

Показник	Одиниці вимірювання	Варіант				
		6	7	8	9	10
E_H	лк	300	350	400	350	450
E_i	лк	250	300	320	280	380
n	шт..	15	17	20	16	23
U_1	В	224	234	239	234	229
U_2	В	202	222	202	192	197
C_o	лм/Вт	91	86	94	96	101
t	доба	143	193	293	393	343
$K_{\text{пр}}^H$	-	1,06	1,09	1,11	1,16	1,13
η^H	%	71	76	81	86	79
T_{Γ}	година	1355	1455	1555	1405	1505

Продовження таблиці 7

Показ- ник	Одиниці вимірю- вання	Варіант				
		11	12	13	14	15
E_n	лк	300	350	400	350	450
E_i	лк	247	297	317	277	377
n	шт..	15	17	20	16	23
U_1	В	228	238	243	238	233
U_2	В	204	224	204	194	199
Co	лм/Вт	92	87	95	97	102
t	доба	136	186	286	386	336
$K_{пр}^H$	-	1,07	1,1	1,12	1,17	1,14
η^H	%	72	77	82	87	80
T_Γ	година	1310	1410	1510	1360	1460

Продовження таблиці 7

Показ- ник	Одиниці вимірю- вання	Варіант				
		16	17	18	19	20
E_n	лк	300	350	400	350	450
E_i	лк	244	294	314	274	374
n	шт..	15	17	20	16	23
U_1	В	232	242	247	242	237
U_2	В	206	226	206	196	201
Co	лм/Вт	93	88	96	98	103
t	доба	129	179	279	379	329
$K_{пр}^H$	-	1,08	1,11	1,13	1,18	1,15
η^H	%	73	78	83	88	81
T_Γ	година	1265	1365	1465	1315	1415

Продовження таблиці 7

Показ- ник	Одиниці вимірю- вання	Варіант				
		21	22	23	24	25
E_n	лк	300	350	400	350	450
E_i	лк	241	291	311	271	371
n	шт..	15	17	20	16	23
U_1	В	236	246	251	246	241
U_2	В	208	228	208	198	203
Co	лм/Вт	91	86	94	96	101
t	доба	122	172	272	372	322
$K_{пр}^H$	-	1,09	1,12	1,14	1,19	1,16
η^H	%	74	79	84	89	82
T_Γ	година	1220	1320	1420	1270	1370

Показ- ник	Одиниці вимірю- вання	Варіант				
		26	27	28	29	30
E_n	лк	300	350	400	350	450
E_i	лк	238	288	308	268	368
n	шт..	15	17	20	16	23
U_1	В	240	250	255	250	245
U_2	В	210	230	210	200	205
Co	лм/Вт	89	84	92	94	99
t	доба	115	165	265	365	315
$K_{пр}^H$	-	1,07	1,1	1,12	1,17	1,14
η^H	%	75	80	85	90	83
$T_{Г}$	година	1175	1275	1375	1225	1325

Задача №7

Тема: визначення оптимального перерізу теплопроводу.

При проведенні енергетичного аудиту системи постачання тепла визначені параметри трубопроводу: діаметр та довжина. Температурний графік 90-70 °С. Визначити:

- Наскільки існуючий діаметр трубопроводу відповідає оптимальному значенню;
- Визначити втрати тепла протягом опалювального сезону у натуральному та грошовому виміру для обох варіантів. Розрахунки виконати для трубопроводу без теплової ізоляції та з тепловою ізоляцією товщиною 60 мм.

Таблиця 8

Вихідні дані

Варіант	Теплова потужність, Гкал/год	Довжина трубопроводу, м	Середня температура навколишнього середовища, °С	Матеріал теплової ізоляції	Діаметр трубопроводу, мм
1	2	3	4	5	6
1	1,75	180	0	Азбест	150
2	2	190	-5	Волок	123

Продовження таблиці 8

3	2,5	200	5	Мінеральна вовна	176
4	3	210	-2	Скловата	176
5	3,25	220	0	Пінополіуретан	205
6	3,5	230	-5	Шлакова вата	259
7	3,75	250	5	Азбест	176
8	4	300	-2	Волок	205
9	4,25	350	0	Мінеральна вовна	205
10	4,5	400	-5	Скловата	259
11	4,75	450	5	Пінополіуретан	150
12	5	500	-2	Шлакова вата	309
13	5,25	550	0	Азбест	205
14	5,5	600	-5	Волок	309
15	5,75	650	5	Мінеральна вовна	176
16	6	700	-2	Скловата	205
17	6,25	750	0	Пінополіуретан	259
18	6,5	800	-5	Шлакова вата	259
19	6,75	850	5	Пінополіуретан	259
20	7	900	-2	Шлакова вата	259
21	6,89	951	-2	Скловата	259
22	6,78	1002	0	Пінополіуретан	259
23	6,67	1053	-4	Шлакова вата	259
24	6,56	1104	3	Азбест	259
25	6,45	1155	-1	Волок	259
26	6,34	1206	1	Мінеральна вовна	259
27	6,23	1257	-3	Скловата	259

28	6,12	1308	2	Пінополіуретан	259
29	6,01	1359	-4	Шлакова вата	259
30	5,90	1410	1	Азбест	259

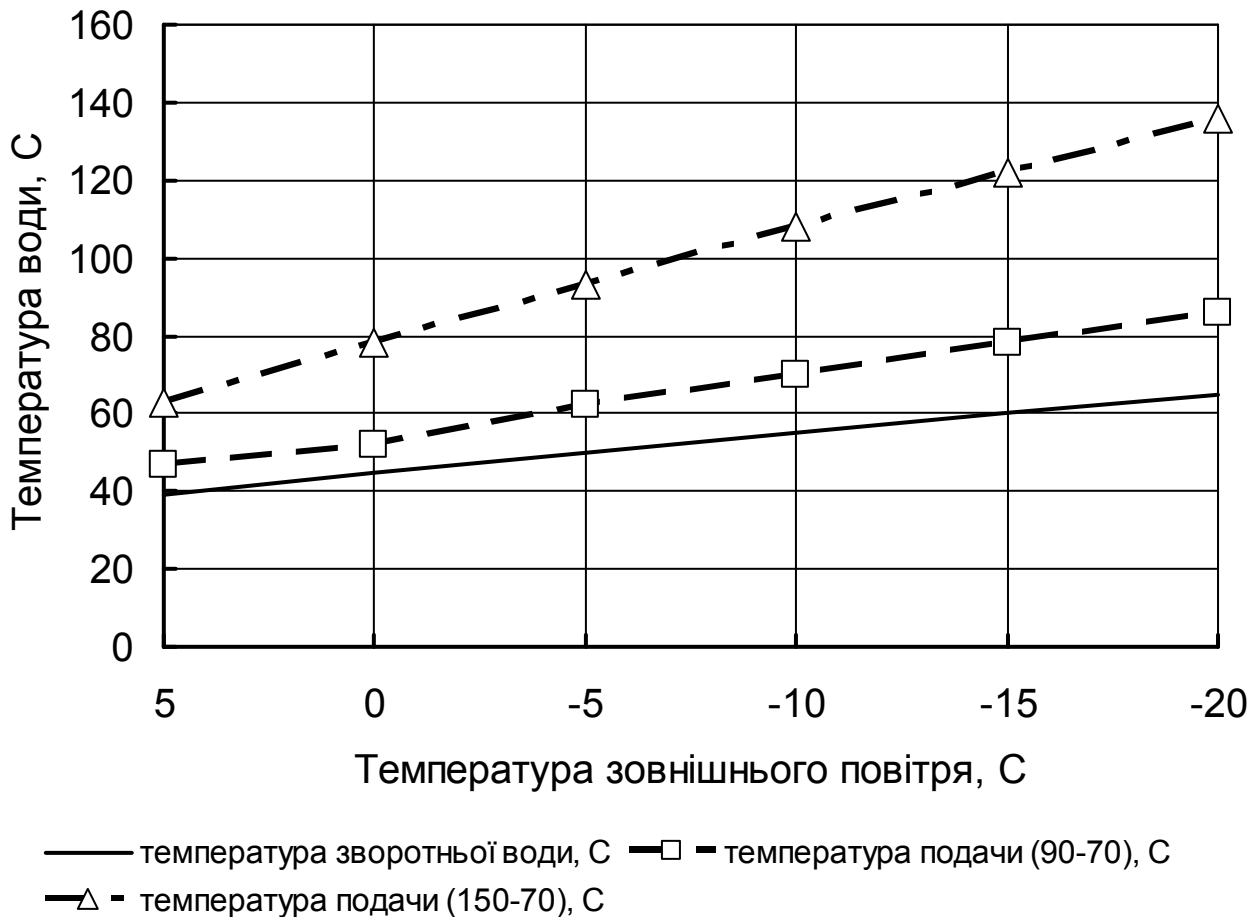


Рис. 1. Температурний графік

У розрахунках прийняти:

- ціна теплової енергії – 72,75 у.о./Гкал;
- тривалість опалювального сезону – 180 діб;
- коефіцієнт тепловіддачі від води до стінки труби – 98 Вт/(м²·К);
- коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні труби до повітря – 9 Вт/(м²·К);
- коефіцієнт теплопровідності сталі – 43 Вт/(м·К);

- коефіцієнти теплопровідності теплоізоляційних матеріалів, Вт/(м·К): азбест – 0,11; волок – 0,0524; мінеральна вовна – 0,0465; скловата – 0,0372; пінополіуретан – 0,02; шлакова вата – 0,47;
- густина води – 980 кг/м³;
- швидкість води у трубопроводі – не більше 1,5 м/с.

У розрахунках використати температурний графік подавання теплоносія (рис. 1).

Задача 8

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

Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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 енергії, млн кВт*год	444,86	476,76	543,12	587,32	676,44	742,97	789,77
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 4. Загальні принципи енергетичного аудиту

Задача №1

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
	Скраплений нафтовий газ, м ³	58,70	119,24	179,36	37,90	82,39

Задача №2

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.

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)

Таблиця 12

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

Таблиця 13

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

Таблиця 14

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 15

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 (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, у.о./ГДж	26,37			

Модуль 2. Технічні вимірювання

Задача №3

Тема: Транспортування рідини.

Існує трубопровід для транспортування рідини. Відома його продуктивність та діаметр труби. Визначити:

- оптимальний діаметр за швидкості рідини не більше 1,5 м/с;
- гідравлічний опір для двох варіантів;
- потужності електричних насосів для двох варіантів;
- річне використання електричної енергії та її вартість для двох варіантів.

Таблиця 17

Варіант	Рідина	Довжина трубопроводу, м	Перепад висот, м	Продуктивність трубопроводу, м ³ /год	Річний обсяг перекачування, тис. м ³	Внутрішній діаметр трубопроводу, мм
30	вода	1890	-10	143	429000	178

У розрахунках прийняти:

- ККД насосу $\eta = 0,75$;
- ціну електричної енергії $C_e = 0,125 \text{ у.о.}/(\text{кВт} \cdot \text{год})$;
- кінематичну в'язкість рідин, м²/с: вода – $0,7 \cdot 10^{-6}$;
- густина рідин, кг/м³: вода – 980 кг/м³;
- шорсткість труб - $\Delta = 0,2 \text{ мм}$.

Розв'язання

Продуктивність трубопроводу визначається за формулою:

$$V_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} W_0 \cdot 3600$$

Звідси виразимо оптимальний діаметр трубопроводу:

$$d_0 = \sqrt{\frac{V_0}{900 \cdot \pi \cdot W_0}} = \sqrt{\frac{143}{900 \cdot 3,14 \cdot 1,5}} = 0,184$$

Підберемо підходящу труду з таблиці основних параметрів труб: ГОСТ 8732 (219x7) $d_1 = 0,205 \text{ м}$.

Швидкість рідини для оптимального діаметру визначаємо за формулою:

$$W_1 = \frac{V_0}{900 \cdot \pi \cdot d_1^2} = \frac{143}{900 \cdot 3,14 \cdot 0,205^2} = 1,204 \text{ м/с.}$$

Розрахуємо число Рейнольдса:

$$R_e = \frac{W_1 \cdot d_1}{\nu} = \frac{1,204 \cdot 0,205}{0,7 \cdot 10^{-6}} = 352600$$

Коефіцієнт опору:

$$\lambda_f = 0,11 \left(\frac{68}{R_e} + \frac{\Delta}{D_y} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{68}{352600} + \frac{0,2}{0,205} \right)^{0,25} = 0,109$$

Гідравлічний опір для оптимального діаметру розрахуємо:

$$\Delta P = \lambda_f \frac{L \cdot \rho \cdot W_1^2}{D_y \cdot 2}$$

Потужності електричних насосів розрахуємо за формулою:

$$N = \frac{\Delta P \cdot V_0}{3600 \cdot \eta}$$

Вартість електричної енергії розрахуємо за формулою:

$$B_e = \frac{N \cdot Q \cdot C_e}{V_0}$$

Задача №4

Таблиця 18

Вихідні дані

Показник	Значення
Теплове навантаження, Гкал/год	1,7
Температурний графік	90-70
Діаметр основного трубопроводу, мм	178
Припустима втрата тиску, Па	1600
Температура повітря, °С	+2
Вид фактора, що збурює потік	Насос

Розв'язання

Виконаємо гідравлічний розрахунок

Таблиця 19

Показник	Од. вим.	Значення
Теплове навантаження	Гкал/год	1,7
Перепад температур	С	20
Кінематична в'язкість води	м ² /с	0,0000007
Шорсткість труб	мм	0,5
Густина води	т/м ³	0,98
Мінімальна довжина прямолінійних ділянок (до та після ВД)		25
Витрата теплоносія	т/год	85
Витрата теплоносія	м ³ /год	86,734694
Діаметр основного трубопроводу	м	0,178
Швидкість в основному трубопроводі	м/с	0,9493072
Діаметр витратомірної ділянки	м	0,15
Довжина прямої ділянки	м	3,75
Швидкість рідини у витратомірній ділянці	м/с	1,3640748
Критерій Рейнольдса	-	292301,74
Коефіцієнт лінійного опору	-	0,0268805
Опір тертя	Па	625,20646
<i>Дифузор</i>		
Коефіцієнт опору		0,27
Розрахункова швидкість	м/с	0,9493072
Опір місцевий	Па	119,22666
<i>Конфузор</i>		
Відношення площин		0,7101376
Коефіцієнт опору		0,0373722
Розрахункова швидкість	м/с	1,3640748
Опір місцевий	Па	34,073876
Сумарний опір	Па	778,507

Отже приймаємо тепловий лічильник з діаметром ВД – 150 мм.

Перепад температур 7°C , витрат теплоти ($7 \cdot 1,7/20 = 0,595$ Гкал/год), витрат теплоносія $86,74 \text{ м}^3/\text{год}$, тому похибка вимірювання теплоти становить 4%. Похибка вимірювання витрати теплоносія – 1%. Абсолютна похибка вимірювання різниць температур – $0,107^{\circ}\text{C}$. Результати зведемо в таблицю.

Таблиця 20

Показник	Абсолютне значення	Абсолютна похибка	Відносна похибка, %
Витрата теплової енергії, Гкал/год	0,595	0,0238	4
Витрата теплоносія, $\text{м}^3/\text{год}$	86,74	0,8674	1
Різниця температур, $^{\circ}\text{C}$	7	0,107	1,528

Модуль 6. Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів

Задача №5

Тема: енергозбереження насосної станції

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.

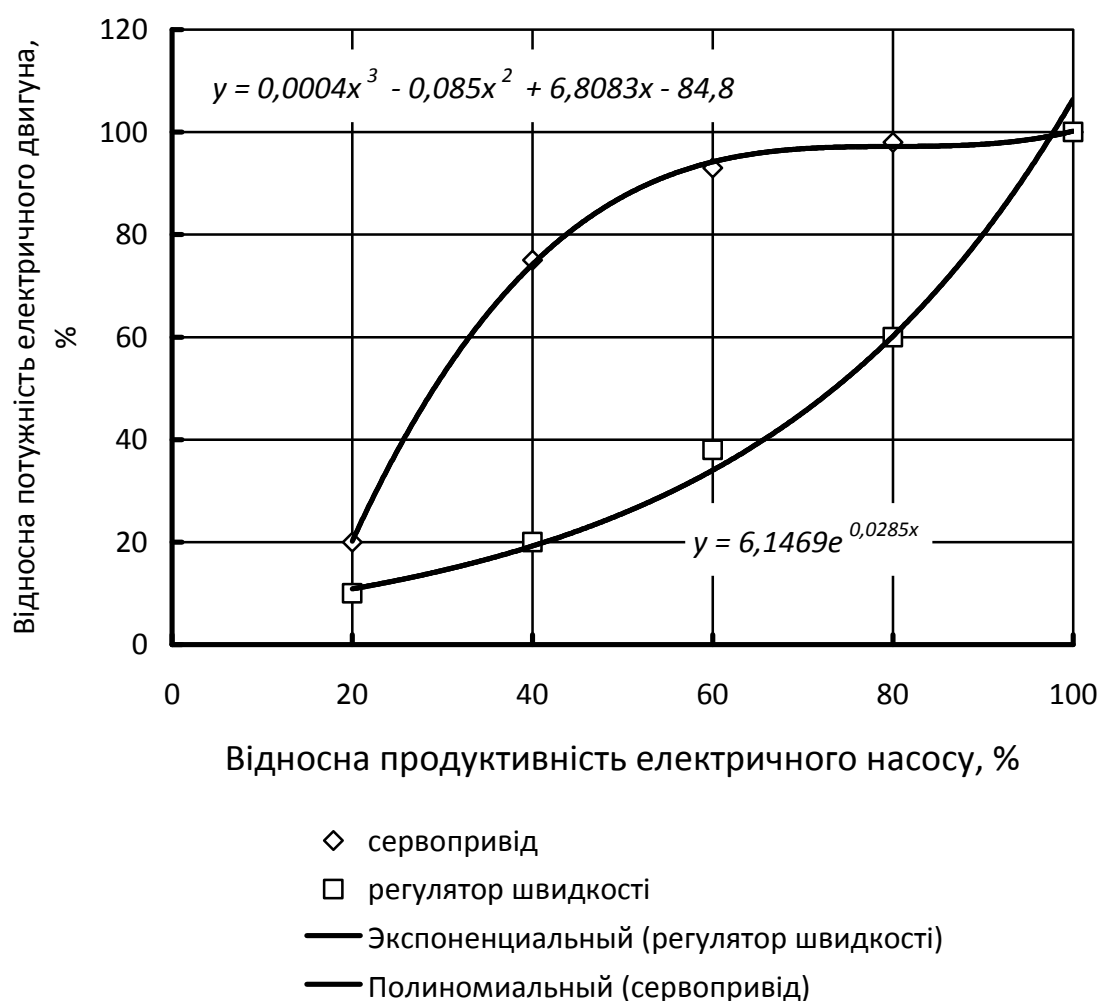


Рис. 1. Співвідношення між потоком рідини та потужністю двигуна, що споживається: 1 – сервопривід; 2 – регулятор швидкості.

Розв'язання

Табл.21 містить розрахунок середніх навантажень за даними графіка.

Таблиця 21

Результати розрахунку

Навантаження	Регулювання дросельним вентилям	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:

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

Задача №6

Приклад рішення задачі по розрахунку економії електроенергії в діючих освітлювальних установках приміщень.

Адміністративний будинок 1986 будівлі має систему освітлення фінансового відділу оснащену світильниками типу ЛПО 02 2x40 з ККД $\eta = 52\%$. У світильниках використовуються лампи типу ЛБ 40 зі светоотдачій $S_o = 75 \text{ лм/Вт}$; кількість світильників $n = 15$ штук. Розміри приміщення $5 \times 15 \times 3$ метра; нормована освітленість $E_n = 300 \text{ лк}$; виміряна освітленість $E_i = 275 \text{ лк}$; кількість годин роботи штучного освітлення на рік $T_T = 1300$ годин; номінальну напругу мережі $U_n = 220 \text{ В}$, а під час вимірювань воно змінювалося від $U_1 = 230 \text{ В}$ до $U_2 = 190 \text{ В}$; коефіцієнт використання встановленої електричної потужності $k_i = 0,92$; на момент вимірювань минуло 360 днів з дня останньої чистки світильників.

В результаті енергоаудиту було рекомендовано замінити світильники на нові з електронною пускорегулюючу апаратурою (ЕПРУ) з коефіцієнтом втрат $K_{пра}^H = 1,1$ і ККД $\eta^H = 75\%$, обладнані люмінесцентними лампами TL - D 36/84 зі світловою віддачею $Сон = 93$ лм/Вт.

Розв'язання

1. Визначимо встановлену потужність освітлювальної установки в приміщенні фінансового відділу

$$P = P_{л} \cdot K_{пра} \cdot n = 40 \cdot 1,2 \cdot (15 \cdot 2) = 1440 \text{ Вт},$$

Коефіцієнт втрат в пускорегулюючій апаратурі освітлювальних приладів з люмінесцентними лампами $K_{пра} = 1,2$.

2. Річне енергоспоживання в цьому приміщенні дорівнює

$$W_{\Gamma} = P \cdot T_{\Gamma} \cdot k_i = 1440 \cdot 1300 \cdot 0,92 = 1772 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

3. Визначимо економію електроенергії за рахунок переходу на люмінесцентні лампи зниженої потужності типу TL-D 36/84

$$\Delta W_1 = W_{\Gamma} \cdot (1 - k_i) = 1772 \cdot (1 - 75/93) = 337 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

4. Економія електроенергії за рахунок чистки світильників:

— величина коефіцієнт ефективності чистки світильників дорівнює (чисельні значення коефіцієнтів, що входять у вираз для визначення $k_{ч}$, наведені вище):

$$k_{ч} = 1 - (\gamma_c + \beta_c e^{-(t/tc)}) = 1 - (0,95 + 0,054 \cdot e^{-(360/360)}) = 1 - (0,95 + 0,02) = 0,03.$$

$$\Delta W_2 = W_{\Gamma} \cdot k_{ч} = 1772 \cdot 0,03 = 53 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

5. Визначимо економію електроенергії внаслідок установки електронних ПРА з $K_{пра}^H = 1,1$ складе:

$$\Delta W_3 = W_{\Gamma} \cdot (1 - K_{пра}^H / K_{пра}^H) = 1772 \cdot (1 - 1,1/1,2) = 148 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

6. Визначимо економію електроенергії за рахунок встановлення нових світильників з вищим ККД = 75%, але з аналогічним світлорозподілом

$$\Delta W_4 = W_{\Gamma} \cdot (1 - k_{св}) = 1772 \cdot (1 - 52/75) = 543 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

7. Визначимо фактичне середнє значення освітленості з урахуванням відхилення живлячої напруги в мережі від номінальної величини

- Середнє фактичне значення напруги за час вимірювання одно
 $U_{\text{ср}} = (U_1 + U_2)/2 = (230 + 190)/2 = 210 \text{ В};$

- Фактичне середнє значення освітленості за час вимірювання одно
 $E_{\text{ф}} = E_{\text{іф}} \cdot U_{\text{н}} / (U_{\text{н}} + k \cdot (U_{\text{н}} - U_{\text{ср}})) = 275 \cdot 220 / (220 + 2 \cdot (220 - 210)) = 252 \text{ лк.}$

8. Загальний потенціал річної економії електроенергії в освітлювальній установці фінансового відділу складе:

$$W_{\Gamma} = k_{\text{н}} \cdot \Sigma \Delta W_i = 252/300 \cdot 1081 = 908 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік.}$$

Задача №7

Тема: визначення оптимального перерізу теплопроводу.

При проведенні енергетичного аудиту системи постачання тепла визначені параметри трубопроводу: діаметр та довжина. Температурний графік 90-70 °С. Визначити:

- Наскільки існуючий діаметр трубопроводу відповідає оптимальному значенню;
- Визначити втрати тепла протягом опалювального сезону у натуральному та грошовому виміру для обох варіантів. Розрахунки виконати для трубопроводу без теплової ізоляції та з тепловою ізоляцією товщиною 60 мм.

Таблиця 22

Вихідні дані

Варіант	Теплова потужність, Гкал/год	Довжина трубопроводу, м	Середня температура навколишнього середовища, °С	Матеріал теплової ізоляції	Діаметр трубопроводу, мм
30	5,90	1410	1	Азбест	259

У розрахунках прийняти:

- ціна теплової енергії – 72,75 у.о./Гкал;
- тривалість опалювального сезону – 180 діб;

- коефіцієнт тепловіддачі від води до стінки труби – 98 Вт/(м²·К);
- коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні труби до повітря – 9 Вт/(м²·К);
- коефіцієнт теплопровідності сталі – 43 Вт/(м·К);
- коефіцієнти теплопровідності теплоізоляційних матеріалів, Вт/(м·К): азбест – 0,11; волок – 0,0524; мінеральна вовна – 0,0465; скловата – 0,0372; пінополіуретан – 0,02; шлакова вата – 0,47;
- густина води – 980 кг/м³;
- швидкість води у трубопроводі – не більше 1,5 м/с.

Задача №8

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

Таблиця 23

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 у 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; $\sum x$, $\sum y$, $\sum x \cdot y$ — визначають за допомогою таблиці 2.

Таблиця 24

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
	$\sum x_2 = 23894$	$\sum y_2 = 639,72$	$\sum x_2^2 = 78107170$	$\sum x_2y_2 = 1797180,6$

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. Енергозбереження (економія енергії, ефективне використання енергії, пряме та непряме енергозбереження).
2. Паливна енергетика України. Основні тенденції.
3. Основні положення стандарту з проведення енергетичного аудиту.
4. Яким чином транспортуються тверді, рідкі і газоподібні палива?
5. Що впливає на витрати енергії при переміщенні рідкого або газоподібного енергоносія?
6. Трубопровідний транспорт. Визначаються витрати енергії на транспортування. Що впливає на витрати енергії при переміщенні рідкого або газоподібного енергоносія?
7. Транспортування теплової енергії. За допомогою яких заходів можна підвищити ефективність передачі теплоти від джерела до споживача.
8. Методика розрахунку втрат теплоти теплопроводом в оточуюче середовище.
9. Яким параметром визначається ефективність передачі електричній енергії і чому?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавриш В. І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика : монографія / В. І. Гавриш. – Миколаїв : МДАУ, 2007.- 283 с.
2. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку : інформаційно-аналітичний збірник / за ред. П. Т. Саблука. - К. : ІАЕ, 2002. - Вип. 5. - 647 с.
3. Балацький О. Ф. Актуальные вопросы экономики природопользования: теоретические и практические аспекты / О. Ф. Балацький, А. Г. Дегтяренко, О. Н. Дутченко ; под ред. О. Ф. Балацького. – Сумы : ОП ВЭО, 1990. – 171 с.
4. Гольстрем В. А. Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов / В. А. Гольстрем, Ю. Л. Кузнецов. - К. : Техника, 1985. - 383 с.
5. Горбов В. М. Енергетичні палива : навч. посіб. / В. М. Горбов. – Миколаїв : УДМТУ. 2003. - 328 с.
6. ДСТУ 4065-2001. Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги. – [чинний від 01.07.2002]. - К. : Держстандарт України, 2002. - 39 с.
7. Методика визначення неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів. - К. : Держкоменергозбереження, 2001.-219 с.
8. Промышленность Украины: путь к энергетической эффективности. - К. : ЕС Energy Center in Kiev, 1995. - 197 с.
9. Андрижиевский А. А. Энергозбережение и энергетический менеджмент / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. - Минск : Вышэйшая школа, 2005. – 294 с.

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА БАЛІВ

по дисципліні «Основи енергетичного менеджменту і аудиту»

Оцінювання знань студентів здійснюється за рейтинговою системою балів. 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

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За шкалою навчального закладу
A	5 (відмінно)	90-100
BC	4 (добре)	75-89
DE	3 (задовільно)	60-74
FX	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання	35-59
F	2 (незадовільно) з обов'язковим повторним курсом	1-34

Рейтингова система контролю знань

по дисципліні «Основи енергетичного аудиту і менеджменту» спеціальність 6.100101 «Енергетика сільськогосподарського виробництва»

Перший семестр

Структура курсу: лекції – 20 годин

Практичні заняття – 20 годин

№ модуля	Назва модуля	Всього годин кредитів		Розподіл аудиторного навантаження		Кількість балів за виконаву роботу*	
				Лекції	Практичні заняття		
						мін	макс
8-й семестр							
4.	Загальні принципи енергетичного аудиту (задачі 1 - 2)	30	0,83	4	4	12	20
5.	Технічні вимірювання (задачі 3 - 4)	28	0,78	6	6	9	14
6.	Проведення енергетичного аудиту типових об'єктів (задачі 5- 8)	50	1,39	10	10	15	26
	Всього	108	3	20	20	36	60

Кількість балів за присутність на заняттях: лекція – 1; практичне заняття – 0,5. Кількість балів за виконання кожної задачі – 9. Контрольна робота №1 – 10 балів, контрольна робота №2 – 11 балів. При розрахунках використовується коефіцієнт 0,6 для приведення семестрових балів до максимального значення 60.

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

Вид контролю		Кількість балів
Модуль 1		
Присутність на заняттях		3
Задача 1		8
Задача 2		8
Контрольна робота (модуль 1)		10
Разом по модулю 1		29
Модуль 2		
Присутність на заняттях		4,5
Задача 3		8
Задача 4		8
Контрольна робота (модуль 2)		11
Разом по модулю 2		31,5
Модуль 3		
Присутність на заняттях		7,5
Задача 5		8
Задача 6		8
Задача 7		8
Задача 8		8
Разом по модулю 3		39,5
Разом по модулям:		100
Разом (з урахуванням коефіцієнту вагомості 0,6):		60
Екзамен		40
Разом за дисципліну		100

Додаток

Діапазони вимірювання витрати та теплової потужності ультразвукових лічильників СВТУ-10

Таблиця Д1

Умовні позначення РУ	Діапазон об'ємного використання теплоносія (води), м ³ /ч			Діапазон теплової потужності, Гкал/год
	Мінімальний (Q _{min})	Перехідний (Q _t)	Максимальний (Q _{max})	
РУ-20	0.06	0.12	6	от 1.5·10 ⁻⁴ до 0.95
РУ-25	0.1	0.2	10	от 0.00025 до 1.5
РУ-32	0.22	0.6	22	от 0.00055 до 3.5
РУ-40	0.4	0.8	40	от 0.0001 до 6
РУ-50	0.7	1.4	70	от 0.0018 до 11
РУ-65	1.2	2.4	120	от 0.003 до 19
РУ-80	1.8	3.6	180	от 0.0045 до 28
РУ-100	2.8	5.7	280	от 0.007 до 43
РУ-125	4.5	8.8	450	от 0.011 до 68
РУ-150	6.5	12.7	650	от 0.016 до 100
РУ-200	11.5	23	1150	от 0.028 до 175

Додаток

Технічні характеристики перетворювача витрати типу MWN теплового лічильника Supercal 531 (табл. Д2).

Таблиця Д2

Номінальний діаметр, DN, мм	Номінальна витрата, Q _p , м ³ /год	Мінімальна витрата, Q _i , м ³ /год	Максимальна витрата, Q _s , м ³ /год	Перехідна витрата, Q _t , м ³ /год
40	15	0,6	30	1,5
50	15	0,6	30	1,5
65	25	0,8	50	2
80	40	1,4	80	3,2
100	60	1,8	120	4,8
125	100	3,5	200	8
150	150	5,5	300	12
200	250	10	500	20
250	400	20	800	40
300	600	35	1200	50

Додаток

Втрати тиску теплових лічильників з механічним витратоміром на прикладі Supercal 531 з перетворювачем витрати типу MWN.

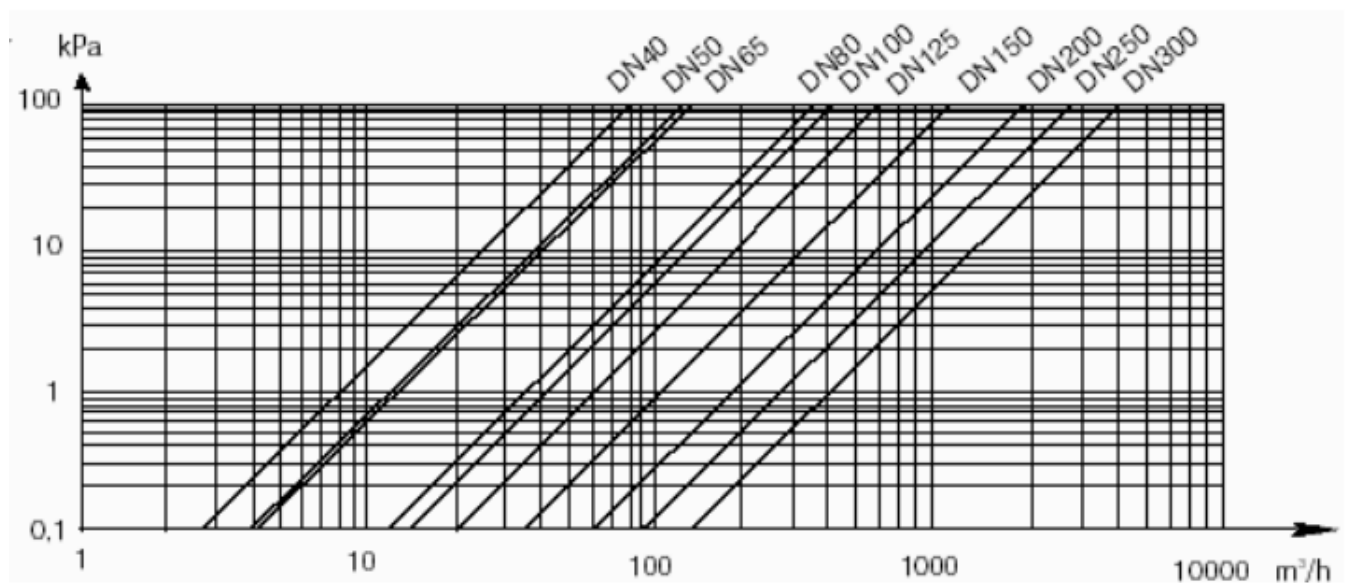


Рис. Д1. Крива втрат тиску перетворювача витрати типу MWN

Навчальне видання

ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ І АУДИТУ

Методичні рекомендації

Укладачі: **Гавриш Валерій Іванович**

Шатохін Максим Юрійович

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

Тираж ____ прим. Зам. № ____

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

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