МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра	Електричні станції
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика
Форма навчання	Денна
Навчальна дисципліна	Енергетична політика України та маркетинг енергії
Семестр	1

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Енергетична політика України та маркетинг енергії» є виконання індивідуального завдання студента – розрахункового завдання. Індивідуальне завдання виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

Основна ціль розрахункового завдання – вирішення практичної задачі з використанням засвоєного на лекціях та самостійно теоретичного матеріалу, та практичних навичок, отриманих на практичних роботах.

Тема розрахункового завдання «Розрахунок ціни на ринку електроенергії «На добу наперед». Склад енергетичної системи, обмеження ліній електропередачі, встановлені потужності та цінові заявки блоків, економічні показники складових тарифів задаються індивідуально за варіантом студента.

Індивідуальне завдання студента має бути виконано та оформлено згідно стандарту Університету СТЗВО-ХПІ-3.01. Титульний аркуш повинен мати такий зміст: назва університету; назва ННІ; назва кафедри; назва спеціальності, назва освітньої програми, назва навчальної дисципліни; тема індивідуального завдання; прізвище та ім'я студента, курс, номер академічної групи, рік. За титульним аркушем слідують розділи основного вмісту та висновки.

Основний вміст має містити вихідні дані, результати розподілу навантаження між блоками, розрахунки складових ціни електроенергії на ринку, погодинні графіки оптової ціни електроенергії. У висновках визначається успішність розв'язання завдання та визначаються шляхи зменшення вартості електроенергії. Обсяг завдання – 4-6 с.

Індивідуальне завдання оцінюється за критеріями: успішності розв'язання; повноти опису процесу розв'язання; правильності розрахунків, виконання таблиць та графіків; обґрунтованості висновків; відповідності стандартам оформлення.

Граничний термін подання індивідуального завдання на перевірку та захист: останній тиждень навчання.

Індивідуальне завдання студента повинне відповідати вимогам академічної доброчесності. У разі виявлення порушень, здана робота анулюється, не перевіряється і не захищається.

Варіанти розрахункових завдань:

Варіант 1

У складі ЕЕС функціонують газові та вугільні блоки, газотурбінні установки (ГТУ) та ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС – 7610 МВт. Встановлена потужність навантаження $P_{нав_вст}$ = 7010 МВт. Оптовий ринок електроенергії це ринок «на добу вперед».

ТЕС та ГЕС продають електроенергію за тарифами, незмінним протягом доби. ГТУ продають електроенергію за ціновими заявками, ціна продажу їх електроенергії визначається для кожної години.

В ЕЕС 12 вугільних блоків 120 МВт. 8 вугільних блоків 180 МВт та 4 газових блоки 5 МВт. Два блоки 120 МВт, один блок 180 МВт та один блок 5 МВт в даний момент знаходяться на ремонті. Кількість годин використання встановленої потужності блоків 120 МВт – 3318, блоків 180 МВт – 3602, блоків 5 МВт – 3187. Витрати електроенергії на власні потреби дорівнюють, відповідно, 8%, 8,5% та 6,8%. Середньорічна питома витрата палива становить, відповідно, для вугільних блоків 0,361кг.у.п/кВт·год, для газових – 0,262кг.у.п/кВт·год, ціна вугілля 116 у.о/т.у.п, ціна газу – 237 у.о/т.у.т. Штатний коефіцієнт дорівнює для вугільних блоків 1,36, для газових – 1,15 люд/МВт. Питомі капіталовкладення, відповідно, 2750, 2810 та 2280 у.о/кВт, амортизаційні відрахування, відповідно, 7,2%, 7,6% та 6,8%. Для всіх типів блоків середньорічна заробітна плата дорівнює 96 у.о/люд, частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить, відповідно, 8%, 9% та 7%. Норма прибутку в ціні за1 МВт·год для всіх типів блоків становить 4,8%.

Встановлена потужність ГК ГЕС 2310 МВт, кількість годин використання встановленої потужності 2968. Витрата електроенергії на власні потреби складає 6,7%. Штатний коефіцієнт дорівнює 0,27 люд/МВт, питомі капіталовкладення 1 820 у.о/кВт, амортизаційні відрахування – 6,9%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 85 у.о/люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 8,2%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,5%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 12 МВт дозволяють імпортувати електроенергію за ціною 3128 грн/МВт·год.

Цінова заявка ГТУ 1	Роб. потужність, МВт	15-35	36-45	46-50	51-55	56-60
	Ціна, грн/МВт·год	2880	2920	2950	2990	3045

Цінова заявка ГТУ 2	Роб. потужність, МВт	10-30	31-40	41-50	51-55	56-60
	Ціна, грн/МВт·год	2895	2925	2955	2995	3055

Цінова заявка ГТУ 3	Роб. потужність, МВт	10-25	26-40	41-50	51-55	56-60
	Ціна, грн/МВт·год	2890	2915	2945	2995	3050

Цінова заявка ГТУ 4	Роб. потужність, МВт	25-50	51-60	61-70	71-75	76-80
	Ціна, грн/МВт·год	29	2925	2960	30	3060

Цінова заявка ГТУ 5	Роб. потужність, МВт	20-45	46-65	66-70	71-75	76-80
	Ціна, грн/МВт·год	2905	2930	2965	3010	3065

Цінова заявка ГТУ 6	Роб. потужність, МВт	20-50	51-60	61-70	71-75	76-80
	Ціна, грн/МВт·год	2905	2935	2970	3015	3065

Погодинне навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережі складають 14,8%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	46	42	43	45	54	69	79	85	84	80	81	82

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	83	81	82	83	85	87	89	92	84	81	69	52

1. Розподіліть навантаження між станціями за умови мінімізації вартості електроенергії, при цьому газові блоки 5 МВт повинні знаходитися в роботі (в діапазоні маневреності) на вимогу режиму ЕЕС.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва двох газових блоків 3 МВт (*k*у = 2210 у.о/кВт, *T*у = 35 год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1 – кредитна ставка 16,9% на період 20 років, Банк 2 – кредитна ставка 18,1% на період 15 років.

3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавок, які повинні додаватися до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:

- в пікові години навантаження додається 0,4% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринку, між піками в денний час – 0,8% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво газових блоків.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.

5. Визначте завантаження блоків ГТУ в пікові години з точки зору мінімізації вартості електроенергії.

Варіант 2

У складі ЕЕС функціонують ГК АЕС, ГК ТЕС та ГК ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС – 8988 МВт. Встановлена потужність навантаження $P_{нав_вст}$ = 8257 МВт. Оптовий ринок електроенергії це ринок «на добу вперед». ГК АЕС та ГК ГЕС продають електроенергію за тарифами, незмінним протягом доби. ГК ТЕС продають електроенергію за ціновими заявками. Ціна на електроенергію теплової генерації визначається для кожної години доби, при цьому ціна купівлі електроенергії у ТЕС формується з урахуванням надбавки 11,2% за робочу потужність та 10,8% за маневреність.

Чотири блоки АЕС 8 МВт кожен, один з яких знаходиться на ремонті, кількість годин використання встановленої потужності 58. Витрата електроенергії на власні потреби 9,6%. Середньорічна питома витрата палива – $1{,}6 \cdot 10^{-6}$ кг.у.п/кВт.год, ціна палива $8{,}2 \cdot 10^{5}$ у.о/т.у.п. Штатний коефіцієнт дорівнює 1,89 люд/МВт, питомі капіталовкладення 4245 у.о./кВт, амортизаційні відрахування – 8,1%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 135 у.о/люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 9%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,6%.

Встановлена потужність ГК ГЕС 2288 МВт, число годин використання встановленої потужності – 3165. Витрата електроенергії на власні потреби складає 7,1%. Штатний коефіцієнт дорівнює 0,21 люд/МВт, питомі капіталовкладення 1890 у.о./кВт, амортизаційні відрахування – 7,9%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 86 у.о/люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії 8%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,2%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 1250 МВт дозволяють імпортувати електроенергію за ціною 3045 грн/МВт·год.

Цінова заявка ТЕС 1	Роб. потужність, МВт	240-360	361-480	481-6	601-710	711-795
	Ціна, грн/МВт·год	2825	2875	2915	2980	3055

Цінова заявка ТЕС 2	Роб. потужність, МВт	220-350	351-470	471-610	611-720	721-8
	Ціна, грн/МВт·год	2815	2870	2925	2985	3050

Цінова заявка ТЕС 3	Роб. потужність, МВт	180-250	251-325	326-4	401-465	466-5
	Ціна, грн/МВт·год	28	2820	2865	29	2935

Цінова заявка ТЕС 4	Роб. потужність, МВт	2-240	241-320	321-4	401-470	471-5
	Ціна, грн/МВт·год	2810	2830	2870	2905	2940

Цінова заявка ТЕС 5	Роб. потужність, МВт	150-2	201-250	251-280	281-290	291-3
	Ціна, грн/МВт·год	2770	2810	2850	2880	2905

Цінова заявка ТЕС 6	Роб. потужність, МВт	120-180	181-220	221-250	251-270	271-3
	Ціна, грн/МВт·год	2750	2790	2825	2855	2880

Цінова заявка ТЕС 7	Роб. потужність, МВт	120-2	201-250	251-280	281-3	301-320
	Ціна, грн/МВт·год	2745	28	2845	2885	2905

Погодинне навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережі складають 16,1%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	45	43	41	48	53	67	78	87	86	84	82	81

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	82	83	83	84	86	89	93	96	87	71	62	54

1. Розподіліть навантаження між станціями з точки зору мінімізації вартості електроенергії, при цьому теплові блоки 5 МВт та 8 МВт залишаються в роботі (в діапазоні маневреності) за вказівкою оператора системи та не беруть участі в аукціоні цінових заявок. Маневреність атомних блоків не повинна перевищувати 10% протягом доби.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва ГАЕС 190 МВт (*k*у = 1925 у.о/кВт, *T*у =25 год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1– кредитна ставка 18,5% на період 15 років, Банк 2 – кредитна ставка 21,5% на період 10 років.
3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавок, які повинні додаватися до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:
- в пікові навантаження додається 0,4% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринку, в денні години між піками навантаження - 0,6% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво ГАЕС.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.
5. Розподіліть завантаження теплових блоків з точки зору мінімізації вартості електроенергії.

Варіант 3

У складі ЕЕС функціонують ТЕС та ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС – 5788 МВт. Встановлена потужність навантаження *P*нав_вст=5669 МВт. Купівля-продаж електроенергії здійснюється на ринку «на добу вперед».

ГК ГЕС продає електроенергію за тарифами, незмінним протягом доби. ГК ТЕС продають електроенергію за ціновими заявками. Ціна на електроенергію теплової генерації визначається для кожної години доби, при цьому ціна купівлі електроенергії у ТЕС формується з урахуванням надбавки 12,1% за робочу потужність та 10,4% за маневреність.

Встановлена потужність ГК ГЕС – 3168 МВт, число годин використання встановленої потужності – 4397. Витрата електроенергії на власні потреби складає 9,1%.

Штатний коефіцієнт дорівнює 0,24 люд/МВт, питомі капіталовкладення 2080 у.о./кВт, амортизаційні відрахування – 8,5%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 8250 у.о./люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 8,5%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,5%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 3 МВт та 9 МВт дозволяють купувати електроенергію на сусідніх ринках за ціною, відповідно, 2885 грн/МВт·год та 3541 грн/МВт·год.

Цінова заявка ТЕС 1	Роб. потужність, МВт	190-290	291-380	381-450	451-490	491-5
	Ціна, грн/МВт·год	2825	2860	2895	2915	2935

Цінова заявка ТЕС 2	Роб. потужність, МВт	180-250	231-330	331-410	411-480	481-5
	Ціна, грн/МВт·год	2820	2865	2890	2910	2930

Цінова заявка ТЕС 3	Роб. потужність, МВт	140-230	231-270	271-290	291-3	301-310
	Ціна, грн/МВт·год	2765	2795	2815	2845	2875

Цінова заявка ТЕС 4	Роб. потужність, МВт	130-2	201-250	251-280	281-290	291-3
	Ціна, грн/МВт·год	2760	2790	2810	2840	2870

Цінова заявка ТЕС 5	Роб. потужність, МВт	130-180	181-220	221-250	251-270	271-290
	Ціна, грн/МВт·год	2755	2780	28	2825	2850

Цінова заявка ТЕС 6	Роб. потужність, МВт	120-2	201-245	246-280	281-3	301-320
	Ціна, грн/МВт·год	2760	2785	2805	2850	2875

Цінова заявка ТЕС 7	Роб. потужність, МВт	90-140	141-160	161-170	171-180	181-190
	Ціна, грн/МВт·год	2720	2740	2755	2765	2775

Цінова заявка ТЕС 8	Роб. потужність, МВт	1-145	146-165	166-180	181-190	191-210
	Ціна, грн/МВт·год	2725	2745	2760	2770	2780

Погодинне навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережі складають 15,9%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	50	45	45	45	52	68	80	83	79	78	79	77

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	78	79	80	82	88	91	93	94	86	72	66	54

1. Розподіліть навантаження між станціями з точки зору мінімізації вартості електроенергії, при цьому теплові блоки 5 МВт повинні бути в роботі (в діапазоні маневреності) на вимогу оператора системи та не беруть участі в аукціоні цінових заявок.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва двох блоків АЕС по 4 МВт (*k*у = 4150 у.о/кВт, *T*у = 60год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1 – кредитна ставка 17,5% на період 20 років, Банк 2 – кредитна ставка 22,5% на період 10 років.
3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавки, яка додається до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:

- в пікові навантаження додається 0,52% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринку, в денні години між піками навантаження - 0,45% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво АЕС.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.
5. Розподіліть завантаження теплових блоків з точки зору мінімізації вартості електроенергії.

Варіант 4

У складі ЕЕС функціонують ТЕС та ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС – 9718 МВт. Встановлена потужність навантаження *P*нав_вст = 9243 МВт. Оптовий ринок електроенергії це ринок «на добу вперед». Газові блоки 5 МВт та 8 МВт, а також ГЕС, продають електроенергію за тарифами, незмінними протягом доби. Теплові вугільні блоки 125 МВт та 3 МВт продають електроенергію за ціновими заявками, у них ціна на електроенергію визначається для кожної години доби, при цьому ціна купівлі електроенергії у цих блоків формується з урахуванням надбавки 10,8% за робочу потужність та 11,5% за маневреність.

В ЕЕС 8 газових блоків 5 МВт та 3 газових блоки 8 МВт, один з яких зупинено на плановий ремонт. Кількість годин використання встановленої потужності блоків – 4021. Витрата електроенергії на власні потреби дорівнює 8,1 та 8,9%, відповідно. Середньорічна питома витрата умовного палива складає 0,259 кг.у.п./кВт.год, ціна палива 238 у.о/т.у.п. Штатний коефіцієнт дорівнює 1,32 люд/МВт. Питомі капіталовкладення – 2180 та 2295 у.о/кВт, відповідно, амортизаційні відрахування – 7,4%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 8620 у.о/люд, частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії – 8 та 8,5%, відповідно. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год для обох типів блоків становить 4,5%.

Встановлена потужність ГЕС – 1878 МВт, число годин використання встановленої потужності 3266. Витрата електроенергії на власні потреби складає 8,6%. Штатний коефіцієнт дорівнює 0,26 люд/МВт, питомі капіталовкладення – 1996 у.о/кВт, амортизаційні відрахування – 7,9%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 7810 у.о/люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 11%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,6%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 450 МВт та 750 МВт дозволяють купувати електроенергію на сусідніх ринках за ціною, відповідно, 3018 грн/МВт·год та 3410 грн/МВт·год.

Цінова заявка ТЕС 1	Роб. потужність, МВт	65-90	91-1	101-110	111-120	121-125
	Ціна, грн/МВт·год	2660	2690	2720	2755	2805

	Роб. потужність, МВт	60-90	91-110	111-120	121-125	126-130

Цінова заявка ТЕС 2	Ціна, грн/МВт·год	2670	27	2740	2785	2825

Цінова заявка ТЕС 3	Роб. потужність, МВт	50-80	81-1	101-115	116-125	126-130
	Ціна, грн/МВт·год	2675	2695	2725	2760	2810

Цінова заявка ТЕС 4	Роб. потужність, МВт	55-90	91-110	111-115	116-120	121-125
	Ціна, грн/МВт·год	2665	2685	2715	2750	28

Цінова заявка ТЕС 5	Роб. потужність, МВт	120-2	201-260	261-285	286-3	301-320
	Ціна, грн/МВт·год	2795	2810	2840	2875	2910

Цінова заявка ТЕС 6	Роб. потужність, МВт	110-190	191-250	251-280	281-295	296-310
	Ціна, грн/МВт·год	2790	2805	2835	2870	2895

Цінова заявка ТЕС 6	Роб. потужність, МВт	1-180	181-240	241-270	271-290	291-3
	Ціна, грн/МВт·год	2780	28	2830	2860	2890

Погодинні навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережах складають 13,9%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	63	59	56	57	60	69	76	83	82	80	77	78

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	79	77	79	80	82	85	89	92	86	74	71	67

1. Розподіліть навантаження між станціями з точки зору мінімізації вартості електроенергії, при цьому теплові блоки 5 МВт та 8 МВт залишаються в роботі (в діапазоні маневреності) на вимогу оператора системи.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва двох вугільних блоків 150 МВт (*k*у = 2910у.о./кВт, *T*у = 40 год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1 – кредитна ставка 16,2% на період 15 років, Банк 2 – кредитна ставка 21,6% на період 10 років.
3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавки, яка додається до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:
- в пікові навантаження додається 0,7% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринку, в денні години між піками навантаження - 0,8% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво блоків ТЕС.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.
5. Розподіліть завантаження теплових блоків з точки зору мінімізації вартості електроенергії.

Варіант 5

У складі ЕЕС функціонують АЕС, ТЕС та ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС – 9082 МВт. Встановлена потужність навантаження *Р*нав_вст = 8487 МВт.

Оптовий ринок електроенергії це ринок «на добу вперед». ГК АЕС та ГК ГЕС продають електроенергію за тарифами, незмінним протягом доби. ГК ТЕС продають електроенергію за ціновими заявками. Ціна на електроенергію теплової генерації визначається для кожної години доби, при цьому ціна покупки електроенергії у ТЕС формується з урахуванням надбавки 10,4% за робочу потужність та 12,2% за маневреність.

Встановлена потужність ГК АЕС – 11 блоків 4 МВт, один з яких в даний момент знаходиться на плановому ремонті, один блок відключений аварійно. Кількість годин використання встановленої потужності 5920. Витрата електроенергії на власні потреби дорівнює 8,6%. Середньорічна питома витрата палива становить $1{,}68 \cdot 10^{-6}$ кг.у.п./кВт.год, ціна палива $8{,}3 \times 10^{5}$ у.о./т.у.п. Штатний коефіцієнт дорівнює 2,1 люд/МВт, питомі капіталовкладення 4550 у.о/кВт, амортизаційні відрахування – 8,1%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 11250 у.о./люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 9,1%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,6%.

Встановлена потужність ГК ГЕС 2472 МВт, число годин використання встановленої потужності – 3619. Витрата електроенергії на власні потреби складає 8,2%. Штатний коефіцієнт дорівнює 0,15 люд/МВт, питомі капіталовкладення 1875 у.о./кВт, амортизаційні відрахування – 7,9%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 7650 у.о./люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 8%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 5%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 3 МВт та 6 МВт дозволяють купувати електроенергію на сусідніх ринках за ціною, відповідно, 3312 грн/МВт·год та 3094 грн/МВт·год.

Цінова заявка ТЕС 1	Роб. потужність, МВт	210-3	301-380	381-450	451-490	491-5
	Ціна, грн/МВт·год	2970	2985	35	3040	3075

Цінова заявка ТЕС 2	Роб. потужність, МВт	2-280	281-360	361-420	421-480	481-5
	Ціна, грн/МВт·год	2965	2980	30	3125	3165

Цінова заявка ТЕС 3	Роб. потужність, МВт	130-190	191-260	261-280	281-3	301-310
	Ціна, грн/МВт·год	2870	2890	2910	2940	2975

Цінова заявка ТЕС 4	Роб. потужність, МВт	140-2	201-250	251-280	281-290	291-3
	Ціна, грн/МВт·год	2875	2910	2930	2960	2995

Цінова заявка ТЕС 5	Роб. потужність, МВт	110-180	181-220	221-250	251-270	271-280
	Ціна, грн/МВт·год	2865	2885	2915	2945	2980

Цінова заявка ТЕС 6	Роб. потужність, МВт	120-2	201-250	251-280	281-3	301-320
	Ціна, грн/МВт·год	2870	2890	2920	2955	2985

Погодинні навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережах складають 14,3%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	55	51	50	53	59	64	76	81	75	74	74	75

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	76	74	75	76	79	82	88	91	85	73	67	61

1. Розподіліть навантаження між станціями з точки зору мінімізації вартості електроенергії, при цьому блоки 5 МВт знаходяться в роботі (в діапазоні маневреності) на вимогу режиму ЕЕС та не беруть участі в аукціоні цінових заявок. Маневреність атомних блоків не повинна перевищувати 10% протягом доби.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва двох газових блоків 250 МВт (*k*у = 2318у.о./кВт, *T*у = 44 год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1 – кредитна ставка 14,8% на період 15 років, Банк 2 – кредитна ставка 19,3% на період 10 років.
3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавок, які повинні додаватися до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:
- в пікові години навантаження, додається 0,5% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринку, між піками в денний час – 0,8% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво газових блоків.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.
5. Визначте завантаження блоків ГТУ в пікові години з точки зору мінімізації вартості електроенергії.

Варіант 6

У складі ЕЕС функціонують ТЕС, парогазові установки (ПГУ) та ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС – 5728 МВт. Встановлена потужність навантаження *P*нав_вст = 5410 МВт. Оптовий ринок електроенергії це ринок «на добу вперед». Блоки ТЕС та ГЕС продають електроенергію за тарифами, незмінним протягом доби. ПГУ продають електроенергію за ціновими заявками, ціна на їх електроенергію визначається для кожної години доби.

Встановлена потужність ГК ТЕС 3890 МВт, число годин використання встановленої потужності 4120. В даний момент 420 МВт теплової генерації знаходяться в ремонті. Витрата електроенергії на власні потреби дорівнює 10,1%. Середньорічна питома витрата палива становить 0,359 кг.у.п./кВт.год, ціна палива 131 у.о/т.у.п. Штатний коефіцієнт дорівнює 1,32 люд/МВт, питомі капіталовкладення 2760 у.о./кВт, амортизаційні відрахування – 7,9%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 9750 у.о./люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 10,8%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,4%.

Встановлена потужність ГК ГЕС 1168 МВт, кількість годин використання встановленої потужності – 3651. Витрата електроенергії на власні потреби складає 9,8%. Штатний коефіцієнт дорівнює 0,19 люд/МВт, питомі капіталовкладення 1982 у.о./кВт, амортизаційні відрахування – 7,1%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 9120 у.о./люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 9,4%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,2%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 3 МВт та 8 МВт дозволяють купувати електроенергію на сусідніх ринках за ціною, відповідно, 2784 грн/МВт·год та 3219 грн/МВт·год.

Цінова заявка ПГУ 1	Роб. потужність, МВт	25-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-1
	Ціна, грн/МВт·год	2810	2855	2895	2925	2975	35

Цінова заявка ПГУ 2	Роб. потужність, МВт	20-45	46-65	66-80	81-90	91-95	96-1
	Ціна, грн/МВт·год	2805	2865	2915	2955	2985	3010

Цінова заявка ПГУ 3	Роб. потужність, МВт	30-50	51-65	66-75	76-85	86-95	96-105
	Ціна, грн/МВт·год	2815	2860	2895	2945	2980	35

Цінова заявка ПГУ 4	Роб. потужність, МВт	20-40	41-55	56-65	66-75	76-85	86-90
	Ціна, грн/МВт·год	28	2830	2850	2890	2935	2975

Цінова заявка ПГУ 5	Роб. потужність, МВт	25-45	31-50	51-65	66-75	76-85	86-90
	Ціна, грн/МВт·год	2805	2825	2845	2885	2925	2970

Цінова заявка ПГУ 6	Роб. потужність, МВт	30-55	56-70	71-80	81-85	86-90	91-95
	Ціна, грн/МВт·год	2810	2860	29	2920	2955	2980

Цінова заявка ПГУ 7	Роб. потужність, МВт	10-40	41-60	61-70	71-80	81-85	86-90
	Ціна, грн/МВт·год	28	2835	2865	2895	2920	2950

Погодинні навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережах складають 12,1%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	60	53	52	54	62	71	82	88	86	84	84	85

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	85	84	85	86	87	91	93	93	83	70	65	60

1. Розподіліть навантаження між станціями з точки зору мінімізації вартості електроенергії.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва газової ТЕС 5 МВт *(k*у = 2230у.о./кВт, *T*у = 44 год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1 – кредитна ставка 15,6% на період 15 років, Банк 2 – кредитна ставка 21,4% на період 10 років.
3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавок, які повинні додаватися до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:

- в пікові години навантаження додається 0,45% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринка, між піками в денний час – 0,48% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво газових блоків.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.
5. Визначте завантаження блоків ГТУ з точки зору мінімізації вартості електроенергії.

Варіант 7

У складі ЕЕС функціонують газові та вугільні блоки, газотурбінні установки (ГТУ) та ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС – 7452 МВт. Встановлена потужність навантаження *Р*нав_вст = 6129 МВт. Оптовий ринок електроенергії це ринок «на добу вперед».

ТЕС та ГЕС продають електроенергію за тарифами, незмінним протягом доби. ГТУ продають електроенергію за ціновими заявками, ціна продажу їх електроенергії визначається для кожної години.

В ЕЕС 17 вугільних енергоблоків 110 МВт. 11 вугільних енергоблоків 150 МВт та 6 газових енергоблоків 3 МВт, три з яких на даний час знаходяться на ремонті. Кількість годин використання встановленої потужності блоків 110 МВт – 3602, блоків 150 МВт – 3318, блоків 3 МВт – 2978. Розхід електроенергії на особисті потреби дорівнює, відповідно, 7,9%, 10,1% та 8,4%. Середньорічна питома витрата палива складає, відповідно, для вугільних блоків 0,394 кг.у.п/кВт·год, для газових – 0,266 кг.у.п/кВт·год, ціна вугілля – 116 у.о./т.у.п, ціна газу – 194 у.о./т.у.п. Штатний коефіцієнт дорівнює для вугільних блоків – 1,32, для газових – 1,12люд/МВт. Питомі капіталовкладення, відповідно, – 2815, 2921 та 2298 у.о./кВт, амортизаційні відрахування, відповідно, – 11,9%, 12,8% та 8,1%. Для всіх типів блоків середньорічна заробітна плата дорівнює 99 у.о./люд, частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить, відповідно, 11%, 12% та 9%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год для всіх типів блоків становить 4,5%.

Встановлена потужність ГК ГЕС 2132 МВт, число годин використання встановленої потужності – 3468. Витрата електроенергії на власні потреби складає 11,7%. Штатний коефіцієнт дорівнює 0,27 люд/МВт, питомі капіталовкладення 1982 у.о./кВт, амортизаційні відрахування – 15,4%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 78 у.о./люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 9,6%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 5,5%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 980 МВт дозволяють імпортувати електроенергію за ціною 2974 грн/МВт·год.

Цінова заявка ГТУ 1	Роб. потужність, МВт	15-35	36-45	46-50	51-55	56-60
	Ціна, грн/МВт·год	2580	2620	2650	2690	2745

Цінова заявка ГТУ 2	Роб. потужність, МВт	10-30	31-40	41-50	51-55	56-60
	Ціна, грн/МВт·год	2595	2625	2655	2695	2755

Цінова заявка ГТУ 3	Роб. потужність, МВт	10-25	26-40	41-50	51-55	56-60
	Ціна, грн/МВт·год	2590	2615	2645	2695	2750

Цінова заявка ГТУ 4	Роб. потужність, МВт	25-50	51-60	61-70	71-75	76-80
	Ціна, грн/МВт·год	26	2625	2660	27	2760

Цінова заявка ГТУ 5	Роб. потужність, МВт	20-45	46-65	66-70	71-75	76-80
	Ціна, грн/МВт·год	2605	2630	2665	2710	2765

Цінова заявка ГТУ 6	Роб. потужність, МВт	20-50	51-60	61-70	71-75	76-80
	Ціна, грн/МВт·год	2605	2635	2670	2715	2765

Погодинні навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережах складають 17,8%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	46	42	43	45	54	69	79	85	84	80	81	82

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	83	81	82	83	85	87	89	92	84	81	69	52

1. Розподіліть навантаження між станціями з точки зору мінімізації вартості електроенергії, при цьому газові блоки 3 МВт повинні знаходитися в роботі (в діапазоні маневреності) на вимогу режиму ЕЕС.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва двох газових енергоблоків по 5 МВт (*k*у = 2410у.о./кВт, *T*у = 35 год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1 – кредитна ставка 17,9% на період 20 років, Банк 2 – кредитна ставка 19,2% на період 15 років.
3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавок, які повинні додаватися до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:
- в пікові години навантаження додається 0,4% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринку, між піками в денний час – 0,8% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво газових блоків.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.
5. Визначте завантаження блоків ГТУ в пікові години з точки зору мінімізації вартості електроенергії.

Варіант 8

У складі ЕЕС функціонують ГК АЕС, ГК ТЕС та ГК ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС – 8928 МВт. Встановлена потужність навантаження *P*нав_вст = 8018 МВт. Оптовий ринок електроенергії це ринок «на добу вперед». ГК АЕС та ГК ГЕС продають електроенергію за тарифами, незмінним протягом доби. ГК ТЕС продають електроенергію за ціновими заявками. Ціна на електроенергію теплової генерації визначається для кожної години доби, при цьому ціна купівлі електроенергії у ТЕС формується з урахуванням надбавки 11,2% за робочу потужність та 10,8% за маневреність.

Шість блоків АЕС 450 МВт кожен, один з яких знаходиться на плановому ремонті, ще один – на поточному ремонті, кількість годин використання встановленої потужності - 6420. Витрата електроенергії на власні потреби 12,8%. Середньорічна питома витрата палива - $1{,}78 \cdot 10^{-6}$ кг/у.п./кВт.год, ціна палива - $6{,}9 \cdot 10^{5}$ у.о/т.у.п. Штатний коефіцієнт дорівнює 1,81 люд/МВт, питомі капіталовкладення - 4550 у.о./кВт, амортизаційні відрахування - 9,7%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 13720 у.о./люд. Частка

допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 8,8%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 5,1%.

Встановлена потужність ГК ГЕС 2728 МВт (три гидроблоки по 78 МВт - на плановому ремонті), кількість годин використання встановленої потужності 3216. Витрата електроенергії на власні потреби складає 8,9%. Штатний коефіцієнт дорівнює 0,24 люд/МВт, питомі капіталовкладення 1990 у.о/кВт, амортизаційні відрахування - 11%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 86 у.о./люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії 8%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 4,2%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 520 МВт та 740 МВт дозволяють імпортувати електроенергію за ціною 3224 грн/МВт·год та 2816 грн/МВт·год, відповідно.

Цінова заявка ТЕС 1	Роб. потужність, МВт	240-360	361-480	481-6	601-710	711-780
	Ціна, грн/МВт·год	2225	2275	2315	2380	2455

Цінова заявка ТЕС 2	Роб. потужність, МВт	220-350	351-470	471-610	611-720	721-8
	Ціна, грн/МВт·год	2215	2270	2325	2385	2450

Цінова заявка ТЕС 3	Роб. потужність, МВт	180-250	251-325	326-4	401-465	466-5
	Ціна, грн/МВт·год	22	2220	2265	23	2335

Цінова заявка ТЕС 4	Роб. потужність, МВт	2-240	241-320	321-4	401-470	471-5
	Ціна, грн/МВт·год	2210	2230	2270	2305	2340

Цінова заявка ТЕС 5	Роб. потужність, МВт	150-2	201-250	251-280	281-290	291-3
	Ціна, грн/МВт·год	2170	2210	2250	2280	2305

Цінова заявка ТЕС 6	Роб. потужність, МВт	120-180	181-220	221-250	251-270	271-3
	Ціна, грн/МВт·год	2150	2190	2225	2255	2280

Цінова заявка ТЕС 7	Роб. потужність, МВт	120-2	201-250	251-280	281-3	301-320
	Ціна, грн/МВт·год	2145	22	2245	2285	2305

Погодинні навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережі складають 16,2%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	45	43	41	48	53	67	78	87	86	84	82	81

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	82	83	83	84	86	89	93	96	87	71	62	54

1. Розподіліть навантаження між станціями з точки зору мінімізації вартості електроенергії, при цьому теплові блоки 5 МВт та 8 МВт повинні залишатися в роботі (в діапазоні маневреності) за вказівкою оператора системи. Маневреність атомних блоків не повинна перевищувати 10% протягом доби.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва ГАЕС 390 МВт (*k*у = 2920 у.о./кВт, *T*у = 25 год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1 - кредитна ставка 17,8% на період 15 років, Банк 2 - кредитна ставка 20,9% на період 10 років.
3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавок, які повинні додаватися до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:

- в пікові навантаження додається 0,38% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринку, в денні години між піками навантаження - 0,62% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво ГАЕС.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.
5. Розподіліть завантаження теплових блоків з точки зору мінімізації вартості електроенергії.

Варіант 9

У складі ЕЕС функціонують ТЕС та ГЕС. Встановлена потужність ЕЕС - 5788 МВт. Встановлена потужність навантаження *P*нав_вст = 5669 МВт. Купівля-продаж електроенергії здійснюється на ринку «на добу вперед».

ГК ГЕС продає електроенергію за тарифами, незмінним протягом доби. ГК ТЕС продають електроенергію за ціновими заявками. Ціна на електроенергію теплової генерації визначається для кожної години доби, при цьому ціна купівлі електроенергії у ТЕС формується з урахуванням надбавки 12,1% за робочу потужність та 10,4% за маневреність.

Встановлена потужність ГК ГЕС - 3168 МВт, кількість годин використання встановленої потужності - 4397. Витрата електроенергії на власні потреби складає 12%. Штатний коефіцієнт дорівнює 0,19 люд/МВт, питомі капіталовкладення 2080 у.о./кВт, амортизаційні відрахування - 14,5%. Середньорічна заробітна плата дорівнює 7950 у.о./люд. Частка допоміжних витрат в собівартості виробництва електроенергії становить 10%. Норма прибутку в ціні за 1 МВт·год становить 5%.

Міжсистемні ЛЕП пропускною спроможністю 420 МВт та 11 МВт дозволяють купувати електроенергію на сусідніх ринках за ціною, відповідно, 2685 грн/МВт·год та 3412 грн/МВт·год.

Цінова заявка ТЕС 1	Роб. потужність, МВт	190-290	291-380	381-450	451-490	491-5
	Ціна, грн/МВт·год	2625	2660	2695	2715	2735

Цінова заявка ТЕС 2	Роб. потужність, МВт	180-250	231-330	331-410	411-480	481-5
	Ціна, грн/МВт·год	2620	2665	2690	2710	2730

Цінова заявка ТЕС 3	Роб. потужність, МВт	140-230	231-270	271-290	291-3	301-310
	Ціна, грн/МВт·год	2565	2595	2615	2645	2675

	Роб. потужність, МВт	130-2	201-250	251-280	281-290	291-3

Цінова заявка ТЕС 4	Ціна, грн/МВт·год	2560	2590	2610	2640	2670

Цінова заявка ТЕС 5	Роб. потужність, МВт	130-180	181-220	221-250	251-270	271-290
	Ціна, грн/МВт·год	2555	2580	26	2625	2650

Цінова заявка ТЕС 6	Роб. потужність, МВт	120-2	201-245	246-280	281-3	301-320
	Ціна, грн/МВт·год	2560	2585	2605	2650	2675

Цінова заявка ТЕС 7	Роб. потужність, МВт	90-140	141-160	161-170	171-180	181-190
	Ціна, грн/МВт·год	2520	2540	2555	2565	2575

Цінова заявка ТЕС 8	Роб. потужність, МВт	1-145	146-165	166-180	181-190	191-210
	Ціна, грн/МВт·год	2525	2545	2560	2570	2580

Погодинні навантаження споживачів без урахування втрат (втрати в мережах складають 15,9%)

Години доби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження, % *P*нав_вст	50	45	45	45	52	68	80	83	79	78	79	77

Години доби	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження, % *P*нав_вст	78	79	80	82	88	91	93	94	86	72	66	54

1. Розподіліть навантаження між станціями з точки зору мінімізації вартості електроенергії, при цьому теплові блоки 5 МВт та 3 МВт повинні бути в роботі (в діапазоні маневреності) на вимогу оператора системи та не беруть участі в аукціоні цінових заявок.
2. Розрахуйте інвестиційну складову для будівництва АЕС 10 МВт (*k*у = 4950 у.о./кВт, *T*у = 60 год/рік) за умови взяття кредиту в банку. Кредит можна взяти в одному з банків: Банк 1 - кредитна ставка 16,2% на період 20 років, Банк 2 - кредитна ставка 20,1% на період 10 років.
3. Розрахуйте погодинну та середньодобову оптову ціну продажу електроенергії з ринку з урахуванням надбавки, яка додається до ціни купівлі електроенергії у виробників наступним чином:
- в пікові навантаження додається 0,5% ціни проданої в ринок електроенергії за роботу оператора ринку, в денні години між піками навантаження - 0,5% за роботу системного оператора ЕЕС;
- в період з 7- до 23- додається інвестиційна складова на будівництво АЕС.

4. Побудуйте графік добових коливань оптової ціни електроенергії.
5. Розподіліть завантаження теплових блоків з точки зору мінімізації вартості електроенергії.