

УДК 620:621.31

Т.П. НЕЧАЄВА, С.В. ШУЛЬЖЕНКО, Д.П. САС, М.В. ПАРАСЮК (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)

## ФАКТОРИ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Розглянуто та класифіковано основні фактори впливу об'єктів електроенергетики на довкілля: атмосферне повітря, водні та земельні ресурси. Визначено особливості екологічного впливу традиційних і нетрадиційних джерел генерації електроенергії на довкілля.

Електроенергетичні об'єкти мають значний вплив на довкілля. Характерними рисами такого впливу є постійна та всезростаюча інтенсивність, багатоплановість (одночасний вплив на різні компоненти довкілля: атмосферу, гідросферу, літосферу, біосферу), різноманітність (відчуження територій, порушення природних ландшафтів, хімічне та радіоактивне забруднення, теплові, радіаційні, акустичні та інші фізичні впливи) та масштабність (прояв не лише в локальному і регіональному, а й у глобальному масштабі).

Екологічний вплив на довкілля електроенергетичних об'єктів можна розподілити за такими категоріями:

- забруднення повітря шкідливими речовинами і сполуками, включаючи діоксид сірки, окисли азоту, тверді частинки та важкі метали, за їх впливом на людське здоров'я, флору, фауну тощо;

- викиди парникових газів, включаючи вуглекислий газ, метан, закис азоту, що сприяють глобальним змінам клімату;

- зміна природного режиму водовикористання та негативний вплив на якість води через теплове і хімічне забруднення та вплив гідроелектростанцій;

- зміна природного режиму землевикористання через розміщення електростанцій та електричних мереж, вивезення та складування відходів, включаючи тверді, рідкі та ядерні відходи.

Фактори екологічного впливу об'єктів електроенергетики можна розподілити на дві групи – це фактори безпосереднього впливу (прямої дії) та фактори опосередкованого впливу.

До факторів безпосереднього екологічного впливу належать ті, що пов'язані з експлуатацією самих об'єктів і систем електроенергетики, а до опосередкованих – ті, що виникають при створенні умов для функціонування цих об'єктів (наприклад, вплив на довкілля при видобуванні та транспортуванні палива, що поставляється на ТЕС, ТЕЦ та АЕС, при виготовленні електроенергетичного обладнання).

Фактори як безпосереднього, так і опосередкованого екологічного впливу, в свою чергу,

можна розділити на загальні, тобто властиві всім об'єктам електроенергетики, групові, які властиві певним групам об'єктів електроенергетики, а також специфічні, які властиві лише окремим електроенергетичним об'єктам.

До загальних факторів екологічного впливу належать відчуження та механічні порушення земельних ресурсів, до групових можна віднести теплове та хімічне забруднення води, акустичний вплив, що властиво як для ТЕС, так і АЕС, до специфічних належать викиди забруднюючих речовин і парникових газів, утворення золівідвалів та шламонакопичувачів для ТЕС на органічному паливі, утворення твердих, рідких і газоподібних радіоактивних відходів для АЕС, утворення зон підвищеної напруженості електромагнітного поля для ліній електропередач (табл. 1).

Відчуження територій під енергетичні об'єкти є загальним, притаманним для всіх електроенергетичних об'єктів фактором екологічного впливу, питомі показники для деяких з них наведено у табл. 2.

Найбільш потужними забруднювачами атмосферного повітря серед електроенергетичних об'єктів є теплові електростанції на органічному паливі, які викидають 30% загального обсягу викидів газів і пилу в Україні.

За даними статистичної форми 2-ТП (повітря), у 2005 об'єктами теплової енергетики викинуто такі обсяги забруднюючих речовин у повітря (табл. 3).

Найбільш вагомими серед викидів забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря при роботі теплових електростанцій, що спалюють органічне паливо, є викиди оксидів сірки  $SO_x$ , оксидів азоту  $NO_x$ , діоксиду вуглецю  $CO_2$  і важких металів (миш'яку, кадмію, хрому, міді, ртуті, нікелю, свинцю, селену, цинку і в разі використання мазуту – також ванадію). Викиди неметанових летких органічних сполук, метану  $CH_4$ , закису азоту  $N_2O$ , окису вуглецю  $CO$  й аміаку  $NH_3$  є менш вагомими.

Ці забруднюючі та шкідливі речовини, а також парникові гази мають такий вплив на довкілля:

Таблиця 1. Фактори впливу об'єктів електроенергетики на довкілля

Фактори	Впливи	Електроенергетичні об'єкти
<b>Фактори безпосереднього впливу</b>		
Загальні	вилучення території	Для всіх об'єктів електроенергетики
Групові	теплове забруднення повітряного басейну і водного середовища	ТЕС на органічному паливі Атомні електростанції
	зволожуюче забруднення повітряного басейну	
	використання значних водних ресурсів і скиди забруднюючих речовин у водне середовище та ґрунт	
	шумовий вплив	
Специфічні	забруднення газоподібними, рідкими і твердими відходами	ТЕС на органічному паливі
	утворення золівдвалів і шламонакопичувачів	
	викиди парникових газів	
	утворення твердих, рідких і газоподібних радіоактивних відходів	Атомні електростанції
	будівництво гребель	Гідравлічні електростанції
	створення водойм	
	переформування берегів	
	зміна сейсмічності	
	підтоплення та заболочування територій	
	вплив на підземні води	
	зміна внутрішньоводоймових процесів	
	виникнення блукаючих струмів	Лінії електропередач і електричні підстанції
	виникнення шумів	
	утворення зон підвищеної напруженості електромагнітного поля	
<b>Фактори опосередкованого впливу</b>		
Загальні	вплив на довкілля при виготовленні електроенергетичного обладнання	Для всіх об'єктів електроенергетики
Групові	вплив на довкілля при видобутку, переробці та транспортуванні палива (створення шахт і утворення териконів)	ТЕС на органічному паливі Атомні електростанції

Таблиця 2. Питоме вилучення земельної площі для цілей енергетичного господарства [1]

Об'єкт ПЕК	Одиниці виміру	Питома землеємність
Підприємства з видобування вугілля	км <sup>2</sup> /млн. т	0,1-5,0
Підприємства з видобування урану	км <sup>2</sup> /ГВт.рік виробництва електроенергії на АЕС	0,2-0,6
Водосховище ГЕС	км <sup>2</sup> /ГВт.рік	1,5
Ставки-охолоджувачі ТЕС	км <sup>2</sup> /ГВт.рік	5,0-6,0
Ставки-охолоджувачі АЕС спеціального призначення	км <sup>2</sup> /ГВт.рік	3,0
Ставки-охолоджувачі АЕС багатоцільового призначення	км <sup>2</sup> /ГВт.рік	30,0
Ставки-хвостосховища АЕС	км <sup>2</sup> /ГВт.рік	0,02
Повітряні лінії електропередач 500 кВ	км <sup>2</sup> /км	0,1-0,2

Таблиця 3. Сумарні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів теплової енергетики у 2005 році, тис. тонн

Вид діяльності	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Тверді частинки
Виробництво електроенергії тепловими електростанціями	894,3	125,2	318,1
Виробництво та розподілення тепла	5,8	15,0	4,8

- викиди оксидів сірки  $SO_x$  згубно діють на природу та живі організми;
- оксиди азоту  $NO_x$  мають токсичний вплив;
- викиди діоксиду вуглецю  $CO_2$  створюють парниковий ефект, пропускаючи до Землі сонячну радіацію, але не даючи зворотного виходу інфрачервоному (тепловому) випромінюванню;
- окис вуглецю  $CO$ , який утворюється при хімічному недопалі органічного палива, має токсичний вплив.  $CO$ , потрапляючи в живий організм, віднімає кисень і швидко розкладає кров;
- бенз(а)пірен  $C_{20}H_{12}$  є канцерогенною речовиною;
- летюча зола з механічним недопалом сприяє зростанню віддзеркалення сонячних променів назад до Космосу, що знижує температуру атмосфери;
- викиди метану зумовлюють зменшення озонного шару.

Одним із найбільш токсичних газоподібних викидів енергоустановок є діоксид сірки  $SO_2$ , що становить 98–99% викидів сірчистих сполук ТЕС. При горінні сірка повністю перетворюється на  $SO_2$ , проходить електрофільтри й уноситься в атмосферу. В присутності кисню відбувається окислення  $SO_2$  в  $SO_3$ . При з'єднанні з водою ці окисли утворюють сірчисту та сірчану кислоти, що осідають на землю у вигляді «кислотних дощів». Наявність сірчаної кислоти в димових газах викликає низькотемпературну корозію поверхонь нагріву котла, газоходів і металевих конструкцій димової труби.

Окисли азоту, що викидаються з димовими газами ТЕС, утворюються як за рахунок високотемпературних процесів у факелі (фіксація атмосферного азоту), так і за рахунок окислення азотвміщуючих сполук самого палива. На виході з труби окисли азоту димових газів складаються на 85–90% з  $NO$  та на 10–15% з  $NO_2$ . В атмосфері відбувається швидке окислення  $NO$  в  $NO_2$ , що посилює негативний вплив димових газів на природу та живі організми, оскільки двоокис азоту є більш токсичним. Основним негативним впливом окислів азоту на довкілля є каталітичне руйнування озонного шару, який поглинає жорстке ультрафіолетове випромінювання (1 т  $NO_2$  руйнує до 1 тис. т озону) [2].

Теплова енергетика на органічному паливі є також одним із головних джерел викидів парникових газів, які вважаються причиною глобальних змін клімату. За даними статистичної форми 2-ТП (повітря), у 2005 при виробництві електроенергії тепловими електростанціями викину-

то такі обсяги парникових газів у повітря (табл. 4).

**Таблиця 4.** Викиди парникових газів в атмосферне повітря, тис. тонн

Вид діяльності	$CO_2$	$CH_4$	$N_2O$
Виробництво електроенергії тепловими електростанціями	78110,8	0,8	0,8
Виробництво та розподілення тепла	12028,4	0,3	1,5

Крім атмосфери, викиди ТЕС негативно впливають на земну поверхню, ґрунт і рослинність через осідання на них пилу та випадіння «хімічного» дощу або снігу внаслідок розчинення аерозолів окислів сірки й азоту в атмосферній волозі та дощових або снігових опадах, поверхневі води (осідання на водних поверхнях викинутих у повітря шкідливих речовин і змив їх у ріки та водойми дощовими і талими сніговими потоками). Результатами такого забруднення земної поверхні є окислення сніжного покриву та сільськогосподарських угідь, нагромадження в ґрунті важких металів з вугільної золи, що пригнічує лісові біоценози, знижує врожайність агрокультур і насичує харчові продукти шкідливими для здоров'я людини сполуками.

Вплив ТЕС на водні об'єкти здійснюється за двома напрямками: використання водних ресурсів і прямий вплив ТЕС на якісний стан водних об'єктів шляхом скидання в них стічних вод із підвищеними порівняно з природною водою концентраціями забруднюючих речовин. Енергетичне виробництво ТЕС супроводжується також різноманітними забрудненими стоками, пов'язаними із процесом водопідготовки, промивання устаткування, з гідротранспортом твердих відходів (шлаків).

Основна маса води на ТЕС використовується для охолодження конденсаторів парових турбін. Усі інші потреби у воді не перевищують 7%. Абсолютна кількість використаної на станціях води є різною та залежить від типу ТЕС, потужності, характеру палива, складу вихідної води, способу її підготовки та інших факторів (табл. 5). Близько 2–3% води втрачається безповоротно у процесі її використання (випар в охолоджувальних установках, добавка в цикл на компенсування втрат).

Питоме водоспоживання для кожної ТЕС суттєво відрізняється і залежить від типу системи технічного водопостачання (СТВП) [2]:

- прямоточна СТВП – 172 м<sup>3</sup>/МВт·год.;
- оборотна СТВП – 5,5 м<sup>3</sup>/МВт·год.;
- комбінація – 71,8 м<sup>3</sup>/МВт·год.

Таблиця 5. Витрата води на ТЕС за прямооточної системи технічного водопостачання [2]

Мета споживання води	% від водоспоживання	Характер забруднення стоків
Охолодження конденсаторів парових турбін	100	Теплове
Охолодження повітря газотурбогенераторів та електродвигунів	2–4	Теплове
Охолодження масла і турбоагрегатів, що живлять насоси та допоміжні механізми	1,5–3,3	Теплове, нафтопродукти
Гідрозоловидалення	0,1–0,4	Суспензії, фториди, миш'як, ванадій, важкі метали та ін. канцерогенні речовини, феноли, рідше ртуть і германій

На сучасних теплових електростанціях є такі види стічних вод:

- води охолодження конденсаторів турбін, що викликають теплове забруднення води;
- регенераційні та промивні води від водопідготовчих установок і конденсатоочисток;
- води, забруднені нафтопродуктами;
- води від обмивок регенеративних повітропідігрівників і конвективних поверхонь нагрівання котлів, що працюють на мазуті;
- відпрацьовані розчини після хімічного очищення теплосилового встаткування та його консервації;
- продувні води систем гідрозоловидалення на ТЕС, що працюють на твердому паливі;
- комунально-побутові та господарські води;
- води від гідравлічного прибирання приміщень тракту та паливоподачі;
- дощові (зливові) води з територій електростанцій.

На вугільних ТЕС значний стік технічної води утворюється на системах гідршлакозоловидалення (ГЗВ). Для транспортування тонни золашлаків витрачається від 10 до 50 м<sup>3</sup> води. Водоспоживання на потреби ГЗВ ТЕС середньої потужності становить декілька десятків мільйонів м<sup>3</sup> на рік. Для золовидалення на ТЕС потужністю 2400 МВт потрібно не менше ніж 5000 т/год води [2]. Вода ГЗВ, маючи майже постійну витрату та високу лужність, фільтрується в ґрунт і підземними водотоками розповсюджується, безперервно підлужуючи ґрунт. Частка лужної води ГЗВ нейтралізується підкисленою скидною промивною водою, а та, що залишилась, поступає в систему хімічної очистки стічних вод. Завдяки наявності у зворотних системах ГЗВ золовідстійників з великою площею, вода освітлюється та більша її частина повертається в систему рециркуляції.

Стоки після хімічного промивання теплосилового устаткування містять низку мінеральних

(соляна, сірчана, плавикова та ін.) і органічних (лимонна, шавлева, оцтова та ін.) кислот.

Регенераційні стоки ТЕС містять значну кількість солей кальцію, магнію та натрію. Для конденсаційної ТЕС потужністю 2400 МВт кількість скидних солей становить близько 400 кг/год, а для ТЕЦ вона перевищує 2-2,5 т/год.

Вплив теплових електростанцій на земельні ресурси полягає в:

- необхідності відчуження земель для будівництва об'єктів: головного корпусу і технологічних цехів, складів зберігання палива, золовідвалу для збору золи і шлаків, відкритої розподільної підстанції, допоміжних споруд, водойм. Різниця в розмірах відводу земель визначається здебільшого системою технічного водопостачання електростанцій. При системі технічного водопостачання, де для охолодження конденсаторів використовуються ставки-охолоджувачі, потреба в земельних ресурсах майже в чотири рази більша, ніж при системах охолодження з випарними градирнями. Площа, зайнята основними спорудами електростанцій, тобто без території під ставки-охолоджувачі або градирні та золовідвали, становить 5–10% загальної площі [3];

- утворенні великої кількості золашлакових відходів, що збираються на золовідвалах, які містять усі елементи макро- і мікроскладу золи, а також радіонукліди;

- наявності екологічних проблем систем гідрозоловидалення: порошення золовідвалів, відчуження земель.

За впливом на довкілля АЕС суттєво відрізняються від звичайних теплових електростанцій насамперед тим, що вони не використовують органічне паливо для виробництва електроенергії. Тому АЕС не викидають в атмосферу забруднюючі речовини, пил, важкі метали, парникові гази, не засмічують атмосферу та земельні ресурси золашлаковими відходами, на них відсутні такі явища, як порошення золовідвалів, забруд-

нення атмосфери продуктами горіння золошлакових відходів.

За умов абсолютної надійності роботи атомних реакторів і забезпеченні надійного поховання створюваних на них радіоактивних відходів, АЕС є найбільш екологічно чистими і безпечними для природного середовища і населення енергетичними об'єктами. Втім, атомна енергетика в цілому з урахуванням відходів, що скидаються у природне середовище обслуговуваними її підприємствами інших галузей, не може вважатися екологічно абсолютно чистою. При роботі АЕС утворюються тверді, рідкі та газоподібні радіоактивні відходи. Твердими відходами АЕС є частини демонтованого обладнання, відпрацьовані фільтри, сміття тощо. Рідкими відходами є залишки після випаровування радіоактивних вод, дезактиваційні розчини та ін. Усі радіоактивні газоповітряні потоки технологічного та вентиляційного походження піддаються попередньому очищенню.

При роботі АЕС, як і ТЕС, потрібна велика кількість води для охолодження конденсаторів турбін. При цьому через нижчі параметри пари, застосовувані в атомних реакторах типу ВВЕР (PWR), які використовуються на українських АЕС, від турбін доводиться відводити значно більше теплоти, ніж на ТЕС. За порівняно однакової потужності електростанцій витрати води на охолодження конденсаторів АЕС більші, ніж на ТЕС. У разі використання на АЕС ставків-охолоджувачів їхня поверхня також має бути більшою. Збільшується в цьому випадку і кількість земель, що відводяться під водойми. Отже, АЕС мають більші масштаби використання природних водних і земельних ресурсів, ніж звичайні ТЕС на органічному паливі.

За умови нормальної експлуатації АЕС не спричиняють істотних змін природного радіоактивного фону. При встановлених припустимих рівнях впливу ядерної енергетики на гідросферу та існуючих методах контролю скидів діючі типи ядерних енергетичних установок не являють собою погрози порушення локальних і глобальних рівноважних процесів у гідросфері та її взаємодії з іншою складовою географічної оболонки Землі. Разом із тим, при експлуатації АЕС можливі викиди радіоактивних аерозолів і витоки води, які містять радіоактивність.

Основний фактор екологічної небезпеки АЕС – можливість радіоактивного забруднення довкілля внаслідок аварійних техногенних викидів при роботі атомних реакторів. Забруднення тери-

торії України радіоактивними викидами при аварії на Чорнобильській АЕС не має аналогів ані за масштабами, ані за глибиною екологічних, соціальних і економічних наслідків. Унаслідок аварії було забруднено близько 12 млн. га, з них 8,4 млн. га сільськогосподарських угідь. З урахуванням поширення можливих викидів при аваріях на АЕС встановлюються санітарно-захисні зони.

Найбільш складною екологічною проблемою при експлуатації АЕС є захоронення радіоактивних відходів, що утворюються при демонтажі радіоактивних елементів обладнання при закінченні строку їхньої служби або з інших причин, а також відпрацьованого ядерного палива. На сьогодні існує декілька варіантів захоронення обладнання: захоронення в шахти, захоронення лише найбільш забруднених радіоактивних елементів з повторним використанням інших за призначенням, періодична дезактивація обладнання на місці разом із захороненням концентрованих відходів та змивів.

Гідроенергія вважається найбільш екологічно чистою. На відміну від теплових електростанцій, що працюють на органічному паливі, гідравлічні та гідроакumuлюючі електростанції не викидають в атмосферу шкідливі речовини, не спускають у водойми забруднені стоки та підігріту воду. Однак гідроелектростанції та їхні водойми (особливо великі) справляють інші різноманітні впливи на довкілля. Вплив гідроелектростанцій на природу пов'язаний насамперед із будівництвом гідровузлів, що перегороджують русло рік, створюють підпір і змінюють річковий стік. Це спричиняє порушення цілого ланцюга природних процесів, що має як негативні, так і позитивні наслідки.

Негативними наслідками будівництва гідроелектростанцій та створення їхніх водойм є: значні вилучення земельних ресурсів через затоплення та підтоплення земель; переформування берегів і дна водоймищ; розмиви русел і берегів рік нижче гідровузлів; зміни ґрунтового й рослинного покривів, умов перебування флори та фауни в долинах рік і самого водотоку, якості води; іноді вплив на частоту землетрусів і деякі інші негативні фактори.

До позитивних наслідків впливу гідроелектростанцій та їхніх водойм можна віднести: створення гідрографічної мережі; здійснення необхідного для народного господарства комплексного перерозподілу стоку в часі на потреби енергетики, меліорації, водного транспорту тощо; зменшення або повна ліквідація таких шкідливих

явищ природи, як повені, селі, маловоддя; поліпшення природних умов; оздоровлення прилеглих територій; пом'якшення клімату; водний благоустрій тощо.

Мала гідроенергетика мінімально впливає на довкілля, тому що не потребує будівництва великих гребель, водойм, берегових споруджень.

Загальним для геотермальних, вітрових, сонячних, біоенергетичних електростанцій є використання поновлюваних первинних джерел енергії, за якого для їхньої роботи не потрібно супутнього розвитку й експлуатації ані паливної бази, ані транспорту палива, але всі перераховані установки займають значні території. На першому місці за цим показником перебувають вітроустановки, питома (на 1 кВт потужності) потреба яких у земельних ресурсах наближається до питомих вилучень земель для гідроелектростанцій. Максимальна потужність, що може бути отримана з 1 км<sup>2</sup> площі, коливається в широких межах залежно від району розміщення, типу і технологічних особливостей конструкції вітрової електростанції, середнє значення становить 10 МВт/км<sup>2</sup> [4].

На другому місці з вилучення земельних ресурсів серед нетрадиційних джерел електроенергії перебувають сонячні установки, потужність яких безпосередньо залежить від площі, зайнятої відбивачами (дзеркалами) або батареями фотоелементів і вилученої з господарського обігу. Земельні ресурси, які потрібні для спорудження СЕС, значно перевищують землеємність теплових або атомних електростанцій. Так, питома землеємність для ТЕС оцінюється у 0,081 га/МВт, для паротурбінної СЕС – 1,10 га/МВт, для СЕС з фотоелектричними елементами – 1,14 га/МВт [5]. Середня потенційна можливість СЕС за термодинамічним циклом перетворення енергії оцінюється в 30–40 МВт з одного км<sup>2</sup> [4], а потенційні можливості одержання граничної потужності фотоперетворювачів в 45–60 МВт з 1 км<sup>2</sup> (за їх ККД до 15%) і 60–100 МВт (за ККД фотоперетворювачів – до 25%). З розрахунку на 1 МВт одержуваної потужності, СЕС на фотоперетворювачах удвічі економніше використовують території, ніж СЕС, виконані за термодинамічним циклом із центральними приймачами.

Створення сонячних електростанцій пов'язане з досить небезпечним забрудненням водного і частково повітряного басейну, що може відбуватися в процесі виготовлення геліоелементів. У виробництві фотоперетворювачів використовуються сполуки миш'яку, селену, сурми, кадмію

та інших токсичних хімічних елементів. Для вилучення їх зі стічних вод і викидів в атмосферу застосовуються досить складні та дорогі методи очищення. Виробництво основи для сонячних елементів – кремнію – пов'язано з використанням токсичних фтористих сполук, які завдають шкоди здоров'ю людини. При виготовленні кремнієвих, кадмієвих або арсенідо-гелієвих фотоелементів у повітрі виробничих приміщень з'являється шкідливий для здоров'я людини пил.

Ще один фактор опосередкованого впливу геліотехніки на довкілля пов'язаний з підвищеною металоємністю СЕС. У районах спорудження сонячних електростанцій необхідна наявність великих комплексів з виробництва бетону, скла і сталі.

Екологічний вплив геотермальних ТЕС (ГеоТЕС) і геотермальних технологічних установок на довкілля зводиться до впливу мінералізованих геотермальних вод і пари, до опускання земної поверхні (іноді значного за розмірами), що перебуває над розроблювальним геотермальним шаром, до підвищеного порівняно з ТЕС теплового впливу ГеоТЕС на довкілля. У складі виведених на поверхню вод перебувають нітрити, хлориди і сульфіді деяких металів, небезпечні хімічні елементи (бор, миш'як), сірководень (нешкідливий – у невеликих кількостях, токсичний – з ростом концентрації). За відсутності зворотного закачування до шару постає небезпека засолення водних об'єктів і ґрунтів у районі використання геотермальних вод і падіння пластового тиску. Зміна тиску в шарі у процесі тривалої експлуатації свердловин впливає на рівень підземних вод у цьому районі та може спричинити негативний вплив на роботу артезіанських свердловин і водопостачання.

Серед нетрадиційних джерел електроенергії найбільше забруднюють довкілля геотермальні установки, які використовують пару і гарячу воду, що надходять із земних надр. Термальні джерела виносять на поверхню розчинені в них солі та газу, які є первинними джерелами забруднення вод, атмосфери і земної поверхні.

Порівняно з енергією малих ГЕС, вітровою та сонячною енергією, де енергетичні установки просто використовують екологічно чистий енергоресурс, біогазові установки є «активно чистими» через те, що усувають екологічну небезпеку споживаних ними первинних джерел енергії, що поступають від шкідливих для довкілля виробництв.

Позитивний вплив на екологічну ситуацію біоенергетичні установки на відходах спра-

вляють через звільнення (вивільнення) величезних територій, що знаходяться під звалищами та «полями зрошення».

Негативний вплив при функціонуванні установок, які спалюють сміття, проявляється таким чином:

- викиди твердих частинок, канцерогенних і токсичних речовин, біогазу, біоспірту;
- викиди тепла;
- відходи у вигляді побічних продуктів (промивні води, залишки перегонки).

Несприятливий вплив вітроелектростанцій на довкілля полягає у створенні шумового ефекту в безпосередній близькості від ВЕС, який може досягати 50-80 дБ. Окрему екологічну проблему становлять шумові впливи установок потужністю понад 250 кВт, коли на кінцях лопаток вітроколіс великого діаметру (понад 10 м) виникають надзвукові швидкості, що призводить до генерації інфразвукових коливань, які шкідливо впливають на організм людини і тварин. Для захисту людей від шуму рекомендується розташовувати ВЕС не ближче ніж за 1000 м від житла. Вітроколеса створюють також електромагнітні перешкоди для радіопередавачів. Наявні окремі випадки загибелі птахів від лопаток вітроколіс.

Вплив електричних мереж на довкілля визначається впливом електричного поля, використанням земельних ресурсів, порушенням природних ландшафтів.

Електричне поле високовольтних ліній електропередачі (ВЛ) – це шкідливий, біологічно активний фактор, що впливає на людину і довкілля. Мережа ліній електропередачі, яка складається з повітряних високовольтних ліній електропередачі та електричних підстанцій, до складу яких можуть входити: розподільні пристрої, перетворювачі електроенергії, трансформатори, випрямлячі та інші пристрої та споруди, є джерелом електромагнітного випромінювання.

Найбільш характерними екологічними проблемами, з якими доводиться зіштовхуватися при проектуванні та будівництві ВЛ, є такі: від-

чуження та вилучення земель, вирубка лісових насаджень, обмеження господарської діяльності в зоні відчуження землі для ВЛ, шкідливий вплив електромагнітного поля понад- і ультравищої напруги на біосферу, виникнення радіоперешкод, акустичні шуми, створювані ВЛ, погіршення роботи засобів зв'язку, погіршення естетичного сприйняття ландшафту в місцях проходження трас ВЛ.

Лінії електропередачі, підстанції, пристрої та насамперед ПЛ створюють у навколишньому середовищі електричне поле (ЕП), напруженість якого знижується в міру віддалення від них. Електричне поле, залежно від його рівня, може здійснювати шкідливий вплив на людину. Розрізняють такі види впливу:

- безпосередній вплив, який проявляється при перебуванні в ЕП, причому ефект впливу посилюється зі збільшенням напруженості поля та часу перебування в ньому;

- вплив електричних розрядів (імпульсного струму), які виникають при дотику людини до незаземлених конструкцій, корпусів машин і механізмів на пневматичному ході і протяжних провідників або при дотику людини, ізолюваної від землі, до рослин, заземлених конструкцій та інших заземлених об'єктів;

- вплив струму, який проходить через людину, що знаходиться в контакті з ізолюваними від землі об'єктами (великогабаритними предметами, машинами і механізмами, протяжними провідниками), – струму стікання.

Крім того, ЕП може спричиняти займання або вибух випарів легкозаймистих речовин унаслідок виникнення електричних розрядів при контакті предметів і людей з машинами і механізмами.

Ступінь небезпеки кожного зі вказаних факторів зростає зі збільшенням напруженості ЕП.

З метою захисту населення від впливу ЕП встановлюються санітарно-захисні зони. Санітарно-захисною зоною вважається територія, на якій напруженість ЕП перевищує 1 кВ/м.

1. *Экологические проблемы энергетики / А.А. Кошелев, Г.В. Ташкипова, Б.Б. Чебаненко и др.; АН СССР, – Новосибирск: Наука. СО, 1989. – 321 с.*

2. *Носков А.С., Савишкіна М.А., Анищенко Л.Я. Воздействие ТЭС на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба /Ин-т катализа СО АН СССР, Ин-т химии твердого тела и переработки минерального сырья СО АН СССР, ГПНТБ СО АН СССР - Новосибирск. Изд. ГПНТБ СО АН СССР, 1990. – 177 с.*

3. *Лялик Г.Н., Костина С.Г., Шапиро Л.Н., Ключникова Н.И., Пустовойт Е.И. Электроэнергетика и природа: экологические проблемы развития электроэнергетики / Лялик Г.Н. (ред.), Резниковский А.Ш. (ред.). – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 352 с.*

4. *Белявский Г.А., Брыгинец Е.Д., Вергелес Ю.И., Дмитренко Т.В., Евтухова Г.П. Экология города: Учеб. для студ. вузов / Стольберг Ф.В. (ред.). – К.: Либра, 2000. – 464 с.*

5. *В.Р. Котлер, Д.В. Сосин. Солнечная энергетика и проблемы экологии // Экология производства. – 2008. – №1 – С. 14–15.*