

PowerLiteracy:

Енергетична обізнаність для
стійкої школи

Київ – 2026



Проект реалізовується ГО «Смарт освіта» за підтримки Help – Hilfe zur Selbsthilfe та Програми локалізації Help Localisation Facility (HLF), а також за фінансування Федерального міністерства закордонних справ Німеччини.



У партнерстві з:



Зміст

1. Енергетична стійкість школи	5
1.1. Чому питання енергозабезпечення стало питанням безпеки	5
1.2. Що таке енергетична стійкість школи	5
1.3. Енергетична грамотність як управлінська компетенція	6
1.4. Типові помилки при забезпеченні енергетичної стійкості	6
1.5. Роль програми PowerLiteracy	7
2. Основи енергетичної грамотності	8
2.1. Як електроенергія потрапляє до школи	8
2.2. Потужність та електроенергія	8
2.3. Навантаження/потужність, пускові струми та фази	9
2.4. Як школа підключена до електромережі	10
2.5. Загальні принципи резервного електроживлення	11
2.6. Обмеженість ресурсів та пріоритети	12
3. Критичні функції школи	13
3.1. Типові критичні функції закладу освіти	13
3.2. Інженерні системи, життєзабезпечення школи	15
3.3. Укриття та школа: різні задачі резервного живлення	16
3.4. Формування переліку критичних навантажень	16
4. Оцінка потреб школи в резервному електроживленні	18
4.1. Від критичних функцій до енергетичних потреб	18
4.2. Основні групи споживачів електроенергії в школі	19
4.3. Структура електроспоживання школи	20
4.4. Базове та пікове навантаження	21
4.5. Визначення необхідної потужності резервного живлення	22
4.6. Визначення необхідної автономності	22
4.7. Рішення та помилки	23
5. Стійкі та нестійкі рішення	24
5.1. Ознаки стійкого рішення	24
5.2. Ознаки нестійкого рішення	25
5.3. Типові управлінські пастки	25
5.4. Принцип поетапного розвитку	26
6. Технології резервного електроживлення	27
6.1. Основні підходи до забезпечення резервного живлення	27
6.2. Генератори	28
6.3. Інвертори та акумуляторні системи накопичення енергії	29
6.4. Портативні зарядні станції	30
6.5. Сонячні електростанції: очікування та реальні можливості	31
6.6. Комбіновані системи: від резервного живлення до енергетичної стійкості	32
6.7. Порівняння технологій резервного живлення	34

7. Безпека та експлуатація систем резервного живлення	36
7.1. Чому безпека важливіша за потужність обладнання	36
7.2. Електробезпека та правила підключення	37
7.3. Пожежна безпека акумуляторних систем.....	37
7.4. Безпечна експлуатація генераторів.....	38
7.5. Організація експлуатації та готовність до надзвичайних ситуацій.....	39
Післямова	41

1. Енергетична стійкість школи

1.1. Чому питання енергозабезпечення стало питанням безпеки

До 2022 року питання електропостачання більшістю закладів освіти сприймалося як технічне або господарське завдання. Відповідальність за нього зазвичай покладалася на електрика, завідувача господарства або підрядні організації. Керівництво закладу переважно зосереджувалося на освітньому процесі, кадрових питаннях, фінансуванні та розвитку матеріально-технічної бази. Повномасштабне вторгнення російської федерації суттєво змінило умови функціонування закладів освіти. Масовані атаки на об'єкти енергетичної інфраструктури, аварійні та стабілізаційні відключення електроенергії, необхідність використання укриттів під час повітряних тривог сформували нові вимоги до організації освітнього процесу.

Сьогодні наявність електроенергії впливає не лише на комфорт перебування в будівлі, а й безпосередньо визначає можливість:

- » проводити навчання;
- » забезпечувати безпечне перебування дітей в укриттях;
- » підтримувати зв'язок із батьками та службами реагування;
- » функціонувати системам оповіщення;
- » працювати системам вентиляції;
- » підтримувати роботу інженерних систем будівлі;
- » забезпечувати доступ до цифрових освітніх ресурсів.

Таким чином, питання енергозабезпечення перестало бути виключно технічним питанням. Воно стало складовою загальної системи безпеки закладу освіти.

1.2. Що таке енергетична стійкість школи

У повсякденному житті часто використовуються поняття «енергонезалежність», «автономність», «резервне живлення», «альтернативні джерела енергії». Однак для керівника закладу освіти найбільш важливим є поняття енергетичної стійкості.

Енергетична стійкість школи – це здатність закладу освіти підтримувати виконання своїх критичних функцій у разі порушення або повного припинення зовнішнього електропостачання. Ключовим у цьому визначенні є словосполучення «критичні функції».

Метою енергетичної стійкості не завжди є забезпечення роботи всієї будівлі в повному обсязі. У більшості випадків значно важливіше забезпечити роботу найбільш критичних систем та приміщень. Наприклад, під час короткочасного відключення електроенергії школа може тимчасово відмовитися від роботи частини освітлення або окремих кабінетів, але не може допустити втрату зв'язку, аварійного освітлення чи вентиляції укриття. В окремих випадках критичним може бути продовження належного функціонування інженерних систем будівлі або її окремих частин або елементів, наприклад, системи опалення, яка в особливо холодні періоди року може постраждати через заморозку теплоносія.

Саме тому основою енергетичної стійкості є правильне визначення потреб та пріоритетів.

1.3. Енергетична грамотність як управлінська компетенція

Поширеним є уявлення, що питання електроенергії повинні вирішувати виключно технічні спеціалісти і дійсно, проєктування електроустановок, монтаж обладнання та виконання електротехнічних робіт повинні здійснюватися кваліфікованими фахівцями. Разом із тим саме керівники закладів освіти та органів управління освітою приймають рішення щодо:

- » виділення коштів;
- » спрямування інвестицій;
- » визначення пріоритетів;
- » робота з донорами;
- » затвердження технічних завдань;
- » прийняття результатів робіт.

Енергетична грамотність керівника полягає не в умінні виконувати монтаж обладнання, а в здатності ставити правильні запитання та приймати обґрунтовані рішення. Для прийняття таких рішень не потрібно бути електриком або енергетиком, утім необхідно розуміти базові принципи роботи систем електроживлення та оцінювати запропоновані рішення.

1.4. Типові помилки при забезпеченні енергетичної стійкості

Досвід останніх років свідчить, що значна частина проблем частіше виникає через помилки на етапі планування, аніж через саму відсутність обладнання. Серед найбільш поширених помилок варто виділити:

- » придбання обладнання без попереднього розрахунку навантажень;
- » орієнтація виключно на потужність обладнання без врахування часу автономної роботи;

- » відсутність визначених критичних споживачів;
- » використання побутових приладів, які не здатні закрити потреби школи;
- » орієнтація на часткові енергетичні рішення, які не гарантують автономну роботу критичних систем школи під час відключень;
- » нехтування питаннями пожежної та електричної безпеки;
- » придбання обладнання без урахування подальшого технічного обслуговування;
- » недооцінка ролі навчання персоналу.

Енергетична стійкість не створюється шляхом одноразової закупівлі обладнання, вона формується через системний підхід до оцінки потреб, планування, впровадження та експлуатації технічних рішень.

1.5. Роль програми PowerLiteracy

PowerLiteracy є освітньою складовою ширшої ініціативи **PowerSchool/Енергонезалежна школа**, спрямованої на підвищення енергетичної стійкості закладів освіти. Основна мета програми полягає у формуванні базової енергетичної грамотності керівників закладів освіти та органів управління освітою та допомогти керівникам пройти шлях до енергетичної стійкості.

Шлях керівника школи до енергетичної стійкості

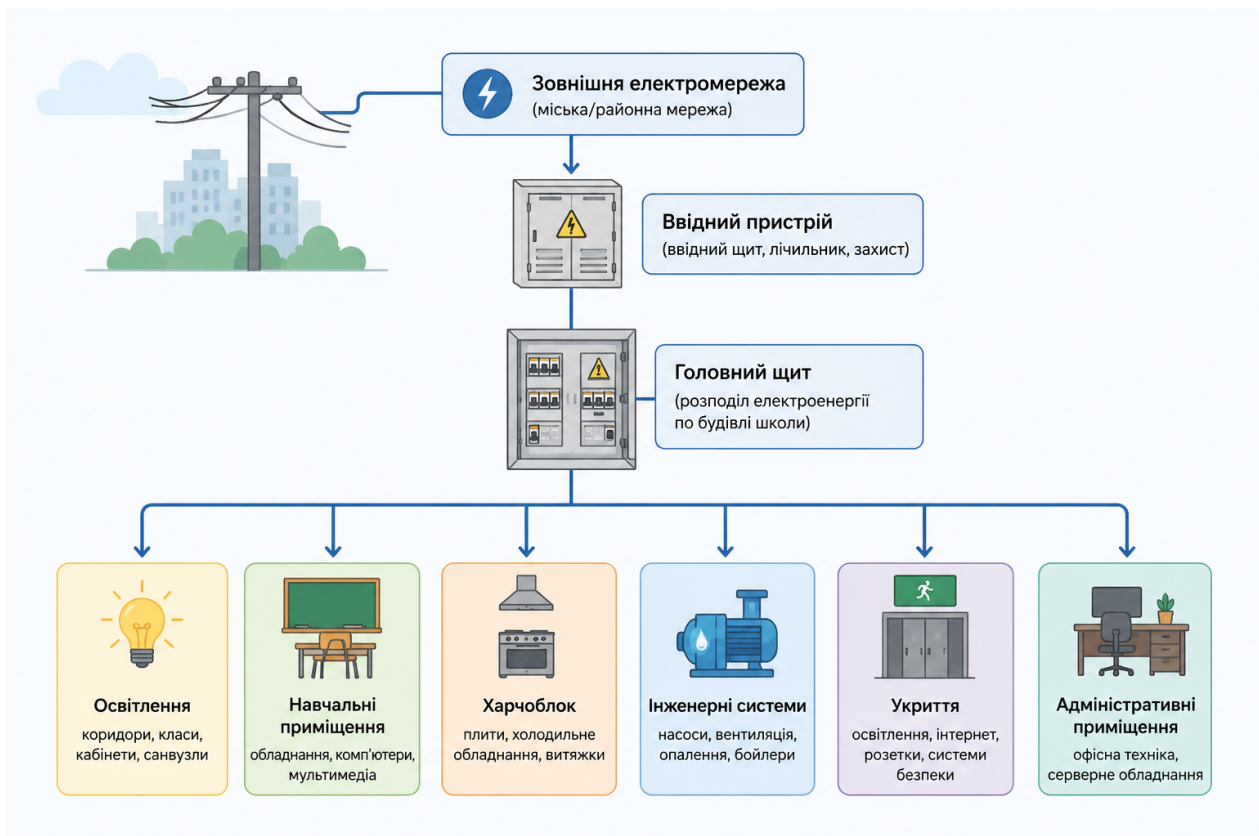


Саме ці навички стануть основою для підвищення енергетичної стійкості сучасної школи.

2. Основи енергетичної грамотності

2.1. Як електроенергія потрапляє до школи

Ухвалюючи рішення стосовно резервного електроживлення необхідно розуміти загальну логіку роботи системи електропостачання будівлі. В узагальненому вигляді електроенергія проходить такий шлях:



Кожен із цих елементів виконує власну функцію та має певні технічні обмеження, саме тому встановлення резервного джерела живлення не завжди означає можливість автоматичного живлення всієї будівлі. У багатьох випадках необхідно окремо визначати резервовані електричні кола та групи споживачів.

2.2. Потужність та електроенергія

Однією з найбільш поширених помилок є плутанина між поняттями потужності та електричної енергії.

Потужність умовно характеризує швидкість споживання електроенергії та вимірюється у ватах (Вт) або кіловатах (кВт).

Електроенергія характеризує кількість спожитої або накопиченої енергії та вимірюється у ват-годинах (Вт·год) або кіловат-годинах (кВт·год).

Для кращого розуміння можна використати аналогію з водою: потужність – це діаметр труби, через яку тече вода, а електроенергія (спожита чи накопичена) – це кількість води, яка пройшла через трубу за певний час. Саме тому той же інвертор зазвичай характеризується потужністю, а акумуляторна батарея – запасом енергії.

ПОТУЖНІСТЬ (кВт) ТА ЕНЕРГІЯ (кВт·год): ВОДНА АНАЛОГІЯ



Тобто якщо ми маємо підведену потужність мережі 10 кВт, використовуючи, наприклад, електрообігрівачі потужністю по 2 кВт, ми можемо підключити одночасно 5 таких обігрівачів, і за три години роботи вони використають 30 кВт·год електроенергії. Саме розуміння різниці між потужністю і енергією є основою правильного підбору обладнання.

2.3. Навантаження/потужність, пускові струми та фази

Під час планування резервного електроживлення важливо розуміти, що споживання електроенергії нерівномірне в часі, у різний час працюють різні споживачі, а їхня сумарна потужність постійно змінюється. Саме тому для оцінки потреб школи використовуються поняття встановленої, робочої та пікової потужності.

Встановлена потужність – це сума номінальних потужностей усіх електроприладів, встановлених у будівлі. Наприклад, якщо у школі є: освітлення загальною потужністю 10 кВт, комп'ютерне обладнання загальною потужністю 15 кВт, харчоблок загальною потужністю 20 кВт й вентиляція загальною потужністю 5 кВт – то встановлена потужність становитиме 50 кВт.

На практиці всі споживачі одночасно майже ніколи не працюють. Тому встановлена потужність не показує реальне навантаження на мережу.

Робоча потужність – це фактичне навантаження в конкретний момент часу, сумарна потужність всіх увімкнутих електроприладів або систем в даний момент.

Наприклад, уночі в школі може функціонувати лише: холодильник в харчоблоці, чергове освітлення, охоронна сигналізація та серверне обладнання – в такому випадку навантаження може становити лише декілька сотень ват, а під час навчального процесу вмикається освітлення в класах та кабінетах, комп'ютери, електроплита в харчоблоці, верстат в кабінеті праці і споживання зростає в десятки разів.

Пікова потужність – це найбільше навантаження, яке виникає в процесі експлуатації приладів і систем, що споживають електроенергію. Дуже часто саме цей показник визначає необхідну потужність системи резервного живлення, проте це не завжди є єдиним правильним рішенням.

Багато електроприладів споживають значно більше електроенергії під час запуску, ніж під час нормальної роботи. Таке короткочасне збільшення споживання називається – **пусковим струмом**. Це особливо характерно для обладнання, яке містить електродвигуни: циркуляційні насоси, вентиляційні установки, компресори, холодильне обладнання, кондиціонери і т.п. Наприклад, насос із номінальною потужністю 500 Вт під час запуску може короткочасно споживати у декілька разів більше, саме тому може виникати ситуація, коли джерело резервного живлення «не тягне» насос, хоча його номінальна потужність достатня. Тож при виборі обладнання необхідно також враховувати фактор можливих пускових струмів.

Фаза – це один із провідників системи електропостачання, через який передається електрична енергія до споживачів. У будівлях можуть використовуватися як однофазні, так і трифазні системи електроживлення. Від особливостей підключення до фаз залежить можливість підключення та роботи електрообладнання.

2.4. Як школа підключена до електромережі

Для більшості працівників закладів освіти електрична мережа будівлі залишається малопомітною частиною інфраструктури. Електроенергія сприймається як ресурс, який просто надходить до будівлі та забезпечує роботу освітлення, комп'ютерів, обладнання харчоблоку та інженерних систем. Проте в умовах дефіциту електроенергії та відключень, коли виникає необхідність забезпечення резервного електроживлення, саме розуміння базових принципів побудови електромережі школи набуває практичного значення.

Переважно школи в Україні підключені до трифазної електричної мережі 400/230 В (вольт). Спрощено трифазну мережу можна уявити як три окремі лінії електроживлення, які працюють узгоджено та дозволяють передавати більшу потужність. Великі споживачі електроенергії можуть підключатися до всіх трьох фаз одночасно, тоді як більшість освітлення, розеткових мереж та іншого обладнання підключаються лише до однієї з них. Для закладів освіти важливо розуміти, що наявна потужність будівлі розподілена між фазами. Тому навіть якщо загальна виділена потужність є достатньою, перевантаження окремої фази може призводити до спрацювання захисту або обмежувати можливість підключення нового обладнання.

Електроенергія надходить до будівлі через ввідний пристрій або головний розподільчий щит, після чого розподіляється між окремими групами споживачів. Залежно від проєктних рішень та подальших реконструкцій електроживлення може розподілятися через поверхові, секційні або локальні щити. Водночас важливо враховувати, що протягом десятиліть експлуатації багато закладів проходили реконструкції, добудови та модернізацію окремих інженерних систем. У результаті фактична схема електропостачання може суттєво відрізнятися від первинної проєктної документації.



На практиці це означає, що різні приміщення та системи можуть бути підключені до різних електрощитів або фаз, окремі лінії можуть мати обмежену пропускну здатність, а частина документації може бути втраченою або не відповідати фактичному стану мережі. Саме тому під час планування резервного електроживлення важливо розуміти не лише перелік критичних споживачів, а й особливості їх фактичного підключення.

Резервне джерело живлення зазвичай підключається не до будівлі в цілому, а до конкретних електричних ліній та груп навантажень.

2.5. Загальні принципи резервного електроживлення

Розуміння того, як відбувається споживання електроенергії, є лише першим кроком до підвищення енергетичної стійкості. Під час нормальної роботи будівлі всі електроспоживачі можуть функціонувати одночасно, тоді як у випадку аварійних або планових відключень електроенергії постає завдання забезпечення електропостачання іншим шляхом, для чого використовуються системи резервного електроживлення.

Незалежно від типу обладнання будь-яка система резервного електроживлення повинна забезпечувати три основні умови:

1. **Потужність** – система повинна бути здатною одночасно жити визначений перелік приладів та систем. Якщо потужність резервного джерела живлення буде недостатньою, окремі споживачі не зможуть працювати або система працюватиме нестабільно.
2. **Автономність** – система повинна підтримувати роботу визначеного переліку приладів та систем протягом певного періоду часу.
3. **Безпека** – безпека експлуатації й обслуговування, пожежна й електробезпека є обов'язковою складовою будь-якого рішення. Резервне електроживлення не повинно створювати додаткових ризиків для учнів, працівників та будівлі закладу освіти.

На практиці для резервного живлення можуть використовуватися різні технології, зокрема генератори, акумуляторні системи накопичення енергії (в т.ч. компактні), сонячні електростанції або їх комбінації.

2.6. Обмеженість ресурсів та пріоритети

Вибір конкретного варіанту забезпечення резервного живлення залежить від особливостей будівлі, складу споживачів, необхідної тривалості автономної роботи та фінансових можливостей закладу. Після аналізу обладнання та електроспоживання будівлі може виникнути закономірне запитання: **«чи потрібно забезпечувати резервним електроживленням усіх без винятку споживачів?»** і на перший погляд така ідея здається логічною, проте на практиці вона майже завжди пов'язана зі значними технічними та фінансовими труднощами.

Плануючи і проектуючи будь-яку систему резервного живлення ми неодмінно стикаємось із певними обмеженнями, такими як: потужність, запас енергії, час автономної роботи або ж обмеженість фінансових ресурсів, що в свою чергу може бути причиною попередніх трьох обмежень. Чим більше обладнання необхідно забезпечити електроенергією під час відключень, тим складнішою та дорожчою стає система резервного живлення.

Першим кроком та основою на шляху до енергетичної стійкості є не прагнення забезпечити роботу всієї будівлі за будь-яких умов, а визначення найбільш важливих функцій, які повинні працювати насамперед. Наприклад, під час відключення електроенергії критично важливими можуть бути:

- » Вентиляція, насосне обладнання та освітлення укриття;
- » засоби зв'язку;
- » системи оповіщення;
- » окремі інженерні системи будівлі.

Водночас частина споживачів може бути тимчасово відключена без суттєвого впливу на безпеку та функціонування закладу. Такий підхід дозволяє раціонально використовувати наявні ресурси та забезпечувати роботу найбільш важливих систем навіть у складних умовах. Саме тому наступним кроком після оцінки навантажень є визначення **пріоритетів та критичних функцій** закладу освіти.

3. Критичні функції школи

Під критичними функціями школи слід розуміти процеси та системи, від яких залежить безпека учнів і працівників, можливість перебування людей в укритті, підтримання зв'язку, функціонування інженерних систем будівлі та мінімальна здатність закладу діяти під час відключення електроенергії.

Важливо розрізняти **критичні функції та критичних споживачів**.

Критична функція відповідає на питання «що має бути забезпечено?»

Критичний споживач відповідає на питання «яке обладнання для цього потрібне?»

Наприклад, критичною функцією може бути безпечне перебування людей в укритті. Для її забезпечення можуть бути необхідні освітлення, вентиляція, засоби зв'язку, інтернет-обладнання та системи оповіщення. Саме тому під час планування резервного електроживлення доцільно спочатку визначати функції, а вже потім перелік обладнання, яке забезпечує їх виконання.

3.1. Типові критичні функції закладу освіти

Перелік критичних функцій залежить від особливостей конкретної школи, кількості учнів і працівників, типу будівлі, наявності укриття, інженерних систем та умов експлуатації. Водночас для більшості закладів освіти можна виділити декілька типових груп критичних функцій.

Безпека людей

До цієї групи належать функції, без яких неможливо забезпечити безпечне перебування учнів і працівників у будівлі в цілому (в т.ч. в укритті), до яких можна віднести:

- » аварійне освітлення шляхів евакуації та приміщень укриття;
- » системи оповіщення;
- » засоби зв'язку та обладнання для виклику допомоги.

Перебування людей в укритті

Укриття має забезпечувати не лише фізичне розміщення людей, а й мінімальні умови для безпечного перебування під час повітряної тривоги або іншої надзвичайної ситуації, для чого в базовому випадку потрібні:

- » освітлення;
- » водопостачання та водовідведення;
- » вентиляція;

- › заряджання засобів комунікації;
- › інтернет або інші канали зв'язку;
- › мінімальне обладнання для організації перебування дітей і персоналу.

Управління закладом під час відключення

Навіть під час відсутності електроенергії адміністрація повинна мати можливість координувати дії персоналу, підтримувати зв'язок із батьками, органами управління освітою та службами реагування, для чого необхідно забезпечити:

- › робоче місце чергового або адміністратора;
- › зарядні пристрої для телефонів, рацій, тощо;
- › комп'ютер або ноутбук;
- › телефонний зв'язок;
- › інтернет-обладнання.

Захист будівлі та майна

Окремі системи безпеки можуть мати значення не лише під час навчального процесу, а й у періоди, коли школа тимчасово не працює, до систем можуть належати:

- › охоронна сигналізація;
- › системи відеоспостереження;
- › контроль доступу;
- › окремі елементи пожежної сигналізації та оповіщення.

Інженерне життєзабезпечення будівлі

У деяких випадках критичними є не лише системи, пов'язані з укриттям або зв'язком, а й інженерне обладнання, без якого будівля не може безпечно експлуатуватися. В залежності від рівня забезпечення закладу інженерними системами до таких систем можуть належати:

- › насосне обладнання;
- › система опалення;
- › вентиляційне обладнання;
- › системи диспетчеризації та контролю.

Після визначення критичних функцій необхідно встановити, яке саме обладнання забезпечує їх виконання, цей етап є важливим, оскільки одна функція часто залежить від кількох електроспоживачів одночасно. Наприклад, функція забезпечення зв'язку може залежати не лише від наявності інтернету як послуги, а й від роботи конкретного обладнання:

- › оптичного термінала;
- › маршрутизатора;

- » комутатора;
- » точок доступу Wi-Fi;
- » блока живлення мережевого обладнання.

Так само умовне забезпечення роботи теплопостачання та системи опалення може залежати від роботи:

- » циркуляційного насоса;
- » контролера;
- » електроприводу клапана;
- » автоматики котла або теплового пункту.

Тому для кожної критичної функції необхідно визначити перелік обладнання, без якого ця функція не може виконуватися. Це дозволить перейти від загального формулювання на кшталт «потрібно забезпечити укриття» до конкретного переліку споживачів, яким потрібно забезпечити підключення до резервного живлення.

3.2. Інженерні системи, життєзабезпечення школи

Планування резервного електроживлення часто обертається навколо комп'ютерної техніки, засобів зв'язку та освітлення. Разом із тим для забезпечення безпечної експлуатації будівлі не менш важливими є належне функціонування інженерних систем, від яких залежить як можливість функціонування закладу освіти в цілому, так і питання уникнення аварійних ситуацій чи пошкоджень.

Особливої актуальності це питання набуває в осінньо-зимовий період, коли навіть короточасне припинення роботи окремих систем може призвести до порушення нормальних умов перебування людей у будівлі. До критичних інженерних систем можна віднести:

- » насосне обладнання (водопостачання та водовідведення);
- » циркуляційні насоси системи опалення;
- » обладнання індивідуального теплового пункту;
- » автоматика котельні;
- » системи пожежної сигналізації та димососної вентиляції;
- » системи оповіщення;
- » обладнання диспетчеризації та моніторингу.

Склад та наявність таких систем залежить від особливостей конкретної будівлі та її інженерного оснащення. Особливу увагу слід приділяти системам теплопостачання. У багатьох школах теплоносієм може надходити від зовнішньої котельні або теплової мережі, однак для циркуляції теплоносія всередині будівлі необхідна робота насосів, автоматики та допоміжного обладнання, що потребує електроживлення. Саме тому під час визначення критичних функцій доцільно оцінювати не лише потреби укриття або навчальних приміщень, а й потреби інженерної інфраструктури будівлі.

3.3. Укриття та школа: різні задачі резервного живлення

Під час планування резервного електроживлення важливо розуміти, що забезпечення роботи укриття та забезпечення роботи всієї будівлі школи є різними за масштабом завданнями. На практиці саме нерозуміння цієї різниці часто призводить до помилкових очікувань щодо можливостей резервних джерел живлення.

Укриття зазвичай є окремою функціональною зоною з обмеженою кількістю споживачів та відносно невеликим рівнем електроспоживання. Основною метою резервного живлення в цьому випадку є створення безпечних умов перебування людей в укритті протягом визначеного часу. Натомість забезпечення роботи всієї школи передбачає підтримання значно більшої кількості процесів та приміщень. У такому випадку збільшуються не лише потреби в потужності, але й складність системи електроживлення, вимоги до її експлуатації та вартість реалізації, що може перетворити критично необхідне в неефективне і недоцільне.

З управлінської точки зору це означає, що одна й та сама школа може мати декілька рівнів енергетичної стійкості, де кожен наступний рівень потребує більших ресурсів та складніших технічних рішень, наприклад:

1. забезпечення функціонування лише укриття;
2. забезпечення укриття та критичних інженерних систем;
3. забезпечення укриття, інженерних систем та окремих функцій освітнього процесу;
4. забезпечення роботи більшої частини будівлі.

Саме тому під час планування заходів з підвищення енергетичної стійкості доцільно розглядати поетапний підхід. У багатьох випадках більш ефективним є спочатку забезпечення роботи найбільш критичних функцій, а вже потім поступове розширення можливостей системи резервного живлення, що дозволяє раціонально використовувати фінансові ресурси та формувати довгострокову стратегію підвищення енергетичної стійкості закладу освіти.

3.4. Формування переліку критичних навантажень

Після визначення критичних функцій та відповідного обладнання необхідно сформувати перелік критичних навантажень, які повинні бути забезпечені резервним електроживленням. Саме цей перелік у подальшому стане основою для розрахунку потужності та автономності системи резервного живлення. Доцільно здійснювати таку роботу послідовно.

Крок 1. Визначення критичних функцій:

- » Що повинно працювати під час відключення електроенергії?
- » Які ризики виникають у разі зупинки тієї чи іншої системи?
- » Які процеси не можуть бути припинені, а чим можна знехтувати?

Крок 2. Визначення обладнання:

Для кожної функції необхідно встановити перелік обладнання, яке забезпечує її виконання.

Крок 3. Визначення потужності:

Для кожного споживача необхідно визначити його потужність відповідно до технічної документації або маркування виробника.

Крок 4. Визначення часу автономної роботи:

Необхідно встановити, протягом якого часу система повинна гарантовано забезпечувати роботу критичних навантажень.

Крок 5. Формування пріоритетів:

У разі обмежених ресурсів доцільно визначити черговість забезпечення різних груп споживачів.

Визначення критичних функцій, пов'язаного з ними обладнання та відповідних навантажень дозволяє перейти від загальних уявлень про резервне живлення до формування конкретних технічних вимог. Результатом виконання цих кроків повинен стати перелік критичних навантажень закладу освіти, який стане фундаментом для подальшого вибору технічних рішень та планування.

4. Оцінка потреб школи в резервному електроживленні

Після визначення критичних функцій та переліку обладнання, яке забезпечує їх виконання, наступним кроком є оцінка реального рівня потреби закладу освіти в резервному електроживленні. Саме на цьому етапі формується розуміння того, яку потужність повинна забезпечувати система резервного живлення, скільки часу вона повинна працювати автономно та які групи споживачів доцільно забезпечувати електроенергією в першу чергу.

На практиці значна частина помилок під час вибору обладнання виникають саме через відсутність попередньої оцінки потреб, коли рішення приймаються на основі загальних уявлень, рекомендацій знайомих або рекламних матеріалів, що можуть призвести до придбання обладнання, яке не відповідає фактичним потребам.

4.1. Від критичних функцій до енергетичних потреб

Потреба школи в резервному електроживленні визначається не стільки кількістю приміщень або площею будівлі, а набором функцій, які необхідно забезпечити під час відключення електроенергії. Наприклад, дві школи однакової площі можуть мати різні потреби в резервному живленні – в одній школі може бути достатньо забезпечити роботу укриття та засобів зв'язку та освітлення, тоді як в іншій додатково необхідно підтримувати функціонування насосного обладнання та теплового пункту. Оцінка потреб завжди повинна починатися з аналізу функцій, які заклад освіти вважає критичними для своєї роботи. Після визначення таких функцій формується перелік обладнання, що бере участь у їх забезпеченні, а вже потім оцінюються його потужність та необхідна тривалість автономної роботи.

Таким чином формується логічний ланцюг:



4.2. Основні групи споживачів електроенергії в школі

Для правильної оцінки потреб важливо розуміти структуру електроспоживання сучасної школи. Попри значну різноманітність закладів освіти, більшість електроспоживачів можна умовно об'єднати у декілька функціональних груп.

Група	Обладнання	Примітка
Освітлення	- внутрішнє освітлення приміщень; - освітлення укріття; - аварійне освітлення; - зовнішнє освітлення території.	Зазвичай характеризується порівняно невисоким рівнем споживання електроенергії, проте його значення для безпеки та функціонування закладу залишається високим.
Інженерні системи	- насоси; - вентиляційне обладнання; - автоматика котельні; - обладнання теплових пунктів; - обладнання водопостачання; - системи диспетчеризації.	Особливістю цієї групи є те, що окремі елементи можуть мати відносно невелику потужність, але критичне значення для функціонування будівлі.
Системи безпеки	- пожежна сигналізація; - системи оповіщення; - охоронні системи та сигналізація.	Як правило, такі системи характеризуються невеликим електроспоживанням, але високою важливістю для безпеки людей та збереження майна.
Комп'ютерна та мультимедійна техніка	- комп'ютери; - ноутбуки; - монітори; - принтери, сканери, ксерокси; - інтерактивні дошки та/або панелі; - проектори;	Окремо слід враховувати рівень наявності подібної техніки в закладі та її роль в навчальному процесі.

Харчоблок	» електричні плити; » електропечі; » харчоварильні котли та бойлери; » холодильники та морозильні камери; » бойлери; » витяжна вентиляція.	Саме потужність обладнання харчоблоку дуже часто є лівовою часткою встановленої потужності електроприладів в школах і на його прикладі добре простежується необхідність визначення пріоритетів.
------------------	---	---

4.3. Структура електроспоживання школи

Оцінюючи потребу школи в резервному електроживленні, важливо розуміти, що різні групи обладнання по-різному впливають як на максимальну потужність навантаження, так і на загальний обсяг споживання електроенергії. На перший погляд може здаватися, що найбільше електроенергії споживають ті системи, які працюють протягом усього дня. Проте на практиці значний вплив на енергоспоживання часто мають окремі потужні споживачі, навіть якщо тривалість їх роботи є відносно невеликою.

Для кращого розуміння розглянемо умовний приклад невеликої школи, де є функціонуючий харчоблок, комп'ютерна техніка в кабінеті інформатики та адміністрації, тепловий пункт чи котельня із відповідним обладнанням.

Група обладнання	Орієнтовна встановлена потужність, кВт	Орієнтовний усереднений час роботи за добу, год	Орієнтовне добове споживання, кВт·год
Освітлення	12	3	36
Комп'ютери та мультимедіа	10	3	30
Харчоблок	30	2	60
Насоси та автоматика	1	24	24
Системи безпеки та зв'язку	0,5	24	12

Примітка: Наведені значення є умовними та використовуються лише для ілюстрації принципу.

Наявність обладнання не означає його одночасну роботу протягом всього періоду. Тобто та ж система освітлення побудована із використанням світлодіодних джерел, через природну освітленість приміщень протягом навчального дня використає порівняно незначену кількість енергії. А все обладнання харчоблоку одночасно може працювати лише кілька годин на добу й за цей час спожити значний обсяг електроенергії через високу встановлену потужність обладнання.

Саме тому під час оцінки потреб та визначення критичності доцільно враховувати не лише перелік обладнання та його номінальну потужність, а й характер його використання:

- » працює постійно чи періодично;
- » працює протягом усього дня чи лише окремий час;
- » використовується одночасно з іншими споживачами чи ні;
- » є критичним чи може бути тимчасово відключене.

Такий підхід дозволяє реалістичніше оцінити потреби закладу та уникнути як завищення, так і заниження вимог до майбутньої системи резервного електроживлення.

4.4. Базове та пікове навантаження

Однією з особливостей електроспоживання школи є нерівномірність навантаження протягом доби. Навіть якщо загальне добове споживання двох шкіл є однаковим, вимоги до резервного електроживлення можуть суттєво відрізнятись через різний характер використання електроенергії.

Для оцінки потреб резервного електроживлення важливо розуміти різницю між базовим та піковим навантаженням.

Показник	Базове навантаження	Пікове навантаження
Що характеризує	Мінімальне стабільне споживання будівлі	Максимальне навантаження в окремі періоди
Основний вплив на розрахунки	Тривалість автономної роботи	Необхідна потужність резервної системи
Типова тривалість	Більшу частину доби	Від кількох хвилин до кількох годин
Наслідки недооцінки	Менша фактична автономність	Перевантаження або відмова обладнання

На практиці значний вплив на пікові навантаження можуть мати не лише навчальні приміщення, а й окремі технологічні процеси. Наприклад, робота харчоблоку може формувати короткочасні, але дуже значні піки споживання електроенергії, які суттєво впливають на вимоги до резервного джерела живлення. Для багатьох шкіл характерним є профіль навантаження, за якого більшу частину доби споживання залишається відносно низьким, а основне навантаження концентрується в окремих часових інтервалах, пов'язаних із початком навчального дня, приготуванням їжі або роботою спеціалізованого обладнання.

Погодинний аналіз споживання електроенергії дозволяє виявити такі особливості та зрозуміти, чи дійсно резервна система повинна бути розрахована на максимальне навантаження, чи частину споживачів доцільно відключати в аварійних режимах.



Наведений графік демонструє розповсюджену ситуацію, коли короточасні технологічні процеси формують навантаження, що у декілька разів перевищує базовий рівень споживання. Саме тому для обґрунтованого вибору резервної системи доцільно аналізувати не лише загальне споживання електроенергії, а й погодинний профіль навантаження.

4.5. Визначення необхідної потужності резервного живлення

Визначивши критичні функції, перелік обладнання та характер його використання необхідно перейти до визначення потужності майбутньої системи резервного електроживлення. На цьому етапі важливо розуміти, що потужність резервної системи визначається не розміром будівлі та не загальною встановленою потужністю школи, а сукупністю навантажень, які повинні працювати одночасно під час відключення електроенергії.

Для попередньої оцінки потреб доцільно відповісти на три запитання:

- 1. Яке обладнання повинно працювати обов'язково?**
- 2. Яке обладнання бажано забезпечити електроживленням за наявності ресурсу?**
- 3. Яке обладнання може бути тимчасово відключене без суттєвого впливу на безпеку та функціонування закладу?**

Такий підхід дозволить сформулювати перелік навантажень, які фактично визначають вимоги до резервної системи. Під час розрахунків необхідно враховувати не лише номінальну потужність обладнання, а й можливу одночасність його роботи та наявність споживачів із підвищеними пусковими струмами. Окрему увагу доцільно приділяти насосному обладнанню, вентиляційним установкам, холодильному обладнанню та іншим споживачам з електродвигунами. Крім того, під час вибору обладнання доцільно передбачати певний резерв потужності. Це дозволить уникнути роботи системи на межі можливостей та створить передумови для її подальшого розвитку.

Таким чином результатом цього етапу повинно стати не лише числове значення необхідної потужності, а й чітке розуміння того, які саме навантаження та в яких режимах роботи повинна забезпечувати система резервного електроживлення.

4.6. Визначення необхідної автономності

Потужність системи резервного живлення визначає, яке обладнання може працювати одночасно. Водночас не менш важливим параметром є тривалість автономної роботи. Фактично питання автономності можна сформулювати так:

«Як довго школа має зберігати працездатність за відсутності зовнішнього електропостачання?»

Відповідь на це питання залежить від сценаріїв експлуатації будівлі, організації освітнього процесу, наявності укриття та очікуваної тривалості відключень. При цьому важливо

розуміти, що одна й та сама система резервного живлення може забезпечувати різний рівень функціональності залежно від обраного режиму роботи.

Сценарій	Орієнтовна тривалість	Рівень забезпечення
Короткочасний	До 2 годин	Укриття, зв'язок, освітлення, частина адміністративних функцій, критичні інженерні системи
Обмежений	2-6 годин	Укриття, зв'язок, критичні інженерні системи
Тривалий	Понад 6 годин	Лише найбільш критичні навантаження
Надзвичайний	Понад добу	Робота за спеціальним режимом енергозбереження

Такий підхід дозволить перейти від принципу «все або нічого» до більш гнучкого управління ресурсами – якщо відомо, що планове відключення триватиме одну-дві години, школа може забезпечувати роботу ширшого переліку обладнання, а якщо ж очікується тривала відсутність електропостачання, частина навантажень може бути відключена для збільшення часу автономної роботи та збереження працездатності найбільш важливих систем.

Фактично йдеться про сценарне управління навантаженням, коли залежно від зовнішніх умов змінюється перелік обладнання, що живиться від резервного джерела. Такий підхід дозволяє суттєво підвищити ефективність використання резервної системи без збільшення її встановленої потужності або ємності системи резервного живлення.

4.7. Рішення та помилки

Практика впровадження систем резервного електроживлення показує, що успішність проєкту значною мірою визначається ще до моменту вибору конкретного обладнання. Навіть сучасна та якісна система не завжди забезпечує очікуваний результат, якщо її характеристики були визначені без урахування реальних потреб та спроможностей закладу освіти. Найчастіше причиною таких ситуацій є поспіх, коли обговорення швидко переходить до вибору генератора, акумуляторної станції чи сонячної електростанції, хоча питання про те, які саме функції повинні бути забезпечені та протягом якого часу, залишається без відповіді.

Доцільно розглядати систему резервного електроживлення не як разове придбання обладнання для «гасіння пожежі», а як елемент довгострокової стратегії підвищення енергетичної стійкості школи.

Таким чином, оцінка потреб є не формальним розрахунком, а інструментом прийняття управлінських рішень. Саме вона дозволяє сформулювати обґрунтоване технічне завдання та перейти до наступного етапу – аналізу технологій і технічних рішень, які можуть бути використані для забезпечення енергетичної стійкості закладу освіти.

5. Стійкі та нестійкі рішення

Після визначення потреб школи в резервному електроживленні наступним важливим кроком є не безпосередній вибір обладнання, а **оцінка якості майбутнього рішення**. На практиці одна й та сама потреба може бути закрита різними способами, але не кожен із них буде однаково безпечним, надійним, зручним в експлуатації та придатним для розвитку. Тому під час планування енергетичної стійкості школи важливо розрізняти стійкі та нестійкі рішення.

Під **стійким рішенням** у цьому посібнику слід розуміти таке технічне та управлінське рішення, яке не лише забезпечує роботу визначених критичних функцій, а й може безпечно експлуатуватися, обслуговуватися, контролюватися та за потреби розширюватися.

Нестійке рішення може тимчасово вирішити окрему проблему, але водночас створювати нові ризики: перевантаження мережі, небезпеку для дітей і персоналу, залежність від одного виду ресурсу, складність обслуговування або неможливість подальшого розвитку системи.

5.1. Ознаки стійкого рішення

Стійке рішення починається з правильно сформульованої задачі. Якщо заклад розуміє, які функції необхідно забезпечити, яку потужність вони потребують і скільки часу мають працювати автономно, вибір обладнання стає значно більш обґрунтованим.

Ознака	Що це означає для школи
Відповідність реальній потребі	Рішення підібране під конкретні критичні функції, а не «про всяк випадок»
Безпечна експлуатація	Обладнання не створює додаткових ризиків для дітей, персоналу та будівлі
Зрозуміле управління	Персонал знає, як користуватися системою та що робити в аварійній ситуації
Можливість обслуговування	Є відповідальні особи, сервіс, інструкції та план перевірок
Масштабованість	Систему можна розвивати без повної заміни обладнання
Контроль роботи	Є можливість перевірити стан системи, заряд, навантаження або несправності

Важливо пам'ятати, що стійке рішення – це не обов'язково найдорожче або найпотужніше обладнання. Це рішення, яке відповідає реальним потребам школи, безпечне в експлуатації, зрозуміле персоналу, придатне до обслуговування та може бути розвинене в майбутньому.

5.2. Ознаки нестійкого рішення

Нестійкі рішення найчастіше виникають у ситуаціях, коли обладнання закуповується під впливом термінової потреби або зовнішніх обставин без попереднього аналізу реальних потреб закладу освіти. У таких випадках вибір починається з конкретного обладнання, хоча питання про те, які саме функції повинні бути забезпечені та протягом якого часу вони мають працювати, залишається без відповіді.

Ознакою нестійкого рішення є невідповідність між можливостями системи та фактичними потребами школи. Наприклад, система може мати достатню потужність, але не забезпечувати необхідного часу автономності, або навпаки – мати значний запас енергії, але бути нездатною забезпечити запуск критичного обладнання.

Окрему небезпеку становлять рішення, які не враховують умов експлуатації. Навіть якісне обладнання може втратити свої переваги, якщо відсутні чіткі правила використання, не визначені відповідальні особи, не проводиться технічне обслуговування або персонал не пройшов необхідне навчання.

Нестійкими також можуть бути рішення, які не враховують вимог електробезпеки та пожежної безпеки, не мають можливості подальшого розвитку або створюють надмірну залежність від одного ресурсу чи постачальника.

Наприклад, генератор може бути корисним рішенням для днів найважчих та найдовших відключень чи для живлення потужного обладнання, але стане:

- » нестійким, бо не призначений для щоденного тривалого використання;
- » небезпечним, якщо його розміщено в непридатному місці, немає відповідального за обслуговування, а персонал не знає порядку запуску чи неухважно ставиться до техніки безпеки;
- » дуже дорогим, якщо не передбачено запас пального або стабільного фінансування його закупівлі.

Разом із тим, акумуляторна система може бути ефективним рішенням для укриття, але її переваги будуть втрачені, якщо вона не відповідає навантаженню, встановлена без належного захисту або не має зрозумілого сценарію використання.

5.3. Типові управлінські пастки

Під час ухвалення рішень щодо резервного електроживлення керівники закладів освіти та органи управління освітою часто стикаються не лише з технічними, а й з управлінськими прорахунками.

Одна з найпоширеніших пасток – орієнтація на саме обладнання, а не на задачу. У такій логіці дискусія починається з питання «що купити?», хоча правильним першим питанням має бути «що саме повинно працювати і чому?».

Інша поширена помилка – прагнення одразу забезпечити всю будівлю. Такий підхід може суттєво збільшити вартість проєкту, але не завжди пропорційно підвищує рівень безпеки. У багатьох випадках більш обґрунтованим є поетапне підвищення стійкості: спочатку критичні функції, потім інженерні системи, далі – окремі елементи освітнього процесу.

Ще одна пастка полягає в недооцінці експлуатації. Система резервного живлення повинна не лише бути придбана та встановлена, а й регулярно перевірятися, обслуговуватися та використовуватися підготовленим персоналом. Без цього навіть якісне обладнання може не спрацювати у потрібний момент.

5.4. Принцип поетапного розвитку

Для більшості шкіл енергетична стійкість не створюється одним проектом. Вона видозмінюється і удосконалюється, разом із тим – формується поступово.

Перший етап зазвичай пов'язаний із забезпеченням найбільш критичних функцій: укриття, зв'язку, оповіщення, базового освітлення та окремих інженерних систем.

Другий етап може передбачати розширення системи на адміністративні функції, частину навчальних приміщень або додаткове інженерне обладнання.

Третій етап може включати складніші рішення: накопичувачі більшої ємності, сонячну електростанцію, системи моніторингу, автоматичне перемикання режимів роботи або інтеграцію кількох джерел живлення.

Такий підхід дозволить уникнути хаотичних закупівель, диверсифікувати ризики і формувати систему, яку можна розвивати відповідно до потреб школи та фінансових можливостей громади.

6. Технології резервного електроживлення

Після визначення критичних функцій закладу освіти, оцінки необхідної потужності та автономності, а також формування вимог до майбутньої системи резервного живлення виникає наступне практичне питання:

«Які технології можуть забезпечити ці потреби?»

На сьогодні існує декілька основних підходів до організації резервного електроживлення. Кожен із них має власні переваги, обмеження, вимоги до експлуатації та сферу доцільного застосування. Вибір конкретного рішення залежить не лише від технічних характеристик обладнання, а й від особливостей будівлі, наявних ресурсів, умов експлуатації та поставлених завдань. Разом із тим важливо розуміти, що **універсального рішення**, яке однаково добре підходило б для будь-якої школи, **не існує**. Система, ефективна для невеликого укриття, може виявитися недостатньою для забезпечення роботи інженерних систем усієї будівлі. Водночас надмірно потужне рішення може призвести до необґрунтованих витрат без суттєвого підвищення рівня енергетичної стійкості.

6.1. Основні підходи до забезпечення резервного живлення

Незважаючи на значну кількість комерційних пропозицій на ринку, більшість рішень для резервного електроживлення шкіл можна віднести до чотирьох основних категорій, кожна з яких використовує різні джерела енергії, по-різному вирішує задачу забезпечення електроживлення та поєднання яких створює додатковий варіант комбінованої системи. Вибір між цими технологіями повинен здійснюватися не за принципом популярності або вартості обладнання, а виходячи з тих завдань, які необхідно вирішити в конкретному закладі освіти.

Технологія	Джерело енергії	Особливості
Генератор	Паливо (бензин, дизельне паливо, природний газ)	Укриття, зв'язок, освітлення, частина адміністративних функцій, критичні інженерні системи.
Зарядна станція	*Попередньо накопичена електроенергія в акумуляторах	Працюють тихо, не потребують пального та можуть розміщуватися безпосередньо в будівлі, однак тривалість їхньої роботи обмежується ємністю акумуляторів.
Інвертор з акумуляторною батареєю (АКБ)		

Сонячна електростанція	Сонячне випромінювання	Виробляють електроенергію лише за наявності сонячного випромінювання та не можуть розглядатися як самостійне рішення для забезпечення резервного живлення без додаткових систем накопичення енергії.
Комбіновані рішення	Поєднання кількох джерел	Комбіновані рішення, які компенсують недоліки один одного та поєднують переваги декількох технологій, але потребують уважної оцінки доцільності.

Примітка: На перший погляд зарядні станції та «інвертор + АКБ» можуть здатися одним і тим самим рішенням. Втім насправді зарядна станція компактна і мобільна, але обмежена незначними ємностями акумуляторів, тоді як система «інвертор + АКБ» як правило має більший запас енергії, але є стаціонарною.

6.2. Генератори

Генератор став одним із найпоширеніших способів забезпечення резервного електроживлення під час аварійних або планових відключень електроенергії. На відміну від акумуляторних систем, які використовують попередньо накопичену електроенергію, генератор виробляє її безпосередньо під час роботи шляхом перетворення механічної енергії двигуна внутрішнього згоряння на електричну.

Основною перевагою генератора є його здатність забезпечувати значні навантаження протягом тривалого часу. Фактично тривалість роботи генератора визначається наявністю пального та можливістю його своєчасного поповнення, що дозволяє використовувати генератори на об'єктах, де необхідно забезпечити роботу потужного обладнання. Разом із тим генератор не накопичує енергію та не створює енергетичну незалежність сам по собі. Його робота безпосередньо залежить від доступності пального, технічного стану обладнання та можливості його безпечної експлуатації.

Генератор	
Сильні сторони	Обмеження
▶ можливість живлення потужних споживачів – на відміну від більшості акумуляторних систем, генератор здатний забезпечувати роботу значних навантажень; ▶ можливість тривалої автономної роботи: за умови наявності запасу пального генератор може працювати значно довше періоди часу, ніж більшість систем накопичення енергії аналогічної вартості; ▶ добре працюють у зимовий період та не залежать від погодних умов або рівня сонячної генерації.	▶ потребують постійного забезпечення паливом, під час тривалих кризових ситуацій саме питання постачання та зберігання пального часто стає головним фактором, що обмежує автономність системи; ▶ висока вартість пального, складність процедури його закупівлі для шкіл; ▶ шум, вібрація та потреба відведення вихлопних газів; ▶ регулярне технічне обслуговування, генератор потребує періодичних запусків, перевірки технічного стану та контролю запасів пального; ▶ необхідність залучення підготовленого персоналу, який розуміє порядок запуску, підключення та безпечної експлуатації обладнання.

Роль генератора в системі енергетичної стійкості школи

Генератор не слід розглядати як універсальне рішення для всіх ситуацій – це лише один із інструментів забезпечення резервного живлення, справді необхідний для найбільш критичних ситуацій, наприклад, тривалих відключень та регіональних блекаутів. Водночас для забезпечення роботи укриттів, засобів зв'язку або критичних навантажень невеликої

потужності можуть існувати й інші рішення, які забезпечують вищий рівень комфорту, безпеки та автоматизації.

Генератор часто стає частиною комбінованої системи резервного живлення, де його переваги доповнюють можливості інших типів систем резервного енергозабезпечення.

6.3. Інвертори та акумуляторні системи накопичення енергії

Протягом останніх років акумуляторні системи накопичення енергії стали одним із найбільш поширених рішень для підвищення енергетичної стійкості будівель. На відміну від генераторів, які виробляють електроенергію шляхом спалювання пального, такі системи використовують електроенергію, накопичену в акумуляторних батареях. Саме поєднання інвертора та акумуляторних батарей сьогодні лежить в основі більшості сучасних систем резервного живлення об'єктів соціальної інфраструктури та житла.

З чого складається система



У нормальному режимі електроенергія надходить із зовнішньої мережі та використовується для живлення споживачів, в цей час інвертор підтримує заряд акумуляторних батарей. У разі відключення зовнішнього електропостачання система автоматично переходить на живлення від акумуляторів. Для користувача цей процес зазвичай відбувається непомітно або майже непомітно. Після відновлення електропостачання система повертається до штатного режиму роботи та відновлює заряд батарей.

Автономність системи: оскільки система не створює енергію, а лише накопичує її поширеною помилкою є сприйняття акумуляторної системи як джерела електроенергії.

Тоді як тривалість автономної роботи залежить від запасу енергії в акумуляторних батареях та потужності навантаження – чим більша ємність акумуляторів і менше навантаження, тим довше система здатна підтримувати роботу обладнання.

Масштабування системи: резервування → збільшення ємності АКБ → розширення переліку споживачів → інтеграція із іншими джерелами, що дозволяє адаптувати систему до фінансових можливостей громади та поступово підвищувати рівень енергетичної стійкості закладу освіти.

6.4. Портативні зарядні станції

Портативні зарядні станції стали одним із символів періоду масових відключень електроенергії. Простота використання та відсутність необхідності виконувати монтажні роботи дозволили швидко застосовувати їх для забезпечення резервного живлення у побуті.

По суті, портативну зарядну станцію можна розглядати як компактну акумуляторну систему, у корпусі якої вже об'єднані акумуляторна батарея, інвертор, зарядний пристрій та система керування. Принцип її роботи загалом відповідає принципу роботи акумуляторних систем, розглянутих у попередньому підрозділі, однак особливості виконання та експлуатації визначають специфічні сценарії використання таких пристроїв у школах.

Сценарій 1. Освітлення укриття під час повітряних тривог або відключень електроенергії: невелике навантаження освітлювальних приладів дозволяє забезпечити тривалий час автономної роботи навіть за відносно невеликої ємності акумуляторів.

Сценарій 2. Засоби зв'язку та інтернет: маршрутизатори, комутатори, оптичні термінали та інше мережеве обладнання зазвичай мають невелику потужність споживання, завдяки цьому портативні станції можуть тривалий час підтримувати роботу засобів зв'язку та доступу до мережі Інтернет.

Сценарій 3. Окреме робоче місце: на час відключення електропостачання може бути доцільно забезпечити можливість роботи окремих працівників адміністративного складу чи вчителів. У таких випадках портативні станції можуть забезпечувати роботу ноутбуків, засобів зв'язку та іншого обладнання невеликої потужності.

Сценарій 4. Тимчасове обмежене забезпечення навчального процесу: за наявності відповідного запасу енергії портативні станції можуть використовуватися для живлення окремого мультимедійного обладнання, ноутбуків або інших пристроїв, необхідних для проведення занять.

Разом із тим важливо розуміти тривала робота великої кількості споживачів зазвичай виходить за межі можливостей таких рішень, що створює обмеження в застосуванні таких приладів. Попри свою популярність, портативні зарядні станції не слід розглядати як універсальне рішення для забезпечення роботи всієї школи, їх основною перевагою є мобільність та простота використання, а не можливість забезпечення великих навантажень або тривалої автономності. Зі збільшенням потреб закладу освіти виникає необхідність переходу до стаціонарних акумуляторних систем або комбінованих рішень, які дозволяють забезпечувати більшу потужність та більший запас енергії.

6.5. Сонячні електростанції: очікування та реальні можливості

Сонячні електростанції сьогодні часто розглядаються як один із символів енергетичної незалежності. В умовах війни, регулярних відключень електроенергії та зростання вартості енергоресурсів інтерес до встановлення сонячних панелей у закладах освіти суттєво зріс. Разом із тим навколо сонячних електростанцій існує значна кількість спрощених уявлень та помилкових очікувань й ми опиняємось в ситуації, коли в результаті рішення про встановлення обладнання інколи приймаються без належного розуміння його можливостей та обмежень. Тому перед розглядом конкретних технічних рішень важливо розуміти, які задачі сонячна електростанція дійсно може вирішувати, а які – ні.

Самі по собі **сонячні панелі не є системою резервного живлення** – наявність сонячної електростанції сама по собі не гарантує можливість забезпечення потреб в електроенергії під час відключення зовнішнього електропостачання. Більшість мережевих сонячних електростанцій припиняють вироблення електроенергії після зникнення напруги в зовнішній мережі. Це є штатним режимом роботи та пов'язане з вимогами безпеки електричних мереж, сама по собі наявність сонячних панелей ще не означає, що укриття, освітлення або засоби зв'язку продовжать працювати під час відключення.

Під час планування встановлення сонячної електростанції важливо враховувати особливість, характерну саме для закладів освіти – найбільше виробництво електроенергії сонячними панелями припадає на весняно-літній період. Саме в цей час спостерігається тривалий світловий день та високий рівень сонячного випромінювання. Водночас значна частина шкіл у літній період працює в обмеженому режимі та не здійснює повноцінний освітній процес під час канікул. У результаті період максимальної генерації часто не збігається з періодом найбільшої потреби в електроенергії. Втім, ця особливість не означає, що сонячна електростанція є недоцільною для школи. Навпаки, вона підкреслює необхідність розглядати сонячну генерацію не ізольовано, а як доповнення до комплексної системи енергетичної стійкості.

Що насправді дає сонячна електростанція школі? За умови правильного проєктування сонячна електростанція може виконувати декілька важливих функцій:

По-перше, вона дозволяє частково покривати власне споживання електроенергії будівлі та зменшувати витрати на електропостачання.

По-друге, сонячна генерація може використовуватися для заряджання акумуляторних батарей та підтримання готовності резервних систем живлення.

По-третє, наявність власного джерела генерації підвищує загальну стійкість закладу освіти до порушень зовнішнього електропостачання та створює додаткові можливості для розвитку систем енергетичної безпеки в майбутньому.

Для школи головна цінність сонячної електростанції полягає не у виробництві максимальної кількості кіловат-годин електроенергії, а у її здатності підсилювати загальну систему енергетичної стійкості закладу. Саме тому доцільно розглядати **резервне живлення та сонячну генерацію як взаємопов'язані елементи** довгострокової стратегії розвитку **енергетичної стійкості** закладу освіти.

6.6. Комбіновані системи: від резервного живлення до енергетичної стійкості

Після розгляду окремих технологій резервного електроживлення виникає закономірне питання:

«Яке з рішень є найкращим?»

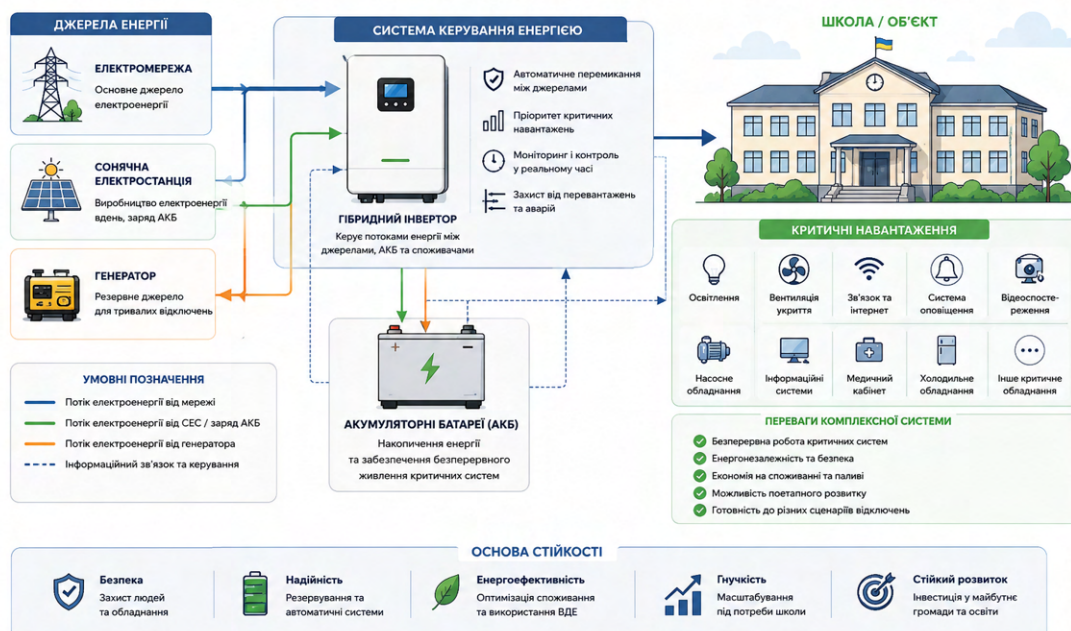
На практиці відповідь майже завжди залежить від поставленої задачі. Кожна з розглянутих технологій має власні переваги та обмеження. Генератор здатний забезпечувати значні навантаження протягом тривалого часу, але потребує пального. Акумуляторна система працює автоматично та безшумно, однак має обмежений запас енергії. Сонячна електростанція виробляє електроенергію без споживання пального, проте залежить від погодних умов та часу доби.

В сучасних проєктах дедалі частіше застосовуються не окремі технології, а їх поєднання. Такі рішення прийнято називати комбінованими системами. Їх головною особливістю є те, що різні компоненти не дублюють один одного, а виконують різні функції в межах єдиної системи забезпечення енергетичної стійкості. На відміну від традиційного підходу, де резервне живлення розглядається як окремий пристрій або джерело електроенергії, комбінована система дозволяє формувати багаторівневий захист від різних сценаріїв порушення електропостачання.

Наприклад, короткочасне відключення електроенергії може повністю покриватися за рахунок акумуляторної системи без будь-якого втручання персоналу. Якщо відключення триває довше, до роботи може бути залучений генератор. У свою чергу сонячна електростанція може використовуватися для підзарядки акумуляторів та зменшення залежності від зовнішнього електропостачання, а також для зменшення рахунків (витрат закладу) за електропостачання.

КОМПЛЕКСНО СТІЙКА ШКОЛА

Інтегровані джерела енергії для безперервної роботи критичних систем і розвитку енергетичної стійкості

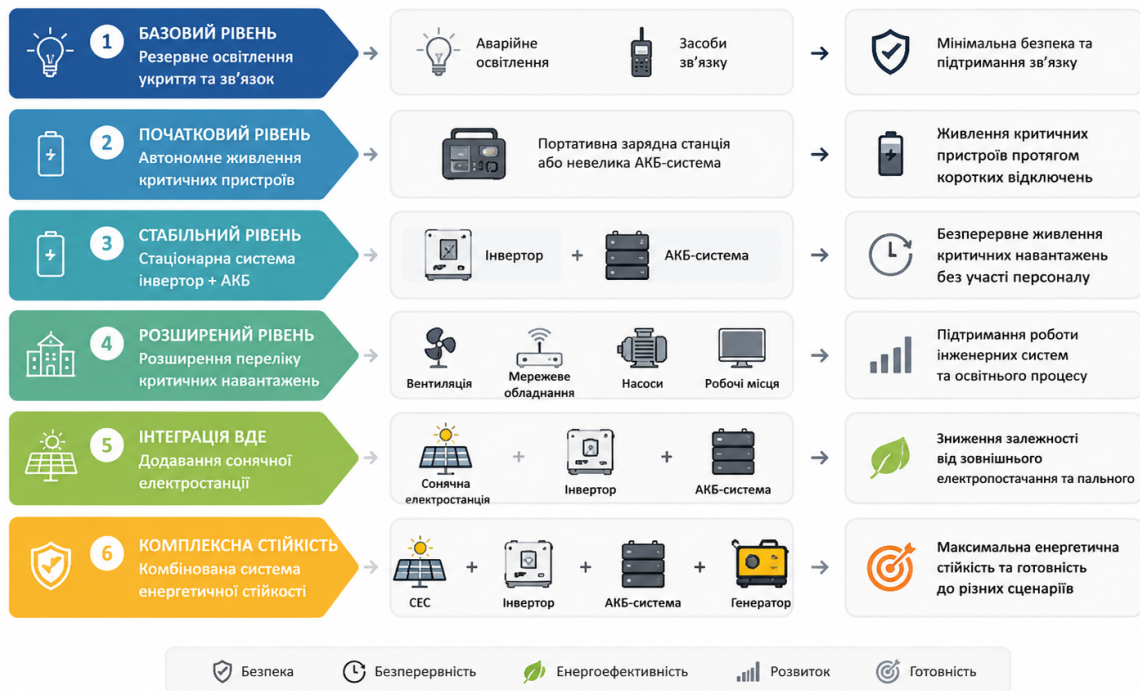


Енергетична стійкість як процес розвитку

Однією з поширених помилок є сприйняття енергетичної стійкості як проєкту, який можна повністю реалізувати одноразовою закупівлею обладнання.

ЕВОЛЮЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ШКОЛИ

Від базового резервного живлення до комплексної енергетичної стійкості



Чому про сонячну електростанцію варто думати заздалегідь

Навіть якщо встановлення сонячної електростанції не планується найближчим часом, доцільно враховувати таку можливість під час прийняття рішень щодо розвитку систем резервного живлення. На практиці можлива ситуація, коли заклад спочатку встановлює акумуляторну систему для забезпечення своїх визначених потреб, а через декілька років отримує можливість залучити фінансування для встановлення сонячної електростанції. У такому випадку заздалегідь передбачена можливість інтеграції сонячної генерації може суттєво спростити подальший розвиток системи.

Водночас не слід розглядати сонячну електростанцію як обов'язковий елемент для кожного закладу освіти. Доцільність її встановлення залежить від багатьох факторів, серед яких особливості будівлі, стан покрівлі, режим експлуатації школи, наявність фінансування та загальна стратегія розвитку закладу.

Від резервного живлення до енергетичної стійкості

У попередніх розділах посібника неодноразово підкреслювалося, що відправною точкою для вибору будь-якого технічного рішення є не обладнання, а функції, які необхідно забезпечити. Той самий принцип залишається актуальним і під час планування розвитку систем електроживлення. Метою школи є не встановлення генератора, акумуляторів або сонячних панелей як таких, метою є забезпечення безпеки учнів та працівників, підтримання роботи критичних систем, збереження керованості закладу та можливості продовжувати виконувати свої функції навіть в умовах порушення електропостачання.

Комбінована система є не просто набором обладнання, а інструментом поступового переходу від резервного живлення окремих споживачів до формування повноцінної енергетичної стійкості закладу освіти.

6.7. Порівняння технологій резервного живлення

Після розгляду окремих технологій та комбінованих систем важливо розуміти, що кожне рішення має власну сферу доцільного застосування. При цьому порівняння технологій не повинно сприйматися як спроба визначити універсального переможця або знайти єдине правильне рішення для всіх шкіл.

Ефективність будь-якої системи резервного живлення визначається не її типом, а тим, наскільки вона відповідає потребам конкретного закладу освіти. Технологія, яка буде оптимальною для невеликої сільської школи, може виявитися недостатньою для великого навчального комплексу з укриттям, харчоблоком та розвинутою інженерною інфраструктурою, саме тому доцільно порівнювати технології не за принципом «краща – гірша», а за критеріями, які безпосередньо впливають на можливість забезпечення критичних функцій школи.

Узагальнене порівняння технологій резервного живлення				
Критерій	Генератор	Зарядна станція	Інвертор + АКБ	Сонячна електростанція
Джерело енергії	Паливо	Накопичена енергія	Накопичена енергія	Сонячна генерація
Робота при відсутності мережі	Так	Так	Так	Не завжди
Автоматична робота	Обмежено	Так	Так	Залежить від системи
Шум	Високий	Відсутній	Відсутній	Відсутній
Потреба в паливі	Так	Ні	Ні	Ні
Можливість живлення потужних навантажень	Висока	Обмежена	Середня або висока	Залежить від конфігурації
Тривалість автономної роботи	Визначається запасом пального	Визначається ємністю АКБ	Визначається ємністю АКБ	Відсутня
Масштабування	Обмежене	Обмежене	Добре	Добре
Основна роль	Резервне джерело енергії	Локальне резервування	Основа резервного живлення	Додаткове джерело генерації

Що в підсумку? Порівняння демонструє, що різні технології вирішують різні задачі:

Генератори залишаються ефективним інструментом для забезпечення потужних навантажень та тривалих відключень, однак залежать від пального та потребують регулярного обслуговування.

Портативні зарядні станції добре підходять для локальних задач і можуть швидко впроваджуватися без складного монтажу, проте їх можливості обмежуються запасом енергії та потужністю.

Стаціонарні системи на базі інвертора та акумуляторних батарей дозволяють автоматично забезпечувати роботу критичних функцій школи та є основою більшості сучасних рішень у сфері резервного живлення.

Сонячні електростанції займають окреме місце серед розглянутих технологій. Вони не замінюють резервне живлення, але здатні підсилювати його, забезпечуючи виробництво власної електроенергії та підтримуючи роботу систем накопичення енергії.

Жодна з технологій не є універсальною. Вибір повинен визначатися критичними функціями школи, необхідною потужністю, автономністю та умовами експлуатації. У багатьох випадках найбільш стійкими виявляються саме комбіновані рішення, які поєднують переваги кількох технологій.

7. Безпека та експлуатація систем резервного живлення

7.1. Чому безпека важливіша за потужність обладнання

Під час вибору систем резервного електроживлення увага зазвичай зосереджується на потужності обладнання, тривалості автономної роботи або вартості проекту. Водночас досвід експлуатації резервних джерел живлення показує, що значна частина проблем виникає не через недостатню потужність системи, а через помилки під час її проєктування та встановлення, підключення або експлуатації. На відміну від більшості звичайних електроприладів, генератори, акумуляторні системи накопичення енергії, інвертори та зарядні станції працюють із суттєвими електричними потужностями та запасами енергії. У разі порушення правил експлуатації вони можуть становити небезпеку для людей, обладнання та будівлі в цілому.

Ризики можуть бути різними залежно від типу обладнання:

- » Для генераторів основними небезпеками є отруєння продуктами згоряння, пожежа та неправильне підключення до електромережі будівлі.
- » Для акумуляторних систем особливе значення мають питання електробезпеки, вентиляції та захисту від перегріву. Навіть відносно невеликі портативні зарядні станції за неправильного використання можуть стати джерелом перегріву або пошкодження обладнання.
- » Для сонячних електростанцій важливими є якісне проєктування, монтаж. Помилки на цих етапах можуть не лише знизити ефективність роботи системи, а й створювати додаткові ризики пожежної та електричної безпеки. Особливої уваги потребують питання заземлення, блискавкозахисту та безпечного виконання робіт на даху.

Рівень безпеки визначається не лише характеристиками обладнання, не менш важливими є правильне проєктування системи, якість монтажу, підготовка персоналу та дотримання встановлених процедур експлуатації.

Плануючи заходи із підвищення енергетичної стійкості доцільно розглядати безпеку як один із критеріїв вибору технічного рішення нарівні з потужністю, автономністю та вартістю. Важливо також розуміти, що відповідальність за безпечну експлуатацію систем резервного живлення не завершується після їх встановлення. Після введення обладнання в експлуатацію заклад освіти повинен забезпечити належний контроль його стану,

визначити відповідальних осіб та підтримувати готовність систем до використання під час відключень.

Питання безпеки супроводжують усі етапи життєвого циклу системи резервного живлення – від вибору обладнання до його щоденної експлуатації. Саме тому перед розглядом окремих вимог до різних типів обладнання доцільно насамперед усвідомити, що безпечна система завжди є важливішою за потужну, але неконтрольовану систему.

7.2. Електробезпека та правила підключення

Під час експлуатації систем резервного живлення одним із найважливіших аспектів є забезпечення електробезпеки. Незалежно від того, чи йдеться про генератор, стаціонарну акумуляторну систему або портативну зарядну станцію, будь-яке обладнання повинно використовуватися таким чином, щоб не створювати небезпеки для людей, електромережі будівлі та підключених споживачів. Особливу увагу слід приділяти способу підключення резервних джерел живлення до внутрішньої електромережі школи – неправильне підключення може призвести не лише до пошкодження обладнання, а й до виникнення небезпечної напруги на електроустановках, які вважаються знеструмленими.

Одним із найбільш небезпечних прикладів є так звана «зустрічна подача напруги», коли резервне джерело живлення продовжує подавати електроенергію в мережу будівлі або навіть у зовнішню мережу після відновлення централізованого електропостачання. Така ситуація створює загрозу як для обладнання школи, так і для працівників енергетичних служб, які виконують ремонтні роботи. Тому системи резервного живлення повинні підключатися через спеціальні комутаційні пристрої (перекидні рубильники, автоматичні системи введення резерву або інші технічні рішення, передбачені проєктом), які унеможливають одночасне з'єднання резервного джерела та зовнішньої мережі.

Окремої уваги вартий стан електропроводки будівлі – значна частина шкіл були збудовані багато десятиліть тому, а окремі ділянки внутрішніх електромереж могли зазнавати численних реконструкцій та змін. Перед підключенням потужного резервного обладнання доцільно переконатися, що існуючі електромережі здатні безпечно працювати з передбаченими навантаженнями. Важливо пам'ятати, що резервне живлення не повинно погіршувати рівень електробезпеки будівлі – усі засоби захисту, передбачені проєктом електропостачання школи, повинні залишатися працездатними як під час роботи від зовнішньої мережі, так і під час роботи від резервних джерел живлення.

Безпечне підключення резервних джерел живлення є не менш важливим, ніж правильний вибір їх потужності або автономності. Роботи з монтажу та підключення стаціонарних систем повинні виконуватися кваліфікованими спеціалістами відповідно до вимог чинних нормативних документів та технічної документації виробників обладнання.

7.3. Пожежна безпека акумуляторних систем

Сучасні акумуляторні системи накопичення енергії забезпечують автоматичне перемикання на резервне живлення, працюють без шуму та можуть використовуватися як самостійно, так і в складі комбінованих систем. Разом із тим будь-яка акумуляторна система містить значний запас накопиченої енергії, що вимагає дотримання вимог пожежної безпеки протягом усього терміну експлуатації.

Рівень ризику залежить від типу акумуляторів, умов їх розміщення та якості системи керування. У сучасних системах дедалі частіше використовуються літій-залізо-фосфатні акумулятори (LiFePO₄), які характеризуються підвищеною термічною стабільністю та вважаються одним із найбезпечніших різновидів літєвих батарей. Водночас навіть такі системи потребують дотримання правил експлуатації та належного контролю.

Під час встановлення акумуляторних систем особливу увагу слід приділяти місцю їх розміщення. Обладнання повинно встановлюватися в сухих приміщеннях, захищених від атмосферних впливів, надмірної вологості та прямих сонячних променів, також необхідно забезпечити вільну циркуляцію повітря навколо обладнання відповідно до вимог виробника.

Важливим елементом безпеки є система керування акумуляторами, яка контролює заряд, розряд, температуру та інші параметри роботи батарей. Саме вона дозволяє запобігати більшості аварійних режимів та забезпечує безпечну експлуатацію системи.

Ознаками потенційно небезпечної ситуації можуть бути:

- › поява запаху горілого пластику;
- › нетипові шуми або тріск;
- › різке підвищення температури обладнання;
- › деформація або пошкодження корпусів батарей;
- › поява диму або слідів плавлення елементів системи.

У разі виявлення таких ознак необхідно негайно припинити експлуатацію обладнання та діяти відповідно до інструкцій виробника та внутрішніх процедур закладу.

Ефективність системи безпеки залежить не лише від самого обладнання, а й від умов його експлуатації, захарашення приміщень, порушення вентиляції. Самовільні зміни схеми підключення або використання невідповідних компонентів можуть суттєво збільшувати ризики незалежно від типу акумуляторів. Під час експлуатації акумуляторних систем доцільно розглядати пожежну безпеку як невід'ємну складову загальної системи управління енергетичною стійкістю школи.

Під час вибору акумуляторних систем доцільно надавати перевагу моделям із вбудованими системами моніторингу стану батарей, раннього виявлення несправностей та автоматичного пожежогасіння, оскільки вони забезпечують додатковий рівень безпеки та знижують ризик поширення аварійних ситуацій.

7.4. Безпечна експлуатація генераторів

Серед систем резервного живлення саме генератори пов'язані з найбільшою кількістю потенційних ризиків для людей та будівель. На відміну від акумуляторних систем, генератор поєднує електротехнічне обладнання, двигун внутрішнього згорання, паливну систему та джерело високих температур. Тому його безпечна експлуатація потребує особливої уваги.

Одним із головних ризиків є утворення чадного газу під час роботи двигуна. Чадний газ не має кольору та запаху, тому його накопичення може залишатися непомітним для людей. З огляду на це, генератори повинні використовуватися виключно в місцях, що забезпечують

безпечне відведення продуктів згоряння та виключають їх потрапляння до приміщень школи.

Не менш важливими є питання пожежної безпеки. Під час роботи генератора нагріваються окремі елементи двигуна та вихлопної системи, а в безпосередній близькості знаходяться легкозаймисті рідини. Саме тому необхідно дотримуватися вимог щодо зберігання пального, організації місця встановлення генератора та виконання заправки обладнання.

Окрему увагу слід приділяти електричному підключенню генератора до мережі будівлі. Як і будь-яке інше резервне джерело живлення, генератор повинен працювати в складі системи, що унеможливує зустрічну подачу напруги та забезпечує безпечне перемикання між зовнішньою мережею та резервним живленням.

Під час планування використання генератора доцільно враховувати не лише його потужність, а й питання забезпечення паливом, доступності технічного обслуговування та готовності персоналу до роботи з обладнанням. Генератор може бути ефективним інструментом забезпечення енергетичної стійкості лише за умов належної організації його експлуатації та дотримання вимог безпеки.

7.5. Організація експлуатації та готовність до надзвичайних ситуацій

Наявність резервного джерела живлення ще не означає готовність школи до роботи в умовах порушення електропостачання. Практика показує, що навіть правильно підібране та встановлене обладнання може виявитися неефективним, якщо персонал не знає порядку своїх дій або якщо система тривалий час не перевірялася в реальних умовах. На відміну від більшості інженерних систем будівлі, резервне живлення використовується лише епізодично. Саме тому його працездатність не може оцінюватися за принципом «обладнання встановлено – значить усе працює». Готовність системи формується лише тоді, коли технічні засоби, персонал та організаційні процедури працюють як єдине ціле.

Важливим елементом експлуатації є визначення відповідальних осіб. Залежно від масштабу закладу освіти та складності системи резервного живлення відповідальність може покладатися на одного працівника або розподілятися між декількома посадовими особами. При цьому важливо не лише визначити відповідальних, а й чітко розуміти межі їх повноважень та обов'язків.

Необхідно заздалегідь визначити:

- хто контролює технічний стан обладнання;
- хто відповідає за доступ до приміщень із резервними системами;
- хто організовує технічне обслуговування;
- хто координує дії персоналу під час відключення електроенергії;
- хто взаємодіє з підрядними організаціями та сервісними службами.

Не менш важливим є питання документування. Разом із технічною документацією виробників доцільно мати внутрішні інструкції, адаптовані до особливостей конкретної школи. На відміну від технічних паспортів обладнання, такі документи повинні містити прості та зрозумілі алгоритми дій для працівників закладу в різних випадках (короткочасне відключення електроенергії; тривале відключення електропостачання; переведення

школи на резервне живлення; виявлення несправності обладнання; аварійна ситуація або ознаки перегріву системи).

Будь-яка система резервного живлення потребує періодичної перевірки, оскільки тривале перебування обладнання в режимі очікування не є фактором, що гарантує його готовність до роботи. Акумулятори поступово втрачають ємність, механічні вузли можуть потребувати обслуговування, а налаштування систем можуть змінюватися після ремонтів або модернізації електромереж будівлі. Необхідно регулярно перевіряти не лише працездатність обладнання, а й готовність закладу до його використання. Такі перевірки можуть включати контроль стану обладнання, перевірку роботи резервних схем живлення, актуальність документації та відпрацювання дій персоналу.

Окремої уваги заслуговує питання підготовки працівників – під час відключення електроенергії рішення часто доводиться приймати в умовах обмеженого часу та підвищеного навантаження. Наявність зрозумілих процедур і попередньо відпрацьованих дій дозволяє зменшити ризик помилок та підвищити ефективність використання наявних ресурсів.

Безпечна експлуатація, підготовка персоналу, чіткий розподіл відповідальності та регулярний контроль готовності є такими ж важливими складовими енергетичної стійкості, як потужність генератора або ємність акумуляторних батарей. Найкращою перевіркою готовності системи є не її наявність на балансі закладу, а здатність персоналу забезпечити безпечний перехід на резервне живлення та підтримувати роботу критичних функцій під час реального відключення електроенергії.

Післямова

Підвищення енергетичної стійкості закладу освіти часто сприймається як технічне завдання, пов'язане із вибором генератора, акумуляторних батарей, зарядної станції або сонячної електростанції. Проте досвід останніх років показав, що жодне окреме технічне рішення саме по собі не забезпечує енергетичну стійкість будівлі. Енергетична стійкість починається не з обладнання, а з розуміння функцій, які заклад повинен забезпечувати під час порушення нормального електропостачання. Саме тому відправною точкою завжди є визначення критичних процесів, оцінка потреб та усвідомлення того, які наслідки матиме їх зупинка для безпеки людей, освітнього процесу та функціонування будівлі.

Водночас енергетична стійкість не завершується після встановлення обладнання. Будь-яка система резервного живлення потребує належної експлуатації, періодичного обслуговування, перевірки працездатності та перегляду прийнятих раніше рішень. З часом змінюються потреби закладу, модернізуються інженерні системи, з'являється нове обладнання, змінюються умови експлуатації. Рішення, яке було достатнім сьогодні, через декілька років може потребувати розширення або модернізації.

Не менш важливим є розуміння того, що енергетична стійкість не має єдиного універсального рішення. Навіть заклади освіти схожого розміру можуть потребувати різних підходів залежно від особливостей будівлі, режимів роботи, наявності укриттів, інженерних систем та ресурсів громади. Саме тому найбільш ефективними є рішення, які враховують конкретні потреби закладу та допускають подальший розвиток.

В цьому посібнику неодноразово підкреслювалася важливість системного підходу. Генератори, акумуляторні батареї, зарядні станції, сонячні електростанції та інші технічні засоби слід розглядати не як окремі продукти, а як елементи єдиної системи, метою якої є забезпечення роботи критично важливих функцій закладу освіти. У сучасних умовах енергетична стійкість стає складовою загальної безпеки закладу освіти поряд із пожежною безпекою, цивільним захистом, безпекою будівель та охороною праці. Її значення виходить далеко за межі економії електроенергії або забезпечення комфорту. Насамперед йдеться про здатність закладу продовжувати виконувати свої функції в умовах кризових ситуацій, зберігаючи безпеку дітей, працівників та відвідувачів.

Сподіваємося, що наведені у посібнику підходи, пояснення та практичні рекомендації допоможуть керівникам закладів освіти та органам управління освітою краще розуміти принципи енергетичної стійкості, формувати обґрунтовані технічні завдання та приймати виважені рішення щодо розвитку власної інфраструктури.

Енергетична стійкість не є кінцевою метою або окремим проєктом, **це безперервний процес розвитку** закладу освіти, спрямований на забезпечення його готовності до викликів сьогодення та майбутнього.