5E • ЕНЕРГЕТИКА У ПРОМИСЛОВОСТІ

ОНЛАЙН-ХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПАРОВОДЯНОГО КОНТУРУ

Інструмент підвищення надійності, економічності та ресурсу обладнання енергоблоку

Під час відбудови ТЕС і модернізації систем АЕС

XXIII Міжнародний енергетичний бізнес-форум «5E»

«Енергетика у промисловості» • Київ, 2026

Хімічна стратегія енергоблоку — система пріоритетів

Надважливі та необхідні функції працюють разом, але виконують різні ролі.

НАДВАЖЛИВІ

01

Цикли води й пари

Основний контур хімічного режиму

02

Водопідготовка

Якість води на вході в цикл

03

Системи охолодження

Контроль допоміжних водних контурів

04

Допоміжні системи

Контроль суміжних технологічних потоків

НЕОБХІДНІ

05

Лабораторний аналіз

Незалежна перевірка та деталізація хімічних показників

06

Екологічний моніторинг

Контроль показників, пов’язаних із впливом на довкілля

Хімічний контроль енергоблоку ширший за ПВК — але пароводяний контур залишається центральною зоною ризику.

Результат помилки інжинірингу

Корозія — один із головних факторів витрат на ремонт та вимушених зупинок



- КОРОЗІЯ
- ВІДКЛАДЕННЯ
- ЕРОЗІЯ
- ЗАБРУДНЕННЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ ВОДИ
- ЗНИЖЕННЯ ККД
- ЗРОСТАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ
- ВИМУШЕНІ ЗУПИНКИ

КОРЕКТНИЙ ОНЛАЙН-МОНІТОРИНГ ДОЗВОЛЯЄ ПОПЕРЕДЖАТИ РИЗИКИ… ЩЕ ДО ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУПАЦІЙ

Інжиніринг онлайн хімічного моніторингу

IAPWS / VGBE / EPRI → Engineering → Online Chemical Management

01

IAPWS

International Association of national organizations concerned with the properties of water and steam

Міжнародна науково-технічна основа

02

VGBE

The international technical association for the generation and storage of electricity and heat

Трансформує принципи у практику експлуатації

03

EPRI

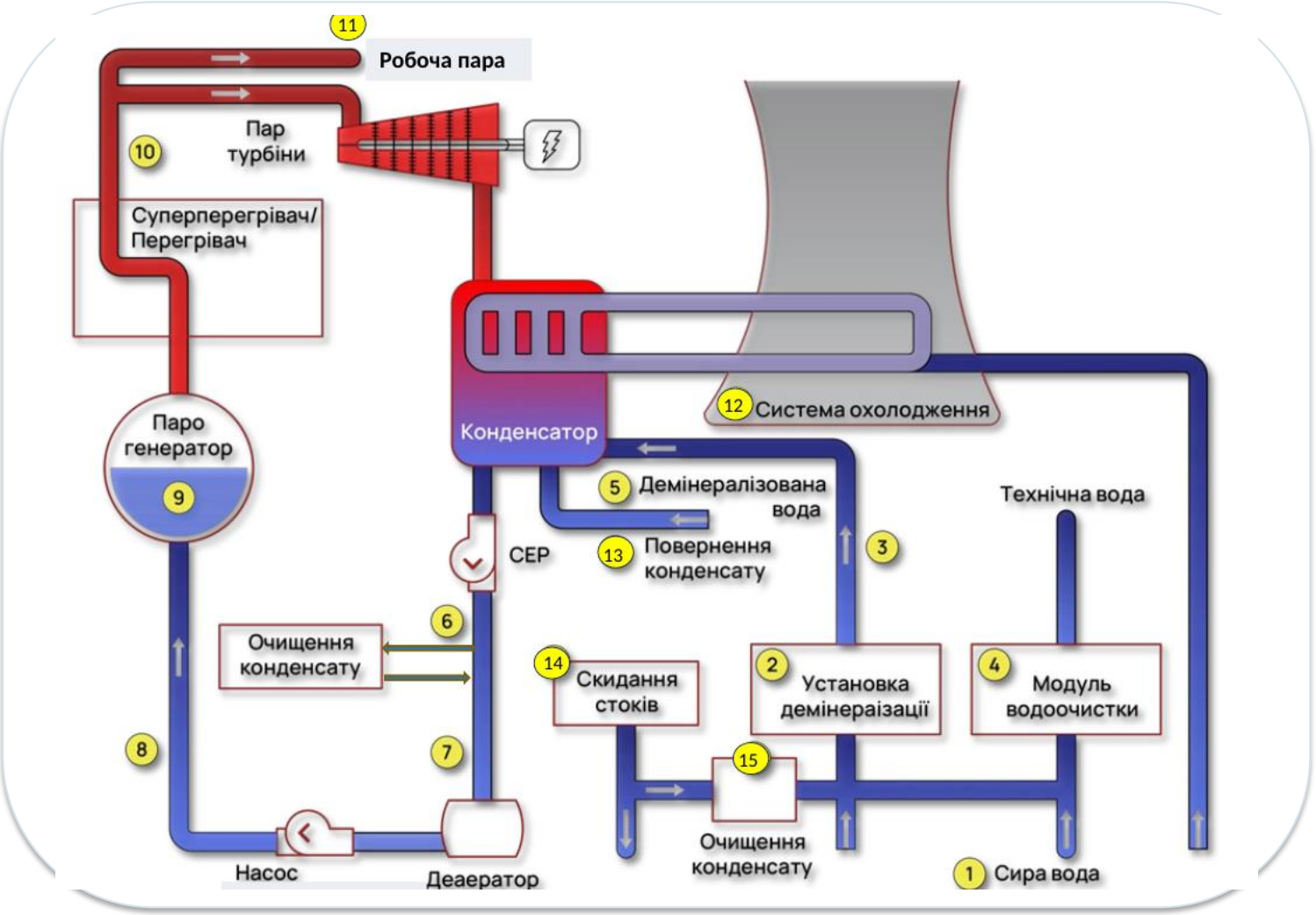
Electric Power Research Institute — an independent American research and development organization focused on the generation, delivery, and use of electricity

Забезпечує інженерні рішення та практичні рекомендації

Відповідно до рекомендацій IAPWS, VGBE та EPRI, онлайн хімічний моніторинг є частиною системи керування технічним станом енергоблоку (Asset Integrity Management)

Контролюємо весь шлях води й пари

Схема потоків поєднує технологічний процес із точками хімічного контролю.



15 ТОЧОК КОНТРОЛЮ

01–05 **Підготовка води**

Сира вода • водопідготовка • демінералізація • очищена вода

06–08 **Конденсат і живильна вода**

Конденсат • полірування • живильна вода

09–11 **Вода котла та пара**

Бойлерна вода • насичена пара • перегріта пара

12–15 **Охолодження й допоміжні потоки**

Охолоджувальна вода • зворотний конденсат • стоки • повторне використання

Набір параметрів залежить від функції точки та умов об’єкта.

EHBITEK
FUTURE ENERGY

Показники моніторингу | точки 01–15

Теплий акцент позначає параметри, виділені як мінімальний ключовий рівень у вихідній матриці.

01 Сира вода
pH · SC · UV254 · Turb · DISF

02 Станція демінералізації
pH · SC · Na · SiO_2 · TOC · Turb · DISF

03 Вихід демінералізації
SC · Na · SiO_2 · TOC

04 Очисні споруди технічної води
pH · SC · UV254 · Turb · DISF

05 Очищена вода
SC · Na · UV254 · SiO_2 · Turb

06 Конденсат
CACE · **pH** · **Na** · **DO** · SC · Turb · N_2H_4

07 Конденсат на полірування
CACE · SC · **Na** · SiO_2

08 Живильна вода
pH · **CACE** · **SC** · **DO** · N_2H_4 · ORP · Turb

09 Бойлерна вода
pH · **SC** · **CACE** · Na · SiO_2 · PO_4 · Turb · H_2

10 Насичена пара
CACE · **Na** · H_2

11 Перегріта пара
CACE · DCACE · **Na** · SiO_2 · H_2

12 Охолоджувальна вода
pH · **SC** · **DISF** · PO_4 · Turb · ORP

13 Зворотний конденсат
pH · **CACE** · SC · DCACE · DO · Na · SiO_2 · Turb

14 Стічні води
pH · **SC** · **Turb** · DO

15 Повторне використання
pH · SC · UV254 · Turb · DISF

Мінімальний ключовий рівень — Додаткові параметри — за технічними умовами об’єкта

Комплекс онлайн хімічного моніторингу пароводяного контуру

Від проби до експлуатаційного рішення

Забезпечення точності вимірювань

1. Процес
2. Відбір проби — ізокінетичний режим
3. Кондиціювання проби
4. Аналізатор
5. Збір даних
6. Верифікація даних

Підтверджені дані по хімії

Онлайн-керування хімією контуру

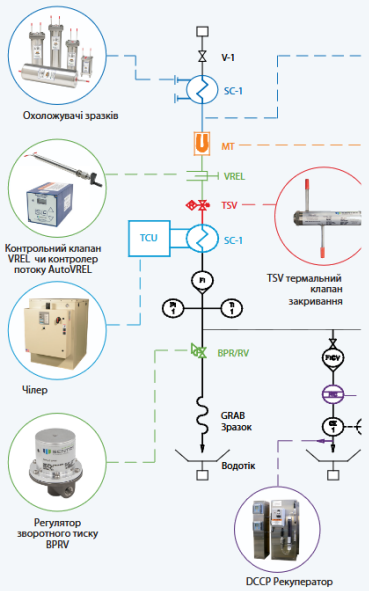
1. Аналітика
2. Тренди / кореляція / відхилення
3. Аларми / події
4. Діагностика
5. Оцінка ризиків
6. Оператор / дія по хімії
7. Перевірка ефекту / зворотний зв’язок

Достовірне вимірювання починається з репрезентативності проби

Система кондиціювання проби SENTRY та онлайн-аналізатори SWAN формують єдиний вимірювальний ланцюг.

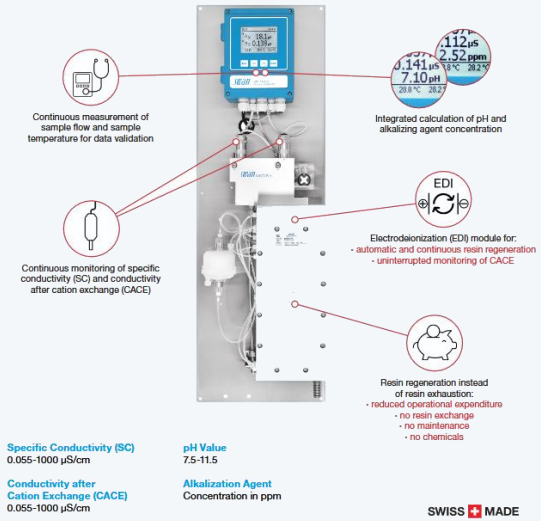
SENTRY СИСТЕМА КОНДИЦІЮВАННЯ ПРОБИ

T МАКС 538 °C | **P МАКС 345 БАР**



- Стійкість до високих температур і тиску
- Модульні конфігурації та гнучке розміщення
- Вбудовані охолоджувачі й колектори
- Захист по температурі та тиску для безпеки оператора

SWAN ANALYTICAL INSTRUMENTS ОНЛАЙН-АНАЛІЗАТОРИ



- Самодіагностика системи та контроль витрати проби
- Безперервна передача даних
- Монтаж на інтегрованій панелі
- Уніфікований інтерфейс і спрощене обслуговування
- Параметри: CACE / SC / pH та інші — залежно від конфігурації

РЕПРЕЗЕНТАТИВНА ПРОБА → ДОСТОВІРНЕ ВИМІРЮВАННЯ → ДАНІ ДЛЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО РІШЕННЯ

Кондиціювання проб

Sentry Equipment Corp.





SWAS

Автоматизована промислова система, що працює в режимі реального часу та призначена для безперервного відбору проб, підготовки та аналізу пари та води, що мають високу температуру та високий тиск



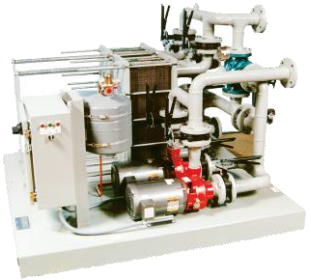
SL100L · SL200H

Однолінійні панелі для відбору проб Sentry® забезпечують отримання репрезентативних проб від заданих точок відбору пароводяного контуру



TCU

Охолоджувач TCU працює з навантаженням від 3 до 15 тонн для зовнішнього та внутрішнього використання



CWIS

Система CWIS Water Isolation Skid контролює температуру в межах ±1 °F (0,5 °C)

Аналітична частина

Online-аналізатори SWAN



AMI-II Fluotrace Oil



AMI-II CACE DG



AMI-II Powercon Specific



AMI Turbiwell Power AD



AMI Codes-II TC



AMI Oxytrace QED



AMI-II LineTOC



AMI SAC254



AMI Hydrazine



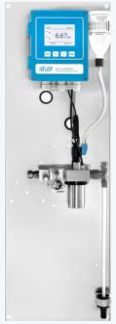
AMI Phosphate-II



AMI Hydrogen QED



AMI Sodium P



AMI-II pH/Redox QV-Flow



AMI Silica

Параметри

pH | SC | Na | SiO_2 | DO | PO_4 | TOC | Turb | CACE | ORP | UV254 | DISF

Еволюція онлайн хімічного моніторингу АХК АЕС і ТЕЦ країни

АЕС АХК — безальтернативна складова ядерної безпеки під контролем як вітчизняних, так і зарубіжних організацій

ТЕЦ Динаміка модернізації онлайн моніторингу ПВК ТЕЦ відрізняється

01 Відбудова ТЕЦ країни

Відбудова українських ТЕЦ створює унікальну можливість перейти від локальної заміни окремих приладів до впровадження комплексних систем онлайн хімічного моніторингу, побудованих відповідно до рекомендацій IAPWS, VGB та EPRI

02 Нормативна база

Відсутність єдиного стандарту АХК для ТЕЦ відповідно до міжнародних вимог

03 Стартові умови для міжнародних інвестицій

- ✓ **Техніко-економічне обґрунтування**
- ✓ **Відповідність інжинірингу вимогам IAPWS, VGB, EPRI**

Ціна ризику

Вартість моніторингу



<

Вартість помилки



0,5 % оптимізації споживання палива

1 попереджена позапланова зупинка турбіни

12–18 міс окупність комплексу приладів SWAN

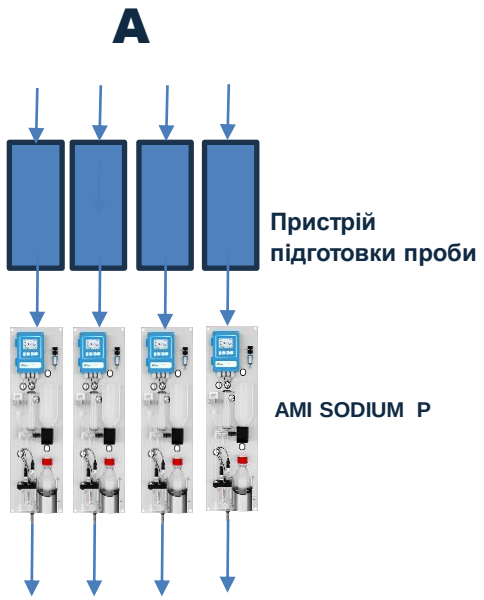
Інвестиції в автоматизовані онлайн-системи контролю хімічного складу ПВК — це не адміністративні витрати на дотримання нормативних вимог, а капітальні інвестиції з високою окупністю. Завдяки оптимізації споживання палива всього на 0,5 % та запобіганню хоча б одній позаплановій зупинці турбіни весь комплекс приладів SWAN повністю окупається вже протягом перших 12–18 місяців експлуатації

Типові помилки у проєктуванні систем онлайн моніторингу

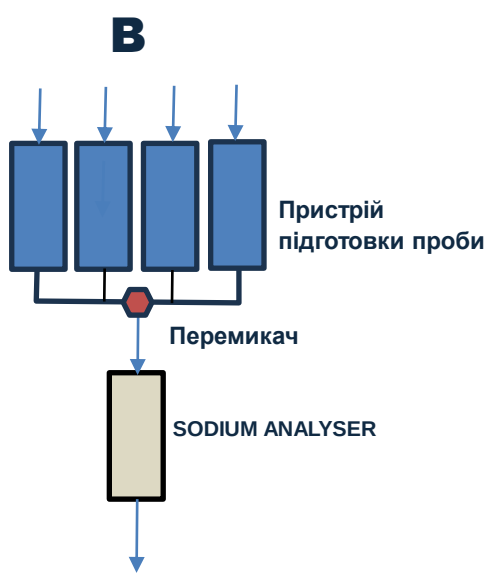
Схеми системи онлайн моніторингу з відбором проб у 4-х точках

Коректний інжиніринг

1. Подія процесу
2. Нормативний час затримки даних
3. Рання ідентифікація
4. Коригуюча дія
5. **Ризики попереджено**



Окремий прилад на кожен канал вимірювання
Відповідає рекомендаціям



Один аналізатор на 4 канали
Потребує перевірки

Типова помилка інжинірингу

1. Подія процесу
2. Транспорт / затримка вимірювання > норми
3. Оператор бачить подію занадто пізно
4. Реакція на подію із запізненням
5. **Ризики перевірити**

EPRI (Electric Power Research Institute – США). Ключові вимоги до онлайн-моніторингу для АЕС: концепція Action Levels (рівні дії 1, 2, 3). Якщо онлайн-прилад фіксує перевищення норми, автоматично вмикається зворотний відлік часу:

Action Level 1	Незначне відхилення, є тиждень на усунення без зниження потужності
Action Level 2	Сильне відхилення, є 8–24 години на локалізацію або зниження параметрів
Action Level 3	Критична загроза, є 2-4 години на негайну зупинку блоку з метою захисту металу

Проєктування та постачання систем онлайн хімічного контролю

2005 →

сьогодні

300+

систем

0

рекламацій / зауважень

Технологічні потоки

- Очищена вода
- Конденсат
- Відведення конденсату
- Живильна вода
- Насичена пара
- Перегріта пара
- Охолоджуюча вода
- Зворотний конденсат



Південно-Українська АЕС



Запорізька АЕС



АМЗ

Показники онлайн хімічного контролю для АЕС

ПАРАМЕТРИ КОНТРОЛЮ ПАРОВОДЯНОГО КОНТУРУ

SC · CACE · DCACE

Провідність: питома, після катіонного обміну, дегазована після катіонного обміну — зменшення швидкості корозії під дією кислотних залишків та CO_2

DO

Розчинений кисень — зменшення швидкості корозії під дією розчиненого кисню та ідентифікація присосів

N_2H_4

Гідразин — контроль оптимальної концентрації інгібітору корозії

pH

Попередження корозії та наростання осадів на поверхнях обладнання та комунікацій; ризики утворення відкладень або корозійних процесів

SiO_2

Запобігання відкладенням на лопатях турбіни діоксиду кремнію

Na^+

Відстеження тенденцій зміни вмісту твердих продуктів корозії у водно-паровому циклі

H_2

Розчинений водень у парогенераторі та насиченій парі

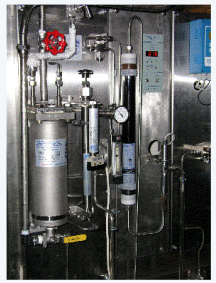
ОВП

Окисно-відновний потенціал









Автохімконтроль у системах охолодження

- Розчинений кисень
- Фосфати
- Дезінфектанти: хлор, монохлораміни, гіпохлорит

Системи онлайн хімічного контролю для ТЕЦ

ПрАТ «Алчевський металургійний комбінат»

Технологічний проєкт енергоблоків на відпрацьованих металургійних газах АМЗ. Технологія фірми Mitsubishi

Комплекс АХК водно-хімічного режиму газотурбінної установки з комбінованим циклом. Потужність 330 МВт. Блоки 1, 2

01 Вихідні дані

Електроенергетичний комплекс на базі парогазових установок (ПГУ), що використовують відпрацьований коксовий, доменний і конвертерний гази як паливо. Дві ПГУ потужністю 150 МВт кожна.

02 Прийняті технічні рішення

Структура АХК ВХР ТЕЦ: автоматична система хімічного контролю та система лабораторного хімічного контролю (ЛХК ВХР), що входять у єдину комплексну систему (ЄКС).

Склад АХК: автоматичні аналізатори, системи пристроїв підготовки проб (ППП) та система збору та обробки інформації.

Результати реалізації проєкту

- ✓ Стабільна якість пари
- ✓ Скорочення витрат продувочної води
- ✓ Зниження споживання реагентів
- ✓ Підвищена надійність експлуатації та економічність енергоблоків








Алгоритм реалізації проєкту онлайн хімічного моніторингу ПВК енергоблоків

01 Передпроєктна підготовка: обстеження об’єкта, вихідні дані та ТЕО

02 Розробка технічного завдання (ТЗ) та проєктування у співпраці

SENTRY

swan ANALYTICAL INSTRUMENTS

03 Закупівлі та постачання обладнання

04 Монтажні та пусконалагоджувальні роботи (ПНР)

05 Введення в експлуатацію та навчання персоналу в Україні або за домовленістю у виробника приладів

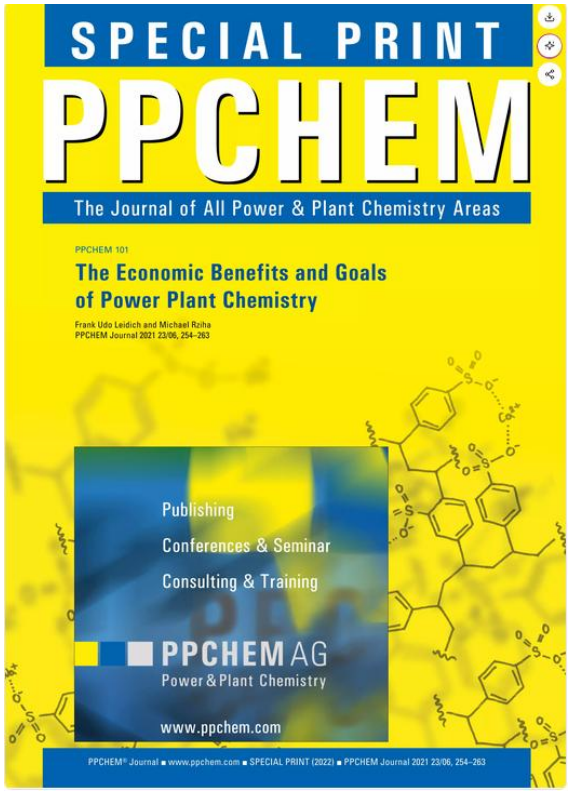
swan ANALYTICAL INSTRUMENTS + SENTRY + Український досвід + Інжиніринг на основі IAPWS, VGBE та EPRI

Спеціальні пропозиції

01

Організація та проведення web-семінару з питань сучасних рішень онлайн хімічного моніторингу енергоблоків для АЕС і ТЕС України на основі рекомендацій IAPWS / VGBE / EPRI

Тема, формат та організаційні питання визначаються у робочому порядку



ppchem.com

Запрошуємо до співпраці на нашому стенді!

Стенд R-8 • павільйон 1

Адреса: **ТОВ «Енвітек», м. Київ, пр-т Валерія Лобановського, 6А**
e-mail: **envitec@envitec.com.ua**
Сайт: **envitec.com.ua**

envitec.com.ua