

Перспективи розвитку сільських інтелектуальних електричних мереж

С. А. Попадченко¹, С. М. Дудніков²

Державний біотехнологічний університет, (м.Харків, Україна)

email: ¹svanp111@ukr.net; ORCID: ¹0000-0003-2537-9769; ²0000-0001-6680-1677

На шляху до розвитку інтелектуальних сільських електричних мереж виникають проблеми, пов'язані зі зміною структури генерації і споживання електроенергії, які можна вирішити тільки переходом до цифрової енергетики. В роботі здійснено аналіз розвитку інтелектуальних мереж в світі та основні практичні здобутки цифровізації. Проаналізована стратегічні шляхи розвитку сільських електричних мереж та етапи комплексної модернізації електромережевої інфраструктури із застосуванням сучасного електротехнічного обладнання та цифрових технологій. Запропоновані напрямки розвитку електричних мереж на шляху їх модернізації та програма поетапного впровадження цифрових підстанцій з використанням модернізованого електротехнічного обладнання, розвиток енергетичних систем з впровадженням альтернативної енергетики та системи локальних енергетичних мереж. В роботі розглянуті шляхи розвитку сучасних розумних енергетичних систем з впровадженням альтернативної енергетики та розвитку системи локальних енергетичних мереж (ЛЕМ). Запропоновано здійснити розвиток системи Smart Grid поетапно, на одному з них необхідно здійснити шляхом об'єднання таких електричних локальних та централізованих мереж, як підприємства агропромислового комплексу, мережі промислових підприємств та індивідуальних споживачів, які працюють на єдиній базі інтелектуальних технологій, районні та міські мережі. Для прискорення цифрового перетворення в сільських електричних мережах запропоновано здійснити інтенсивне впровадження інтелектуальних датчиків, сенсорних пристроїв та робототехніки в енергетику, застосування мобільних додатків та у повному обсязі всіх можливостей хмарних обчислень; забезпечити створення сучасної інфраструктури обробки, зберігання та передачі, надати потрібні орієнтири шляхом перспективного прогнозування, прагнення думати та діяти на користь майбутніх поколінь. Створити міжнародний науковий центр «інтелектуальної мережі» в режимі реального часу для обговорення аналітичних даних та стандартів цифрових рішень, прогнозів та сценаріїв майбутніх технологій, обміну інформацією та досвідом; забезпечити стимулювання інновацій, створення привабливих умов, які з великою ймовірністю залучать інтелектуальні ресурси.

Ключові слова: *Smart Grid, інформаційні і цифрові технології, інноваційне оновлення, розподілена генерація, витрати енергії, локальні енергетичні мережі*

Постановка проблеми та її актуальність. «Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» передбачає, що до 2025 року здебільшого буде завершено реформування енергетичного комплексу України, досягнуто першочергових цільових показників з безпеки та енергоефективності, забезпечено його інноваційне оновлення та інтеграцію з енергетичним сектором ЄС [1]. Перед державою постали питання недостатньої кількості енергоресурсів, які розподілені нерівномірно і вичерпуються. Електроенергетика є базовою інфраструктурною галуззю економіки країни. Вона істотно впливає інші галузі, які необхідні для соціально-економічного розвитку сільських електричних мереж та подальшого розвитку агропромислового комплексу. Такий вплив визначається, з одного боку, високою енергоємністю галузей народного господарства та, відповідно, високими витратами на електроенергію у собівартості кінцевих товарів, робіт та послуг. В електромережевому комплексі накопичилося чимало проблем, пов'язаних з

вимогами, що постійно зростають, до якості електропостачання, його надійності, доступності електромережевої інфраструктури для нових споживачів. Заходи реорганізації електромережевого комплексу мають бути враховані та опрацьовані при формуванні стратегії технологічного та інноваційного розвитку галузі найближчим часом, як необхідна умова цифрової трансформації галузі та впровадження в подальшому сучасних відновлюваних джерел енергії.

Розвиток інтелектуальних мереж є актуальним завданням найближчого перспективного майбутнього, яке необхідно здійснювати поетапно. Використання принципово нових методів реалізації в енергетиці та об'єднання її в цілісну, взаємопов'язану та самостійну інфраструктуру дозволить вирішити багато назрілих на сьогоднішній день питань.

Стратегія розвитку електромережевих компаній на даний момент полягає у комплексній модернізації електромережевої інфраструктури, яка неможлива без застосування інформаційних і цифрових технологій.

Аналіз публікацій. Сьогодні в багатьох країнах світу впроваджуються концепції Smart Grid. Та у різних країнах вимоги до розвитку розумних мереж дещо відрізняються. На початковому етапі система розроблялася в Європі для включення до мережі великої кількості джерел поновлюваної енергії, оскільки традиційних палив там недостатньо. Сонячні та вітрові установки дають нестабільну потужність, їхня робота залежить від погодних умов, тому необхідна інтелектуальна система розподілу енергії від безлічі джерел до безлічі споживачів. Використання сучасних накопичувачів енергії дозволить компенсувати нестачу потужності мережі [2]. США розглядають Smart Grid як повністю автоматизовану систему, що повністю поєднує енергетичні потужності всієї країни. Китай іде шляхом забезпечення безпеки розумної електроенергетики і наголошує на застосуванні силової електроніки. У 2015 р. майже 200 країн погодилися скоротити викиди вуглецю відповідно до Паризької угоди. Окрім політичної важливості, енергоефективність є ключовим фактором для бізнесу: у той час, як країни намагаються зменшити свій вуглецевий слід, компанії намагаються знизити свої енерговитрати [3]. Додатковим фактором розвитку Smart Grid є поширення відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Але надходження обсягів електроенергії від сонячних та вітряних станцій до об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) не є постійними у часі, що спричиняє енергетичний дисбаланс у її роботі. Також існує проблема економічного дисбалансу при нарахуванні «зелених тарифів» (feed-in-tariff). Для оптимізації та підвищення ефективності роботи ОЕС і потрібні інтелектуальні мережі. У Швеції проекти Smart Grid зачіпають не тільки електроенергетику, а й теплоенергетику і передбачають використання біогазу як для транспорту, так і для опалення району. Очищена вода також використовується в опалювально-охолоджувальних циклах для району. Частина енергії виробляється за рахунок сміття, придатного до спалювання, інша частина енергії – з відходів, харчових і каналізаційних. Використання очищеної каналізаційної води допомагає скоротити витрати на виробництво енергії. Сонячні панелі, встановлені на деяких будинках, використовуються переважно для підігріву води в будинках.

Розвиток світової інтелектуальної цифрової енергетики базується на [4]:

- створенні цифрових інформаційних платформ та рішень у галузі енергоефективності для задоволення запитів споживачів;
- скороченні витрат на утримання та управління за допомогою цифрового моніторингу та прогнозованої аналітики;
- нарощуванні ефективності виробництва, розподілу та збереження енергії;

– використанні широкого спектру зовнішніх даних разом із даними енергоспоживання для підвищення енергоефективності;

– оптимізації системи (наприклад, збільшення ефективної ємності мереж за рахунок кращого керування потоком потужності).

Зарекомендували себе енергоефективні рішення також і в області системи домашнього енергоуправління, інтелектуальних вимірювальних лічильників та датчиків, мобільні послуги енергоспоживача.

Ринок інтелектуальних приладів обліку (smart metering) зараз бурхливо розвивається в Росії та країнах Східної Європи, Середньої Азії та Латинської Америки. У Росії дана концепція представлена проектами інтелектуальної активно-адаптивної мережі, що передбачає об'єднання на технологічному рівні електричних мереж, споживачів і виробників електроенергії у єдину автоматизовану систему, що дозволяє у реальному часі відстежувати і контролювати всі режими роботи.

Smart Grid є розгалуженою контрольно-вимірювальною системою, що створюється на базі сучасних інформаційних технологій.

Основними принципами, на яких базується технологія Smart Grid - можливість спостереження за всіма процесами: автоматизація, контрольованість, інтеграція.

За інноваційними властивостями технологія Smart Grid характеризується як:

– активна схема взаємодії у реальному масштабі часу інформаційного обміну між усіма елементами мережі: від генераторів енергії на станціях до кінцевих пристроїв електроспоживачів;

– охоплення всього технологічного кола електроенергетичної системи від енерговиробників (як центральних, так і автономних) та електророзподільних мереж до кінцевих споживачів;

– забезпечення практично безперервного керованого балансу між попитом і пропозицією електричної енергії, за умови постійного обміну між собою інформацією про параметри електричної енергії, режими споживання та генерації усіма елементами мережі, кількості споживаної енергії та запланованому споживанні, комерційною інформацією;

– Smart Grid вмie ефективно захищатися та відновлюватися від великих збоїв, природних катастроф, зовнішніх загроз;

– розвиток системи Smart Grid сприяє появі нових ринків, послуг та учасників.

Постійне зростання споживання електроенергії та максимуму навантаження потребує відповідного розвитку генерації.

Крім того, різноманітність навантажень із всезростаючим підключенням електроприймачів, що використовують силову електроніку, мікропроцесорну техніку та інші електроустановки з

нелінійними елементами, веде до суттєвого відхилення параметрів електроенергії в мережі від нормованих через перехідні процеси імпульсного та коливального характеру, спотворення форми кривої напруги. [5].

Мета досліджень. Аналіз та рекомендації варіантних аспектів розвитку та реалізації сільської інтелектуальної електромережі Smart Grid.

Викладення основного матеріалу.

Аналізуючи перспективу розвитку агропромислового комплексу країни нагальним стає питання відродження села та розвиток малих міст з системоутворюючими виробництвами на місцях, підвищення рівня продовольчої безпеки, забезпечення населення вітчизняними продуктами харчування та зниження залежності від імпорту, слід насамперед подбати про створення міцної енергетичної бази на селі. Сьогодні сільський електромережевий комплекс не відповідає вимогам сучасних електроприймачів до надійності електропостачання та якості електроенергії через зношеність обладнання, низький рівень управління та обслуговування. До ненадійності електропостачання у сільській місцевості додається відсутність централізованих систем теплопостачання та водопостачання, а також занепад сільської виробничої інфраструктури населених пунктів. У результаті міграція населення із сіл міста та занепад сільськогосподарського виробництва виглядають закономірними.

За таких умов потрібна не просто заміна зношених конструкцій, матеріалів та обладнання, цього буде недостатньо для стрімкого зростання в області розвитку агропромислового комплексу.

Необхідний комплексний підхід до перебування мереж на основі енергонезалежних систем розподіленої генерації, які б мали можливість взаємно резервуватись, що створюються в рамках адміністративного району, що мають свою розподілену генерацію на базі традиційних та поновлюваних місцевих енергоресурсів. Нині енергетичні системи перебувають у процесі переходу від односпрямованого енергопостачання до багато спрямованого, коли споживачі можуть не тільки використовувати електроенергію, що надходить для своїх потреб, а й віддавати її надлишки назад у мережу.

Концепція Smart Grid пропонує інший принцип побудови. Це система генератор – лінія передавання - споживач, але споживач приймає участь у виробництві та перерозподілі енергії. Останні події в країні привели до дефіциту і значного підвищення вартості органічних видів палива, що стимулює розвиток альтернативних джерел електроенергії. [6].

Тобто генеруючі потужності в майбутній системі електропостачання будуть більше розподілені, ніж концентрованими, як зараз. Особли-

вістю таких джерел є їх відносно невелика потужність і нестабільність параметрів потужності, що підлягає генерації. Для стабілізації параметрів таких джерел та їх автоматичної синхронізації з мережею необхідно впроваджувати «інтелектуальні» керуючі пристрої та поетапне впровадження цифровізації в енергетичний сектор, яка вже поширюється в багатьох галузях народного господарства в містах, та для агропромислового енергетичного сектору – це все перспективний напрямок. В електроенергетиці країни про цифровізацію можна говорити мабуть для високовольтних мереж, у яких вирішено питання автоматизації управління мережами, оптимізації втрат електроенергії, збору інформації про стан електроустановок, регулювання напруги та частоти і т. д., тобто впровадження систем цифровізації в ці мережі підвищує ефективність їх функціонування на більш високий рівень.

Вести розмову про розвиток системи Smart Grid, цифровізації в сільській місцевості без перебудови електричних мереж з використанням розподіленої генерації, комп'ютеризації та найширшого покриття стільникового зв'язку можна тільки на перспективу. Дефіцит енергоносіїв прискорює розвиток енергетичних систем з впровадженням альтернативно енергетики та розвитку системи локальних енергетичних мереж (ЛЕМ).

Насамперед необхідно підготувати нормативну базу, що регламентує розробку, спорудження та експлуатацію локальних енергетичних мереж з розподіленою генерацією, та на її основі розпочати розробку документації для послідовної реконструкції та технічного переозброєння мереж 0,4–10 кВ. Ефективність функціонування ЛЕМ повинна забезпечуватись автоматизованою системою управління, що діє в реальному часі та побудованою як централізована система оперативного управління із децентралізацією функцій підсистем окремих електроустановок. Вона має бути дворівневою і створюватись на основі програмно-технічних комплексів. Нижчий рівень - системи управління, контролю та моніторингу об'єктів ЛЕМ (електростанцій, ПС, ЛЕП, об'єктів ремонтного та складського призначення тощо).

Локальна електрична мережа або «розумна мережа - smart grid» - це наступний етап робіт із впровадження інтелектуальних технологій в сільську енергетику на шляху до максимальної автоматизації інфраструктури мережеві [7]. Результат цього етапу можна досягти шляхом об'єднання таких електричних локальних та централізованих мереж, як підприємства агропромислового комплексу, мережі промислових підприємств та індивідуальних споживачів, які працюють на єдиній базі інтелектуальних технологій, районні та міські мережі.

Автоматична система управління локальних енергосистем має бути дворівневою і

створюватися на основі програмно-технічних комплексів. Нижчий рівень - системи управління, контролю та моніторингу об'єктів ЛЕМ (електростанцій, ПС, ЛЕП, об'єктів ремонтного та складського призначення тощо). Верхній – центральне диспетчерське управління ЛЕМ – диспетчерський пункт системи електропостачання (ДП СЕП). Він обладнується АРМ оператора, який контролює всі процеси в ЛЕМ з відображенням оперативної обстановки. АРМ - індивідуальний комплекс технічних та програмних засобів, що забезпечує підготовку, обробку, редагування, пошук, відображення та виведення необхідної оператору інформації. АРМ забезпечує оператора всіма засобами, необхідні виконання його функцій. Технічне оснащення АРМ, а саме - потужна графічна станція з високоякісними 24-дюймовими моніторами, дозволяє вирішувати велике коло завдань, пов'язаних з аналізом та обробкою великих обсягів картографічної, розвідувальної та інших видів графічної або відео інформації з сучасними засобами знімання. М'яке ергономічне крісло з підлокітниками та регульованим кутром нахилу, висувна клавіатура із вбудованим тач-падом, високоякісна гарнітура, світлодіодні лампи з гнучким кріпленням створюють додатково комфортні умови для тривалої роботи посадових осіб з обладнанням АРМ. Центральний сервер ДП забезпечує збирання, обробку та зберігання інформації про роботу та стан мережі [5]. Одночасно чи паралельно повинна вестись робота з автоматизації господарських процесів, що забезпечують функціонування ЛЕМ.

Для прискорення цифрового перетворення в сільських електричних мережах потрібно провести низку заходів:

– здійснити інтенсивне впровадження інтелектуальних датчиків, сенсорних пристроїв та робототехніки в енергетику, застосування мобільних додатків та у повному обсязі всіх можливостей хмарних обчислень;

– забезпечити створення сучасної інфраструктури обробки, зберігання та передачі, надати потрібні орієнтири шляхом перспективного прогнозування, прагнення думати та діяти на користь майбутніх поколінь;

– створити міжнародний науковий центр «інтелектуальної мережі» в режимі реального часу для обговорення аналітичних даних та стандартів цифрових рішень, прогнозів та сценаріїв майбутніх технологій, обміну інформацією та досвідом;

– забезпечити стимулювання інновацій, створення привабливих умов, які з великою ймовірністю залучать інтелектуальні ресурси.

Необхідно також здійснювати стимулювання розвитку відновлюваної енергетики, яка поступово розвивається в країні, але потребує кращого інвестиційного клімату та підтримки держави,

особливо цей розвиток прискорюється кризовим станом на енергетичному ринку. Бажано встановити однакові тарифи як для промисловості, так і для побутового споживача, що в перспективі призведе до здешевлення продукції.

В Україні створено національний рух «Індустрія 4.0 в Україні». Для розвитку агропромислового комплексу необхідно мати розвинену енергетичну інфраструктуру, здійснювати кроки до створення виробництва переробної промисловості з переходом підприємств до цифрової економіки, адаптації до світу, де взаємодіють кіберфізичні системи. Це вже не є тільки питання підвищення ефективності – але багато в чому - необхідність. Процес переходу - цифрова трансформація підприємства - це не тільки програма проєктів по автоматизації бізнес процесів і технологій. В силу високого ступеня автоматизації, наявності та доступності цифрових технологій і систем, трансформації схильні не тільки і не стільки процеси - скільки основні продукти компаній [8].

Висновки

Для розвитку інтелектуальних сільських електричних мереж необхідно здійснити ряд підготовчих етапів, таких як:

1. Організація виробництва високотехнологічної конкурентної продукції для забезпечення функціонування інтелектуальних мереж;

2. Застосування інтелектуального обладнання та програмних комплексів для керування топологією мереж з метою забезпечення надійності функціонування;

3. Створення локальних енергетичних систем з автоматизованою системою управління;

4. Впровадження та використання накопичувачів енергії великої ємності для вирівнювання графіка навантаження, а також безперебійної роботи особливо важливих об'єктів.

Література:

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://mepr.gov.ua/files/images/news_2020/21012020/Енергетична%20стратегія%20України%20на%20період%20до%2035%20року.pdf - (дата звертання 13.11.2020).

2. Dudnikov S. Substantiation of Algorithms of Functioning of the Combined Power Supply System with Renewable Sources/ S. Dudnikov, O. Miroshnyk, M. Moroz, I. Trunova, O. Savchenko, V. Pazii // EasyChair Preprint, no.6745, 03 October 2021. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://easychair.org/publications/preprint/Wz9P> - (дата звертання 13.11.2021) – Назва з екрану

3. Могиленко А. В. Цифровизация и повышение энергетической эффективности [Текст] / А.В. Могиленко // Новости ЭлектроТехники – 2020 – № 4(124)–5(125) – С.82-85.

4. Мозохин А.Е. Анализ направлений развития цифровизации отечественных и зарубежных энергетических систем [Текст] / А.Е. Мозохин, В.Н. Шведенко // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 4. С. 657–672. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-657-672

5. Кадыков Ю. М. Будущее сельских распределительных сетей. Преобразование и цифровизация [Текст] / Ю. М. Кадыков // Новости ЭлектроТехники –2019 – № 2(116) – С.46-49.

6. Мороз О.М. Використання технологій smart grid для підвищення ефективності електропостачання споживачів [Текст] / О. М. Мороз, М. М. Черемісін, О. А. Савченко, С. А. Попадченко, С. В. Дюбко // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2017.- № 3 (49) - С. 82-87.

7. Смоленцев Н. И. Накопители энергии в локальных электрических сетях [Текст] / Н. И. Смоленцев // Ползуновский вестник – 2013 - №4-2 – С.176 – 181.

8. Попадченко С. А. Цифровизация электроэнергетики на шляху розвитку системи smart grid [Текст] / С. А. Попадченко, М. Ю. Тоберт // The 1st International scientific and practical conference «Science and education: problems, prospects and innovations»(October 7-9, 2020) CPN Publishing Group,– Kyoto, Japan.– 2020. 521 p.– С.434 – 443.

References:

1. Enerhetychna stratehiya Ukrainy na period do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist', konkurentospromozhnist'» (2017). Available at:https://mepr.gov.ua/files/images/news_2020/21012020/Енергетична%20стратегія%20України%20на%20період%20до%202035%20року.pdf (accessed 13 November 2020).

2. Dudnikov S. M., Miroshnyk O. O., Moroz O. M., Trunova I. M., O. Savchenko O. O., Pazii V. G. (2021) 'Substantiation of Algorithms of Functioning of the Combined Power Supply System with Renewable Sources'. Available at: <https://easychair.org/publications/preprint/Wz9P> (accessed 14 November 2020)

3. Mogilenko A. V. (2020) 'Tsifrovizatsiya i povysheniye energeticheskoy effektivnosti', *Novosti ElektroTehniki*, (4(124))–(5(125)), pp.82-85.

4. Mozokhin A.Ye., Shvedenko V.N. (2019) 'Analiz napravleniy razvitiya tsifrovizatsii otechestvennykh i zarubezhnykh energeticheskikh sistem', *Nauchno-tehnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologiy, mekhaniki i optiki*. (T. 19.(4)), pp. 657–672. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-657-672.

5. Kadykov YU. M. (2019) 'Budushcheye sel'skikh raspredelitel'nykh setey. Preobrazovaniye i tsifrovizatsiya', *Novosti ElektroTehniki*, (2(116)), pp.46-49.

6. Moroz O. M., Cheremisin M. M., Savchenko O. A., Popadchenko S. A., Dyubko S. V. (2017) 'Vykorystannya tekhnolohiy smart grid dlya pidvyshchennya efektyvnosti elektropostachannya spozhyvachiv', *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohiyi, ekolohiya*. (3 (49)), pp. 82-87.

7. Smolentsev N. I. (2013) 'Nakopiteli energii v lokal'nykh elektricheskikh setyakh', *Polzunovskiy vestnik*, (4-2), pp.176 – 181.

8. Popadchenko S. A., Tobert M. YU. (2020) 'Tsyfrovizatsiya elektroenerhetyky na shlyakhu rozvytku systemy smart grid' The 1st International scientific and practical conference, CPN Publishing Group, Kyoto, Japan, pp.434 - 443.

Аннотация

Перспективы развития сельских интеллектуальных электрических сетей

С.А. Попадченко, С.М. Дудников

На пути развития интеллектуальных сельских электрических сетей возникают проблемы, связанные с изменением структуры генерации и потребления электроэнергии, которые можно решить только переходом к цифровой энергетике. В работе проведен анализ развития интеллектуальных сетей в мире и основные практические достижения цифровизации. Проанализированы стратегические пути развития сельских электрических сетей и этапы комплексной модернизации электросетевой инфраструктуры с применением современного электротехнического оборудования и цифровых технологий. Предложены направления развития электрических сетей для их модернизации и программа поэтапного внедрения цифровых подстанций с использованием модернизированного электротехнического оборудования, развитие энергетических систем с внедрением альтернативной энергетики и системы локальных энергетических сетей. В работе рассмотрены пути развития современных энергетических систем с внедрением альтернативной энергетики и развития системы локальных энергетических сетей (ЛЭС). Предложено развитие системы Smart Grid поэтапно, на одном из них необходимо осуществить путем объединения таких электрических локальных и централизованных сетей, как предприятия агропромышленного комплекса, сети промышленных предприятий и индивидуальных потребителей, работающих на единой базе интеллектуальных технологий, районные и городские сети. Для ускорения цифрового преобразования в сельских электрических сетях предложено провести интенсивное внедрение

интеллектуальных датчиков, сенсорных устройств и робототехники в энергетику, применение мобильных приложений и в полном объеме всех облачных вычислений; обеспечить создание современной инфраструктуры обработки, хранения и передачи предоставить нужные ориентиры путем перспективного прогнозирования, стремления думать и действовать в пользу будущих поколений. Создать международный научный центр «интеллектуальной сети» в режиме реального времени для обсуждения аналитических данных и стандартов цифровых решений, прогнозов и сценариев будущих технологий, обмена информацией и опытом; обеспечить стимулирование инноваций, создание привлекательных условий, которые с большой вероятностью привлекут интеллектуальные ресурсы.

Ключевые слова: *Smart Grid, информационные и цифровые технологии, инновационное обновление, разделенная генерация, расход энергии, локальные энергетические сети.*

Abstract

Prospects for the development of rural Smart Grids

S.A. Popadchenko, S.M. Dudnikov

On the way to the development of intelligent rural electricity networks, there are problems associated with changing the structure of generation and consumption of electricity, which can be solved only by the transition to digital energy. The analysis of the development of intelligent networks in the world and the main practical achievements of digitalization are carried out in the work. The strategic ways of development of rural electric networks and stages of complex modernization of electric network infrastructure with application of the modern electrotechnical equipment and digital technologies are analyzed. The directions of development of electric networks on the way of their modernization and the program of gradual introduction of digital substations with use of the modernized electrotechnical equipment, development of power systems with introduction of alternative power and system of local power networks are offered. The paper considers the ways of development of modern smart energy systems with the introduction of alternative energy and the development of the system of local energy networks (LEN). It is proposed to develop the Smart Grid system in stages, one of which should be implemented by combining such electric local and centralized networks as agro-industrial enterprises, industrial enterprises and individual consumers working on a single base of intelligent technologies, district and city networks. To accelerate the digital transformation in rural electrical networks, it is proposed to carry out intensive implementation of intelligent sensors, sensor devices and robotics in energy, the use of mobile applications and the full range of cloud computing capabilities; to ensure the creation of a modern infrastructure for processing, storage and transmission, to provide the necessary guidelines through forward forecasting, the desire to think and act for the benefit of future generations. To create an international scientific center "intelligent network" in real time to discuss analytical data and standards of digital solutions, forecasts and scenarios of future technologies, exchange of information and experience; to provide stimulation of innovations, creation of attractive conditions which with high probability will involve intellectual resources.

Keywords: *Smart Grid, information and digital technologies, innovative renewal, distributed generation, energy consumption, local energy networks.*

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Popadchenko, S. A. and Dudnikov, S. M. (2022) 'Prospects for the development of rural Smart Grids', *Engineering of nature management*, (1(23)), pp. 120 - 125.

Подано до редакції / Received: 26.11.2021