

паливо є відновним і має екологічні переваги. Однак зауважимо, що найбільшу проблему на сьогодні становить вартість біопалив як альтернативних моторних палив: ціни біопалив не є конкурентоспроможними порівняно з цінами на традиційні нафтові палива, тому їх застосування вимагає введення певних державних дотацій з метою зниження їхньої вартості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Внукова Н.В. Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту / Н.В. Внукова, М.В. Барун // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2011. – № 9(91). – С. 45–55.
2. Железная Т.А. Современные технологии получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом. Обзор. Часть 1 / Т.А. Железная, Г.Г. Гелетуха // Промышленная теплотехника. – 2005. – Т. 27, № 4. – С. 91–100.
3. Хіммотологія наземних транспортно-технологічних засобів: навч. посібник / В.М. Коваленко, Л.Є. Пелевін, Г.О. Аржаєв, В.В. Слободчиков. – К.: Аграр Медіа Груп, 2012. – Ч. I : Палива моторні. – 300 с.
4. Горбов В.М. Енергетичні палива: навч. посібник / В.М. Горбов. – Миколаїв : Видво УДМТУ, 2003. – 328 с.

УДК 004.02:338.4

ПРОЕКТНЕ УПРАВЛІННЯ СТВОРЕННЯМ ПРОМИСЛОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

О.В. Скакаліна

кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, Україна, e-mail: wboss@i.ua

Анотація. В статті представлені результати застосування концепції проектного управління при створенні проекту побудови промислової сонячної електростанції. Наведені результати застосування програмного продукту Microsoft Project при реалізації проекту. Показано, що при застосуванні проектного управління забезпечується зменшення часових рамок проекту, досягається мета по зменшенню витратної частини бюджету на реалізацію проекту.

Ключові слова: проект, ресурси, оптимізація.

PROJECT MANAGEMENT FOR THE CREATION OF INDUSTRIAL SOLAR ELECTRICITY

Elena Skakalina

Ph.D., Associate Professor of Computer and Information Technologies and Systems Department, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Poltava, Ukraine, e-mail: wboss@i.ua

Abstract. The article presents the results of the project concept application management when creating a project for the construction of an industrial solar power plant. The results of the Microsoft Project product application during the project implementation are presented. It is shown that application of project management ensures a reduction of the project time frame, achieving the goal of reducing the expendable part of the budget for the project implementation.

Keywords: project, resources, optimization.

Вступ. Мультипроектне управління і системи проектного управління в сучасному цифровому господарюванні швидко розгалужуються в різноманітних організаційних структурах – технічних, технологічних, комерційних, громадських. Ці процеси є відповіддю на вимоги зовнішнього середовища, які постійно змінюються. Проектне управління становиться не просто одним з видів управління, але і новою культурою, стилем управління в сучасних умовах конфлікту між процесами глобалізації та націоналізації, глобальної конкуренції, безперервної інноваційної діяльності. Проектне управління стає синонімом управління в цілому.

Мета роботи. Сонячна енергетика – одна з галузей альтернативної (відновлюваної) енергії, що розвиваються найбільш динамічно. Але термін окупності інвестицій в процес створення проектів побудови сонячних електростанцій становить 5-7 років, а для приватних (домашніх) сонячних електростанцій – до 10 років. Будівництво сонячних електростанцій є технічно складним проектом, що потребує досить великих капітальних інвестицій і витрат часу. Для зменшення потенційних ризиків необхідно виконання всього комплексу робіт з проектного інжинірингу, включаючи передпроектні роботи. Застосування проектного підходу дозволяє підвищити керованість робіт, що виконуються, більш раціонально використовувати ресурси компаній і домагатися достатньо високої ефективності. Ці аспекти в узагальненні надають можливість отримати оптимізаційний ефект з точки зору зменшення витратної частини бюджету проекту.

Матеріал і результати досліджень. Проектування сонячної електростанції, будь то невелика домашня система для власних потреб або мегаватна мережева промислова фотоелектрична станція, що працює за «зеленим

тарифом», починається з технічного моделювання та симуляції роботи майбутнього об'єкта в різних режимах.

Правильне моделювання сонячної електростанції дозволить врахувати індивідуальні особливості обраної майданчика (земельної ділянки або даху будівлі), її орієнтації по сторонах світу, вплив сусідніх об'єктів (затінення), особливості сонячної інсоляції та клімату в конкретній географічній точці, а також підібрати обладнання, яке буде максимально оптимізованим між собою. Також важливим результатом моделювання сонячної електростанції є вибір правильного кута нахилу сонячних модулів і відстаней між їх рядами для виконання всіх вимог і врахування особливостей конкретного проекту (наприклад, максимізація вироблення електроенергії або ж максимально ефективного використання наявної площі) [1].

Застосування методів і засобів управління проектами допомагає:

- визначити цілі проекту та провести його обґрунтування;
- виявити структуру проекту (підцілі, основні етапи роботи тощо);
- визначити необхідні обсяги та джерела фінансування;
- підібрати виконавців, зокрема, через процедури торгів і конкурсів;
- підготувати та укласти контракти;
- визначити терміни виконання проекту, скласти графік його реалізації, розрахувати необхідні ресурси;
- провести калькуляцію і аналіз витрат;
- планувати і враховувати ризики;
- організувати реалізацію проекту, в тому числі підібрати «команду проекту»;
- забезпечити контроль за ходом виконання проекту.

Ефективність проекту залежить від рішень на кожній стадії його здійснення [2], причому неправильне вихідне розуміння цілей спричиняє по ланцюжку помилки у постановці задач та у визначенні обсягу робіт за проектом, що, в свою чергу, призводить до втрат часу і коштів. Встановлення цілей проекту передбачає дотримання таких правил:

- результат проекту повинен бути чітко окреслений (обсяг робіт);
- проект має здійснюватися у визначеному зовнішньому середовищі (учасники);
- повинні бути встановлені терміни проекту (строки);
- бюджет проекту не повинен перевищувати заданої величини (затрати);
- продукт має задовольняти визначеним стандартам (якість);
- необхідно мати справу з надійними, гнучкими і стабільними постачальниками і підрядчиками (ресурси).

В Україні річне надходження сонячного випромінювання перебуває на одному рівні з країнами, які активно використовують сьогодні сонячні колектори (Швеція, Німеччина, США тощо). Уся територія України придатна для розвитку систем теплопостачання з використанням сонячної енергії. Згідно з картою сонячного випромінювання, найперспективнішими регіонами країни для розвитку сонячної енергетики є Кримський півострів та степова Україна (Рис. 1).

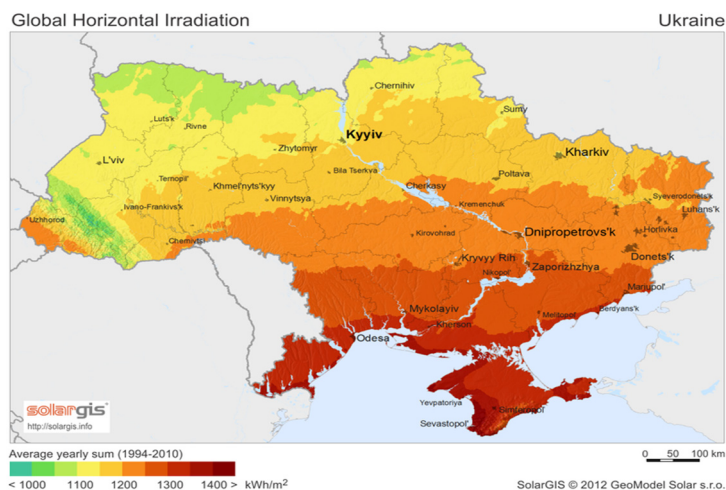


Рисунок 1 – Карта сонячного випромінювання України

До 2010 року Україна рік не мала жодної великої сонячної електростанції, 2011-го в країні вже працювали батареї потужністю 67,55 МВт, у Криму було збудовано найбільший сонячний парк Європи та світу. За короткий час Україні вдалося зробити ривок і вийти в перші ряди за темпами розвитку фотовольтаїки.

Регіональні або національні енергопостачальники зазвичай зобов'язані купувати електроенергію, вироблену з відновлюваних джерел. У багатьох країнах гарантується придбання електроенергії, що отримується з повільюваних джерел енергії в рамках довгострокових (15-25 років) контрактів. Тому 25 вересня 2008 року в Україні був прийнятий закон "Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення "зеленого" тарифу", що передбачає обов'язкове придбання постачальниками електроенергії (енергоринком) від наступних джерел:

- малі гідроелектростанції (встановленою потужністю до 10 МВт),
- вітрові електростанції,
- сонячні електростанції.

Відповідно до діючого Закону «зелений» тариф прив'язано до курсу євро до 2030 року, що дозволяє нівелювати ризики інфляції. Загалом «зелені» тарифи в Україні сьогодні є одними з найбільших в Європі. Розмір «зеленого» тарифу для мережевих станцій приватних домогосподарств введених в експлуатацію з 01.07.2015 становить:

- для наземних СЕС: 17,0-16,0-15,0 €/кВт*год протягом найближчих 3 років, 10% – зниження з 2020 та 2025 рр.;
- для дахових СЕС: 18,0 €/кВт*год;
- для приватних домогосподарств: 20,0 €/кВт*год.

Мережеві on-grid (тобто підключені до загальної мережі) сонячні фотоелектричні станції (найбільш часто зустрічаються і використовуються аббревіатури – ФЕС, СЕС, в англійській мові джерела – PV power plants або простіше PV plants, а також PV farms) – один з видів електростанцій, що найбільш активно розвиваються, з тих, що використовують для генерування електрики поновлювані (альтернативні) джерела енергії. Сонячні батареї (фотоелектричні модулі) перетворюють енергію сонячного випромінювання в змінний струм, який потім надходить в загальну (централізовану) електромережу. Мережеві сонячні системи як об'єкт сонячної енергетики можуть використовуватися як для генерації екологічно безпечної електроенергії з метою подальшої реалізації в загальнодержавну електромережу за зеленим тарифом, так і для вироблення електроенергії для власного споживання.

Мережева сонячна електростанція серії RT-SPP може додатково комплектуватися[3]:

- Акумуляторні батареї – вони можуть забезпечити живлення резервованого навантаження споживача, якщо зовнішня електромережа відключиться. Крім того, використання накопичувальних систем електроенергії допоможе створити повністю автономну систему енергозабезпечення об'єкта – такий варіант особливо важливий в місцях, де відсутня промислова енергомережа.

- Система контролю перетікання електроенергії – вона попередить витік електроенергії, виробленої ФЕС, в загальну електричну систему.

- Трекерна система стеження за Сонцем – електромеханічна система, що дозволяє за рахунок постійної підтримки оптимального стану сонячних батарей відносно Сонця максимально ефективно використовувати всі сонячне випромінювання, що надходить.

- Системи управління – дозволяють дистанційно здійснювати безперервний моніторинг за всіма параметрами станції, проводити діагностику обладнання, відображати в режимі реального часу всю необхідну інформацію, зберігати всю інформацію про стан і роботу як самої сонячної станції, так і окремих елементів.

Основні фази реалізації типового PV проекту, від створення попереднього ТЕО до початку експлуатації станції, представлені на рис.3:

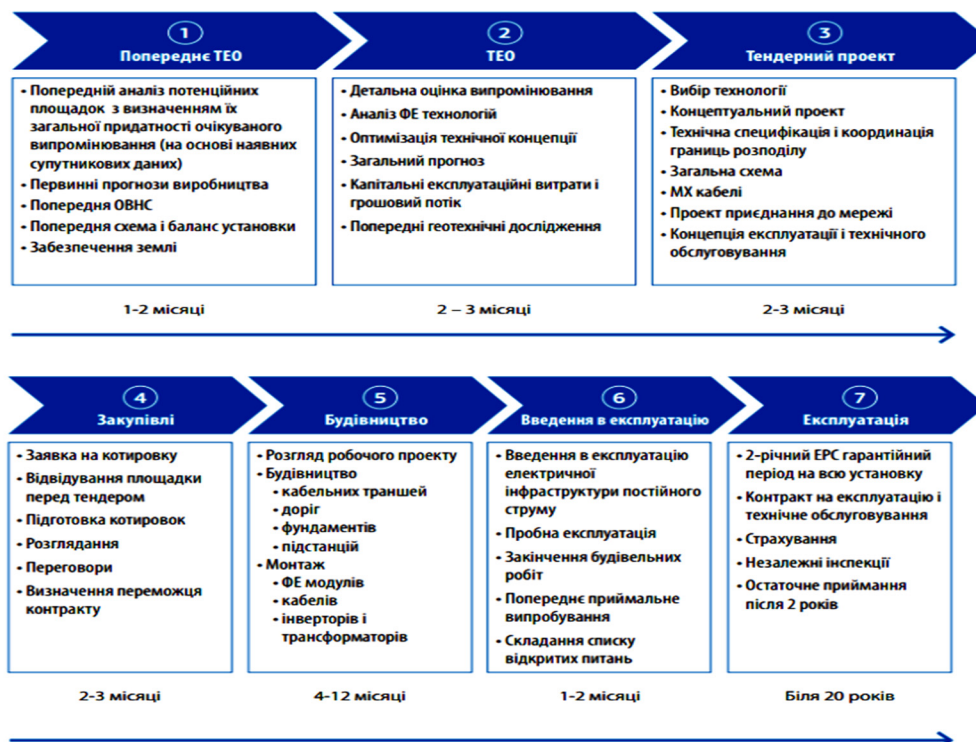


Рисунок 3 – Огляд етапів проекту

Підставою для створення промислової сонячної електростанції є документ – Техніко-економічне обґрунтування – що розробляється під завдання конкретного клієнта і враховує всю специфіку його проекту. Типовий склад Техніко-економічного обґрунтування для сонячної фотоелектричної станції включає в себе наступні розділи:

- Аналіз правових аспектів ринку сонячної енергетики в Україні, оцінка та прогноз законодавства;
- Вихідні дані по проекту і результати інженерних вишукувань;
- Обґрунтування розміщення об'єкта;
- Обґрунтування потужності об'єкта;
- Основні технологічні, будівельні та архітектурно-планувальні рішення;
- Сонячні модулі (варіанти);
- Інвертори (варіанти);
- Кабельні мережі і комутаційні силові щити;
- Трансформатори й розподільні пристрої;
- Опорні металоконструкції;
- Схема генплану та транспорту (варіанти);
- Результати порівняння різних комплектів обладнання;
- Аналіз можливих точок і технічних умов для підключення в розподільні мережі 0,4/10/35 кВ;
- Основні рішення з інженерного забезпечення об'єкта будівництва;

- Обґрунтування чисельності персоналу;
- Основні положення з організації будівництва;
- Розрахунок категорії складності;
- Техніко-економічні показники об'єкта;
- Обґрунтування ефективності інвестицій;
- Технічне завдання на проектування;
- Зведений розрахунок капітальних і експлуатаційних витрат на будівництво;
- Додатки: паспорта на основне обладнання, звіти PVSYST по розглянутих варіантах комплектів обладнання.

У деяких випадках розробка детального ТЕО не є необхідною, а для прийняття рішення замовнику достатньо менше детального Техніко-економічного розрахунку сонячної електростанції. Даний документ як і ТЕО розробляється під завдання конкретного клієнта і враховує специфіку проекту. Зазвичай ТЕР сонячної фотоелектричної станції має опис наступних питань:

- Обґрунтування проектної потужності ФЕС.
- Аналіз основного обладнання об'єкта.
- Основні техніко-економічні показники проекту.
- Обґрунтування чисельності персоналу.
- Фінансова модель проекту, включаючи планове виробництво електроенергії і доходи від "зеленого" тарифу, планові витрати на будівництво, а також планові витрати на експлуатацію та сервісне обслуговування.
- Додатки: паспорта на ФЕМ та інвертори, звіт PVSYST по розглядався варіанту.

Планування проекту відбувалося за наступною схемою (рис.4):

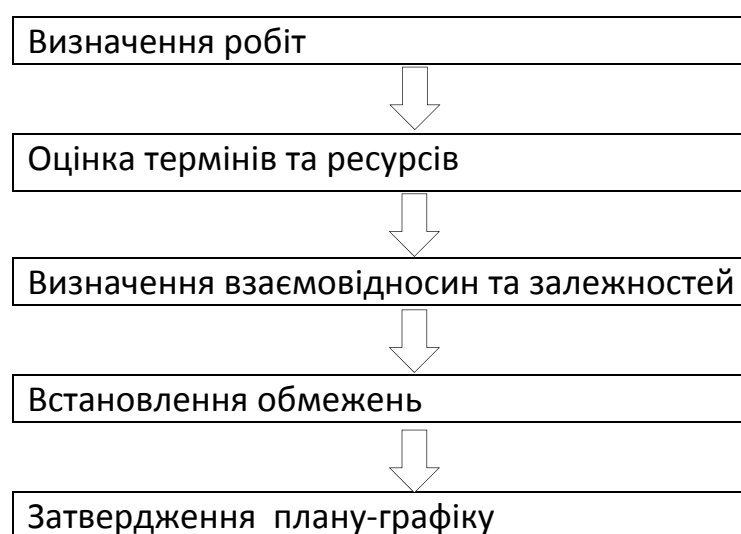


Рисунок 4 – планування проекту

Визначаємо завдання кожного етапу проекту.

Попереднє ТЕО

Попередній аналіз потенційних площадок з визначеннями загальної придатності очікуваного випромінювання

Первинні прогнози виробництва

Попередня ОВНС

Попередня схема і баланс установки

Забезпечення землі

Технічний огляд

Детальна оцінка випромінювання

Аналіз ФЕ технологій

Оптимізація технічної концепції

Загальний прогноз

Капітальні експлуатаційні витрати і грошовий потік

Попередні геотехнічні дослідження

Тендерний проект

Вибір технології

Концептуальний проект

Технічна специфікація і координація границь розподілу

Загальна схема

МХ кабелі

Проект приєднання до мережі

Концепція експлуатації і технічного обслуговування

Закупівлі

Заявка на котировку

Відвідування площадки перед тендером

Підготовка котировок

Розглядання

Переговори

Визначення переможця контракту

Будівництво

Будівництво кабельних траншей

Будівництво конструкцій для кріплення сонячних панелей

Будівництво підстанцій

Монтаж

Монтаж ФЕ модулів

Монтаж кабелів

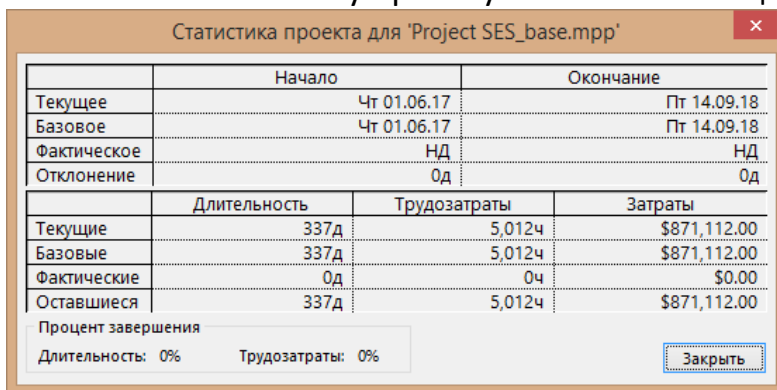
Монтаж інверторів і трансформаторів

Введення в експлуатацію

Введення в експлуатацію електричної інфраструктури постійного струму

Пробна експлуатація
 Закінчення будівельних робіт
 Попереднє приймальне випробування

Отримана ієрархія заноситься до файлу проекту в представленні «Діаграма Ганта». На наступному етапі визначаємо кількість ресурсів та часу. Загальна статистика базового плану проекту має такий вигляд (рис.5).



	Начало	Окончание
Текущее	Чт 01.06.17	Пт 14.09.18
Базовое	Чт 01.06.17	Пт 14.09.18
Фактическое	НД	НД
Отклонение	0д	0д

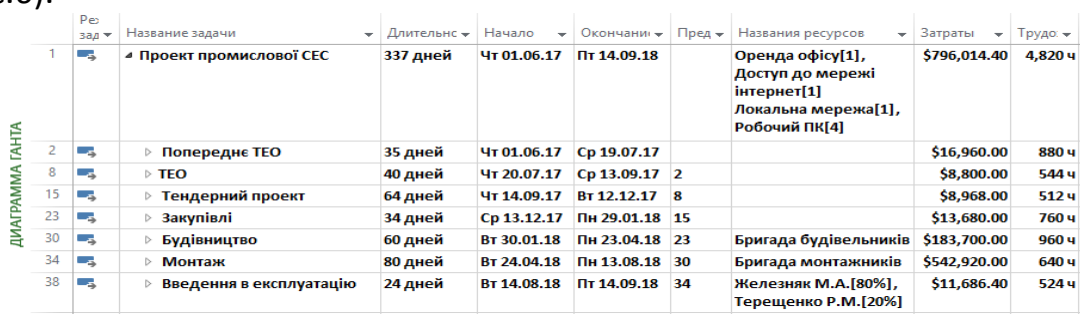
	Длительность	Трудозатраты	Затраты
Текущие	337д	5,012ч	\$871,112.00
Базовые	337д	5,012ч	\$871,112.00
Фактические	0д	0ч	\$0.00
Оставшиеся	337д	5,012ч	\$871,112.00

Процент завершения
 Длительность: 0% Трудозатраты: 0%

Закреть

Рисунок 5 - Статистика базового плану проекту

Для аналізу проекту був використаний метод критичного шляху (PERT). В даному проекті задачі «Забезпечення землі» та «Попередні геотехнічні дослідження» можуть бути змінені за тривалістю в межах своїх віх «Попереднє ТЕО» та «ТЕО» відповідно. Такі корективи не вплинуть на загальний час проекту. Процес оптимізації трудових ресурсів проекту – усунення перевантаження – вирішується розміжуванням обов’язків, визначивши у відсотках ступінь завантаженості кожного ресурсу та додаванням ще однієї одиниці трудового ресурсу. Після оптимізації всіх видів ресурсів(матеріальних, трудових) діаграма Ганта має такий вигляд (рис.6).



Ресурс	Назва задачі	Длительность	Начало	Окончание	Пред	Названия ресурсов	Затраты	Трудо
1	Проект промислової СЕС	337 днів	Чт 01.06.17	Пт 14.09.18		Оренда офісу[1], Доступ до мережі інтернет[1] Локальна мережа[1], Робочий ПК[4]	\$796,014.40	4,820 ч
2	Попереднє ТЕО	35 днів	Чт 01.06.17	Ср 19.07.17			\$16,960.00	880 ч
8	ТЕО	40 днів	Чт 20.07.17	Ср 13.09.17	2		\$8,800.00	544 ч
15	Тендерний проект	64 днів	Чт 14.09.17	Вт 12.12.17	8		\$8,968.00	512 ч
23	Закупівлі	34 днів	Ср 13.12.17	Пн 29.01.18	15		\$13,680.00	760 ч
30	Будівництво	60 днів	Вт 30.01.18	Пн 23.04.18	23	Бригада будівельників	\$183,700.00	960 ч
34	Монтаж	80 днів	Вт 24.04.18	Пн 13.08.18	30	Бригада монтажників	\$542,920.00	640 ч
38	Введення в експлуатацію	24 днів	Вт 14.08.18	Пт 14.09.18	34	Железняк М.А.[80%], Терещенко Р.М.[20%]	\$11,686.40	524 ч

Рисунок 6 – Головні віхи проекту після оптимізації

Загальні результати оптимізації застосування проектного управління при створенні промислової сонячної електростанції наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Кількісні результати проектного управління

	Затрати до оптимізації	Затрати після оптимізації	Заощаджені ресурси	Коефіцієнт оптимізації
Загальні	\$871,112.00	\$796,014.40	\$75,096.60	8,62%
Трудові ресурси	\$123,392.00	\$118,174.40	\$5,217.6	4,23%
Матеріальні ресурси	\$747,720.00	\$677,840.00	\$69,880.00	9,35%
Затрати праці	5 012 год	4 820 год	192 год	3,83%

Висновки. Проектне управління дозволяє господарюючим суб'єктам відходити від традиційних стандартизованих технологій і обирати тільки ті підходи, що потрібні саме їм для досягнення максимальної ефективності. Управління проектами стає методикою, методологією для сучасних компаній. Це призводить до багаторазового збільшення кількості методів і засобів управління проектами, знань, котрі надаються у вигляді метапрактик. Тому практичні реалізації застосування проектного підходу мають теоретичне та прикладне значення.

ЛІТЕРАТУРА

1. «Рентехно» - Проектування сонячної електростанції [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://rent techno.ua/ua/services/design.html>
2. Управление проектами: фундаментальный курс / А.В. Алёшин, В.М. Аньшин, К.А. Багратиони и др.; под ред. В.М. Аньшина, О.Н. Ильиной; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2013.- 620 с.
3. Мировая энергетика – 2050. Белая книга [Электронный ресурс] / В.В. Бушуев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2011. — 355 с. — 978-5-98908-048-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8746.html>.