

**БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.65.291-300>

УДК 69.057.45

**Новак Євгенія Володимирівна***кандидат технічних наук, асистент кафедри будівництва,  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці*[e.novak@chnu.edu.ua](mailto:e.novak@chnu.edu.ua)<http://orcid.org/0000-0002-8512-6344>**Собко Юрій Тарасович***кандидат технічних наук, асистент кафедри будівництва,  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці*[yu.sobko@chnu.edu.ua](mailto:yu.sobko@chnu.edu.ua)<http://orcid.org/0000-0001-6380-9227>**Сумарюк Олександр Васильович***канд. фізико-математичних наук, асистент кафедри будівництва,  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці*[o.sumariuk@chnu.edu.ua](mailto:o.sumariuk@chnu.edu.ua)<http://orcid.org/0000-0003-3238-8647>**ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДІАГРАМИ ГАНТА ДЛЯ РОЗРОБКИ  
ПРОЄКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ**

Анотація: проведений аналіз Діаграма Ганта що надає змогу передбачати створення ієрархічної структури робіт (WBS). В кінцевому підсумку, діаграма Ганта – це добре організована інформація, яку використовують проєктанти, щоб контролювати процес реалізації проєкту. Завдяки ієрархічній структурі робіт впорядковується і визначається масштаб проєкту. Мережева діаграма визначає взаємозв'язок між окремими роботами і етапами проєкту.

Ключові слова: діаграма Ганта; графік; ієрархічна структура робіт (WBS); графіки часу; поставки матеріалів; обладнання; робота бригад і субпідрядників.

**Постановка проблеми.** Як наука, управління проєктами виникло з декількох прикладних наук, таких як будівництво, інженерія та оборонна діяльність. Засновником проєктного управління вважають Генрі Ганта, якого називають батьком технік планування та контролю. Він відомий завдяки використанню діаграми Ганта, як інструменту управління проєктами. [1]

Найпоширеніший формат графіка проєкту в будівельній галузі – це діаграма Ганта. Цей графік в графічній формі дозволяє проєктантам, інженерам і будівельникам розробляти графіки часу і взаємозв'язок між окремими завданнями та етапами будівництва. Його можна викреслити вручну або за допомогою комп'ютерної програми, але в будь-якому випадку його основою виступають дані для визначеного проєкту.

**Мета.** Проаналізувати діаграму Ганта що надає змогу передбачати створення ієрархічної структури робіт (WBS)

Діаграма Ганта – вважається важливою частиною управління проєктом, використовуючи дати на графіку, можна точно спланувати поставки матеріалів, обладнання, роботу бригад і субпідрядників.

**Основа частина.** Створення діаграми Ганта базується на допоміжній інформації – ієрархічній структурі робіт проєкту (WBS) і мережій діаграмі.

В кінцевому підсумку, діаграма Ганта – це добре організована інформація, яку використовують проєктанти, щоб контролювати процес реалізації проєкту. Завдяки ієрархічній структурі робіт впорядковується і визначається масштаб проєкту. Мережева діаграма визначає взаємозв'язок між окремими роботами і етапами проєкту.

Розробка Діаграми Ганта передбачає створення ієрархічної структури робіт (WBS).

Верхній рівень WBS – це проєкт, який представляє собою сукупність усього обсягу робіт. Проєкт складається з більш дрібних, по різних обсягом і важливості робіт, які прийнято називати робочими пакетами. Керівник робіт часто проводить розподіл робочих пакетів відповідно закріплюючи за кожним пакетом відповідальна особа – окрема особа, відділ, субпідрядник. У свою чергу, кожен робочий пакет підрозділяється на завдання або містить власні, за обсягом менші, внутрішні пакети робіт, виконання яких позначає закінчення робіт в цілому по робочому пакету. Робота по робочому пакету вважається виконана, коли відповідальні особи (бригада) виконали всі внутрішні пакети робіт і всі завдання (заходу).

Після того, як на кожен захід виділяється час і кошторис витрат, таблиця набуває складний, але досить інформативний зміст.

На Рис.1 зеленим виділені робочі пакети, а чорна вузька смуга з трикутниками вершиною низ – тривалість їх реалізації. Темно-помаранчева смуга вгорі – це відведений на реалізацію проєкту загальний час. Червоний ромб – віха, яка відзначає закінчення робіт – слід зазначити, що воно збігається з закінченням робіт в останньому робочому пакеті. [2].

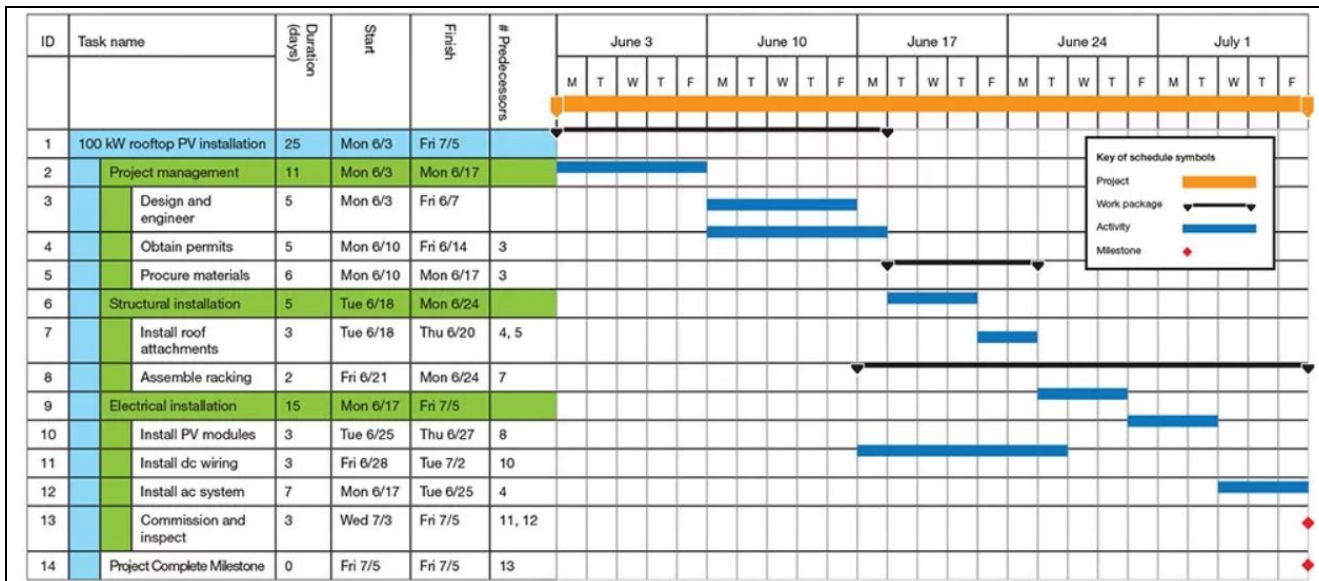


Рис. 1. Приклад Діаграми Ганта, що представляє собою установку дахової сонячної установки потужністю 100 кВт.

Для зручності робочий пакет можна розділити на більш дрібні робочі пакети. Але при цьому обов'язково має виконуватися правило 100% – всі підпункти робочого пакета сумарно повинні становити 100% всього обсягу робіт. Необхідно визначитися з переліком робіт так, щоб операції не перетиналися з іншими робочими пакетами, роботи не переходили з одного пакету в інший. Якщо операція (окремі роботи) не вписується в повному обсязі в один з робочих пакетів, то її можна або виділити в окремий робочий пакет, або переглянути існуючі, щоб переконатися, що операції, які входять до складу пакету, на 100% охоплюють всі аспекти даної частини проєкту.

Уточнивши пакети робіт і окремі операції, ви зможете відслідковувати і керувати кожним рівнем. Структура діаграми Ганта буде варіюватися в залежності від особливостей і складності проєкту. В принципі, кожен розробник сам визначає для себе ступінь деталізації – теоретично, в робочий пакет можна включити роботи аж до установки окремих фотоелектричних модулів з докладним плануванням всіх операцій, наприклад, до установки болтів і затягування гайок. З одного боку, це створює видимість більшого контролю і управління, з іншого – значно ускладнює саму діаграму, робить її захащеною, вона втрачає наочність. Крім того, на створення такої детальної діаграми знадобиться чимало додаткового часу і збільшиться навантаження на проєктну команду. Саме реалізація дуже докладних робочих пакетів створює зайве навантаження на робочі бригади, і монтажники більше часу витратять на звірки з графіком, ніж на роботу. Згодом, з накопиченням певного досвіду, розробники самі визначають для себе якусь золоту середину, з

якою деталізацією планувати робочі пакети, щоб забезпечити достатній рівень керованості проектом.

Іноді у проєктантів виникає бажання відмовитися від розробки WBS, обмежившись просто складанням списку. Такий підхід сильно обмежує ефективність графіка і не дозволяє в повній мірі розкрити його можливості для планування і управління будівництвом об'єкта. [3].

Наступним кроком є створення мережевої діаграми. Мережева діаграма дозволяє встановити взаємозв'язок між окремими операціями. Між окремими операціями існує певний зв'язок / залежність, наприклад, деякі завдання не можна почати виконувати, поки не закінчені деякі попередні. Більш ранні дії прийнято називати «попередниками».

Мережева діаграма дозволяє в графічному вигляді встановити взаємозв'язок між окремими операціями/робочими пакетами по всій області проєкту. Відносини і послідовність між операціями може варіюватися від проєкту до проєкту, в залежності від системи, яку ви використовуєте в своїй роботі, наявності коштів, працівників і т.д. Зазвичай дії планують в послідовному порядку. Залежно від відносини між початком/ закінченням попередніх і наступних операцій розрізняють чотири види залежності:

- фініш-старт – нова операція починається безпосередньо після закінчення попередньої;
- старт-старт – старт наступної операції пов'язаний зі стартом попередньої, тобто фактично дві операції починаються одночасно;
- фініш-фініш – фініш подальшої залежить і пов'язаний із закінченням наступної, тобто дві операції завершуються одночасно;
- старт-фініш – початок попередньої операції пов'язане з закінченням наступної, тобто фініш подальшої пов'язаний з початком попередньої.

При плануванні відносини можна вносити час випередження або час затримки. Час затримки створює паузу між дією-попередником і дією-послідовником.

Наприклад, якщо проектом передбачено встановлення металокаркасних конструкцій на бетонному майданчику – значить, буде потрібно якийсь час від моменту закінчення бетонування до початку установки на майданчику металокаркасних конструкцій, щоб відбулося затвердіння бетону. Час випередження дозволяє деяким операціям, таким послідовно, насправді перекриватися за часом, слідувати паралельно.

Наприклад, мова йде про встановлення стійки на даху. Але перш чим почати монтаж безпосередньо на даху, можна провести попередню роботу, зібравши окремі елементи стійки. У цей момент роботи з підготовки майданчика на даху ще можуть тривати.

Час випередження і час затримки – поняття протилежні, позитивний час затримки можна розглядати як негативний час випередження. Багато програм, які займаються автоматичною побудовою діаграм Ганта, дають можливість вводити тільки час затримки. Якщо ж вам потрібно ввести час випередження, то його вводять у вигляді від'ємного значення часу затримки.

Ще одне важливе призначення тимчасової діаграми – визначення тривалості кожного виду робіт або операцій. При цьому тривалість, необхідна для виконання всіх передбачених операцій і робіт, визначається як кількість календарних днів або годин, а не фактичну кількість людино-годин або людино-днів. Кожна операція має свою тривалість, яка може бути заснована як на власному досвіді компанії-установника, на основі промислових стандартів і правил, а на початковому етапі функціонування компанії – просто виходячи з припущень інженерів-розробників.

Ще один важливий компонент, безпосередньо впливає на тривалість робіт – чисельність робітників/бригад, які залучаються до виконання робіт, чим їх більше, тим тривалість буде скорочуватися.

І останнім кроком є безпосередньо розробка діаграми Ганта. Маючи в своєму розпорядженні ієрархічну структуру робіт і мережеву діаграму, можна переходити до узагальнення наявних даних у вигляді діаграми Ганта. Щоб максимально повно скористатися можливостями, які надає розклад у вигляді діаграми Ганта, краще скористатися однією з програмних розробок, ніж самотійно складати її вручну. Для цього доведеться витратити занадто багато часу, в той час як комп'ютерна програма дозволить виконати всі необхідні роботи протягом декількох хвилин. Найчастіше в будівельній галузі використовують Microsoft Project, але можна користуватися і іншими програмними середовищами, серед яких можна знайти і безкоштовні версії.

При програмному складанні діаграми Ганта спочатку вводять в програму WBS, зберігаючи при цьому розроблену заздалегідь ієрархію проекту, робочих пакетів і окремих операцій. Після цього вводять інформацію з тимчасової діаграми, в тому числі – тривалість окремих операцій і робочих пакетів, а також узгоджують відносини між окремими операціями / процесами, робочими пакетами, координуючи дати їх початку і закінчення.

У міру необхідності, в графік можна додати віхи (контрольні події) – це може бути закінчення деяких значущих, важливих етапів будівництва. Зазвичай в якості віх використовують дати закінчення контрактних етапів, наприклад – завершення будівництва або повна здача об'єкта в експлуатацію. Контрольні події (віхи) мають нульову тривалість і не вимагають ніяких додаткових ресурсів або витрат. Віха – це, перш за все, інформаційний інструмент, який

дозволяє керівнику проєкту краще зрозуміти, які види робіт і робочих пакетів необхідно завершити, щоб досягти цієї контрольної події.

Діаграма Ганта в остаточному вигляді показує дати початку і закінчення для кожного виду робіт і робочих пакетів, а також дату початку і закінчення всього проєкту.

Оскільки великі проєкти ніколи не йдуть в повній точності з планом, можна очікувати, що деякі роботи будуть виконані з випередженням графіка, а ось інші, навпаки – з відставанням. Саме тому доведеться періодично оновлювати розклад з урахуванням фактично виконаних робіт. Ось тут виявляється ще одна важлива перевага діаграм, складених за допомогою програмного забезпечення – при корекції всього однієї дати автоматично відбувається зміна в усіх інших датах. При цьому можна візуально отримати повне уявлення, як і наскільки сильна зміна/затримка однієї дати впливає на виконання інших операцій і всього проєкту в цілому. Це дає можливість шляхом коригування окремих лат перелаштувати графік для отримання оптимального результату.

Оскільки критичні завдання надають дуже великий вплив на остаточну дату будівництва, керівник проєкту повинен визначитися, які саме види робіт можуть бути віднесені до числа критичних (або можуть стати такими при тривалих затримках). І постійно контролювати, щоб вони були виконані у встановлений термін. У міру виконання проєкту і проведення робіт, заплановані операції можуть змінювати своє значення і статус, тому корекція і поновлення діаграми має дуже важливе значення.

Також, як затримка критичних завдань може привести до затримки закінчення всього проєкту, виконання з випередженням критично важливих операцій може призвести до здачі об'єкта з випередженням. Менеджери проєкту можуть використовувати це в своїх інтересах, змінюючи розклад, щоб прискорити завершення робіт. Можна перерозподілити працівників / бригади, збільшити тривалість робочого дня, щоб прискорити виконання робіт.

**Висновки.** Діаграма Ганта – найважливіший інструмент для проєктантів. Графік дозволяє планувати і координувати роботу бригад, погоджувати дати поставки обладнання і матеріалів, відстежувати фактичне виконання робіт із запланованим, проводити корекцію запланованих робіт, якщо проєкт починає відставати від графіка або витрати перевищують закладені в бюджеті, щоб зосередити наявні ресурси на виконанні завдань, які дозволять виправити проблеми і усунути затримки.

## Список джерел

1. Бакуменко В. Управління проектами // Політична енциклопедія. — К.: Парламентське видавництво, 2011. — с.738 ISBN 978-966-611-818-2.
2. Ковалюк Т.В. Алгоритмізація та програмування: Підручник (з грифом МОН). — Друге видання. — Львів: «Магнолія 2006», 2016. — 400 с. — ISBN 978-617-574-069-9.
3. Сперкач Майя Олегівна. Інформаційна технологія оперативного календарного планування дрібносерійного виробництва за концепцією / дис. канд. техн. наук. : 05.13.06 – Інформаційні технології. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 222 с./
4. Павлов О.А. Чотирьохрівнева модель календарного та оперативного планування і прийняття рішень при функціонуванні оборонних підприємств дискретного типу // Матеріали науковопрактичної конференції «Інтелектуальний потенціал – фундамент майбутнього України та її Збройних Сил». – м. Київ, 17 листопада 2016 р. – 5 с.
5. Демінг, WE,. Управління статистичними методами для забезпечення якості та продуктивності. Нью-Йоркський університет, «Вища школа бізнесу», Нью-Йорк, 1981.
6. White A. Major JavaScript Engines. JavaScript Programmer's Reference. 8-e 2nd Edition. Packt Publishing, 2017. – 246 с.
7. Guzzo A. Pontieri L. Sacca D. Greco, G. Mining expressive process models by clustering workflow traces. In Dai, H., Srikant, R., Zhang, C., eds.: PAKDD., Springer, 3056:52-62, 2004.
8. Ямпольський Л.С. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління: Підручник [Текст] / Л.С. Ямпольський, П. П. Мельничук, Б.Б. Самотокін, М.М. Поліщук, М.М. Ткач, К. Б. Остапченко, О. І. Лісовиченко.- Житомир: ЖДТУ, 2005.- 680 с.:
9. Абрашкевич Ю.Д. Механізація трудовітких процесів: навч. посіб. / Ю. Д. Абрашкевич, В.М. Смірнов, Л.Є. Пелевін та ін. – К.: КНУБА, 2006. – 180 с.
10. Посібник для початківців про діаграму віх// TechUkraine.net.Веб-сайт. URL: [https://techukraine.net/ посібник-для-початківців-про-діаграм/](https://techukraine.net/посібник-для-початківців-про-діаграм/)
11. Інформаційні системи і технології в управлінні проектами. Частина 1. Планування проектів в MS Project: навчальний посібник. – К.: Університет економіки та права “КРОК”, 2011. – 167 с.

## Reference

- 1- . Bakumenko V. Project management // Political encyclopedia. [Upravlinnia proiektamy // Politychna entsyklopediia] — K.: Parliament publishing house, 2011. — p.738 ISBN 978-966-611-818-2. (in Ukrainian)
- 2- Kovalyuk T.V. Algorithmization and programming: [ Alhorytmizatsiia ta prohramuvannia] Textbook (with the seal of the Ministry of Education and Culture). - Second edition. - Lviv: "Magnolia 2006", 2016. - 400 p. - ISBN 978-617-574-069-9. (in Ukrainian)
- 3- Sperkach Maya Olehivna. Information technology of operative-calendar planning of small-scale production according to the concept [Informatsiina tekhnolohiia operatyvno-kalendarnoho planuvannia dribnoseriinoho vyrobnytstva za kontseptsiiu] / diss. Ph.D. technical of science: 05.13.06 - Information technologies. - K.: NTUU "KPI", 2016. - 222 c. (in Ukrainian)
- 4- Pavlov O.A. A four-level model of calendar and operational planning and decision-making in the functioning of discrete-type defense enterprises [Chotyrokhrivneva model kalendarnoho ta operatyvnoho planuvannia i pryiniattia rishen pry funktsionuvanni oboronnykh pidpriemstv dyskretnoho typu] // Materials of the scientific-practical conference "Intellectual potential - the foundation of the future of Ukraine and its Armed Forces". - Kyiv, November 17, 2016 - 5 p. (in Ukrainian)
- 5- Deming, WE, Management of statistical methods to ensure quality and productivity. [Upravlinnia statystychnymy metodamy dlia zabezpechennia yakosti ta produktyvnosti] New York University, Graduate School of Business, New York, 1981. (in United States of America)
- 6- White A. Major JavaScript Engines. JavaScript Programmer's [Major JavaScript Engines. JavaScript Programmers] Reference. 8th 2nd Edition. Packt Publishing, 2017. - 246 p. (in United States of America)
- 7- Guzzo A. Pontieri L. Sacca D. Greco, G. Mining expressive process models by clustering workflow traces. [Mining expressive process models by clustering workflow traces] In Dai, H., Srikant, R., Zhang, C., eds.: PAKDD., Springer, 3056:52-62, 2004. ( in United States of America)
- 8- Yampolskyi L.S. Flexible computerized systems: design, modeling and management [Hnuchki komp'uteryzovani systemy: proektuvannia, modeliuvannia i upravlinnia] : Textbook [Text] / L.S. Yampolskyi, P.P. Melnychuk, B.B. Samotokin, M.M. Polishchuk, M.M. Tkach, K.B. Ostapchenko, O.I. Lisovychenko. - Zhytomyr: Zhdtu, 2005. - 680 p. (in Ukrainian)
- 9- Abrashkevich Yu.D. Mechanization of labor-intensive processes [Mekhanizatsiia trudomistkykh protsesiv]: training. manual / Yu.D. Abrashkevich, V.M. Smirnov, L.E. Pelevin et al. - K.: KNUBA, 2006. - 180 p. (in Ukrainian)



10- Beginner's Guide to Milestone Diagram [Posibnyk dlia pochatkivtsiv pro diahramu vikh] // TechUkraine.net.Website. URL: <https://techukraine.net/manual-for-beginners-about-diagrams/> (in Ukrainian)

11- Information systems and technologies in project management. [Informatsiini systemy i tekhnolohii v upravlinnia proektamy] Part 1. Project planning in MS Project: a tutorial. - K.: KROC University of Economics and Law, 2011. - 167 p. (in Ukrainian)

#### Annotation

**Novak Yevheniia**, PhD, assistant of the department of construction, Chernivtsi National University named after Yuri Fedkovich, Chernivtsi.

**Sobko Yuri**, PhD, assistant of the department of construction, Chernivtsi National University named after Yuri Fedkovich, Chernivtsi.

**Sumariuk Oleksandr**, PhD, assistant of the department of construction, Chernivtsi National University named after Yuri Fedkovich, Chernivtsi.

#### **Feasibility of using the gantt chart for the development of project documentation**

Gantt chart - considered an important part of project management, using the dates on the chart, you can accurately plan the delivery of materials, equipment, work of crews and subcontractors. The top level of the WBS is a project that represents the totality of the entire scope of work. The project consists of smaller works of different scope and importance, which are usually called work packages. The head of works often distributes work packages according to responsibility, assigning a responsible person to each package - an individual, a department, a subcontractor. In turn, each work package is subdivided into tasks or contains its own, smaller, internal work packages, the completion of which marks the end of work on the work package as a whole. Work on a work package is considered completed when the persons responsible for it (team) have completed all internal work packages and all tasks (events).

A network diagram allows you to graphically establish the relationship between individual operations/work packages throughout the project area. The relationship and sequence between operations may vary from project to project, depending on the system you use in your work, the availability of funds, employees, etc. Actions are usually planned in a sequential order. Depending on the relationship between the beginning/end of previous and subsequent operations, four types of dependence are distinguished:

- finish-start – a new operation begins immediately after the end of the previous one;

- start-start – the start of the next operation is related to the start of the previous one, that is, in fact, two operations start at the same time;
- finish-finish - the finish of the next one depends on and is connected with the end of the next one, that is, two operations are completed simultaneously;
- start-finish – the beginning of the previous operation is connected with the end of the next one, that is, the finish of the next one is connected with the beginning of the previous one.

When planning a relationship, you can enter lead time or delay time. The delay time creates a pause between the predecessor action and the successor action.

The Gantt chart is the most important tool for designers. The schedule allows you to plan and coordinate the work of teams, agree on the delivery dates of equipment and materials, monitor the actual performance of work with the planned, make corrections to the planned work if the project starts to fall behind the schedule or costs exceed the budget, in order to focus available resources on the performance of tasks that will allow fix problems and eliminate delays.

Keywords: gantt charts; schedule; hierarchical work structure (WBS); time schedules; supplies of materials; equipment; work of teams and subcontractors.