

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та
водного господарства
Кафедра водної інженерії та водних технологій

02/01-07М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних завдань
з дисципліни «Сучасні аспекти наукової спеціальності:
Особливості функціонування водних об'єктів та
комплексів в умовах змін клімату» для здобувачів вищої освіти
третього (Доктор філософії (PhD)) рівня за освітньо-
професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна
інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та
заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості ННІ ЕАВГ
Протокол № 9 від 21.04.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до виконання практичних завдань з дисципліни «Сучасні аспекти наукової спеціальності: Особливості функціонування водних об'єктів та комплексів в умовах змін клімату» для здобувачів вищої освіти третього (Доктор філософії (PhD)) рівня за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Рокочинський А. М., Волк П. П. – Рівне : НУВГП, 2026. – 15 с.

Укладачі: Рокочинський А. М., д.т.н., професор, професор кафедри водної інженерії та водних технологій; Волк П. П., д.т.н., професор, професор кафедри водної інженерії та водних технологій.

Відповідальний за випуск: Турченко В. О., д.т.н., професор, завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій.

Керівник (гарант) освітньої програми:

Волк П. П.

Попередня версія методичних вказівок 01-01-15

© А. М. Рокочинський,
П. П. Волк, 2026
© НУВГП, 2026

Зміст

Вступ.....	3
Мета та завдання навчальної дисципліни	4
Програма навчальної дисципліни.....	5
Загальні положення.....	6
Практична частина.....	13
Рекомендована література.....	14

Вступ

Методичні вказівки призначені для надання допомоги при виконанні самостійних і практичних робіт з навчальної дисципліни «Сучасні аспекти наукової спеціальності: Особливості функціонування водних об'єктів та комплексів в умовах змін клімату» для здобувачів вищої освіти третього (Доктор філософії (PhD)) рівня вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм навчання.

Проектування меліоративних систем на осушуваних землях за вибраними технологіями водорегулювання виконується залежно від природно-кліматичних, рельєфних, ґрунтових, гідрологічних, агротехнічних та інших умов об'єкта, що оцінюються за результатами інженерних вишукувань проектною організацією. У зв'язку з цим, при проектуванні меліоративних заходів, як правило, виникає значна кількість різних за технічними та технологічними рішеннями варіантів, що визначально впливають як на економічну, так і екологічну ефективність від їхньої реалізації.

Технологічні рішення щодо способів, режимів та схем водорегулювання, враховуючи всі ці варіанти проектних рішень, забезпечують відповідну кількість та якість отримуваної сільськогосподарської продукції, тобто економічний ефект від реалізації гідромеліоративних заходів, а також відповідний екологічний ефект. А тому адекватна порівняльна оцінка

загального еколого-економічного ефекту дасть змогу вибрати спочатку найкращий варіант із можливих альтернативних рішень та визначити в подальшому абсолютну ефективність проекту в цілому.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Основною метою формування сучасного аспіранта на основі поглибленого вивчення теоретичних основ і отримання практичних навиків у розробці водогосподарсько-меліоративних проектів з урахуванням змін клімату.

Завдання дисципліни: є вивчення організації і технології виконання проектних робіт з використанням автоматизованого проектування; оволодіння практичними навиками використання ЕОМ при водобалансових та гідравлічних розрахунках осушувальних та зрошувальних систем; ознайомлення з особливістю проектування гідромеліоративних систем з елементами автоматизованого проектування на багатоваріантній основі з урахуванням змін клімату.

За результатами вивчення дисципліни аспірант повинен знати:

- вплив змін клімату на водогосподарсько-меліоративні об'єкти;
- типи гідромеліоративних систем, їх конструкції та призначення;
- методику інженерних розрахунків елементів систем з використанням автоматизованого проектування;
- етапи проектування та структура автоматизованого проектування;
- принципи проектування систем різних типів і конструкцій на основі оптимізаційних розрахунків;
- методику економічного та екологічного обґрунтування прийнятих проектних рішень;

вміти:

- розраховувати основні параметри гідромеліоративної системи та її елементів засобами програмного забезпечення АПР;

- запроєктувати на плані технічно досконалу та екологічно надійну гідромеліоративну систему.

Програма навчальної дисципліни

Тема 1. “Підвищення адаптаційного потенціалу осушуваних земель у зоні змінних кліматичних умов”.

Потенціал осушуваних земель. Глобальні зміни клімату. Причини та наслідки зміни клімату. Заходи та приклади з адаптації. Заходи щодо підвищення адаптаційного потенціалу осушуваних земель у змінних умовах та наявних ризиків.

Тема 2. “Застосування сучасних комп’ютерних та інформаційних технологій у водогосподарському будівництві з урахуванням змін клімату”

Сучасний стан розвитку гідромеліорацій. Загальні проблеми меліорацій. Подальші шляхи розвитку меліорацій з використанням інформаційних систем. Комплект нормативних документів щодо розвитку меліорацій в Україні.

Тема 3. “Автоматизоване проектування як інструмент постановки та розв’язання прогностно-оптимізаційних задач в складних природно-технічних системах”

Передумови створення та реалізації автоматизованого проектування у водогосподарському будівництві. Сутність та складові проектної справи. Декомпозиція проектних задач і системний підхід.

Тема 4. “Математичні моделі інженерних природно-технічних об’єктів”

Теоретичні основи математичного моделювання складних процесів і конструктивних розв’язань в інженерній практиці. Ієрархічна система математичних моделей. Модель меліоративної системи, як складної природно-технічної системи. Модель системи сільськогосподарського виробництва на осушуваних землях. Модель гідромеліоративної системи. Модель меліорованого поля.

Тема 5. “Реалізація проектних рішень на еколого-економічних засадах”

Структура наскрізної оптимізації в системі ефект-режим-технологія-конструкція. Критерії

економічної та екологічної ефективності гідромеліорацій. Підходи до розробки методів оптимізації технічних і технологічних розв'язань з водорегулювання осушуваних земель на різних рівнях прийняття рішень в часі. Моделі оптимізації проектних розв'язань на еколого-економічних засадах.

Тема 6. “Оптимізація технологічних і технічних рішень в проектах ГМС” Вихідні передумови до постановки оптимізаційних задач. Структура побудови комплексних моделей оптимізації за різнорідними критеріями. Принципи реалізації комплексних моделей оптимізації проектних розв'язань.

Тема 7. “Принципи оптимізації параметрів регулюючої мережі в проектах гідромеліоративних систем на еколого-економічних засадах” Постановка задачі оптимізації параметрів регулюючої мережі в проектах гідромеліоративних систем. Необхідні вихідні передумови. Принципи побудови та реалізації оптимізаційних моделей.

Тема 8. “Принципи оптимізації параметрів провідної мережі та регулюючих ГТС в проектах гідромеліоративних систем на еколого-економічних засадах” Постановка задачі оптимізації параметрів провідної мережі та регулюючих ГТС в проектах гідромеліоративних систем. Необхідні вихідні передумови. Принципи побудови та реалізації оптимізаційних моделей.

Загальні положення

1) Сучасною методологічною основою та, одночасно, універсальним технічним інструментом, який дозволяє удосконалювати практику проектування складних об'єктів і систем.

2) Нині **автоматизоване проектування (АПР)** успішно використовується і розвивається практично в усіх галузях науки, техніки і промисловості.

У структурному відношенні АПР - це організаційно-технічний комплекс, що складається із великої кількості взаємозв'язаних і взаємодіючих компонентів. Головною

функцією АПР є здійснення автоматизованого проектування об'єктів та їх складових елементів на основі застосування математичних та інших моделей, автоматизованих проектних процедур і засобів обчислювальної техніки.

Застосування АПР при проектуванні водогосподарсько-меліоративних об'єктів і комплексів потребує, в першу чергу, уточнення базових проектних процедур, що пов'язане із вибором найкращого проектного рішення на багатоваріантній основі. Крім того, загальна технологія проектування складних об'єктів, процесів і систем на багатоваріантній основі передбачає, порівняно із відповідно існуючими в практиці проектування меліоративних систем на осушуваних землях, реалізацію наступних базових процедур, таких як попереднє (пошукове) проектування шляхом вибору й обґрунтування можливих варіантів проектних рішень в умовах реального об'єкта.

Одна з головних цілей проектування полягає в пошуку оптимального проектного рішення з вибраної сукупності можливих варіантів. Сутність оптимізації при цьому зводиться до пошуку найкращого (з можливих) проектного рішення з урахуванням кліматичних, ландшафтних, ґрунтових, гідрологічних, агрономічних та інших умов, яке дає мінімум (максимум) деякої цільової функції, що характеризує загальну (комплексну) ефективність об'єкта, що проектується. Отже, для реалізації оптимізації головною умовою є наявність альтернатив, тобто сукупності можливих варіантів проектних рішень щодо природно-агро-меліоративних умов та умов формування рельєфу реального об'єкта.

Проектування меліоративних систем на осушуваних землях за вибраними технологіями водорегулювання виконується залежно від природно-кліматичних, рельєфних, ґрунтових, гідрогеологічних, агротехнічних та інших умов об'єкта, що оцінюються за результатами інженерних вишукувань проектною організацією. У зв'язку з цим, при проектуванні меліоративних заходів, як правило, виникає значна кількість різних за технічними та технологічними рішеннями варіантів, що визначально впливають як на економічну, так і екологічну

ефективність від їхньої реалізації.

Технологічні рішення щодо способів, режимів та схем водорегулювання, враховуючи всі ці варіанти проектних рішень, забезпечують відповідну кількість та якість отримуваної сільськогосподарської продукції, тобто економічний ефект від реалізації гідромеліоративних заходів, а також відповідний екологічний ефект. А тому адекватна порівняльна оцінка загального еколого-економічного ефекту дасть змогу вибрати спочатку найкращий варіант із можливих альтернативних рішень та визначити в подальшому абсолютну ефективність проекту в цілому.

Отже, за усіма характерними ознаками АПР відноситься до складних систем, а методологічною основою його створення й функціонування, як і при створенні прогнозно-оптимізаційних методів і моделей, є системний підхід і системний аналіз.

Загальна технологія проектування складних об'єктів, процесів і систем на багатоваріантній основі за основними етапами їх розробки може бути подана у вигляді структурної схеми (рис. 1).

Процес еколого-економічного оцінювання й обґрунтування оптимального для реалізації варіанту меліоративного проекту доцільно проводити за наступними основними стадіями та етапами:

- I. Ініціювання проекту:
 - 1.1. Розробка концепції проекту.
 - 1.2. Пошук та вибір виконавця проектних робіт.
- II. Пошукове проектування:
 - 2.1. Передпроектні дослідження.**
 - 2.2. Визначення потенційно можливих варіантів ПР.**
 - 2.3. Обґрунтування технологічно доцільних варіантів ПР.**
- III. Попередня еколого-економічна оцінка:
 - 3.1. Ескізне проектування.**
 - 3.2. Інженерний аналіз (моделювання).
 - 3.3. Вибір оптимального варіанту проекту.
- IV. Оцінка проекту. Прийняття рішення.
- V. Технічне проектування. Виготовлення робочої

документації.

VI. Уточнення рішення, розробка і затвердження технічної документації по проекту.

VII. Проектне рішення.

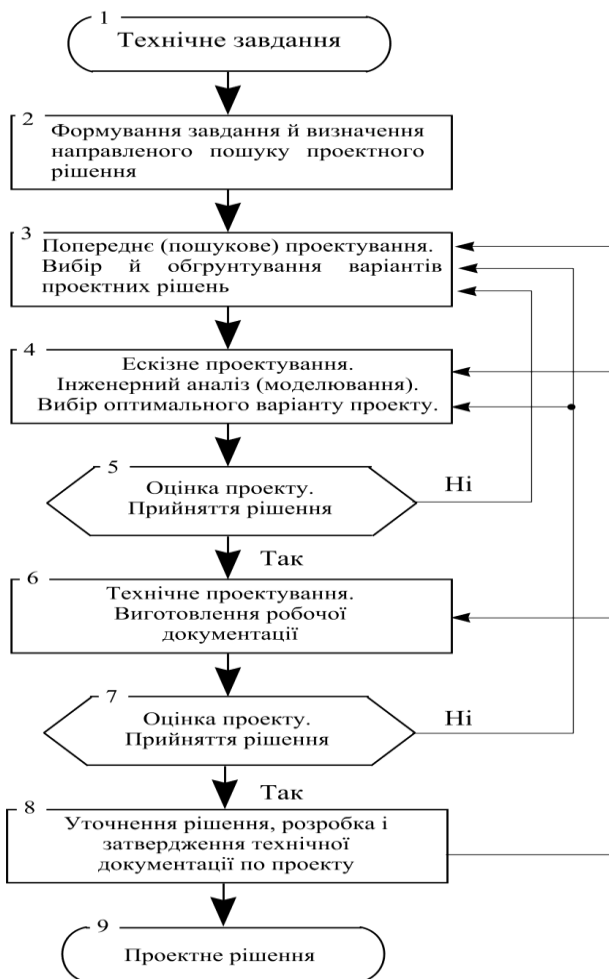


Рис. 1. Типова логічна схема процесу проектування на багатоваріантній основі за базовими проектними процедурами.

Дана модель ілюструє загальні принципи та підходи до процесу еколого-економічного оцінювання альтернативних варіантів проектів меліоративного будівництва та реконструкції, вибору серед них оптимального та його інвестиційного обґрунтування. Розглянемо основні етапи детальніше.

- *Ініціювання проекту*, тобто формування ідеї та мети проекту, постановку завдань, формування основних його характеристик. На початковому етапі виникнення та формування ідеї проекту нового будівництва чи реконструкції меліоративного об'єкту, перш за все, необхідно провести аналіз поточного стану сільськогосподарського виробництва в межах меліоративної системи, технічного стану основних меліоративних та сільськогосподарських фондів, меліоративний та екологічний моніторинг. Виходячи із проведеного аналізу, визначаються найбільш пріоритетні напрямки подальшого розвитку сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях.

- *Пошукове проектування*. На цій стадії, для подальшого визначення можливих варіантів технічних рішень і вибору з них найбільш економічно та екологічно обґрунтованих проводяться збір та аналіз необхідних даних, здійснюються проектно-вишукувальні роботи та проводяться необхідні дослідження: рекогносціювальні, геодезичні, гідрогеологічні, геологічні, метеорологічні, геодезичні, біологічні, кліматичні, морфологічні, меліоративно-гідротехнічні, ґрунтово-меліоративні тощо. Результати таких досліджень є вихідними даними на розробку РГР.

- *Визначення потенційно можливих варіантів проектних рішень (ПР)*. На даному етапі розглядаються всі потенційно можливі варіанти проекту для того, щоб рішення про найбільш оптимальний з них прийняти на завершальній стадії розробки. Це передбачає визначення технологій водорегулювання, які є найбільш придатними до реалізації з погляду цілей і задач проекту, а також з погляду аналізу місцевих умов. За результатами проведених досліджень визначаються всі технологічно можливі на даному об'єкті методи та способи меліорацій і відповідні їм конструкції меліоративних систем.

- *Визначення раціональної кількості варіантів ПР.*
Необхідним принципом ефективності меліоративного проектування та оптимізації є багатоваріантність розроблюваних ПР з метою подальшого вибору з них найкращого. На даному етапі для обґрунтування оптимального ПР, для подальшого його проектування, із сукупності потенційно можливих техніко-технологічних рішень вибирається раціональна кількість (2...6) варіантів ПР. Раціональна кількість ПР для подальшого розгляду з оцінки відбирається на основі комплексного критерію із урахуванням технічних, технологічних й екологічних умов та обмежень. Найбільш цікавими із численних можливих варіантів схем водорегулювання викликають ті, які передбачають регулювання водного режиму за схемами, при яких для всіх культур сівозміни застосовується один з наявних способів водорегулювання або за схемою, що уособлює комбіновану схему водорегулювання сівозміни.

- *Порівняльна оцінка еколого-економічної ефективності.*
Вона включає в себе ескізне проектування та визначення техніко-економічних показників за варіантами проекту.

В загальному випадку *ескізні проекти* – це попередні плани рішення поставленого завдання в конкретних умовах і, як правило, вони охоплюють розробку основних питань з невеликою кількістю показників. Етап ескізного проектування розробляється для концептуального визначення вимог до територіальних, функціональних, екологічних вирішень об'єкта, принципового підтвердження можливості і доцільності його створення. На етапі ескізного проектування здійснюється попередня розробка та визначаються основні види та об'єми робіт по кожному з альтернативних варіантів аналізованих ПР.

Після цього здійснюється порівняльна еколого-економічна ефективність розроблюваних варіантів проекту та екологічних умов порівнюваних варіантів ПР. Загальноприйнятим підходом у сфері вибору оптимальних ПР в галузі меліорації земель є орієнтація на їх *економічну доцільність та екологічну прийнятність*. Тобто, в загальному вигляді модель еколого-

економічної оцінки альтернативних варіантів меліоративних проектів може бути представлена у вигляді двох складових:

- економічна складова, виражена обраним критерієм оптимальності;

- екологічна складова, визначена через оцінку сукупності фізичних показників.

Із сукупності попередньо відібраних за техніко-технологічним параметрами варіантів проекту по визначеним еколого-економічним критеріям обирають один або декілька близьких за техніко-економічними показниками екологічно прийнятні варіанти ПР для подальшої, вже більш детальної, їх розробки та оцінки.

За вибраним на попередньому етапі перспективним, з екологічної та економічної точки зору, варіантом проекту розробляється, відповідно до діючих вимог, необхідна робоча документація, уточнюються прийняті конструктивні рішення та їх технічні параметри.

Мета роботи – обґрунтування оптимального типу і конструкції осушувальної системи з урахуванням множинних змінних природних агро-меліоративних умов заданого об'єкта.

Структура виконання РГР “Оптимізація проектних рішень з водорегулювання осушуваних земель на багатоваріантній основі” включає в себе:

Вихідні дані на виконання роботи.

- Виконання розрахунків за програмою «**BALANS**». Розрахунок за цією програмою дасть змогу на передпроектній стадії здійснювати комплекс прогностичних режимних розрахунків з обґрунтування необхідності зволоження осушуваних земель за відповідними способами та вибору раціональної сукупності можливих варіантів технічних рішень щодо типів та конструкцій гідромеліоративних систем у відповідності до змінних природно-агро-меліоративних умов реального об'єкта, що розглядається.

- Виконання розрахунків за програмою програми “**DRENAG**” – дає змогу визначити оптимальну конструкцію та параметри закритої регулюючої мережі осушувальної системи у змінних ґрунтових та гідрологічних умовах реального

об'єкта з урахуванням видів, структури посівів та врожайності сільськогосподарських культур проектної сівозміни за реалізацією економіко-математичного методу на рівні складового елемента гідромеліоративного поля.

- Виконання розрахунків за програмою «**REGIM - TEO**» – дає змогу шляхом реалізації комплексу прогнозно-оптимізаційних розрахунків за відповідними моделями обґрунтувати економічно оптимальний варіант щодо способу водорегулювання осушуваних земель й, відповідно, тип, конструкцію та параметри ГМС за усім спектром змінних природно-агро-меліоративних умов об'єкта, що розглядається.

- Розробку плану гідромеліоративної системи (М 1:5000) за визначеним оптимальним типом та конструкцією в заданих природно - агро-меліоративних умовах конкретного об'єкта та відповідного плану осушувальної системи як бази порівняння

Практична частина

Завдання на проектування осушувальних систем складається на основі схеми комплексного використання і охорони водно-земельних ресурсів, а великих та складних систем і споруд – за техніко-економічним обґрунтуванням.

У загальному випадку завдання має вміщувати такі дані: назва осушувальної системи; місцезнаходження; підстави для проектування; призначення меліоративної системи; напрямок розвитку сільськогосподарського виробництва; тип господарства, ферми, комплексу або підприємства, яке буде освоювати меліоровані землі; головні вимоги до конструкції меліоративної мережі і способи регулювання режиму ґрунтів; дані для проектування об'єктів житлового, побутового і виробничого призначення; стадійність проектування; терміни будівництва і освоєння; назви проектної і будівельної організацій.

Проекти осушувальних систем всіх типів мають забезпечити: сучасний технічний рівень; раціональне використання осушених земель і сільськогосподарської техніки на польових роботах; надійність і довговічність запроектованих споруд; підтримку

сприятливого водного режиму в кореновому шарі ґрунту; високий рівень автоматизації управління системою; вимоги щодо охорони природи і навколишнього середовища.

Рекомендована література

1. Автоматизація проектування та розрахунків водогосподарсько-меліоративних об'єктів [Електронне видання] : навч. посіб. / А. М. Рокочинський, В. О. Турченко, П. П. Волк та ін. ; за ред. А. М. Рокочинського. Рівне : НУВГП, 2020. 257 с.
2. Науково-методичні рекомендації щодо створення та функціонування дренажних систем у змінних сучасних умовах / за заг. ред. В. А. Сташука, А. М. Рокочинського, П. П. Волка. Рівне : НУВГП, 2021. 113 с.
3. Rokochinskiy A., Jeznach J., Volk P., Turcheniuk V., Frolenkova N., Koptiuk R. Reclamation projects development improvement technology considering optimization of drained lands water regulation based on BIM. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences (SREES)*. 2019. Vol. 28, no. 3. P. 432–443. DOI: <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2019.28.3.40>
4. Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах : монографія / за ред. М. І. Ромашенка. Рівне : НУВГП, 2010. 351 с.
5. ДБН В.2.4-1-99. Меліоративні системи та споруди. Київ, 1999. 174 с.
6. Тимчасові рекомендації з оптимізації водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції водогосподарсько-меліоративних об'єктів / А. М. Рокочинський, В. А. Сташук, В. Д. Дупляк, Н. А. Фроленкова та ін. Рівне, 2010. 52 с.
7. Посібник до ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи та споруди» (Розділ 3. Осушувальні системи). Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем

- / А. М. Рокочинський, О. І. Галік, В. А. Сташук та ін. Рівне, 2008. 64 с.
8. Тимчасові рекомендації з прогновної оцінки водного режиму та технологій водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції меліоративних систем / А. М. Рокочинський, В. А. Сташук, В. Д. Дупляк, Н. А. Фроленкова та ін. Рівне, 2011. 54 с.
 9. Тимчасові рекомендації з оцінки інвестиційних проектів будівництва і реконструкції водогосподарських об'єктів та меліоративних систем / А. М. Рокочинський, В. І. Павлов, В. А. Сташук та ін. Рівне, 2013. 43 с.
 10. Науково-методичні рекомендації до обґрунтування оптимальних параметрів сільськогосподарського дренажу на осушуваних землях за економічними та екологічними вимогами / А. М. Рокочинський, А. В. Черенков, В. Г. Муранов та ін. Рівне, 2013. 34 с.