

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з НВР

професор Віталій Боярчук
«_____» _____ 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ГІДРАВЛІКА ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКА

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність: **145 Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика**

перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Робоча програма з дисципліни **Гідравліка та гідро-, пневмопривод** для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОП «**Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика**» спеціальності **145 Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика**

Розробники: **Віталій Боярчук, к.т.н., професор, Михайло БАБИЧ, к.т.н., доцент**

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри **енергетики**

Протокол від **“23” серпня 2024 року № 2**

Завідувач кафедри **енергетики**

_____ (**Сергій СИРОТЮК**)
(підпис) (ім'я та прізвище)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії **факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій**

Протокол від **“27” серпня 2024 року № 1**

Голова методичної комісії **факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій**

_____ (**Степан КОВАЛИШИН**)
(підпис) (ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань: **14 Електрична інженерія**

Спеціальність: **145 Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика**

Рівень вищої освіти: **перший (бакалаврський)**

Характеристика навчальної дисципліни: **Обов'язкова**

Кількість кредитів – **10**

Загальна кількість годин – **300**

Вид контролю: **екзамен**

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – **4**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – **114%**

для заочної форми навчання – **28 %**

2. Програма навчальної дисципліни План лекційних занять з дисципліни

Гідравліка

Тема 1. Загальні положення курсу «Гідравліка та гідроенергетика».

- 1.1. Мета і задачі дисципліни.
- 1.2. Загальні відомості.
- 1.3. Короткий історичний огляд розвитку гідравліки як науки.
- 1.4. Основні фізичні властивості рідин.
- 1.5. Сили, які діють на рідини.

Тема 2. Гідростатика. Гідростатичний тиск.

- 2.1. Гідростатичний тиск і його властивості.
- 2.2. Рівняння рівноваги рідин (рівняння Ейлера).
- 2.3. Основне рівняння гідростатики.
- 2.4. Гідростатичний напір, п'єзометрична та вакуумметрична висота.
- 2.5. Епюри гідростатичного тиску.
- 2.6. Відносна рівновага рідини. Поверхні однакового тиску.
- 2.7. Прилади для вимірювання тиску.

Тема 3. Гідростатика. Сила гідростатичного тиску.

- 3.1. Сила гідростатичного тиску на плоску поверхню.
- 3.2. Типові випадки гідростатичного тиску на плоскі поверхні.
- 3.3. Сили гідростатичного тиску на криволінійні поверхні.
- 3.4. Закон Паскаля.
- 3.5. Закон Архімеда. Плавання тіл.
- 3.6. Гідравлічні машини гідростатичної дії.

Тема 4. Основні рівняння гідродинаміки.

- 4.1. Основні поняття гідродинаміки.
- 4.2. Гідравлічні елементи потоку. Рівняння нерозривності потоку.
- 4.3. Рівняння Бернуллі для елементарної струминки нев'язкої рідини.

- 4.4. Рівняння Бернуллі для потоку в'язкої рідини.
- 4.5. Застосування рівняння Бернуллі для розв'язання інженерних завдань.
- 4.6. Основне рівняння рівномірного руху рідини.

Тема 5. Гідравлічні опори.

- 5.1. Режими руху рідини. Число Рейнольдса.
- 5.2. Втрати напору за довжиною. Рівняння Дарсі-Вейсбаха.
- 5.3. Втрати напору на подолання місцевих опорів.
- 5.4. Коефіцієнт гідравлічного тертя. Коефіцієнт опору системи.

Тема 6. Витікання рідини крізь отвори і насадки.

- 6.1. Витікання через малі отвори в газове середовище.
- 6.2. Витікання рідини через малі затоплені отвори.
- 6.3. Витікання рідини через насадки.

Тема 7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів

- 7.1. Задачі розрахунку, класифікація трубопроводів і основні загальні розрахункові залежності.
- 7.2. Розрахунок простих трубопроводів.
- 7.3. З'єднання трубопроводів.
- 7.4. Гідравлічний удар в трубопроводах.

Тема 8. Насосні установки.

- 8.1. Насосні установки. Гідравлічні машини.
- 8.2. Призначення, принцип дії і області застосування насосів різних типів.
- 8.3. Класифікація та головні параметри насосів.
- 8.4. Сумісна робота насосів і трубопровідної мережі.
- 8.5. Методи регулювання роботи насосів.

Гідроенергетика

Тема 1. Основні поняття та фізичні основи перетворення гідроенергії в електричну енергію

- 1.1. Природа енергії води.
- 1.2. Основи перетворення гідроенергії в електричну енергію.
- 1.3. Основні поняття гідрології.
- 1.4. Короткий історичний огляд розвитку гідроенергетики як науки.

Тема 2. Гідроенергетика України

- 2.1. Етапи розвитку гідроенергетики України.
- 2.2. Історія розвитку малої гідроенергетики України, етапи становлення, сучасний стан.
- 2.3. Законодавчі стимули щодо малої гідроенергетики України.
- 2.4. Екологічні аспекти розвитку гідроенергетики в Україні.

Тема 3. Гідроенергетичний потенціал річок

- 3.1. Сучасний стан малих річок України.
- 3.2. Аналіз гідрологічних характеристик стоку малих річок для основних гідрологічних зон.

- 3.3. Природний та технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів водотоків.
- 3.4. Потужність та енергія водотоку за стаціонарних і змінних в часі параметрах.
- 3.5. Застосування імовірнісного підходу до визначення енергетичних показників водотоків за змінних витрат води.
- 3.6. Коефіцієнт використання гідроенергетичних ресурсів річки.
- 3.7. Гідрометеорологічні вимірювання витрат стоку та обробка результатів.
- 3.8. Характерні ймовірнісні розподіли витрат стоку, їх застосування та параметри.

Тема 4. Гідроелектростанції

- 4.1. Технічні схеми гідроелектричних станцій.
- 4.2. Основне енергетичне та допоміжне обладнання гідроелектростанцій.
- 4.3. Гідроакумуючі електростанції.
- 4.4. Припливні та хвильові електростанції.
- 4.5. Вільнопотокові гідроелектричні агрегати.

Тема 5. Гідротурбіни

- 5.1 Принцип роботи та конструкції гідротурбін.
- 5.2. Класифікація, робочі параметри та конструктивні схеми гідротурбін.
- 5.3. Експлуатаційні характеристики. Подібність турбін та режимів роботи, критерії подібності. Приведені параметри та коефіцієнт швидкохідності.
- 5.4. Визначення потужності, числа обертів та коефіцієнту корисної дії турбіни за зміни витрат води та частоти обертання за головною універсальною характеристикою.
- 5.5. Функціонування гідротурбіни за оптимальної швидкохідності.

Тема 6. Гідрогенератори

- 6.1. Параметри та характеристики електричних генераторів гідроелектричних станцій.
- 6.2. Класифікація, робочі параметри та конструктивні схеми гідрогенераторів синхронного типу.
- 6.3. Асинхронні генератори малих гідроелектростанцій.
- 6.4. Характеристики та регульовальні властивості асинхронних та синхронних генераторів.
- 6.5. Динамічні режими роботи генераторів гідроагрегатів.

Тема 7. Робота гідроелектростанцій в енергосистемі та на автономну мережу

- 7.1. Технологія проектування гідроенергетичних вузлів.
- 7.2. Організаційна схема створення гідроенергетичних вузлів.
- 7.3. Складові частини проекту гідроенергетичних вузлів.
- 7.4. Встановлена потужність гідроелектростанцій та їх робота в енергосистемі.
- 7.5. Короткочасне регулювання на гідроелектростанціях.
- 7.6. Особливості роботи гідроелектростанцій на автономну мережу.

Тема 8. Вплив гідроенергетики на екологію водойм

8.1. Вплив гідроенергетичних споруд на екологію. Водосховища і навколишня природа.

8.2. Вплив гідроенергетичних систем на екологію. Наслідки спорудження водоймищ.

8.3. Заходи з охорони природного середовища.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	Усього	у тому числі					усьог о	У тому числі				
		Л	П	Ла б.	Ін д.	с. р.		л	П	Лаб .	Ін д.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Рік підготовки 1 Семестр 2						Рік підготовки 2 Семестр 3					
Частина перша. Гідравліка												
Тема 1.	15	4		4		7	15	1		2		12
Тема 2	15	4		4		7	15	2		2		11
Тема 3.	15	4		4		7	15	2		2		11
Тема 4.	15	4		4		7	15	2		2		11
Тема 5.	15	4		4		7	15	1		2		12
Тема 6.	15	4		4		7	15	1		2		12
Тема 7.	15	4		4		7	15	1				14
Тема 8.	15	4		4		7	15	2		2		11
Екзамен	30					30	30					30
Усього годин	150	32		32		86	150	12		14		124
Частина друга. Гідроенергетика												
	Рік підготовки 2 Семестр 3						Рік підготовки 2 Семестр 4					
Тема 1.	8	2		2		4	8	1				7
Тема 2	10	4		2		4	10	1		2		7
Тема 3.	11	4		2		5	11	2				9
Тема 4.	12	4		4		4	12	1		2		9
Тема 5.	14	4		6		4	14	1		2		11
Тема 6.	10	4		2		4	10	2				8
Тема 7.	13	4		4		5	13	1		2		10
Тема 8.	12	2		6		4	12	1		2		9
Екзамен	30					30	30					30
Усього годин	120	28		28		64	120	10		10		100
Індивідуальне завдання												
КР	30	-	-	-	30	-	30	-	-	-	30	-
Усього годин	150	28	-	28	30	64	150	10	-	10	30	100

4. Перелік тем лабораторних і практичних занять
План лабораторних і практичних занять з дисципліни

№ з/п	Назва лабораторного заняття	Кількість годин
<i>Гідравліка</i>		
1	Гідростатика. Визначення гідростатичного тиску.	4 (2)
2	Визначення сили гідростатичного тиску на плоский клапан і координати точки її прикладання.	4 (2)
3	Побудова ліній п'єзометричного і гідродинамічного напорів для трубопроводу змінного перетину.	4 (2)
4	Дослідження режимів руху рідини в круглій трубі.	2 (2)
5	Експериментальне визначення коефіцієнта гідравлічного тертя.	2 (0)
6	Визначення коефіцієнтів місцевих опорів.	2 (0)
7	Дослідження витікання рідини з малих отворів і насадки за постійного і змінного напорів	2 (0)
8	Визначення витрати і вакуумметричної висоти сифона	4 (2)
9	Визначення к.к.д. гідравлічного тарану	4 (2)
10	Дослідження робочих характеристик відцентрового насоса	4 (2)
	Разом	32 (14)
<i>Гідроенергетика</i>		
1	Дослідження гідроенергетичного потенціалу річки	4(2)
2	Визначення основних технічних характеристик гідротурбін	4(2)
3	Визначення основних технічних характеристик Гідрогенераторів	4(2)
4	Обґрунтування параметрів гідротехнічних споруд	4(2)
5	Підбір і розрахунок параметрів гідроагрегату дериваційної гідроелектростанції	2(2)
6	Аналіз основних особливостей використання синхронних електричних машин в режимі генератора на малих гідроелектростанціях	2(0)
7	Технічні схеми гідроелектричних станцій та основне енергетичне обладнання.	4(0)
8	Обґрунтування параметрів гідроелектростанції для роботи на автономну мережу	4(2)
	Разом	28 (10)

5. Теми, винесені на самостійне вивчення

№ з/п	Назва теми
1.	Прилади для вимірювання тиску.
2.	Відносна рівновага рідини. Поверхні однакового тиску
3	Основне рівняння рівномірного руху рідини. Застосування рівняння Бернуллі для розв'язання інженерних завдань.
4	Рух рідини в каналах. Водозливи. Основні закони фільтрації.
5	Коефіцієнт гідравлічного тертя. Коефіцієнт опору системи.
6	Витікання рідини через малі затоплені отвори.
7	Розрахунок простих трубопроводів.
8	Методи регулювання роботи насосів.
9	Основні поняття гідрології.
10	Законодавчі стимули щодо малої гідроенергетики України.
11	Гідрометеорологічні вимірювання витрат стоку та обробка результатів.
12	Вільнопотоківі гідроелектричні агрегати.
13	Подібність турбін та режимів роботи, критерії подібності.
14	Динамічні режими роботи генераторів гідроагрегатів.
15	Короткочасне регулювання на гідроелектростанціях.
16	Вплив гідроенергетичних систем на екологію.

6. Індивідуальні завдання

Виконання індивідуального завдання у формі курсової роботи передбачає:

1. Аналіз регіону та об'єкта дослідження;
2. Загальна характеристика регіону дослідження;
3. Характеристика об'єкта дослідження.
4. Енергетична характеристика об'єкта дослідження.
5. Визначення гідроенергетичного потенціалу річок.
6. Обґрунтування параметрів обладнання гідроелектростанції.

Навчальним планом передбачено написання курсової роботи за темою «Дослідження гідроенергетичного потенціалу річки та обґрунтування параметрів гідроелектростанції».

За належне виконання курсової роботи студент може отримати 100 балів, які розділяються наступним чином:

Вид структурної роботи	Кількість балів
Повнота викладу курсової роботи	30
Використання в роботі сучасних методів дослідження та технологій	10
Загальне оформлення курсової роботи	10
Захист курсової роботи	50
Усього балів	100

Основною метою виконання курсової роботи є поглиблення та закріплення теоретичних і практичних знань студентів отриманих на лекціях і лабораторних заняттях, вміння чітко викладати матеріал дослідження та освоєння процесів використання гідроенергії річок в АПК.

7. Методи навчання

1. Словесні методи: (розповідь, пояснення, бесіда, лекція).

2. Наочні методи:

- ілюстрація (таблиці, моделі, макети, рисунки, каталоги продукції),
- презентація в PowerPoint навчальних матеріалів, навчальні відеофільми;
- діючі експериментальні моделі, дослід, експеримент, спостереження та досліди в лабораторних умовах.

3. Практичні методи: практичні та самостійні роботи, розв'язування задач.

8. Методи контролю

1. Усне опитування (індивідуальне, аналіз відповідей студентів).

2. Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка (розв'язування задач і прикладів, виконання схем, рефератів, контрольні роботи).

3. Практична перевірка (виконання практичних і лабораторних робіт, аналіз виконаних практичних завдань, аналіз виробничої інформації).

4. Стандартизований контроль: екзамен (можливе проведення у дистанційній формі).

Види контролю: Поточний контроль, проміжна атестація.

9. Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни *«Гідравліка та гідроенергетика»* здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП *«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»* спеціальності 145 *«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»*.

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
ЗК8	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
СК1	Здатність застосовувати відповідні методи математики, природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК13	Здатність застосовувати методики вибору енергетичного обладнання відповідно до природних умов.
СК18	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ПРН4	Встановлювати зв'язок між інженерною діяльністю та впливом її на навколишнє середовище, застосовувати ефективні заходи щодо охорони навколишнього середовища.
ПРН8	Систематизовані знання і розуміння ключових аспектів та концепцій в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
ПРН10	Аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, забезпечувати достовірність та релевантність результатів аналізу.
ПРН11	Розробляти проекти згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик енергетичних ресурсів, відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні енергетичних установок і апаратів перетворення відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики, а також технічними умовами та іншими нормативними документами.
ПРН15	Вміти виконувати енергетичні розрахунки енергетичних об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики, вибирати тип і розміри основного і допоміжного обладнання.
ПРН21	Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій.
ПРН23	Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)								ПМК	Сума
Розділ 1 Гідравліка									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	50	100
6	6	6	6	6	6	7	7		
Розділ 2 Гідроенергетика									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	50	100
6	6	6	6	6	6	7	7		

T1, T2 ... T8 – теми.

11. Методичне забезпечення

1. Боярчук В. М, Бабич М. І., Михалюк М. А. Робочий зошит для виконання лабораторних робіт з дисципліни «ГІДРАВЛІКА ГІДРО- ТА ПНЕВМОПРИВОДИ» здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Дубляни, 2018. 58 с.

2. Боярчук В. М., Бабич М. І., Михалюк М. А., Барабаш Р. І. Методичні рекомендації до виконання типових задач з розділу гідростатика з дисципліни «ГІДРАВЛІКА ГІДРО- ТА ПНЕВМОПРИВОДИ» здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Дубляни, 2018. 40 с.

3. Бабич М. І. Підвищення рівня енергетичної безпеки підприємства за рахунок використання потенціалу малої гідроенергетики. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи з дисципліни «Гідравліка та гідроенергетика» для студентів ОС «Бакалавр». ЛНУП, 2023. 15 с.

4. Сиротюк С. В., Коробка С. В. Бабич М. І. Дослідження експлуатаційних режимів роботи мікрогідроелектростанції. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Гідравліка та гідроенергетика» для студентів ОС «Бакалавр». ЛНАУ, 2021. 24 с.

12. Рекомендована література

Базова

1. Гідравліка: Навчально-методичний комплекс. Навчально-методичний посібник / В. І. Дуганець, І. М. Бендера, В.А. Дідур та ін.; за ред. В. І. Дуганця, І. М. 2. Бендери, В. А. Дідура. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В, 2013. 572 с.

2. Гідроенергетика: курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб /уклад.: В.І. Будько, П.Ф. Васько, С.Т. Пазич, /КПІ ім. Ігоря Сікорського, Електронні текстові дані (1 файл: 13,6 Мбайт). Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2023. 205 с.

3. Дідур В. А., Савченко О. Д., Пастушенко С. І., Мовчан С. І. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод. Запоріжжя: Прем'єр, 2005. 464 с.

Допоміжна

1. Бабич М. І., Коробка С. В. Методика обґрунтування параметрів турбіни та дериваційного каналу мікрогідроелектростанції для умов гірської річки. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання*. 2023. Вип. 13, том 1. 10 с.

2. Вовчак В., Тесленко О., Самченко О. «Мала гідроенергетика України. Аналітичний огляд. Том І». Інститут проблем екології та енергозбереження. Київ. 2018. 181 с.

3. Вовчак В., Тесленко О., Самченко О. Мала гідроенергетика України. Інститут проблем екології та енергозбереження. Київ, 2018. Т. II. Технологічні особливості малих ГЕС. 145 с.

4. Золотухін В. І., Лутаєв В. В. Водноенергетичні розрахунки при проектуванні гідроелектростанцій : навч. посіб. Рівне, 2005. 203 с.

5. Константинов Ю. М., Гіжа О. О. Технічна механіка рідини і газу : підручник. Київ : Вища школа, 2002. 277 с.

6. Лежнюк, П. Д., Нікіторович О. В., Кулик В. В. Малі гідроелектростанції з асинхронними генераторами: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2011. 142 с.

7. Щербина О. М. Енергія для всіх : техн. довідник. Ужгород : Видавництво В. Падяка, 2000. 192 с.

8. Kalenik M., Wichowski P., Chalecki M., Kozioł A., Babych M. Empirical formulas for calculation of submersion coefficient of vertical pipe in air lift pump. *TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol. 16, No. 3, 77-88.

13. Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Електронні версії конспектів лекцій, навчальних посібників, періодичних видань.
3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:
<https://moodle.lnup.edu.ua>
<http://nung.edu.ua/files/attachments/gidravlika.pdf>
<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3189/4/1gidravlikach1.pdf>
<http://elib.lutsk-ntu.com.ua/book/knit/auvp/2011/11-85/>
<http://library.donduet.edu.ua/>
<https://uhe.gov.ua/diyalnist/gidroenergetika>
<https://ukurier.gov.ua/uk/articles/gidroenergetika-ta-yiyi-rol-u-perebudovi-/>
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/53429/1/Gidroenergetika_Lek.pdf
<https://ep3.nuwm.edu.ua/2098/>
<https://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES1.pdf>
<https://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES2.pdf>