



## Гідроенергетика

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### 1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	<i>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Денна/очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 години / 4 кредити ECTS (54 год. – лекції, 18 год. – практичні, самостійна робота – 48 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/РР</i>
Розклад занять	<i>3 лекції на два тижні, 1 практичне заняття на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н, Пазич Сергій Тарасович pazych.serhii@ill.kpi.ua, тел: +380 44 204 9519</i> Практичні: <i>Мельник Олександр Анатолійович</i>
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwMjY2?cjc=xa6lzc6">https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwMjY2?cjc=xa6lzc6</a>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Програма навчальної дисципліни «Гідроенергетика» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» підготовки бакалаврів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».*

*Метою навчальної дисципліни є доповнення по формуванню у студентів наступних здатностей: K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналіз інформації з різних джерел; K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища, K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; K23. Здатність перевіряти технічний стан, організувати обслуговування та ремонт електроенергетичних та електротехнічних систем, пристроїв, комплексів та устаткування традиційної та відновлюваної*

енергетики; К24. Здатність використовувати нові технології в електроенергетиці, брати участь в модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричних пристроїв, систем та комплексів традиційної та відновлюваної енергетики;

#### **Програмні результати навчання:**

ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок; ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем. ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; ПР12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень. ПР20. Знати існуючі підходи до проектування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР22. Знати електрофізичні та теплотехнічні процеси і явища, що відбуваються в обладнанні та устаткуванні нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР23. Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій; ПР24. Знати методи вирівнювання електротехнічних характеристик обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР26. Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики.

#### **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка» та «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини» та «Обчислювальна техніка». Дисципліна «Гідроенергетика» доповнює та поглиблює знання, отримані при вивченні курсів «Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел енергії», «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії» «Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії».*

#### **3. Зміст навчальної дисципліни**

1. *Природа енергії води*
2. *Основні поняття гідрології*
3. *Етапи розвитку малої гідроенергетики України*
4. *Потенціал використання гідроенергетичних ресурсів основних малих річок України*
5. *Законодавчі стимули щодо малої гідроенергетики України (Зелений тариф)*
6. *Оцінка технічного потенціалу гідроенергетичних ресурсів малих річок України*
7. *Екологічні аспекти розвитку гідроенергетики в Україні*
8. *Нормативно-правові аспекти використання в Україні гідроенергетичного потенціалу зворотних вод технологічних процесів за "зеленим тарифом" на генеровану електроенергію*
9. *Природний та технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів водотоків*
10. *Імовірнісні параметри та характеристики розподілів витрат води стоку річки*
11. *Технічні схеми гідроелектричних станцій та основне енергетичне обладнання*
12. *Параметри та характеристики гідротурбін*
13. *Допоміжне обладнання і системи гідроагрегатів*
14. *Параметри та характеристики електричних генераторів гідроелектричних станцій*

15. Експериментальні дослідження моделей гідротурбін на гідродинамічних стендах та натурні випробовування
16. Визначення характеристик гідротурбін за результатами модельних випробувань
17. Побудова механічних та енергетичних характеристик гідротурбін за змінних параметрів водотоку та частоти обертання
18. Динамічні режими роботи гідротурбін
19. Квазістаціонарні режими роботи керованих генераторів за змінної частоти обертання
20. Динамічні режими роботи генераторів гідроагрегатів
21. Технологія проектування гідроенергетичних вузлів Організаційна схема створення гідроенергетичних вузлів
22. Складові частини проекту гідроенергетичних вузлів
23. Встановлена потужність ГЕС та їх робота в енергосистемі
24. Короткочасне регулювання на ГЕС
25. Вплив гідроенергетичних споруд на екологію Водосховища і навколишня природа
26. Вплив гідроенергетичних систем на екологію
27. Заходи з охорони природного середовища

#### 4 Навчальні матеріали та ресурси

##### Основні інформаційні ресурси:

1. Основи проектування гідроенергетичних вузлів / Самойленко С.Г.. - Запоріжжя, ЗДІА, 2011.- 388 с.
2. Відновлювані джерела енергії / Барило А.А., Бенменні М., Будько В.І., Будько М.О., Васько П.Ф. та ін. за заг. ред. Кудрі С.О. // Київ. Інститут відновлюваної енергетики НАНУ. НВП Інтерсервіс, 2020. 392 с.
3. Васько П.Ф., Мороз А.В. Потенціал використання гідроенергетичних ресурсів основних малих річок України. Відновлювана енергетика. 2016. № 3. С. 50–56.
4. Васько П.Ф., Мороз А.В., Ібрагімова М.Р. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України. Відновлювана енергетика. 2015. № 3. С. 53–61.
5. Бріль А.О., Васько П.Ф., Мороз А.В. Технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів малих річок України з урахуванням природоохоронних обмежень. Гідроенергетика України. 2019. № 3-4. С.47–51.
6. *Guiding Principles on Sustainable Hydropower* [Електронний ресурс] // International Commission for the Protection of the Danube River. – Режим доступу: <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/hydropower>.
7. Berger, V. Ja., André Niemann, T. Frehmann and Heinz Brockmann. "Advanced energy recovery strategies for wastewater treatment plants and sewer systems using small hydropower.". 2014.
8. Paul Breeze. *Hydropower*. Academic Press, 2018.
9. В. Вовчак, О. Тесленко, О. Самченко. Мала гідроенергетика України. Інститут проблем екології та енергозбереження. — К., 2018. — Т. II. Технологічні особливості малих ГЕС. — 145 с.
10. Hermod Brekke. *Hydraulic turbines: Design, Erection and Operation* Norwegian University of Science and Technology, Norway. 2015. 319 p.
11. Вишневецький В.І., Куций А.В. Багаторічні зміни водного режиму річок України, Київ, Наукова думка, с.252, 2022.
12. Електричні машини і трансформатори : навч. Посібник / М.О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. д-ра техн. наук, професора. В.І. Мілих . – Київ. Каравела, 2018, - 452 с.

##### Допоміжна література:

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / Барило А.А., Будько В.І., Васько П.Ф., Величко В.В., та ін. за заг. ред. Кудрі С.О. // Київ: НВП Інтерсервіс, 2020. - 82 с.
2. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. – Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (НДІБК) Мінрегіонбуду України.

3. Закон України № 534-XIV від 19.03.1999 «Про ратифікацію Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті» [Електронний ресурс] // Верховна Рада України, 1999. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/534-14>.

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

##### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Засади малої гідроенергетики України. Природа енергії води. Основні поняття гідрології. Літературні джерела - [1]
2	Етапи розвитку малої гідроенергетики України. Історія розвитку малої гідроенергетики України, етапи становлення, сучасний стан. Літературні джерела - [2,3].
3	Потенціал використання гідроенергетичних ресурсів основних малих річок України. Сучасна стан малих річок України, аналіз гідрологічних характеристик стоку малих річок для основних гідрологічних зон. Літературні джерела - [2,4,5].
4	Законодавчі стимули щодо малої гідроенергетики України. Приватизація малих гідроелектростанцій, стимули розвитку малої гідроенергетики за допомогою «зеленого тарифу», пільги при оподаткуванні та приєднанні до електричних мереж малих ГЕС. Літературні джерела - [4] та допоміжні [3].
5	Оцінка технічного потенціалу гідроенергетичних ресурсів малих річок України. Визначення терміну «технічний потенціал», вплив природоохоронних обмежень та соціально-економічних аспектів на визначення технічного потенціалу малих річок України, розподіл ієхнічного потенціалу по областях України. Літературні джерела - [2,5].
6	Екологічні аспекти розвитку гідроенергетики в Україні. Позитивні та негативні аспекти впливу гідроенергетики на навколишнє середовище, сучасні екологічні аспекти програми розвитку гідроенергетики України екологічні аспекти розвитку малої гідроенергетики України. Літературні джерела - [6] та допоміжні [3].
7	Нормативно-правові аспекти використання в Україні гідроенергетичного потенціалу зворотних вод технологічних процесів за "зеленим тарифом" на генеровану електроенергію Світовий досвід створення малих ГЕС на зворотних водах технологічних процесів, сучасна нормативно-правова база використання зворотних вод в Україні, перший пілотний реалізований проект малої ГЕС на стічних водах в Україні. Літературні джерела - [7].
8	Потужність та енергія водотоку та гідротурбіни за стаціонарних і змінних в часі параметрах. Застосування імовірнісного підходу до визначення енергетичних показників водотоків за змінних витрат води. Коефіцієнт використання гідроенергетичних ресурсів річки. Літературні джерела - [9,8].
9	Гідрометеорологічні вимірювання витрат стоку та обробка результатів. Характерні імовірнісні розподіли витрат стоку, їх застосування та параметри. Функція розподілу, забезпеченість, особливості та диференційна щільність трипараметричного гама-розподілу. Літературні джерела - [11].
10	Принципові схеми побудови гідроелектричних агрегатів та станцій. Компоновка основного енергетичного обладнання в конструкції станції. Гідроакумулювальні електростанції. Вільнопотокові гідроелектричні агрегати. Механізми регулювання потужності турбіни. Допоміжне обладнання гідротурбін. Літературні джерела - [9,10] та допоміжні [1].
11	Класифікація, робочі параметри та конструктивні схеми гідротурбін. Експлуатаційні

	характеристики. Подібність турбін та режимів роботи, критерії подібності. Приведені параметри та коефіцієнт швидкості. Літературні джерела - [4,5].
12	Класифікація, робочі параметри та конструктивні схеми гідрогенераторів синхронного типу. Асинхронні генератори малих гідроелектростанцій. Характеристики та регульовальні властивості асинхронних та синхронних генераторів. Літературні джерела - [9] та допоміжні [2].
13	Загальні задачі модельних досліджень. Експериментальний гідродинамічний стенд. Методичні положення проведення досліджень та обробки результатів. Побудова головних універсальних характеристик. Натурні випробовування турбін. Літературні джерела - [10,9].
14	Експериментальні дослідження моделей гідротурбін на гідродинамічних стендах та натурні випробовування. Літературні джерела - [10,9].
15	Перерахунок параметрів з моделі на умови натури. Побудова лінійних характеристик за головною універсальною характеристикою. Побудова експлуатаційної та розгінної характеристик. Відносні характеристики. Порівняння турбін різного виду за їх характеристиками. Літературні джерела - [10,9].
16	Робочий процес, режими і параметри турбіни. Потужність, витрати, число обертів та коефіцієнт корисної дії турбіни за зміни напору та витрат води. Літературні джерела - [10,9].
17	Визначення потужності, числа обертів та коефіцієнту корисної дії турбіни за зміни витрат води та частоти обертання за головною універсальною характеристикою. Функціонування гідротурбіни за оптимальної швидкості. Літературні джерела - [10,9].
18	Основні задачі регулювання гідротурбін. Принципові схеми автоматичного регулювання та основні механізми керування. Електрогідролічний регулятор. Подвійне регулювання гідротурбіни. Зміна частоти обертання турбіни в процесі регулювання. Літературні джерела - [10,9].
19	Види та схеми керованих електричних генераторів за змінної частоти обертання. Показники та режими роботи. Регульовальні властивості та оптимальні параметри керованих генераторів. Літературні джерела - [12]
20	Динамічні показники та параметри синхронних генераторів. Динамічні режими та показники керованих генераторів. Генератори подвійного живлення. Керування динамічними процесами в електромеханічних системах. Літературні джерела - [12]
21	Технологія проектування гідроенергетичних вузлів. Організаційна схема створення гідроенергетичних. Вимоги до змісту і якості проекту гідроенергетичного вузла. Стадії та етапи проектування гідроенергетичних вузлів. Літературні джерела - [1]
22	Складові частини проекту гідроенергетичних вузлів Літературні джерела - [1]
23	Встановлена робота ГЕС та її робота в енергосистемі. Літературні джерела - [1]
24	Короткочасне регулювання ГЕС. Літературні джерела - [1]
25	Вплив гідроенергетичних споруд на екологію Водосховища і навколишня природа Літературні джерела - [1]
26	Вплив гідроенергетичних систем на екологію. Наслідки спорудження водоймищ. Літературні джерела - [1]
27	Заходи з охорони природного середовища. Літературні джерела - [1]

**Практичні заняття**

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<b>Природний та технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів водотоків. Технічні схеми гідроелектричних станцій та основне енергетичне обладнання.</b> Розрахунок природного та технічного гідроенергетичного потенціалу створу малої річки. Використання цифрових методів картографії для визначення вертикального профілю та площі басейну малої річки. Основні елементи гідротехнічних споруд, гідротурбіни та електрогенератори.
2	<b>Параметри та характеристики гідротурбін. Параметри та характеристики електричних генераторів гідроелектричних станцій.</b> Побудова робочих, обертової, головної та напірної характеристик гідротурбіни на основі універсальної приведенної характеристики. Визначення характеристик та регулювальних властивостей асинхронних та синхронних генераторів.
3	<b>Експериментальні дослідження моделей гідротурбін на гідродинамічних стендах та натурні випробовування. Імовірнісні параметри та характеристики розподілів витрат води стоку річки.</b> Правила та проведення експериментальних досліджень моделей гідротурбін на гідродинамічних стендах та натурних випробовувань. Розроблення програми та методики експериментальних досліджень параметрів електроенергії гідроелектричного агрегату. Оформлення протоколу досліджень. Застосування цифрових мікропроцесорних приладів для вимірювання та передачі даних про параметри електроенергії гідроелектричного агрегату. Побудова гістограми та полігону частот витрат стоку малої річки, отримання розподілу диференційної щільності витрат стоку.
4	<b>Визначення характеристик гідротурбін за результатами модельних випробовувань. Визначення механічних та енергетичних показників гідротурбіни за змінних параметрів водотоку та сталої частоти обертання.</b> Перерахунок параметрів турбіни з моделі на умови натури.. Відносні характеристики. Порівняння турбін різного виду за їх характеристиками.
5	<b>Побудова механічних та енергетичних характеристик гідротурбін за змінних параметрів водотоку та частоти обертання. Динамічні режими роботи гідротурбін.</b> Визначення потужності, числа обертів та коефіцієнту корисної дії турбіни за зміни витрат води та частоти обертання за головною універсальною характеристикою. Функціонування гідротурбіни за оптимальної швидкохідності.
6	<b>Квазістаціонарні режими роботи керованих генераторів за змінної частоти обертання. Динамічні режими роботи генераторів гідроагрегатів.</b> Кількісна оцінка динамічних показників та параметрів електричних генераторів різних типів.
7	<b>Інтерполяція та апроксимація механічних характеристик гідротурбін та електричних генераторів методами сплайн-функцій. Математична модель механічного перехідного процесу гідротурбіни за змінних параметрів водотоку.</b> Інтерполяція та апроксимація нелінійних квазістаціонарних механічних характеристик гідротурбіни радіально-осьового типу одновимірними та двовимірними сплайн-функціями. Складання диференційного рівняння руху обертових частин турбіни.
8	<b>Математична модель механічного перехідного процесу гідроелектричного агрегату як електромеханічної системи за змінних параметрів водотоку та частоти обертання.</b> Складання диференційного рівняння руху обертових частин турбіни та генератора з урахуванням мультиплікатора та дії регуляторів.
9	<b>Числовий метод розрахунку перехідного процесу гідроелектричного агрегату та використання спеціалізованих пакетів прикладних програм для розрахунку.</b> Розв'язок математичної моделі перехідного процесу гідроелектричного агрегату як нелінійного диференційного рівняння руху динамічної системи числовим методом. Візуалізація перебігу параметрів перехідного процесу.

**6. Самостійна робота студента**

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	13

2	Підготовка до практичних занять	9
3	Підготовка РГР	18
4	Підготовка до МКР	2
5	Підготовка до заліку	6
6	Всього	48

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:*

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);*
- *правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах з дисципліни «Потенціал гідроенергетичних ресурсів», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.*
- *якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Потенціал гідроенергетичних ресурсів»;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

**Поточний контроль:** експрес-опитування, МКР, розв'язання задач, РР.

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу, семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання індивідуальної роботи (РР);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Розв'язання задач	РР	МКР	Рз
27	18	30	25	100

**Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях**

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 1 бали \* 27 ≈ 27 балів.

**Критерії оцінювання**

правильні відповіді на окремі питання з місця – 1;

**Розв'язання задач на практичних заняттях**

Ваговий бал – 2.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 2 бали \* 9 ≈ 18 балів.

**Критерії оцінювання**

- вірне виконання завдань практичного заняття, активна робота на практичному занятті – 2 бал;
- виконання завдань практичного заняття з певними неточностями – 1,5 бали;
- виконання завдань практичного заняття з окремими помилками, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті енергетичних процесів – 1 бал;
- невірне виконання завдань практичного заняття – 0 балів;
- невідпрацюванню практичних завдань нараховується штрафний – (-1) бал.

**Індивідуальне семестрове завдання (РР)**

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

Максимальна кількість балів за виконання РР – 30.

**Критерії оцінювання**

- повне, точне і вчасне виконання – 30 балів;
- розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – 15...20 балів;
- розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – 5...10 балів;



- розрахунок неправильний – 0 балів;
- на виконання РГР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання; здача РГР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -2 за кожен тиждень понад встановлений термін.
- 

### **Модульна контрольна робота**

Ваговий бал кожної частини МКР – 12,5.

Максимальний бал за МКР  $-2 \cdot 12,5 = 25$ .

#### **Критерії оцінювання**

- правильне розв'язання 2 задач – 12,5 бали;
- часткове розв'язання задач, наявність незначних помилок – 7-10 балів;
- правильне розв'язання 1 задачі – 7 бали;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

### **Форма семестрового контролю – залік**

Залікова робота складається з трьох теоретичних запитань

Перше і друге запитання оцінюються в 33 бали, третє запитання оцінюється в 34 бали. Разом всі три запитання оцінюються в 100 бвлів.

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 32-34 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 25-31 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 20-24 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів

#### **Критерії оцінювання заліку**

Рейтинг заліку  $R_z = 95 - 100$  балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг заліку  $R_z = 75 - 94$  балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть завдань.

Рейтинг заліку  $R_z = 65 - 74$  балів – студент частково відповідає на питання заліку, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг заліку  $R_z \leq 64$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння суті процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

### **Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль**

1. Стан малої гідроенергетики в радянські часи та причини її занепаду?
2. Які гідроенергетичні ресурси наявні в Україні (коротка характеристика)?
3. Які розрізняють гідроенергетичні потенціали річок?
4. Що таке «зелений тариф» та як він формується?

5. Як стимулюється розвиток малої гідроенергетики та які пільги надаються для виробників електроенергії малими ГЕС?
6. Які природоохоронні обмеження застосовуються на використання гідроенергетичного ресурсу річки?
7. Яка оцінка технічного потенціалу гідроенергетичних ресурсів України на даний час, та як він розподілений відносно гідрологічних зон України?
8. Які негативні впливи спричиняє гідроенергетика на навколишнє середовище?
9. Основні заходи при спорудженні малих ГЕС для зменшення негативного впливу на природний стан річки?
10. Світовий досвід створення малих ГЕС на зворотних водах технологічних процесів?
11. Як розраховується потенціальна енергія водотоку окремої ділянки річки та її фізичний зміст?
12. Як визначаються природній та технічний гідроенергетичний потенціал річки?
13. Технічні схеми компонування гідроелектричних станцій?
14. Які розрізняють типи ГЕС за напором?
15. Принципи роботи гідроакумулювальних електростанцій?
16. Які розрізняють типи гідравлічних турбін?
17. Основні відмінності та конструктивні особливості гідравлічних турбін?
18. Основні параметри та характеристики електричних генераторів гідроелектричних станцій?
19. Особливості функціонування асинхронних та синхронних генераторів гідроагрегатів?
20. Яким чином будуються характеристичні залежності «нової» гідравлічної турбіни?
21. Які розрізняють непрямі методи дослідження закономірностей річкового стоку?
22. Переваги використання функції диференційної щільності імовірного розподілу витрат стоку річки?
23. Яка перевага в апроксимації енергетичних характеристик гідротурбіни?
24. Що являє собою універсальна характеристика гідравлічної турбіни?
25. Яким чином можна провести порівняльний аналіз енергетичних властивостей різних типів гідротурбін?
26. Що являє собою комбінаторний закон керування гідротурбіною?
27. Які є динамічні режими роботи гідротурбіни?
28. Який принцип дії різних типів гідроприводу прямого апарату?
29. Яким чином забезпечується стабільна робота генераторів ГЕС за змінної частоти обертання?
30. Опишіть перебіг короткого замикання в синхронному генераторі гідроагрегату?

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** асистентом кафедри відновлюваних джерел енергії, к.т.н., Пазич С.Т.

**Ухвалено** кафедрою відновлюваних джерел енергії (протокол № 14 від 24.05.2024 р.).

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 20.06.2024 р.).