



ГІДРАВЛІЧНІ ЕЛЕКТРИЧНІ СТАНЦІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/ECTS 120 годин (лекцій – 36, практичних занять – 18, самостійна робота - 66)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/РГР/розв'язування задач</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1 рази на тиждень; практичні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Денисюк Петро Левкович, 096 500 30 89</i> Практичні: <i>к.т.н., доц. Денисюк Петро Левкович, 096 500 30 89</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTQxMTkzMTEwMTYx?cjc=bxo7xje</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Гідравлічні електричні станції» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів: «Електричні станції», галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей:

K08. Здатність працювати автономно.

K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

K26. Здатність використовувати знання з організації виробництва електричної енергії з відновлюваних джерел в професійній діяльності.

Програмні результати навчання:

ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПР26. Вміти вибирати та порівнювати енергообладнання традиційної та відновлюваної енергетики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, що ґрунтуються на матеріалі попередніх дисциплін, а саме: Вступ до спеціальності. Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, в подальшому є базовими для вивчення дисциплін: Дипломне проектування, Переддипломна практика.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **6 розділів**, а саме:

1. Елементи гідрології. Робота водяного потоку.
2. Водосховища. Характеристики б'єфів ГЕС.
3. Гідравлічні турбіни.
4. Склад та компонування основних споруд ГЕС.
5. Регулювання річкового стоку водосховищами ГЕС.
6. Робота ГЕС в електроенергетичній системі.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Самойленко Є.Г. Основи проектування гідроенергетичних вузлів. Запоріжжя: ЗДІА, 2011.-388 с.
2. Філіпович Ю.Ю. Енергоресурси та гідрологічні основи гідроенергетики. Практикум: Навчальний посібник.— Рівне: НУВГП, 2013.—196 с.: іл.
3. Возняк Л. В., Гімер П. Р., Мердуч М. І., Паневник О. В. Гідравліка : навчальний посібник/ Л. В. Возняк, П. Р. Гімер, М. І. Мердуч, О.В. Паневник. — Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. — 327 с. : іл.
4. Гідравлічна частина електростанцій: Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. всіх форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: П.Л. Денисюк, К.В. Кириленко. — Електронні текстові дані (1 файл: 2,48 Мбайт). — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 54 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45607>

Додаткові:

1. Гідравлічні електростанції: практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. всіх форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: П.Л. Денисюк — Електронні текстові дані (1 файл: 2,48 Мбайт). — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. — 60 с.
2. Hailu G., Varchola V., Hlbocan P. Desing of Hydrodynamic Machines: Pumps and Turbinenes. Boca Raton: CRC Press, 2022. — 269 p.

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	Розділ 1 Вступ Тема 1.1. Предмет і задачі дисципліни «Гідравлічні електричні станції». Лекція 1. Предмет і задачі дисципліни. Гідравлічні та гідроакумуючі станції. Приливні ГЕС. Водні ресурси. Література: КЛ, [1] с.94-98 , [2] с.4-19.
2	Розділ 2. Елементи гідрології. Робота водяного потоку Тема 2.1. Елементи гідрології. Робота водяного потоку. Лекція 2. Основні поняття гідрології. Витрати потоку води. Стік води. Робота водяного потоку. Потенційна потужність води. Література: КЛ, [1] с. 98-102.
3	Тема 2.2. Гідроенергетичні ресурси Лекція 3. Гідроенергетичні ресурси. Література: КЛ, [1] с.103-109, [4] с.9-10.
4	Розділ 3. Водосховища. Характеристики б'єфів ГЕС. Тема 3.1. Водосховище. Характеристика б'єфів Лекція 4. Схема водосховища. Динамічний об'єм водосховища. Нормальний підпорний рівень. Рівень мертвого об'єму. Форсований підпорний рівень. Література: КЛ, [1] с.109-111, [5] с.26-50, 82-105.
5	Тема 3.2. Водний баланс водосховища. Лекція 5. Водний баланс водосховища. Втрати води водосховища, фільтрація, випаровування, льодоутворення. Схема водосховища. Динамічний об'єм водосховища. Нормальний підпорний рівень. Рівень мертвого об'єму. Форсований підпорний рівень. Література: КЛ, [1] с.111-114, [2] с.277-303, [4] с.210-234.
6	Розділ 4. Гідравлічні турбіни. Тема 4.1. Загальні відомості. Класифікація гідротурбін. Лекція 6. Загальні положення. Активні і реактивні гідравлічні турбіни. Потужність гідротурбін. Області використання по напору гідравлічних турбін. Кавітація. Література: КЛ, [1] с.114-116, [3] с.15-26, с. 101-106.
7	Тема 4.2. Конструкція гідротурбін. Лекція 7. Конструкція радіально осьових, пропелерних, двоперових та діагональних гідротурбін. Література: КЛ, [1] 117-122, [3] с.26-48.
8	Тема 4.3. Характеристики гідравлічних турбін. Вибір турбін. Лекція 8. Характеристики гідравлічних турбін. Види характеристик гідравлічних турбін. Побудова характеристик поворотно лопатних машин. Побудова експлуатаційних характеристик гідравлічної турбіни. Література: КЛ, [3] с. 109-134.
9	Лекція 9. Побудова лінійних характеристик гідравлічної турбіни. Розгонні характеристики турбін. Осьове навантаження робочого колеса турбіни. Порівняння гідравлічних турбін по їх характеристиках. Література: КЛ, [3] с. 109-134.
10	Тема 4.4. Підбір гідравлічних турбін при проектуванні гідроелектростанцій. Лекція 10. Розташування гідравлічної турбіни на електростанції. Швидкохідність турбіни. Вибір реактивних турбін по приведеним параметрам. Режимний графік роботи гідроелектростанції. Сумарні характеристики гідравлічних турбін при паралельній їх роботі

	<i>Література: КЛ, [3] с.135-161.</i>
11	Тема 4.5. Турбіни малих гідроелектростанцій. Лекція 11. Турбіни малих гідроелектростанцій. Реактивні і активні турбіни малих ГЕС. Вибір турбін малих електростанцій. Література: КЛ, [3] с.48-50, [5] с.34-39.
12	Тема 4.6. Автоматизація, монтаж та експлуатація гідравлічних турбін. Лекція 12. Системи автоматичного регулювання гідравлічних турбін. Холості випуски турбін. Монтаж гідравлічних турбін. Експлуатація гідравлічних турбін. Література: КЛ, [3] с.162-176.
13	Лекція 13. Модульна контрольна робота. Розділ 5. Склад та компонування основних споруд ГЕС.
14	Тема 5.1 Схеми ГЕС. Лекція 14. Класифікація схем ГЕС. Руслові та дериваційні ГЕС. Література: КЛ, [1] с.122-125
15	Тема 5.2. Греблі.. Лекція 15. Класифікація гребель. Конструкція різних типів гребель. Література: КЛ, [1] с.126-129.
16	Тема 5.3. Споруди ГЕС. Лекція 16. Класифікація споруд гідравлічних станцій. Особливості конструкцій різних типів споруд ГЕС. Література: КЛ, [1] с.129-138.
17	Розділ 6. Регулювання річкового стоку водосховищами ГЕС. Тема 6.1. Регулювання річкового стоку водосховищами ГЕС Лекція 17. Загальні положення регулювання річкового стоку водосховища. Добове, тижнєве, річне та багаторічне регулювання стоку водосховища ГЕС. Література: КЛ, [1] с.138-147.
18	Розділ 7. Робота ГЕС в електроенергетичній системі. Тема 7.1. Робота ГЕС в електроенергетичній системі Лекція 18. Робота ГЕС в енергосистемі. Робота ГЕС в енергосистемі без регулювання. Робота ГЕС в енергосистемі з багаторічним регулюванням. Режим роботи каскаду ГЕС. Особливості покриття добового графіка навантаження енергосистеми. Література: КЛ, [1] с.147-159.

Практичні заняття

№ з/п	Теми практичних робіт
1	Розрахунок гідравлічної енергії водосховища ГЕС.
2	Перерахунок параметрів турбіни з моделі на умови натури.
3	Розрахунок осьового навантаження робочого колеса турбіни.
4	Номенклатура реактивних турбін. Розрахунок швидкохідності.
5	Вибір радіально-осевих турбін по приведеним параметрам.
6	Вибір поворотно-лопатевих турбін по приведеним параметрам.
7	Вибір ковшових турбін по приведеним параметрам.
8	Вибір гідравлічних турбін ГАЕС.
9	Вибір міні- та мікро- гідравлічних турбін та комплектних гідроелектростанцій.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лекційних занять	10
2	Підготовка до практичних занять	9

3	Підготовка до МКР	4
4	Виконання РГР	13
5	Підготовка до екзамену	30
	Всього	66

Модульна контрольна робота

Згідно РСО за період навчання заплановані 1 модульна контрольна робота відповідно до розділів: Елементи гідрології. Робота водяного потоку. Водосховища. Характеристики б'єфів ГЕС. Гідравлічні турбіни. Склад та компонування основних споруд ГЕС. Модульна контрольна робота містить 4 питання.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- 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. Виконання РГР з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;
- 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;
- 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, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Гідравлічні електричні станції»;
- 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.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;

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

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

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

Семестровий контроль: РГР, екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування МКР та РГР, семестровий стартовий рейтинг (R_s) 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

<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску: $R_S = R_M + R_{RGR} < 30$ балів</i>	<i>Не допущено</i>

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

- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) (R_{RGR});
- виконання модульної контрольної роботи (МКР) (R_M);
- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- відповідей на екзамені (R_E).

<i>Експрес-опитування</i>	<i>Розв'язання задач</i>	<i>РГР</i>	<i>МКР</i>	<i>Rc</i>	<i>Рекз</i>	<i>R</i>
<i>4</i>	<i>9</i>	<i>27</i>	<i>20</i>	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>100</i>

Експрес-опитування

Ваговий бал – 0,25.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 0,25 бала * 16 = 4 бали.

Критерії оцінювання

- вірна відповідь на поставлене питання викладачем – 0,25

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 1 бал * 9 = 9 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 1.

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

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

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 27.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання – 27 балів;
- розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – 15...26 балів;
- розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – 1...14 балів;
- розрахунок неправильний – 0 балів;
- на виконання РГР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з теоретичного запитання. Максимальний бал за МКР – 20.

Критерії оцінювання

- повне виконання з незначними помилками – 15...20;
- недосконале виконання з грубими помилками – 10...14;
- відсутність роботи, або частина – 0...9

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

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент матиме не менш ніж 15 балів (на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів можна отримати 30 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш ніж 30 балів (на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів можна отримати 60 балів).

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань та задачі.

Критерії оцінювання екзамену

Отримання за результатами оцінювання стартового рейтингу 60 балів не звільняє від складання екзамену. Максимальний рейтинг екзамену $R_z = 40$ балів.

Рейтинг екзамену $R_z = 33 - 40$ 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 екзамену $R_z = 25 - 32$ 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 процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг екзамену $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів, які вивчав. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_z \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє незрозуміння фізичної суті електромагнітних процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

$$R = R_S + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, к.т.н. Денисюком П.Л.

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 10 від 17.05.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)

¹Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.