

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра _____ аерокосмічної теплотехніки _____ (№ 205 _____)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Спіфанов С.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2023 р.

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Науково-технічні основи водневої енергетики

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: _____ 14 «Електрична інженерія» _____
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: _____ 142 «Енергетичне машинобудування» _____
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: _____ «Енергетичне машинобудування» _____
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень освіти:
третій освітньо-науковий

Силабус введено в дію з 01.09.2023 року

Харків – 2023 р.

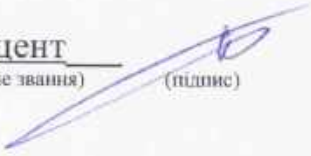
Розробник: Лисиця Олексій Юрійович, доцент, к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

Протокол № від « » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Гакал П.Г.
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

аспірант зр. 142-203-1


(підпис)

Веклич Л.С.
(ініціали та прізвище)

Погоджено:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури


(підпис)

Селевко В.Б.
(ініціали та прізвище)

В.о. голови наукового
товариства студентів,
аспірантів, докторантів
і молодих вчених


(підпис)

Жила С.С.
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Лисиця Олексій Юрійович, к.т.н., доцент. З 2011 року викладає в університеті. Основні дисципліни:

- тепловий захист і системи охолодження енергоустановок і літальних апаратів;
- обчислювальна гідромеханіка;
- технічні засоби теплофізичного експерименту;
- теплотехнічні вимірювання і прилади;
- Fluid and Gas Dynamics.

Напрями наукових досліджень: CFD-моделювання теплогідравлічних процесів в енергетичних системах, процеси тепломасообміну та гідрогазодинаміки в складних системах, багатофазні течії.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1 семестр.

Обсяг дисципліни:

5 кредити ЄКТС (150 годин), у тому числі аудиторних – 64 годин, самостійної роботи здобувачів – 86 години.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – вибіркова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – гідрогазодинаміка, технічна термодинаміка, тепломасообмін.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння сучасних знань в області водневої енергетики, отримання навичок для розрахунку теплогідравлічних процесів у водневих системах, розуміння науково-технічних основ і проблем водневої енергетики.

Завдання: отримання аспірантами знань та вмінь щодо вирішення практичних теплогідравлічних задач, котрі мають місце у системах з використанням водню у будь-яких агрегатних станах.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти повинні досягти таких **компетентностей**:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері енергетичного машинобудування та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях в галузі електричної інженерії та суміжних галузей.

Програмні результати навчання:

- мати передові концептуальні та методологічні знання з енергетичного машинобудування і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та здійснення інновацій;
- формувати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та комп'ютерного моделювання, наявні в літературі;
- здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проєктів у енергетичному машинобудуванні.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Науково-технічні основи водневої енергетики».

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Що так кріогенна техніка. Її значення для техніки. Розвиток кріогенної техніки.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 3-4 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Концепція та стан водневої енергії

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 3-6 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Передумови формування водневої енергетики. Концепція водневої енергетики. Національні програми та комерційні проекти у сфері водневої енергетики

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-10 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 3. Природні ресурси та фізико-хімічні властивості водню

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 3-6 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Природні ресурси водню. Основні фізико-хімічні властивості водню. Теплофізичні властивості водню.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-12 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 4. Надійність і безпеність водневих систем

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 3-6 години.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Джерела небезпеки під час використання водню. Конструкційні матеріали водневих систем. Засоби контролю та правила безпеки під час використання водню.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8-14 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2

Тема 5. Виробництво і транспортування водню

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 6-12 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Виробництво водню та структура його споживання. Структура виробництва та споживання водню. Основні показники якості технічного водню. Методи отримання водню та утилізації побічних продуктів.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10-18 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 6. Зберігання водню

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 6-12 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Компримований та зріджений водень. Хімічно зв'язаний водень. Адсорбційні методи зберігання водню. Металогідридні технології зберігання водню. Транспортування водню. Техніко-економічний аналіз технологій виробництва, зберігання та транспортування водню.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12-20 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 7. Застосування водню

Форма занять: лекція, практика, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10-18 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Транспортні засоби та приводи на водневому паливі. Водень як паливо для ЛА. Водень як паливо для наземного та водного транспорту. Паливні елементи. Основні принципи роботи паливних елементів. Типи паливних елементів та їх складові. Бортові акумулятори та перетворювачі енергії.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 14-24 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Модуль 1</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...2	12	0...24 (максимальна кількість балів за цим показником)
Модульний контроль	0...20	1	0...26
<i>Модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...2	12	0...24 (максимальна кількість балів за цим показником)
Модульний контроль	0...20	1	0...26
<i>За семестр</i>			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

Іспит проводиться у вигляді письмової відповіді на 3 питання екзаменаційного квитка та потім усної бесіди з викладачем по цих питаннях.

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74) – мати мінімум знань і умінь для забезпечення програмних результатів навчання.

Добре (75-89) – знати основні теми дисципліни, розуміти стан водневої енергетики, твердо орієнтуватися в питаннях виробництва, транспортування, зберігання та використання водню в якості палива.

Відмінно (90-100) – мати знання, що дозволять самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на питання щодо розрахунку теплогідравлічних процесів у водневих системах, теплофізичних властивостей, ефективності водневих систем. Твердо розуміти і знати особливості використання водню в якості палива в різних варіаціях, науково-технічні основи водневої енергетики.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

• http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_con d=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all_theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

- 1. Теплообмін. Конспект лекцій. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 86 с.

- 2. Теплообмін. Конспект лекцій за дисципліною «Тепломасообмін». Ч. 1: Теплопровідність і теплообмін випромінюванням – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 88 с.
- 3. Теплообмін. Конспект лекцій за дисципліною «Тепломасообмін». Ч. 2: Конвекція. Теплообмінні апарати. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 101 с.
- 4. Технічна термодинаміка. Конспект лекцій. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2019. – 102 с.
- 5. Тепломасообмін. Навчальний посібник до лабораторних робіт за дисципліною «Тепломасообмін». – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2020. – 137 с.

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2860>

11. Рекомендована література

Базова

1. Перспективи використання водню як енергетичного ресурсу. О. Сітуха; О. Павлова; К. Павлов. Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна. Галицький економічний вісник. Galician economik journal, No 5 (72) 2021. https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2021.05 ISSN 2409-8892. Web: <http://galicianvisnyk.tntu.edu.ua>
2. Шрайбер О.А. Сучасний стан і перспективи розвитку водневої енергетики у світі. Шрайбер О.А., Дубровський В.В., Тесленко О.І. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 32 (71) № 5 2021.
3. Г. Ковтун, Є. Полункін. Перспективи водневої енергетики. ISSN 0372-6436. Вісн. НАН України, 2007, № 4.
4. Шевченко В. Г., Ляшенко В. І., Осадча Н. В. Світові тенденції розвитку водневої енергетики. Вісник економічної науки України. 2021. № 2 (41). С. 17-26. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.2\(41\).17-26](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.2(41).17-26).

Допоміжна

1. Д. Г. Бобро. Проблемні питання та перспективи розвитку водневої енергетики в Україні. Національний інститут стратегічних досліджень. Центр безпекових досліджень.
2. Бойко С. Аналіз перспектив впровадження водневої енергетики в енергетичний баланс підприємств авіаційної галузі. Бойко С., Котов О., Вишневський С., Мельник О., Підгорних Н. Вісник Хмельницького національного університету, №6, Том 1, 2022 (315). DOI 10.31891/2307-5732-2022-315-6-282-286