

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова науково-методичної
ради НУВГП
е-підпис Олег ЛАГОДНІЮК

02.09.2021 р.

01-06-048S

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

SYLLABUS

Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів		Mathematical modeling of heat technology systems and processes	
Шифр за ОП	ВВ4.1	Code in Educational Program	
Освітній рівень: магістерський (другий)		Educational level: Master's (second)	
Галузь знань: Електрична інженерія	14	Fields of knowledge: Electrical engineering	
Спеціальність: Теплоенергетика	144	Field of study: Heat energy	
Спеціалізація: _____	_____	Specialization: _____	
Освітня програма: Теплоенергетика		Educational Program: Heat energy	

Силабус навчальної дисципліни «*Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів*» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Теплоенергетика», спеціальності 144 «Теплоенергетика». – Рівне: НУВГП, 2021. - 11 с.

ОПП на сайті університету: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/20951>

Розробник силабусу: *Тимейчук Орест Юрійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин (ГЕ, ТЕ та ГМ)*

Силабус схвалений на засіданні кафедри *ГЕ, ТЕ та ГМ*
Протокол № 1 від “30” серпня 2021 року

Завідувач кафедри ГЕ, ТЕ та ГМ:
_____ *Рябенко Олександр Антонович, д.т.н., професор*

Керівник освітньої програми
_____ *Кочмарський Володимир Зіновійович Павлович, к.ф.-м.н., професор*

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІВГП
Протокол № 1 від “31” серпня 2021 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІВГП:
_____ *Хлапук Микола Миколайович, д.т.н., професор*


№ документа в ЕДО **СЗ №-3970**

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ*

Ступінь вищої освіти	<i>Магістр</i>
Освітня програма	<i>Теплоенергетика</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Рік навчання, семестр	<i>1 рік навчання, 2 семестр</i>
Кількість кредитів	<i>6,0</i>
Лекції:	<i>20 годин</i>
Лабораторні заняття:	<i>40 годин</i>
Самостійна робота:	<i>120 години</i>
Курсова робота:	<i>Ні</i>
Форма навчання	<i>Денна та заочна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>Залік</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Кафедра, де реалізується навчальна дисципліна	<i>Кафедра гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин, Адреса: м. Рівне, вул. О. Новака (Приходька), 79, навчальний корпус №4, каб.433 https://nuwm.edu.ua/nni-vgp/kaf-gtgm</i>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА*

ПРОФАЙЛ ЛЕКТОРА

<p>Лектор</p> 	<p><i>Тимейчук Орест Юрійович</i>, к.т.н., доцент, доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин</p>
Вікіситет	https://cutt.ly/EgS28tZ
ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3451-837X
Як комунікувати	o.y.tymeichuk@nuwm.edu.ua Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE https://cutt.ly/pgJjlkR

ПРО НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

Анотація навчальної дисципліни, в т.ч. мета та цілі	<p>Як показує інженерна практика, спеціалістам, які працюють у галузі теплоенергетики, необхідні знання з математичного моделювання теплотехнологічних систем та процесів з використанням математичних методів та персональних комп'ютерів. Тому вивчення дисципліни „Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів” є важливою ланкою у системі підготовки спеціалістів у галузі теплоенергетики.</p>
-----------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Навчальна дисципліна „Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів” є однією з вибіркових дисциплін професійної підготовки, що вивчають студенти–теплоенергетики. Отримані знання при вивченні цієї дисципліни використовуються у курсовому та дипломному проектуванні.</p> <p>Метою вивчення навчальної дисципліна „Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів” є оволодіння студентами вмінь і навиків застосування основних методів дослідження процесів теплотехнологічних систем та процесів з використанням математичного та комп’ютерного моделювання.</p> <p>Основними цілями навчальної дисципліни „Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів” є:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчення основних способів побудови математичних моделей процесів теплообміну в теплотехнологічних системах та їх реалізація з використанням чисельних методів та ЕОМ; - набуття практичних навичок в побудові математичних моделей задач розподілу тепла в теплотехнологічних системах і розв’язувати їх чисельними методами з використанням ЕОМ.
	<p>Методи навчання. Для викладання лекційного курсу розроблений конспект лекцій та використовується інтерактивна дошка. Лабораторні заняття проводяться в комп’ютерному класі з використанням сучасного програмного забезпечення. Для виконання лабораторних робіт розроблено роздатковий матеріал у вигляді індивідуальних завдань.</p> <p>Ключові слова: математичні методи, математичні моделі, тепломасообмін, теплотехнологічна система, теплотехнологічний процес.</p>
<p>Посилання на розміщення навчальної дисципліни на навчальній платформі Moodle</p>	<p>https://cutt.ly/pgJjlkR</p>
<p>Компетентності</p>	<p>ЗК₂. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК₃. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.</p> <p>ФК₁. Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп’ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп’ютерне програмне</p>

	<p>забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.</p> <p>ФК₃. Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.</p> <p>ФК₉. Здатність аналізувати та розробляти заходи з підвищення ефективності систем і компонентів на основі аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.</p> <p>ФК₁₂. Здатність застосовувати специфічні методи моделювання, розрахунків, проектування та експлуатації теплоенергетичних об'єктів на основі відновлювальних джерел енергії.</p>
Програмні результати навчання	<p>РН₂. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.</p> <p>РН₅. Розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.</p> <p>РН₁₆. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.</p>
Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)	<p>ЗК₁. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК₄. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).</p> <p>ЗК₅. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.</p>
Структура навчальної дисципліни	<p>Змістовий модуль 1. Постановка та чисельне розв'язування крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР)</p> <p>Тема 1. Чисельне розв'язування крайової задачі для ЗДР 2-го порядку методом прогонки</p> <p>Крайова задача, алгоритм метода прогонки. (лекції – 2/1 год., лабораторні заняття – 4/2год., самостійна робота – 15/18 год.).</p> <p>Тема 2. Закономірності переносу теплової енергії та постановка задачі теплопровідності ребер</p> <p>Види переносу енергії у вигляді теплоти (теплопровідність, конвекцію і теплове випромінювання), розвинута поверхня, ефективність ребра, ідеальне ребро. (лекції – 2/0 год., лабораторні заняття – 0/0 год., самостійна робота – 19/21 год.).</p>

Тема 3. Постановка задачі теплопровідності для поздовжніх ребер різного профілю

Поздовжні ребра різного профілю (прямокутного, трикутного, вгнутого параболічного та опуклого параболічного), узагальнена функція профілю ребер різної конфігурації.

(лекції – 2/0 год., лабораторні заняття – 0/0 год., самостійна робота – 15/17 год.).

Тема 4. Чисельне розв'язування задачі теплопровідності для поздовжніх ребер

Метод прогонки, чисельний розв'язок задачі теплопровідності при постійному коефіцієнті тепловіддачі на поверхні ребра та теплоізоляції його торця.

(лекції – 2/0 год., лабораторні заняття – 4/2 год., самостійна робота – 15/19 год.).

Змістовий модуль 2. Математичне моделювання теплообміну в теплотехнологічних системах та процесах

Тема 5. Чисельне розв'язування задач оптимізації процесів теплообміну у вузлах теплоенергетичного обладнання

Визначення оптимальних параметрів вузлів теплоенергетичного обладнання при його конструюванні та експлуатації.

(лекції – 12/3 год., лабораторні заняття – 32/10 год., самостійна робота – 56/87 год.).

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми	К-сть год.
1	Чисельне розв'язування крайової задачі для ЗДР 2-го порядку методом прогонки.	4/2
2	Чисельне розв'язування задачі теплопровідності для поздовжніх ребер	4/2
3	Визначення впливу швидкості води, що омиває бак у горизонтальному напрямку, на коефіцієнт тепловіддачі від стінки бака до води	4/2
4	Визначення впливу швидкості води, що омиває бак у вертикальному напрямку, на коефіцієнт тепловіддачі від стінки бака до води	4/1
5	Визначення впливу кута нахилу труби до напрямку руху води на густину теплового потоку від води до труби	4/1

6	Визначення впливу кута нахилу труби до напрямку руху повітря на густину теплового потоку від повітря до труби	4/1
7	Визначення впливу внутрішнього діаметру труби на коефіцієнт тепловіддачі при кипінні у ній хладону	4/1
8	Визначення впливу діаметра труби на коефіцієнт тепловіддачі при плівковій конденсації водяної пари на її поверхні	4/1
9	Визначення оптимальної товщини стінки сушильної камери	4/1
10	Визначення оптимального порядку теплоізоляції сталевих труби двома різними шарами ізоляції	4/1
Усього:		40/14

Методи оцінювання та структура оцінки

Методи оцінювання знань базуються на проведенні контролю роботи студентів та оцінюванні ступеня засвоєння пройденого матеріалу.

Поточний контроль знань студентів здійснюється так:

- усне опитування студентів під час лекцій та лабораторних занять;
- перевірка та захист виконаних лабораторних робіт та індивідуальних завдань.

Шкала оцінювання лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Бали.
1	Чисельне розв'язування крайової задачі для ЗДР 2-го порядку методом прогонки.	6
2	Чисельне розв'язування задачі теплопровідності для поздовжніх ребер	6
3	Визначення впливу швидкості води, що омиває бак у горизонтальному напрямку, на коефіцієнт тепловіддачі від стінки бака до води	6
4	Визначення впливу швидкості води, що омиває бак у вертикальному напрямку, на коефіцієнт тепловіддачі від стінки бака до води	6
5	Визначення впливу кута нахилу труби до напрямку руху води на густину теплового потоку від води до труби	6
6	Визначення впливу кута нахилу труби до напрямку руху повітря на густину теплового	6

	потоків від повітря до труби	
7	Визначення впливу внутрішнього діаметру труби на коефіцієнт тепловіддачі при кипінні у ній хладону	6
8	Визначення впливу діаметра труби на коефіцієнт тепловіддачі при плівковій конденсації водяної пари на її поверхні	6
9	Визначення оптимальної товщини стінки сушильної камери	6
10	Визначення оптимального порядку теплоізоляції сталевих труб двома різними шарами ізоляції	6
Усього:		60

Ступінь засвоєння студентами пройденого матеріалу оцінюється шляхом тестування з використанням технічних засобів. Контроль знань студентів за змістовими модулями 1 і 2 дисципліни „Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів” проводиться у Центрі незалежного оцінювання знань шляхом тестування. Знання за кожним змістовим модулем оцінюються у 20 б.

Таким чином, максимальна оцінка знань з дисципліни „Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів” становить 100 б. (лабораторні та індивідуальні завдання – 60 б., модуль 1 – 20 б., модуль 2 – 20 б.).

Таблиця формування тестового завдання
поточного контролю знань (модулі 1 і 2)

Рівень складності	Загальна кількість завдань у базі	Кількість завдань в білеті	Оцінка завдань (бали)	
			За одне	Загальна
1	105	30	0,4	0-12
2	30	2	2	0-4
3	15	1	4	0-4
Усього	150	33	—	0-20

Завдання 1-го та 3-го рівнів допускають лише одну правильну відповідь, 2-го рівня – дві правильні відповіді.

Лінки на нормативні документи, що регламентують проведення поточного та підсумкового контролю знань і надають студентам можливість подавати апеляції:

- Положення про навчально-науковий центр незалежного оцінювання Національного університету водного господарства та природокористування;
- Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти;
- Система оцінювання результатів навчання здобувачів

	<p>вищої освіти (семестровий поточний контроль) зі змінами та доповненнями.</p> <p>https://cutt.ly/TgJjR0c</p>
Місце навчальної дисципліни в освітній траєкторії здобувача вищої освіти	<p>Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна „Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів” є складовою частиною вибіркового компонента освітньої програми для підготовки магістрів за спеціальністю „Теплоенергетика”.</p> <p>Матеріал курсу „Математичне моделювання теплотехнологічних систем та процесів” необхідний для виконання курсових проектів і кваліфікаційної роботи.</p>
Поєднання навчання та досліджень	<p>Результати досліджень студентів за науковими індивідуальними темами висвітлюються в рефератах, курсових проектах і магістерських роботах, доповідях на науково-технічних конференціях, наукових публікаціях у «Студентському віснику» НУВГП (ISSN 2313-0431), а також обговорюються під час лабораторних занять. Результати наукових досліджень викладачів висвітлюються в наукових звітах, статтях, дисертаціях, впроваджуються у навчальний процес (що фіксується силабусах) і використовуються при проведенні лекційних та лабораторних занять.</p>
Інформаційні ресурси	<p>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</p> <p>Основна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Босий В. В., Мариненко В. І. Моделювання теплових режимів ребер при різних умовах теплообміну: Навч. посібник.-К.: МО України, 1996.- 116 с. 2. Голінко, І. М., Галицька, І. Є., Степаненко, В. Ю. (2019). Математичне моделювання процесів тепло- та масообміну для камери парового зволоження. Precarpathian bulletin of the Shevchenko scientific society number, (1(25), 54-62. Режим доступу: https://cutt.ly/zWo90WW 3. Лейбович Л. И. Практикум по математическому моделированию и оптимизации процессов теплообмена.-Николаев:НУК, 2008.- 44 с. 4. Математичне моделювання новітніх технологічних систем.: Монографія/ Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. – Вінниця: 2021. – 193 с, Режим доступу: https://cutt.ly/gWo951i 5. Тимейчук О. Ю. Математичні моделі та оптимізація тепломасообміну: навч. посіб./ Рівне: НУВГП, 2010.-50 с. Режим доступу: http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/4664 <p>Допоміжна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Калиткин Н. Н. Численные методы.- М.:Наука,1978.- 512 с. 2. Копченлова Н. В., Марон И. А. Вычислительная математика

	<p>тика в прикладах и задачах.-М.: Наука, 1972.-367 с.</p> <p>3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.- М.: Наука, 1977.– 735 с.</p> <p>Інформаційні ресурси</p> <p>1. Стандарт вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 14 “Електрична інженерія” спеціальності 144 “Теплоенергетика”. – Київ, 2020. –13 с. https://cutt.ly/yWoXv8Q</p> <p>2. Наукова бібліотека НУВГП (33000 м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / (Електронний ресурс). – Режим доступу: lib.nuwm.edu.ua</p>
ПРАВИЛА ТА ВИМОГИ (ПОЛІТИКА)*	
Дедлайни та перескладання	<p>Перездача тестових завдань перевірки засвоєння теоретичного матеріалу здійснюється згідно з правилами ННЦНО https://cutt.ly/AgJkiXQ</p> <p>Студенти повинні виконати ряд індивідуальних завдань для оцінювання. Одним із важливих елементів оцінки є своєчасне подання виконаного завдання. У реальному світі оцінки, які подаються навіть через кілька секунд після закінчення терміну, не приймаються. Відповідно до духу надання максимально реалістичного досвіду, та ж політика дотримується в аудиторії - пізно виконані завдання не приймаються.</p> <p>Викладач може продовжити терміни виконання завдань, якщо у студента є пом’якшуючі обставини. Студенти можуть звернутися до свого викладача в разі виникнення особистих чи надзвичайних ситуацій.</p>
Правила академічної доброчесності	<p>Всі студенти, співробітники та викладачі НУВГП мають бути чесними у своїх стосунках, що поширюється на поведінку та дії, пов’язані з навчальною роботою. Студентоцентризм має вирішальне значення для розуміння серйозності ставлення до академічної недоброчесності та неправомірної поведінки. Студенти повинні самостійно виконувати та подавати на оцінювання лише результати власних зусиль та оригінальної праці. У той час як студентам рекомендується працювати один з одним та обмінюватися ідеями, то обмін текстом, кодом або чимось подібним для виконання окремих завдань є недопустимим. Студенти, які порушують Кодекс честі університету, не отримують бали за ці завдання, а в разі грубих порушень, курс не буде їм зараховано і студенти будуть направлені на повторне вивчення.</p> <p>При здачі індивідуальних навчально-дослідницьких робіт може проводитись перевірка на плагіат.</p> <p>Ніколи не існує прийняттого приводу для плагіату чи обману. Академічна недоброчесність в університеті не-</p>

	<p>припустима.</p> <p>В цілому студенти та викладачі повинні дотримуватись:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Положення про запобігання плагіату випускних кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти зі змінами та доповненнями • Кодекс честі студентів • Кодекс честі наукових, науково-педагогічних і педагогічних працівників НУВГП • Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату в НУВГП <p>https://cutt.ly/5gJkhEi</p>
Вимоги до відвідування	<p>У випадку пропуску заняття (лікарняні, мобільність тощо) відпрацювати його можна при проведенні занять з іншою групою за тою ж темою або під час консультацій. Студент отримує індивідуальне завдання і виконує його у вільний від занять час в ауд.436 (комп'ютерний клас кафедри ГЕ, ТЕ та ГМ).</p> <p>При карантині лекції проводяться за допомогою Google Meet за корпоративними профілями (використовуються мобільні телефони та ПК, а також мультимедійні засоби).</p>
Неформальна та інформальна освіта	<p>Неформальна та інформальна освіта надається у відповідності з Положенням про неформальну та інформальну освіту НУВГП, затвердженому Вченою радою НУВГП (Протокол №4 від 24 квітня 2020 р.).</p> <p>https://cutt.ly/bgJkcPq</p>
ДОДАТКОВО	
Правила отримання зворотної інформації про дисципліну*	<p>Після проведення перших занять студентам буде запропоновано відповісти на ряд питань щодо врахування в поточному курсі їх побажань. Після завершення курсу, для покращення якості викладання освітнього компоненту і отримання зворотного зв'язку від студентів, їм буде запропоновано заповнити Google форму.</p>
Оновлення*	<p>Силабус може переглядатися та оновлюватися кожного навчального року. При цьому враховуються пропозиції стейкхолдерів, а також побажання студентів, висловлені під час занять та в процесі опитування (анкетування).</p>
Навчання осіб з інвалідністю	<p>Організація навчання людей з інвалідністю проводиться за дотриманням вимог нормативних документів, розроблених в НУВГП: https://cutt.ly/kgJkTmK</p> <p>При цьому враховуються прохання здобувачів вищої освіти з особливими потребами в організації навчання.</p>

Лектор

*Тимейчук Орест Юрійович,
к.т.н., доцент*