

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра агроінженерії

«ПОГОДЖЕНО»

В.о. декана інженерно-  
енергетичного факультету

 Каріне ГОРБУНОВА

« 20 » 06 2022 року

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

 Дмитро БАБЕНКО

2022 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕПЛОВОДОПОСТАЧАННЯ В АПК**

Шифр за ОПП – ВБ 2.2

освітньо-професійна програма

для здобувачів вищої освіти початкового рівня (короткий цикл)

(молодший бакалавр, 2 курс)

**денної форми навчання**

на 2022-2023 навчальний рік

Освітній рівень – Молодший бакалавр  
Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»  
Спеціальність 208 «Агроінженерія»  
Мова викладання – українська

Миколаїв  
2022

Програма відповідає вимогам освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти «Агроінженерія», зі спеціальності 208 «Агроінженерія» початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти, яка затверджена вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 23.02.2021 р. (протокол № 7).

Розробник програми: асистент кафедри агроінженерії Микита ХРАМОВ  
Миколаївський національний аграрний університет

Програма розглянута на засіданні кафедри агроінженерії.  
Протокол № 4 від 20.05 2022 року).

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

Олексій САДОВИЙ

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-енергетичного факультету  
Протокол № 10 від 07.06 2022 року.

Голова науково-методичної комісії  
д-р. пед. н., професор кафедри  
електроенергетики, електротехніки  
та електромеханіки кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

Ілона БАЦУРОВСЬКА

(прізвище та ініціали)

## 1. Анотація

Дисципліна «Тепловодопостачання в АПК» дає необхідний рівень теоретичних знань в сільськогосподарському водопостачанні, володіння інженерними методами розв'язування прикладів розрахунку, в виборі та експлуатації обладнання для водопостачання у сільськогосподарському виробництві. Багаторічна практика засвідчує, що при проектуванні навіть простих гідравлічних систем будь-якого призначення у студентів виникають труднощі у виборі алгоритму розв'язку задач, методу його реалізації, підборі необхідного обладнання. Суттєві складності виникають, зокрема, при побудові суміщених характеристик насоса і гідравлічної системи, в якій він працює, та подальшому виборі необхідних технічних параметрів насосної установки.

*Ключові слова: Закон Архімеда; випадки рівноваги тіл; метацентричні машини гідростатичної дії; акумулятор.*

## Annotation

The discipline "Heat supply in the agro-industrial complex" provides the necessary level of theoretical knowledge in agricultural water supply, mastery of engineering methods for solving calculation examples, in the selection and operation of equipment for water supply in agricultural production. Many years of practice show that when designing even simple hydraulic systems for any purpose, students have difficulty in choosing the algorithm for solving problems, the method of its implementation, the selection of the necessary equipment. Significant difficulties arise, in particular, in the construction of the combined characteristics of the pump and the hydraulic system in which it operates, and the subsequent selection of the necessary technical parameters of the pumping unit.

*Keywords: Archimedes law; cases of equilibrium of bodies; metacenter machines of hydrostatic action; accumulator*

## 2. Опис навчальної дисципліни Тепловодопостачання в АПК

Галузь знань **20 «Аграрні науки та продовольство»**

Спеціальність **208 «Агроінженерія»**

Освітній ступінь **Молодший бакалавр**

Вибірковий компонент **(ВБ 2.2)**

Семестр **III**

Кількість кредитів ECTS **3,0**

Кількість модулів **1**

Кількість змістових модулів **2**

Загальна кількість годин **90**

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:

Лекції **16 / 0,54 кредитів ECTS**

Практичні (лабораторні, семінарські) заняття **24 / 0,80 кредитів ECTS**

Самостійна робота **50 / 1,6 кредитів ECTS**

Форма підсумкового контрольного заходу **залік III сем.**

Співвідношення кількості аудиторних занять до самостійної роботи становить:

- 44,5 % аудиторних занять;
- 55,5 % самостійної роботи.

Під час вивчення навчальної дисципліни застосовуються інноваційні педагогічні технології навчання, які включають системний набір прийомів та засобів з організації освітньої діяльності, охоплюють процес навчання від мети до програмних результатів. У освітньому процесі використовується освітня платформа Moodle, яка дозволяє використовувати дистанційні підходи у опанування навчального матеріалу, технології Jitsi Meet, а також презентаційні матеріали. Робоча програма щорічно оновлюється з урахуванням пропозицій усіх груп стейкхолдерів.

### **Якісні зміни до робочої програми.**

Робоча програма розроблена вперше.

**Передбачені неформальні освітні заходи.** Здобувачам пропонуються протягом вивчення дисципліни: індивідуальні завдання, участь у вебінарах та семінарах, участь у відкритих лекціях, які проводять поза межами навчального процесу. Здобувач має право самостійно обирати напрям і вид неформальних освітніх заходів. Оцінка їхніх результатів відбувається за наявності документального підтвердження (сертифікат, свідоцтво, скріншот, програма, запрошення тощо). Перезарахування дисципліни або окремих тем відбувається за бажання здобувача на підставі нормативної внутрішньої документації та Положень МНАУ.

**Передбачені інформальні заходи освіти.** Передбачається, що здобувач у ході життєвого досвіду має застосовувати здобуті знання та результати, наприклад, вивчаючи наступну тему чи готуючись до всіх видів робіт. І навпаки – здобувачі

використовують життєві приклади для трансформації їх в освітній процес, зокрема щодо гідравліки.

**Можливості набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти.** В університеті є відповідальні особи, які організують освітній процес (декан, заступники декана, куратор).

Можливість дистанційного (або очно-дистанційного) навчання через:

- систему Moodle (<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=3112> – лекційний матеріал, практичні завдання, напрями наукової та творчої роботи, завдання на самостійне опрацювання);

- платформу онлайн-занять Zoom – для проведення індивідуальних практичних занять, консультацій тощо;

- електронний репозитарій МНАУ – для використання інформаційних матеріалів (<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/>);

- аудіо- та відеоповідомлення з лекційним матеріалом, поясненням особливостей завдань та напрямками їх виконання тощо;

- спілкування через електронну пошту (khramov\_ns@mnau.edu.ua) та телефонний зв'язок;

- залучення до освітньо-наукових заходів в онлайн-режимі;

- індивідуальний підхід до викладення матеріалу навчальної дисципліни;

- можливість залучення до освітнього процесу куратора академічної групи та людини, яка знаходиться поряд з здобувачем вищої освіти з особливими освітніми потребами (батьки, сестра, брат та інших).

**Мовна підготовка.** Дисципліна викладається українською мовою. Водночас, з кожної теми виділено ключові слова, які здобувачі вивчають англійською мовою. Здобувачі мають можливість брати участь у вебінарах та наукових заходах англійською мовою.

**Форми навчання.** Денна (дистанційна, змішана – за наказом по університету, наприклад у зв'язку із дотриманням карантинних заходів). Освітній процес реалізується у таких формах: навчальні заняття (лекційні заняття, практичні заняття, консультації), індивідуальні завдання, самостійна робота, контрольні заходи.

**Методи навчання.** Основними, які використовуються під час викладання і вивчення дисципліни, є: інтерактивні, кейс-метод, метод прес-формули, наочні методи, практичні методи, творчі методи, методи контролю та самоконтролю (графічний диктант та інші), дослідницькі та інші.

У процесі навчання всі учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися принципів **академічної доброчесності** – сукупності етичних принципів та визначених правил провадження освітньої та наукової діяльності, які є обов'язковими для всіх учасників такої діяльності та мають на меті забезпечувати довіру до результатів навчання та наукової діяльності, з урахуванням вимог Закону України «Про вищу освіту», «Про освіту», методичних рекомендацій Міністерства освіти і науки України для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності, Кодексу академічної доброчесності у Миколаївському національному аграрному університеті та інших документів.

Усі академічні тексти (освітні та наукові) здобувачів вищої освіти обов'язково перевіряються щодо їх відповідності принципам академічної доброчесності, у т.ч. за допомогою програми Unicheck.

***Дотримання вимог академічної доброчесності під час створення академічних текстів***

Автором (співавтором) освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору є особа, яка зробила особистий інтелектуальний внесок до проведення дослідження, безпосередньо брала участь у його створенні та несе відповідальність за його зміст.

Під час оприлюднення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору мають бути зазначені всі його автори. Не допускається зазначати як автора освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору особу, яка не відповідає критеріям, визначеним абзацом першим цієї частини. Якщо у проведенні дослідження або створенні освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору брали участь інші особи, що не вказані як його автори, це має бути зазначено у творі із визначенням внеску кожної такої особи.

Освітній (освітньо-науковий, науковий) твір має містити достовірні відомості про використані методи, джерела даних, результати дослідження та отримані наукові (науково-технічні) результати.

Якщо під час проведення дослідження та/або створення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору були використані розробки, наукові (науково-технічні) результати, що належать іншим особам, це має бути зазначено в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі з посиланням на джерело їх оприлюднення.

Використання загальновідомих фактів чи ідей не потребує окремого зазначення.

Всі текстові запозичення, що використовуються в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі (окрім стандартних текстових кліше), мають бути позначені з посиланням на джерело запозичення.

Текстові запозичення мають бути позначені у спосіб, який дозволяє чітко відокремити їх від власного тексту автора (авторів).

У разі використання автором (авторами) власних, розробок, наукових (науково-технічних) результатів, які були оприлюднені раніше, він (вони) мають зазначити це в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі.

***Дотримання вимог академічної доброчесності для здобувачів освіти***

Здобувачі освіти зобов'язані виконувати вступні, навчальні, контрольні, кваліфікаційні, конкурсні та інші види завдань самостійно. Самостійність у виконанні завдання означає, що воно має бути виконане:

1) для індивідуальних завдань – особисто здобувачем, а для групових завдань – лише визначеною групою здобувачів, без втручання інших осіб, під керівництвом та контролем викладачів, що визначені як керівники, та затверджені відповідно до нормативної документації закладу вищої освіти з урахуванням індивідуальних потреб і можливостей осіб з особливими освітніми потребами;

2) якщо умови або характер завдання передбачають обмеження у можливих джерелах інформації – без використання недозволених джерел інформації.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані поважати гідність, права, свободи та законні інтереси всіх учасників освітнього процесу, дотримуватися етичних норм.

### ***Дотримання вимог академічної доброчесності під час оцінювання***

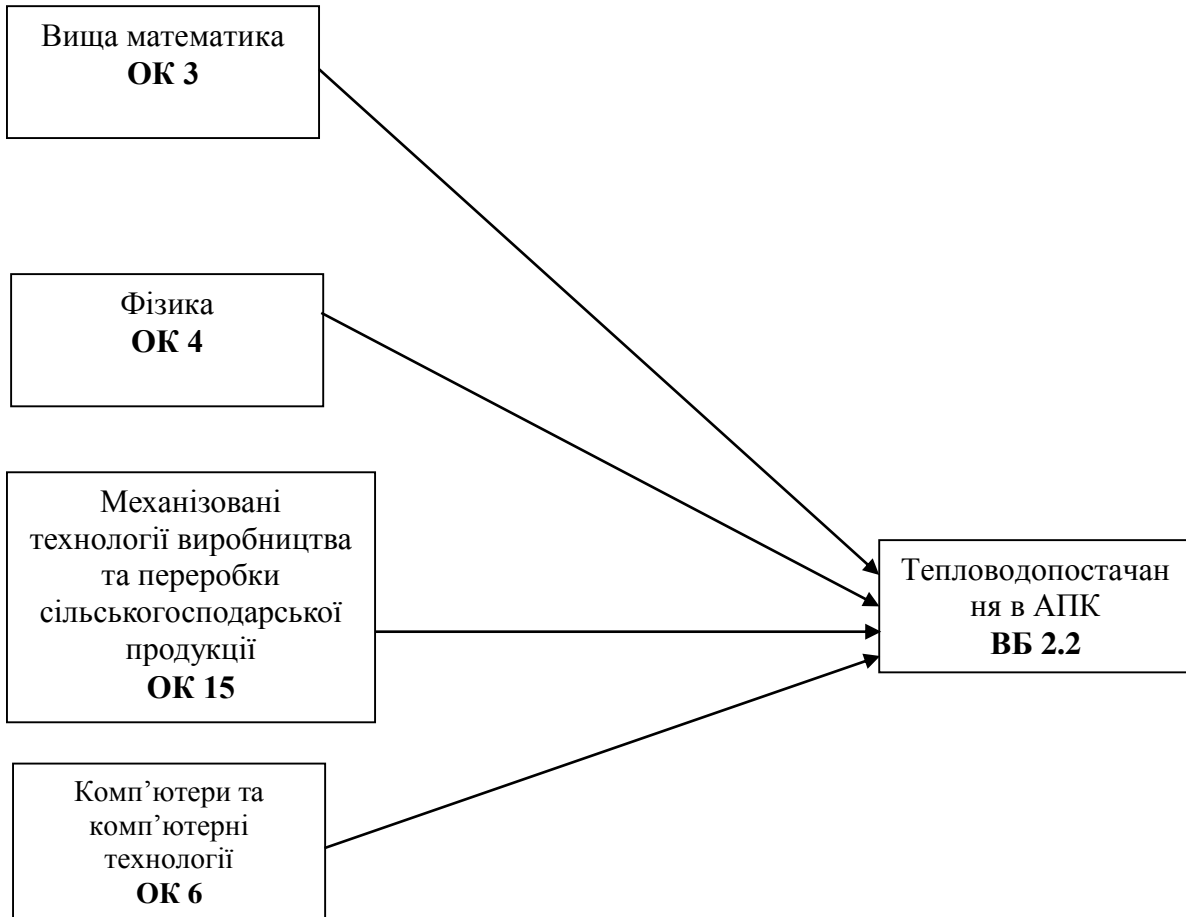
Оцінювання у сфері вищої освіти і науки відповідає вимогам об'єктивності, валідності та справедливості. Оцінювання є об'єктивним, якщо воно ґрунтується на заздалегідь визначених критеріях. Оцінювання є валідним, якщо воно здійснюється відповідно до критеріїв, що визначаються законодавством України та суб'єктом внутрішнього забезпечення якості освіти. Оцінювання є справедливим, якщо воно проводиться за відсутності конфлікту інтересів, дискримінації та неправомірного впливу на оцінювача.

### **3. Мета вивчення навчальної дисципліни**

*Мета дисципліни:* дати необхідний рівень теоретичних знань в галузі гідравліки і сільськогосподарського водопостачання і теплотехніки, володіння інженерними методами розв'язування прикладів розрахунку, в виборі та експлуатації гідравлічного обладнання для водопостачання у сільськогосподарському виробництві.

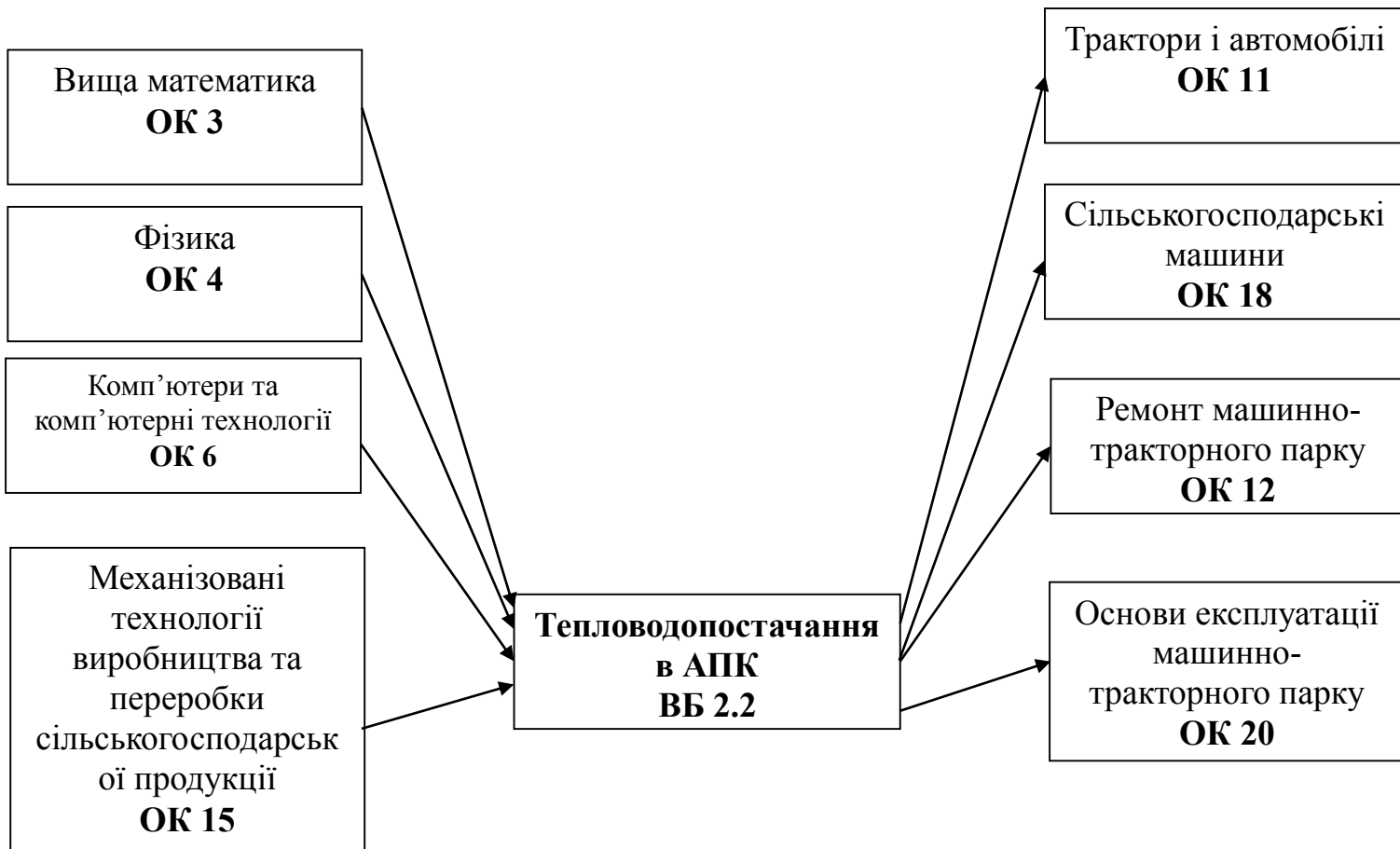
*Завдання дисципліни:* викладення основних положень гідравліки, які необхідні для вивчення ряду розділів інших дисциплін («Сільськогосподарські машини», «Механізовані технології зберігання сільськогосподарської продукції», «Ремонт машинно-тракторного парку», «Трактори і автомобілі», тощо), а також викладення загальних уявлень про теорію і конструкції гідравлічних машин. Курс складається з наступних частин: гідравліка, в якій вивчаються закони рівноваги і руху рідини, а також засоби застосування цих законів до рішення інженерних задач; основи сільськогосподарського водопостачання і гідромеліорації, при вивченні яких здобувачі вищої освіти знайомляться з основними схемами с.-г. водопостачання, видами меліорації, розрахунком подач та напорів, графіком водоподачі; теплотехніка, що вивчає закономірності теплообміну в агропромисловому виробництві.

#### 4. Передумови для вивчення дисципліни





## 5. Місце дисципліни у структурі навчальних дисциплін



## 6. Структурно-логічна схема навчальної дисципліни

Змістовий модуль		Теми		Обсяги годин				
№	назва	№	назва	ЛЗ	ПР	СР	К	Разом
1.	Гідравліка	1.	Введення в дисципліну	2	–	6	–	8
		2.	Гідростатика	2	4	6	–	12
		3.	Гідродинаміка	2	4	6	–	12
		4.	Гідравлічні машини	2	4	6	–	12
<b>Всього за змістовий модуль</b>				<b>8</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>–</b>	<b>44</b>
2.	Термодинаміка	1.	Перший закон термодинаміки	2	2	6	–	10
		2.	Другий закон термодинаміки. Дослідження термодинамічних процесів	2	2	6	–	10
		3.	Водяна пара і вологе повітря	2	4	6	–	12
		4.	Теплопровідність. Основні поняття та визначення	2	4	8	–	14
<b>Всього за змістовий модуль</b>				<b>8</b>	<b>12</b>	<b>26</b>	<b>–</b>	<b>46</b>
<b>Всього годин по навчальній дисципліні</b>				<b>16</b>	<b>24</b>	<b>50</b>	<b>–</b>	<b>90</b>

## 7. Зміст навчальної дисципліни

### 7.1. Загальний розподіл годин і кредитів

Назва змістового модуля	Кількість годин і кредитів		
	год.	кредитів	%
Гідравліка	44	1,5	55
Термодинаміка	46	1,5	45
<b>Всього</b>	<b>90</b>	<b>3,0</b>	<b>100,0</b>

### 7.2. Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів

Назва змістового модуля	Кількість годин	Термін виконання
Гідравліка	44	Відповідно до семестрового навчального плану та графіку навчального процесу
Термодинаміка	46	
<b>Всього</b>	<b>90</b>	<b>х</b>

### 7.3. Перелік та короткий зміст лекцій

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

### ГІДРАВЛІКА

#### Тема 1. Введення в гідравліку.

Введення в Гідравліку; Загальні відомості про рідини основні визначення і фізичні властивості рідини.

**Ключові слова:** рівняння Ейлера; гідравліка; гідростатика; напруга рідини; фізичні властивості рідини.

**Keywords:** Euler's equation; hydraulics; hydrostatics; fluid tension; physical properties of the liquid.

#### Тема 2. Гідростатика.

Сили, що діють в рідині. Поняття про ідеальною рідині; Диференціальні рівняння рівноваги рідини; Основні рівняння гідростатики і його застосування. Основне рівняння гідростатики.

**Ключові слова:** закон Архімеда; випадки рівноваги тіл; метацентрові машини гідростатичної дії; акумулятор.

**Key words:** Archimedes law; cases of equilibrium of bodies; metacenter machines of hydrostatic action; accumulator.

#### Тема 3. Гідродинаміка

Завдання гідродинаміки; Гідравлічні характеристики потоку рідини. змочений периметр, живий переріз, витрата і середня швидкість потоку рідини; рівняння Бернуллі для елементарної струминки ідеальної і реальної рідини, потоку реальної рідини; режими руху рідини; число Рейнольдса, його критичне значення; види гідравлічних опорів і втрат напору; визначення втрат напору на тертя в середині рідини і на подолання місцевих опорів; гідравлічний удар у трубах.

**Ключові слова:** рівняння Бернуллі; ідеальна рідина; гідравлічний опір; втрати напору; гідравлічний удар.

**Key words:** Bernoulli equation; ideal liquid; hydraulic resistance; pressure loss; hydraulic shock.

#### Тема 4. Гідравлічні машини.

Призначення і галузі застосування насосів у сільському господарстві; класифікація насосів; будова принцип дії і основні показники роботи поршневих і відцентрових насосів; їх переваги і недоліки.

**Ключові слова:** напір; насос; величина підйому; тиск; класифікація насосів; компресор

**Key words:** pressure; pump; the amount of lift; pressure; classification of pumps; compressor .

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

### ТЕРМОДИНАМІКА

#### Тема 1. Перший закон термодинаміки

Зміст закону і його формулювання; аналітичний вираз першого закону термодинаміки; принцип еквівалентності теплоти і роботи; внутрішня енергія та її властивості; робота газу, її визначення і графічне зображення в PV-координатах; ентальпія газу.

**Ключові слова:** термодинаміка; енергія; ентальпія; ідеальний газ; теплота; робота.

**Key words:** thermodynamics; energy; enthalpy; ideal gas; warmth; work.

#### Тема 2. Другий закон термодинаміки. Дослідження термодинамічних процесів

Зміст закону і його формулювання; колові процеси або цикли; прямий і зворотний цикли; термічний і холодильний к.к.д. циклу; цикл Карно, загальні властивості оборотних необоротних циклів; аналітичний вираз другого закону термодинаміки; порядок і методи дослідження термодинамічних процесів та їх зображення в PV і TS координатах; політропний процес.

**Ключові слова:** цикл; термодинаміка; політропний процес; термічний; холодильний.

**Key words:** cycle; thermodynamics; polytropic process; thermal; refrigerating.

#### Тема 3. Водяна пара і вологе повітря

Фізичні і хімічні властивості води; водяна пара як робоче тіло; процес утворення пари; діаграма PV для водяної пари; параметри стану рідини, вологої, сухої насиченої і перегрітої пари та кількість теплоти необхідної для нагрівання рідини і одержання пари; **HS** – діаграма водяної пари і зображення на ній основних термодинамічних процесів.

**Ключові слова:** рух рідини; стан рідини; водяна пара; кількість теплоти; термодинамічні процеси.

**Key words:** fluid movement; liquid state; water vapor; amount of heat; thermodynamic processes.

#### Тема 4. Теплопровідність. Основні поняття та визначення

Предмет теорії теплообміну. Способи поширення теплоти: теплопровідністю, конвекцією і випромінюванням; теплопровідність; температурне поле; закон Фур'є; коефіцієнт теплопровідності та його значення для різних технічних матеріалів; теплопровідність плоскої і циліндричної стінок; густина теплового потоку при теплопровідності.

**Ключові слова:** теплопровідність; конвекція; теплопровідність; технічні матеріали; густина.

**Key words:** thermal conductivity; convection; thermal conductivity; technical materials; density

#### 7.4. Перелік та план практичних занять

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Форма контролю
<b>Змістовий модуль 1. Гідравліка</b>	<b>12</b>	<b>х</b>
1. Гідростатичний тиск, його основні властивості	4	Тестування (освітня платформа Moodle)
2. Дослідження форм вільної поверхні і поверхні рівного тиску	4	Тестування (освітня платформа Moodle)
3. Визначення основних параметрів роботи насосної установки	2	Тестування (освітня платформа Moodle)
4. Визначення основних параметрів роботи поршневих компресорів	2	Тестування (освітня платформа Moodle)
<b>Змістовий модуль 2. Теплотехніка</b>	<b>12</b>	<b>х</b>
1. Розрахунок економічної роботи котельного агрегату	2	Тестування (освітня платформа Moodle)
2. Визначення режимів руху рідини на установці Рейнольдса.	2	Тестування (освітня платформа Moodle)
3. Розрахунок площі поверхні нагріву і вибір типу нагрівальних приладів	2	Тестування (освітня платформа Moodle)
4. Визначення параметрів конвективної сушарки за допомогою Nd-діаграми вологого повітря	2	Тестування (освітня платформа Moodle)
5. Розрахунок повітрообміну і теплових витрат тваринницьких приміщеннях	4	Тестування (освітня платформа Moodle)
<b>Разом по дисципліні</b>	<b>24</b>	<b>х</b>

#### Перелік тем індивідуальних робіт

1. Гідравліка і коротка історія її розвитку.
2. Основні фізичні властивості рідин.
3. Сили, що діють на рідину, яка знаходиться в стані спокою.
4. Поняття гідростатичного тиску.
5. Властивості гідростатичного тиску.
6. Основне рівняння гідростатики та його геометрична інтерпретація.
7. Закон Паскаля.
8. Види тиску. Поняття вакууму, абсолютного і вакууметричного тиску.
9. Способи вимірювання тиску.
10. Будова приладів для вимірювання тиску.
11. Одиниці вимірювання тиску.
12. Визначення сили тиску на плоскі поверхні.
13. Визначення центру тиску та розрахунок його положення.

14. Визначення сили тиску на криволінійні поверхні.
15. Визначення центру тиску на криволінійну поверхню.
16. Випадки тиску на плоскі фігури.
17. Побудова епюр тиску.
18. Закон Архімеда. Плавання тіл в рідині.
19. Елементи рівноваги плаваючого тіла.
20. Поняття про газову суміш. Закон Дальтона.
21. Склад суміші в об'ємних і масових частках за числом молей.
22. Уявна молярна маса і газова стала газової суміші.
23. Поняття про теплоємність. Масова, об'ємна і молярна теплоємність, залежність між ними.
24. Теплоємність при сталому тиску та об'ємі.

### **7.5 Теми, форма контролю та перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання**

<i>Назва змістового модуля/тема</i>	<i>Обсяг годин</i>	<i>Завдання</i>
1	2	3
<b>Змістовий модуль 1. Гідравліка</b>	<b>24</b>	<b>х</b>
1. Введення в гідравліку	6	Опрацювання лекційного матеріалу (освітня платформа Moodle)
2. Гідростатика	6	Опрацювання лекційного матеріалу (освітня платформа Moodle)
3. Гідродинаміка	6	Опрацювання лекційного матеріалу (освітня платформа Moodle)
4. Гідравлічні машини	6	Опрацювання лекційного матеріалу (освітня платформа Moodle)
<b>Змістовий модуль 2. Теплотехніка</b>	<b>26</b>	<b>х</b>
1. Перший закон термодинаміки	6	Опрацювання лекційного матеріалу (освітня платформа Moodle)
2. Другий закон термодинаміки Дослідження термодинамічних процесів	6	Опрацювання лекційного матеріалу (освітня платформа Moodle)
3. Водяна пара і вологе повітря	6	Опрацювання лекційного матеріалу (освітня платформа Moodle)
4. Теплопровідність. Основні поняття та визначення	8	Опрацювання лекційного матеріалу (освітня платформа Moodle)
<b>Разом по дисципліні</b>	<b>50</b>	<b>х</b>

### **7.6 Питання для поточного та підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти**

#### *Питання для поточного контролю знань*

#### **Змістовий модуль 1**

1. Коли доцільно використовувати технічний манометр?
2. Де застосовується мікроманометр?
3. Що таке п'езометр?
4. Принцип роботи мембранного манометра?

5. Поясніть поняття гідростатичного тиску.
6. Який тиск називають середнім гідростатичним тиском?
7. Дайте визначення першої і другої властивості.
8. Які сили діють на призму ABC, яка знаходиться в рівновазі при визначені доведення другої властивості, їх значення?
9. Чи виконується рівність  $P_x = P_y = P_l$  для твердого тіла?
10. З чого складається диференціальне рівняння поверхні рівного тиску?
11. Чим відрізняються поняття поверхні рівного тиску і вільної поверхні рідини?
12. Чим характеризуються зовнішні об'ємні сили, які діють на рідину?
13. В чому закладається основне рівняння гідростатики?
14. Сформулюйте закон Паскаля?
15. Пристрій яких гідравлічних машин засновано на використанні закону Паскаля? Дайте визначення збиткового гідростатичного тиску.
16. Дати визначення п'єзометричної висоти
17. Які типи п'єзометрів ви знаєте?
18. Що в гідравліці називається напором, геометричним напором і напором тиску?
19. Чому для всіх крапок рідини в спокою величина напору  $H$  однакова, тобто  $H=const$  (по всьому об'єму).
20. Що називається епюрою гідростатичного тиску?
21. Чому дорівнює гідростатичний тиск в крапці рідини налюбій глибині.

### Змістовий модуль 2

1. Предмет технічної термодинаміки, її завдання та основні визначення.
2. Робоче тіло і його основні параметри.
3. Поняття про ідеальний газ. Рівняння стану ідеального газу.
4. Термодинамічна система і термодинамічний процес.
5. Рівноважний та не рівноважний стани.
6. Поняття про газову суміш. Закон Дальтона.
7. Склад суміші в об'ємних і масових частках за числом молей.
8. Уявна молярна маса і газова стала газової суміші.
9. Поняття про теплоємність. Масова, об'ємна і молярна теплоємність, залежність між ними.
10. Теплоємність при сталому тиску та об'ємі.
11. Цикл з підведенням теплоти при сталому об'ємі і тиску.
12. Термічний К.К.Д. циклів.
13. Робота газу за цикл. Порівняння циклів.
14. Цикл із змішаним підведенням теплоти. Відмінність дійсних циклів від ідеальних.
15. Компресори і компресорні установки.
16. Принцип роботи компресора. Робочий процес одноступінчастого поршневого компресора і зображення його в  $PV$  - координатах

*Перелік питань для підсумкового контролю знань*

1. Що вивчає гідростатика.
2. В яких галузях техніки застосовуються закони гідравліки.
3. За якою формулою визначається густина рідини.
4. Які основні фізичні властивості рідин.
5. Що таке рідина взагалі та реальна й ідеальна рідини зокрема.
6. Які рідини вважаються краплинними.
7. Яким приладом вимірюється в'язкість рідин.
8. Які сили діють на рідини, що знаходяться в стані рівноваги та руху.
9. Від яких величин залежить абсолютний тиск.
10. Назвіть види гідростатичного тиску.
11. Які види рівноваги рідин існують в інженерній практиці.
12. Що визначається за допомогою основного рівняння гідростатики.
13. Сформулювати властивості гідростатичного тиску.
14. Якими приладами вимірюють надлишковий тиск.
15. Що таке гідростатичний напір.
16. Що таке п'езометрична та вакуумметрична висота.
17. Яка основна одиниця тиску в системі СІ.
18. Що таке поверхні однакового тиску.
19. Що таке епюри гідростатичного тиску та як вони будуються для різних поверхонь.
20. Що таке сила гідростатичного тиску.
21. Як знаходиться координата центру тиску.
22. За якою формулою визначається сила тиску, що діє на криволінійну поверхню.
23. Розкрийте сутність закону Паскаля.
24. Розкрийте сутність закону Архімеда.
25. Поясніть умови плавання тіл.
26. Поясніть явище «гідравлічний парадокс».
27. Що вивчає розділ гідродинаміка.
28. Що таке елементарна струминка.
29. Які основні параметри потоку.
30. За якою формулою визначається середня швидкість руху рідини.
31. Як формулюється і записується основне рівняння гідродинаміки.
32. Записати рівняння Бернуллі і пояснити всі його складові.
33. Записати рівняння і пояснити його фізичну інтерпретацію (закон збереження енергії).
34. Пояснити геометричну інтерпретацію рівняння Бернуллі.
35. Як визначається осьова швидкість струминки рідини в поперечному перерізі.
36. Як визначається витрата рідини і швидкість руху.
37. Як визначаються втрати напору.
38. Як будуються п'езометрична і лінія повної питомої енергії потоку.
39. Що таке гідродинамічний напір.
40. Які критерії подібності використовуються для моделювання гідравлічних явищ.
41. Які особливості використання критерію Ньютона.
42. Які особливості використання критерію Фруда.



43. Які особливості використання критерію Рейнольдса.
44. Які особливості використання  $\pi$ -теореми.
45. В яких випадках застосовується  $\pi$ -теорема.
46. Які існують режими руху рідини.
47. За якою формулою визначається число Рейнольдса.
48. Яке критичне значення числа Рейнольдса для напірних трубопроводів.
49. Які труби вважаються гідравлічно гладкими.
50. Як класифікуються гідравлічні опори.
51. Що відбувається з напором в гідравлічних опорах.
52. Що таке місцеві гідравлічні опори.
53. Як визначаються втрати напору в місцевих гідравлічних опорах.
54. Що таке гідравлічні опори по довжині трубопроводу.
55. Як визначаються втрати напору в гідравлічних опорах по довжині трубопроводу.
56. Що таке відносна і еквівалентна шорсткість трубопроводу.
57. Як класифікуються отвори.
58. Який отвір вважається малим, а який великим.
59. Коли стиснення струминки вважається досконалим.
60. Яка стінка вважається тонкою, а яка товстою.
61. За якою формулою визначається швидкість витікання рідини через малий отвір в тонкій стінці при постійному напорі в атмосферу.
62. За якою формулою визначається витрата при витіканні рідини через малий отвір в тонкій стінці при постійному напорі в атмосферу.
63. За якою формулою визначається час спорожнення резервуара.
64. Що називається насадкою.
65. Який насадок вважається лабораторним.
66. Основи с.-г. водопостачання: визначення, призначення.
67. Вимоги до якості води.
68. Джерела водопостачання. Основні схеми с.-г. водопостачання.
69. Поясніть три способи розпилення рідин у газовому середовищі.
70. Під дією яких сил рідина рухається у всмоктувальному і нагнітальному трубопроводах?
71. Завдяки яким силам створюється напір у робочому колесі відцентрових насосів?
72. Як змінюються показники роботи відцентрових насосів ( $Q$ ,  $H$ ,  $P$ ) за зміни частоти обертання робочого колеса?
73. Як знайти робочу точку відцентрового насоса, що працює на певний трубопровід?
74. З якою метою визначають робочу точку відцентрового насоса?
75. Що спричинює явище кавітації у відцентровому насосі і як йому запобігти?
76. У яких випадках застосовують паралельну та послідовну роботу насосів?
77. Як користуються засувками перед пуском і зупиненням двигуна насоса?
78. Чому поршневі насоси працюють з повітряними ковпаками?
79. Які процеси належать до теплових і яка їх рушійна сила?
80. Які теплові процеси ви знаєте?

81. Які є способи перенесення теплоти за фізичною класифікацією?
82. Дайте визначення теплопровідності й коефіцієнта теплопровідності.
83. Що таке конвекція і випромінювання?
84. Який процес називають теплопередачею та з яких послідовних стадій він складається?
85. Який процес називають тепловіддачею?
86. Напишіть основне рівняння теплопередачі.
87. Дайте визначення коефіцієнта теплопередачі.
88. В яких одиницях фізичних величин вимірюють коефіцієнт теплопередачі?
89. Напишіть рівняння для коефіцієнта теплопередачі через коефіцієнти тепловіддачі й теплопровідності для одношарової і багатошарової стінок.
90. Як за допомогою критерію Нуссельта розраховують коефіцієнт тепловіддачі?
91. Як визначають середню рушійну силу процесу теплопередачі при різних відношеннях більшого і меншого перепадів температур?
92. Накресліть схему прямо- і протитечійного руху теплоносіїв та напишіть рівняння для визначення середньої рушійної сили.
93. Подайте графік визначення рушійної сили процесу при нагріванні парою.
94. За яким рівнянням визначають площу поверхні теплопередачі?
95. Як визначають теплове навантаження при нагріванні й охолодженні рідин і газів та при конденсації пари?
96. Які переваги водяної пари порівняно з іншими теплоносіями?
97. Напишіть рівняння теплового балансу при нагріванні продукту рідиною, відкритою та закритою парою і визначте із цих рівнянь витрати рідини і пари.
98. Які особливості охолодження повітрям? З якою метою фарбують теплоізовані поверхні?
99. Як розраховують товщину шару теплової ізоляції? Який теплоносій масою 1 кг здатний віддати найбільшу кількість теплоти?
100. Чим відрізняються поверхневі теплообмінники від змішувальних?
101. Накресліть схему одноходового кожухотрубного теплообмінника і поясніть принцип його роботи.
102. Поясніть будову і принцип дії теплообмінника типу «труба в трубі».
103. Порівняйте переваги і недоліки кожухотрубних теплообмінників і теплообмінників типу «труба в трубі».
104. Як інтенсифікувати теплообмін у кожухотрубних теплообмінниках? З якою метою використовують багатходові кожухотрубні теплообмінники?
105. Яке призначення мають температурні компенсатори у кожухотрубних теплообмінниках ?
106. Поясніть будову та особливості заглибних теплообмінників.
107. Як побудовані та які недоліки мають спіральні теплообмінники?
108. Для яких середовищ призначені кожухотрубні й пластинчасті теплообмінники?
109. Поясніть будову пластинчастих теплообмінників.
110. В яких випадках застосовують ребристі теплообмінники?
111. З якою метою обладнують мішалкою оболонкові теплообмінники?
112. Чому в конденсаторах створюється розрідження?
113. Для чого з конденсаторів відкачують газ?

114. Поясніть принцип дії та будову мокрого й сухого конденсаторів і барометричного конденсатора.
115. Чому дорівнює площа поверхні теплообмінника з відомими кількістю і розмірами теплообмінних труб?
116. Як визначають діаметр патрубків для різних теплоносіїв?
117. За яким рівнянням розраховують гідравлічний опір теплообмінника?
118. Як визначають оптимальну швидкість руху теплоносія?
119. Якими способами можна інтенсифікувати теплообмін?
120. Чим відрізняється помірне і глибоке охолодження?
121. Поясніть побудову зворотного циклу Карно в діаграмі Т-5.
122. Схарактеризуйте основні холодильні агенти.
123. Як працюють компресійні, абсорбційні й ежекторні холодильні установки?
124. Які способи використовують для глибокого охолодження?
125. Як працює холодильна установка з циклічним дроселюванням газу?
126. Поясніть роботу холодильної установки з комбінованим циклом.
127. Поясніть суть процесу випарювання.
128. З якою метою випарюють розчини?
129. Які два основних елементи повинен мати випарний апарат?
130. Накресліть схему випарного апарата з трубчастою нагрівальною камерою і поясніть принцип його дії. Призначення сепараційної камери.
131. З якою метою проводять випарювання у багатокорпусних установках?
132. Як працюють і з якою метою використовують барометричні конденсатори?
133. Що таке теплові насоси і яке їх призначення?
134. Які складові мають температурні втрати у випарній установці?
135. Поясніть поняття фізико-хімічної і гідростатичної депресії.
136. Що спричинює втрати температури в паропроводах?
137. Чим відрізняється корисна різниця температур від загальної?
138. Запишіть матеріальний і тепловий баланси випарної установки.
139. Від яких основних величин залежить кількість випареної води (виходячи з матеріального балансу)?
140. Як визначають витрату нагрівної пари при випарюванні?
141. Як визначити витрату теплоти на випарювання?
142. Наведіть способи економії нагрівної пари при випарюванні.
143. З якою метою створюють умови для циркуляції випарюваного розчину?
144. В яких випадках зручно використовувати прямо- і протитечійні багатокорпусні випарні установки?
145. За якими вимогами можна розподілити загальну різницю температур між корпусами у багатокорпусних випарних установках?
146. З якою метою відбирають екстрапару?
147. Поясніть явище самовипарювання.
148. Які типи випарних апаратів найпоширеніші у харчовій промисловості? Поясніть їхню будову і принцип дії.
149. Поясніть будову і принцип дії плівкових випарних апаратів.
150. Як побудовані й працюють пластинчасті випарники?
151. Назвіть переваги і недоліки роторних випарних апаратів.

## **8. Форма підсумкового контролю, критерії оцінювання результатів навчання та рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни**

Оцінювання результатів навчання проводиться відповідно до Положення про організацію освітнього процесу у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.258.01-00.2018 та Положення про порядок оцінювання здобувачів вищої освіти у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.270.01-00.2020.

Підсумкове оцінювання результатів навчання в університеті здійснюється за єдиною 100-бальною шкалою. Оцінка здобувача вищої освіти відповідає відношенню встановленого при оцінюванні рівня сформованості професійних та загальних компетентностей до запланованих результатів навчання (у відсотках).

Підсумкова оцінка з освітньої компоненти «Тепловодопостачання в АПК», підсумковою формою контролю за якою встановлено залік, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час екзамену.

Мінімальний пороговий рівень оцінки з освітнього компоненту складає 60 відсотків від максимально можливої кількості балів. Здобувач вищої освіти може бути недопущеним до підсумкового оцінювання, якщо під час семестру він: не досяг мінімального порогового рівня оцінки тих результатів навчання, які не можуть бути оцінені під час підсумкового контролю; якщо під час семестру він набрав кількість балів, недостатню для отримання позитивної оцінки навіть у випадку досягнення ним на підсумковому контролі максимально можливого результату.

Оцінювання результатів навчання під час семестру включає оцінювання знань здобувача під час практичних занять, індивідуальної роботи, самостійної роботи і неформальної освіти. Оцінювання знань здобувача під час практичних занять відбувається за такими критеріями: своєчасність та правильність виконання завдань практичної роботи; повнота і правильність відповіді під час усного опитування та інших передбачених форм контролю. Під час оцінювання індивідуальної роботи здобувача враховується її вид, актуальність, правильність виконання. Під час оцінювання робіт, які винесено на обов'язкове самостійне виконання, враховується своєчасність та правильність виконання самостійної роботи та розуміння змісту завдання і його вирішення. Під час оцінювання результатів неформальної освіти здобувача враховується відповідність напряму та змісту тематики дисципліни, актуальність, документальне підтвердження участі у заході.

Зміст лекційного матеріалу, словник основних термінів, методичні рекомендації для практичних робіт та самостійної роботи здобувачів, індивідуальні завдання, критерії та форми оцінювання, напрями наукової роботи розміщено на

сторінці дисципліни у Moodle <https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=3112>. Основними deadline залежно від виду роботи є: наступне практичне заняття, підсумковий контрольний захід зі змістового модулю, атестація, день складання екзамену.

**Рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни**

Форма контролю	Змістовий модуль (в балах)		Всього балів
	1	2	
Виконання лабораторних робіт	3	3	6
Опитування, індивідуальне завдання	13-7	13-8	26-15
Виконання завдань самостійної роботи	13-7	13-8	26-15
Колоквіум	13-7	13-8	26-15
Тестування	8-4	8-5	16-9
Написання тез доповідей, участь у конференції	-	-	20-10
Участь у заходах неформальної освіти за наявності документального підтвердження	-	-	5-5
<b>Всього за семестр</b>	<b>50-25</b>	<b>50-29</b>	<b>100-60</b>

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання - залік**

Сума балів за всі види освітньої діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	зараховано
82-89	B	
75-81	C	
64-74	D	
60-63	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання 2 (незадовільно)
0-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни 2 (незадовільно)

Здобувач вищої освіти має право скласти підсумковий семестровий залік під час залікової сесії, до якої він допускається, якщо за виконання всіх контрольних заходів, передбачених протягом семестру, студент набирає 36 і більше балів. У цьому випадку оцінка за залік складається із суми балів, отриманих протягом семестру (100-60 балів).

Здобувачі вищої освіти, що набрали впродовж семестру менше 36 балів (із можливих 60) до сесії не допускаються і автоматично отримують незадовільну оцінку. До складання екзамену такі здобувачі вищої освіти можуть бути допущені тільки після того, як наберуть необхідну кількість семестрових балів.

Здобувачі вищої освіти, що хворіли і мають відповідні довідки медичних установ або були відсутні з інших поважних причин і не могли брати участь у контрольних заходах, проходять контроль під час спеціально встановлених додаткових занять за узгодженням з викладачами за графіком, що розроблює деканат факультету.

Якщо здобувач вищої освіти на заліку отримує незадовільну оцінку, то він має право на одне перескладання викладачеві, друге перескладання приймає комісія, створена за вказівкою декана факультету. Якщо здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку під час складання комісії, його відраховують з університету.

За будь-якої форми здобуття освіти оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти є ідентичним.

## **9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна**

*Науково-дослідницька лабораторія кафедри агроінженерії*

*Навчальний корпус № 2, вул. Крилова, 17а*

*Спеціальне технічне обладнання:*

Лабораторна установка 1. Установка для визначення критичного значення числа Рейнольдса.

Лабораторна установка 2. Установка для визначення витрати рідини водоміра Вентурі.

Лабораторна установка 3. Експериментальна установка для визначення критичного значення числа Рейнольдса.

Лабораторна установка 4. Установка для визначення гідравлічного тертя від числа Рейнольдса.

Лабораторна установка 5. Експериментальна установка для визначення коефіцієнта місцевого опору.

Лабораторна установка 6. Експериментальна установка для визначення витікання рідни з отворів і насадок.

Лабораторна установка 7. Лабораторна експериментальна установка гравітаційного водопідйомника.

## **10. Перелік рекомендованих літературних джерел та законодавчо-нормативних актів**

### **10.1 Базова література**

1. Babenko D., Khramov M., Syromyatnikov Y., Sukovitsyna I. Field tests of the experimental installation fore soil processing // Вісник аграрної науки Причорномор'я, 2021. Випуск 3. С.84–92.

2. Бебяновська О.А., Буличов В.В., Стоян О.І. Теплотехніка та енерготехнологія хіміко-технологічних процесів : підручник. Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2019. 175 с.
3. Вамболь С.О., Міщенко І.В., Кондратенко О.М. Технічна механіка рідини і газу : підручник. Харків : НУЦЗУ, 2016. 299 с.
4. Дідур В. А., Журавель Д. П., Палішкін М. А. та ін. Гідравліка : підручник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 624 с.
5. Ковальов, І.О., Ратушний О.В. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навч. посіб. Суми : СумДУ, 2016. 250 с.
6. Немцов О. В., Кушнір Т. Б. Планування на підприємствах теплопостачання : монографія. Харків : Стильна типографія, 2019. 413 с.
7. Пащенко В. Ф., Сиромятников Ю.М., Храмов М.С. Ґрунтообробна установка з використанням гнучкого робочого органу для контролю росту бур'янів // Овочівництво і баштанництво, 2018. №64. С. 33–44. DOI: 10.32717/0131-0062-2018-64-33-43
8. Syromyatnikov Y. N., Khramov N. S. Процес підйому ґрунту робочими органами ґрунтообробної розрихлювально-сепаруючої установки // Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics, 2021. №. 33. С. 86–96.
9. Ткачук С.Г. Технічна механіка рідини : підручник. Київ : Людмила, 2021. 101 с.

### 10.2 Додаткова література

1. Журавель Д. П., Паламарчук І. П., Петренко К. Г. та ін. Гідростатика і гідродинаміка. Посібник-практикум. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 152 с.

### 10.3 Електронні ресурси

1. <http://www.irbisnbuv.gov.ua/> – сайт Національної бібліотеки ім. В.І. Вернадського.
2. <https://www.twirpx.com/file/1784502/> – Журнал «Водопостачання та водовідведення».
3. <https://www.truba.ua> – Веб-сторінка компанії.
4. <https://www.danfoss.com/Ukraine/BusinessAreas/Heating>
5. <https://www.esco.co.ua/>
6. <https://www.max-energy-saving.info>

### 10.4 Інформаційні ресурси

1. Матеріали з навчальної дисципліни узагальнено у освітній платформі Moodle за посиланням – <https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=3112>
2. Бібліотека Миколаївського національного аграрного університету за посиланням – <https://lib.mnau.edu.ua/>.
3. Репозитарій Миколаївського національного аграрного університету за посиланням – <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/>.

### 10.5 Законодавчо-нормативні акти

1. Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020» [Електронний ресурс] : схвалено Указом Президента України від 12 січня 2015 року № 5/2015. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>.

2. Конституція України : станом на 1 жовтня 2017 р. / Верховна Рада України. Київ [Електронний ресурс]: Право, 2017. 93 с. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>

3. Про вищу освіту : Закон України від 01.04.2022 р. № 2179-IX. [Електронний ресурс] : схвалено Указом Президента України від 1 квітня 2022 року № 4/2022. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2179-20#n57>

### ДОДАТОК

до робочої програми 2022-2023 н.р. навчальної дисципліни  
(ТЕПЛОВОДОПОСТАЧАННЯ В АПК)

Перелік, внесених змін на 2022-2023 н.р.

№	Зміст змін	Підстави	Примітки

Розробник програми:

Асистент



Микита ХРАМОВ