

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра теплоенергетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики, автоматики і
енергозбереження
_____ (Каплун В.В.)
“ ____ ” _____ 2023 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри теплоенергетики
протокол № 5 від “ 14 ” 06 2023 р.
в.о. завідувача кафедри
_____ (Антипов Є.О.)

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОПП спеціальності
151 – «Автоматизація та комп’ютерно-
інтегровані технології»
_____ (Заєць Н.А.)
“ ____ ” _____ 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕПЛОТЕХНІКА І ГІДРАВЛІКА»**

спеціальність 151 – «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

освітня програма – «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

ННІ – «Енергетики, автоматики і енергозбереження»

розробник: доцент, к.т.н. Міщенко Анатолій Васильович

Київ – 2023

1. Опис навчальної дисципліни «Теплотехніка і гідравліка»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	151 – "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"	
Освітня програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова компонента ОПП	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	2,0	
Курсовий проект (робота)	-	
Форма контролю	<i>екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2-й	3-й
Семестр	4-й	5-й
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	<i>8 год.</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>15 год.</i>	<i>год.</i>
Лабораторні заняття	<i>15 год.</i>	<i>12 год.</i>
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	<i>100 год.</i>
Індивідуальні завдання	<i>3</i>	<i>3</i>
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>4 год.</i>	-

2 Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є оволодіння необхідним обсягом теоретичних і практичних знань з основ гідравліки, конструкції гідравлічних та теплоенергетичних установок, теплопостачання і вентиляції будівель, сушіння і зберігання сільськогосподарської продукції; усвідомлення та засвоєння основних законів технічної термодинаміки, суті теплообмінних процесів, методів розрахунку та аналізу цих процесів; виховання потреби систематичного поновлення власних знань та творчого їх використання у практичній діяльності.

Завдання навчальної дисципліни: навчити студентів орієнтуватися в законах гідравліки, технічної термодинаміки, теорії робочих процесів і технологічному налагодженню обладнання; аналізувати ефективність використання енергії у теплотехнічних процесах, проводити порівнювальні розрахунки обладнання для його ефективного використання.

Як результат вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні положення гідравліки;
- типи і види насосів, показники, що характеризують їх роботу;
- основи технічної термодинаміки і теплообміну;
- загальну будову та принцип дії теплотехнічного обладнання і установок; їх основні техніко - економічні показники;
- загальну будову технологічного вентиляційного обладнання для економії теплової енергії;
- загальну будову та роботу холодильних установок, які застосовують у сільському господарстві;
- правила експлуатації, технічного обслуговування і регулювання на заданий режим роботи та способи усунення основних несправностей;
- способи і методи економії енергоресурсів з використанням у сільському господарстві надійних нетрадиційних, постійно поновлювальних джерел енергії;
- шляхи зниження забруднення довкілля;

вміти:

- вирішувати практичні завдання, пов'язані з використанням у аграрному виробництві насосів, компресорів, котельних установок, калориферів, конвективних сушарок;
- оцінювати техніко-економічну ефективність технологічного обладнання;
- ефективно застосовувати енергозберігальні технології в сільському господарстві;
- володіти методами економії енергоресурсів;
- правильно оформляти технічну документацію;
- застосовувати під час розв'язання задач сучасну обчислювальну техніку.

Набуття компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК3. Розуміння та власне осмислення основних світоглядних концепцій і принципів у навчанні і професійній діяльності.

ЗК4. Здатність до критичного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК5. Розуміння необхідності, дотримання правил безпеки життєдіяльності та виконання вимог охорони праці. Екологічна грамотність. Орієнтація на досягнення життєвого успіху та здорового способу життя.

ЗК7. Здатність до роботи в команді.

ЗК8. Здатність до аналізу та синтезу науково-технічної, природничо-наукової та загальнонаукової інформації.

Фахові компетентності (ФК):

ФК1. Здатність удосконалювати аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань технічного обслуговування і ремонту, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

ФК2. Здатність застосовувати передові технології для технічного обслуговування і ремонту, наукові факти, концепції, теорії, принципи.

ФК3. Здатність застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань технічного обслуговування і ремонту.

ФК4. Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

ФК5. Здатність вирішувати перспективні завдання сучасного виробництва, спрямовані на задоволення потреб споживачів.

ФК6. Здатність визначати техніко-економічну ефективність теплоенергетичних установок, процедуру ремонту енергообладнання й засобів автоматизації та їхніх складників.

ФК7. Здатність демонструвати творчий і новаторський потенціал у проектних розробках з експлуатації теплоенергетичних установок.

ФК8. Здатність використовувати знання на засадах комерційної та економічної діяльності.

ФК9. Здатність розробляти плани й проекти, спрямовані на досягнення поставленої мети і зорієнтовані на наявні ресурси, розпізнавати та керувати чинниками, що впливають на витрати у планах і проектах.

ФК10. Здатність застосовувати норми державних й галузевих стандартів.

ФК11. Здатність використовувати знання в розв'язуванні завдань підвищення експлуатації теплоенергетичних установок та її контролювання.

ФК12. Здатність демонструвати розуміння, у яких царинах можна використовувати інженерні знання.

ФК13. Здатність застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних завдань.

ФК14. Здатність керувати проектами та оцінювати їхні результати.

ФК15. Здатність демонструвати розуміння вимог до інженерної діяльності щодо забезпечування сталого розвитку.

ФК16. Здатність створювати і вміння захищати інтелектуальну власність.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної (заочної) форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Гідравліка														
Тема 1. Основи гідростатики		9	2	1			6	9						9
Тема 2. Основи гідродинаміки		15	4	2	3		6	15	1		2			12
Тема 3. Насоси		16	4	2	2		8	16	1		2			13
Разом за змістовим модулем 1	5	40	10	5	5		20	40	2		4			34
Змістовий модуль 2. Основи технічної термодинаміки і тепломасообміну														
Тема 1. Термодинаміка ідеального і реального газів		14	4	2	2		6	14	1		2			11
Тема 2. Термодинамічні цикли теплових машин		12	2	2			8	12						12
Тема 3. Тепломасообмін		14	4	1	3		6	14	1		2			11
Разом за змістовим модулем 2	5	40	10	5	5		20	40	2		4			34
Змістовий модуль 3. Теплоенергетичні установки та енергозберігаючі технології														
Тема 1. Теплоенергетичні установки		13	4	1	2		6	13	1		2			10
Тема 2. Використання теплоти і холоду в АПК		14	4	2	2		6	14						14
Тема 3. Енергозберігаючі технології та відновлювані джерела		13	2	2	1		8	13	1					12
Разом за змістовим модулем 3	5	40	10	5	5		20	40	2		2			36
Усього	15	120	30	15	15		60	120	6		8			

– скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Гідравліка														
Тема 1. Основи гідростатики		9	2	1	2		4	9						9
Тема 2. Основи гідродинаміки		15	4	2	4		5	15	1		2			12
Тема 3. Насоси		16	4	2	4		6	16	1		2			13
Разом за змістовим модулем 1	5	40	10	5	10		15	40	2		4			34
Змістовий модуль 2. Основи технічної термодинаміки і тепломасообміну														
Тема 1. Термодинаміка ідеального і реального газів		14	4	2	4		4	14	1		2			11
Тема 2. Термодинамічні цикли теплових машин		12	2	2	2		6	12						12
Тема 3. Тепломасообмін		14	4	1	4		5	14	1		2			11
Разом за змістовим модулем 2	5	40	10	5	10		15	40	2		4			34
Змістовий модуль 3. Теплоенергетичні установки та енергозберігаючі технології														
Тема 1. Теплоенергетичні установки		13	4	1	2		6	13	1		2			10
Тема 2. Використання теплоти і холоду в АПК		14	2	2	2		8	14						14
Тема 3. Енергозберігаючі технології та відновлювані джерела		13	2	1	4		6	13	1					12
Разом за змістовим модулем 3	4	40	8	4	8		20	40	2		2			36
Усього	145	120	28	14	28		60	120	6		8			

Тематичний зміст навчальної дисципліни

ВСТУП

Зміст і завдання навчальної дисципліни порядок вивчення, зв'язок з іншими дисциплінами. Історичний розвиток теплотехніки і гідравліки. Перспективи їх розвитку. Упровадження в народне господарство нетрадиційних видів енергії. Сучасний рівень і перспективи розвитку теплоенергетики в аграрному виробництві. Рациональне використання паливно-енергетичних ресурсів – одне з важливих народногосподарських завдань. Перспективи використання місцевого палива і вторинних енергетичних ресурсів. Література.

1. ГІДРАВЛІКА

1.1. Основи гідростатики

Характеристика гідравліки як науки, її значення в техніці. Характеристика рідини, її фізичні властивості, залежність властивостей від температури і тиску. В'язкість, одиниці в'язкості, способи визначення в'язкості, залежність в'язкості від температури й тиску. Ідеальна рідина та її властивості. Основне рівняння гідростатики. Повний і манометричний тиск. Вакуум. Прилади для вимірювання гідростатичного тиску і вакууму. Закон Паскаля. Гідравлічний прес.

Сила гідростатичного тиску рідини. Сила тиску на плоскі та криволінійні поверхні. Центр тиску. Умова плавання тіл.

1.2. Основи гідродинаміки

Завдання гідродинаміки. Потік рідини. Гідравлічні характеристики потоку. Змочений периметр, живий переріз, витрата і середня швидкість потоку. Рівняння нерозривності для елементарної струмینی і потоку рідини. Рівняння Бернуллі для елементарної струмینی ідеальної і реальної рідини, потоку реальної рідини.

Режими руху рідини. Число Рейнольдса, його критичне значення для труб круглого і некруглого поперечного перерізу. Види гідравлічних опорів і втрат напору. Визначення втрат на тертя. Визначення втрат напору на подолання місцевих опорів.

Визначення висоти водонапірної башти і об'єму її резервуара, діаметра труб, тиску води, необхідної товщини стінок труб водопроводів під час водопостачання. Гідравлічний удар у трубах.

1.3. Насоси

Призначення і застосування насосів в аграрному виробництві. Класифікація насосів. Будова, принцип дії та основні показники роботи поршневих і відцентрових насосів, їх переваги й недоліки. Принцип дії осьового, гвинтового, струминного, шестерінчастого і крильчастого насосів.

2. ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТЕРМОДИНАМІКИ

2.1. Основні поняття і визначення в технічній термодинаміці

Предмет технічної термодинаміки, її завдання і основні визначення. Робоче тіло і його основні параметри. Поняття про ідеальний газ. Рівняння стану ідеального газу. Поняття про реальні гази і пару як робочі тіла.

Термодинамічна система. Тепловий стан. Рівноважні та нерівноважні стани. Термодинамічний процес.

2.2. Суміш ідеальних газів. Теплоємність газів і газових сумішей

Поняття про газову суміш. Закон Дальтона. Склад суміші в об'ємних і масових частках, за числом молей. Уявна молярна маса і газова стала газової суміші.

Поняття про теплоємність. Масова, об'ємна і молярна теплоємність, залежність між ними. Теплоємність за сталого об'єму та тиску. Залежність теплоємності від температури і атомності газів. Формули і таблиці для визначення теплоємності газів. Теплоємність газової суміші.

2.3. 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 координатах p - v . Ентальпія газу.

2.4. Другий закон термодинаміки. Дослідження термодинамічних процесів

Зміст закону і його формулювання. Колові процеси або цикли. Прямий і зворотний цикли. Термічний ККД циклу і холодильний коефіцієнт. Цикл Карно, загальні властивості оборотних і необоротних циклів. Аналітичний вираз другого закону термодинаміки. Ентропія газів. Система координат T - s . Абсолютна термодинамічна температура.

Порядок і методи дослідження термодинамічних процесів. Ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний процеси та їх зображення в координатах p - v і T - s . Політропний процес.

2.5. Ідеальні цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання.

Основи компресорних машин

Цикли з підведенням теплоти за сталого об'єму і сталого тиску. Термічний ККД циклів. Робота газу за цикл. Порівняння циклів. Цикл зі змішаним підведенням теплоти. Відмінність дійсних циклів від ідеальних.

Компресори й компресорні установки. Принцип роботи компресора. Робочий процес одноступінчастого поршневого компресора і зображення його в координатах p - v і T - s . Багатоступінчасті компресори. Компресорні станції та їх експлуатація. Ротаційні й відцентрові компресори.

2.6. Водяна пара і вологе повітря

Фізичні та хімічні властивості води. Водяна пара як робоче тіло. Процес утворення пари. Діаграма $p-v$ для водяної пари. Параметри стану рідини, вологої, сухої насиченої і перегрітої пари та кількість теплоти, необхідної для нагрівання рідини і одержання пари. Таблиці водяної пари. Фазові перетворення. Потрійна точка. Ентальпія водяної пари. $h-s$ -діаграма водяної пари і зображення на ній основних термодинамічних параметрів. Шляхи економного витрачання водяних ресурсів у народному господарстві.

Вологе повітря як суміш сухого повітря і водяної пари. Основні параметри вологого повітря: абсолютна і відносна вологість, вологовміст, питомий об'єм, ентальпія.

3. ОСНОВИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

3.1. Основні поняття і визначення. Теплопровідність

Предмет теорії теплообміну. Способи поширення теплоти теплопровідністю, конвекцією і випромінюванням. Теплопередача.

Теплопровідність. Температурне поле. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності та його значення для різних технічних матеріалів.

Теплопровідність плоскої і циліндричної стінок.

Густина теплового потоку під час теплопровідності.

3.2. Конвективний теплообмін. Променистий теплообмін

Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Тепловіддача за вільного і вимушеного руху рідини, за різних умов обтікання тіл. Густина теплового потоку за конвективного теплообміну.

Поняття про абсолютно чорне, біле та сіре тіло.

Закон Стефана-Больцмана для абсолютно чорного і сірого тіл; ступінь чорноти тіла. Вплив випромінювання газів на теплообмін. Густина теплового потоку під час променистого теплообміну.

3.3. Теплопередача і теплообмінні апарати

Теплопередача через плоску одношарову і багатшарову стінки. Коефіцієнт теплопередачі і термічний опір теплопередачі. Методи інтенсифікації теплопередачі. Теплопередача через циліндричну стінку. Теплова ізоляція.

Теплообмінні апарати. Класифікація теплообмінних апаратів. Порівняння прямоточних і протитечійних схем руху теплоносіїв.

4. КОТЕЛЬНІ УСТАНОВКИ І ТЕПЛОГЕНЕРАТОРИ

4.1. Паливо і його характеристики.

Процес горіння палива та способи спалювання

Загальні відомості про енергетичне паливо і його класифікація. Елементарний склад твердого, рідкого і газоподібного палива. Формули для перерахунку робочої маси палива на умовну і навпаки. Теплота згорання

палива – вища і нижча. Поняття умовного палива. Тепловий еквівалент робочого палива. Економія паливно-енергетичних ресурсів.

Суть процесу горіння. Теоретично необхідна і дійсна кількість повітря для горіння. Коефіцієнт надлишку повітря. Розрахунок об'єму продуктів згорання. Поняття про ентальпію продуктів згорання.

Шаровий, факельний і вихровий способи спалювання палива. Спалювання твердого палива. Горіння твердого палива в шарі та завислому стані. Горіння газового палива. Умови горіння.

4.2. Котельні установки

Котельні установки, їх типи і призначення. Принципова схема котельної установки. Основне і допоміжне обладнання котельної установки. Склад котельної установки. Елементи котельного агрегату.

Тепловий баланс котельного агрегату. Корисно використана теплота. Втрати теплоти. ККД котельного агрегату. Годинна витрата палива.

Правила експлуатації котельної установки.

Забезпечення надійності та економічності котельних установок.

Основні вимоги безпеки.

Перспектива застосування сучасних котельних установок у сільському господарстві.

4.3. Котли і теплогенератори

Класифікація котлів для сільського господарства. Котли водогрійні та парові, малої і середньої продуктивності для опалювальних котелень. Котли-утилізатори. Порядок гідравлічного випробування котлів. Арматура і гарнітура котла. Правила експлуатації котлів.

Призначення і будова теплогенераторів. Типи теплогенераторів, їх характеристики. Робочий процес і регулювання режиму. Автоматичне керування теплогенераторами. Характерні несправності та способи їх усунення.

5. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОТИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

5.1. Енергозберігання в сільському господарстві

Первинні й вторинні, відновлювані й невідновлювані ресурси Землі. Шляхи економії паливно-енергетичних ресурсів у сільському господарстві. Енергозберігання в приміщеннях. Використання вторинних енергетичних ресурсів. Рекуперація теплоти. Біогазові установки. Удосконалення конструкційних рішень систем вентиляції, засобів регулювання мікроклімату.

Використання відновлюваних джерел енергії, сонячної енергії, енергії вітру. Геотермальні установки. Мала гідроенергетика.

5.2. Сушіння сільськогосподарської продукції

Поняття і значення сушіння. Природне та штучне сушіння матеріалів. Способи штучного сушіння. Механізм і кінематика процесу сушіння. Теплові режими сушіння. Класифікація сушильних установок. Матеріальний і тепловий

баланс конвективної сушарки. Витрата сушильного агента. Витрата теплоти сушіння. Теоретичний та дійсний процеси сушіння в *Hd*-діаграмі.

Техніка безпеки і пожежна безпека.

5.3. Опалення та гаряче водопостачання житлових і виробничих приміщень

Призначення і класифікація систем опалення. Принцип розрахунку теплових втрат приміщення. Водяне опалення з природною і насосною циркуляцією. Нагрівальні прилади систем опалення, типи і характеристики. Експлуатація систем опалення.

Гаряче водопостачання. Класифікація систем і принципові схеми.

5.4. Вентиляція тваринницьких ферм

Призначення і класифікація систем вентиляції. Шкідливі виділення і гранично допустимі концентрації їх у повітрі різних приміщень. Розрахунок повітрообміну за різними видами шкідливих виділень. Способи визначення температури припливного повітря і кількості теплоти для його нагрівання. Класифікація і будова вентиляторів. Калорифери, призначення і типи. Методика підбору калориферів, вентиляторів для систем вентиляції.

5.5. Теплопостачання споруд захищеного ґрунту

Типи культивацийних споруд, їх конструкції і характеристики. Різні види обігрівання: сонячне, біологічне, технічне. Види технічного обігрівання: водяне, повітряне, газове.

Розрахунок опалення і вентиляції теплиць. Регулювання температури та вологості повітря і ґрунту в теплицях. Використання вторинних енергоресурсів для теплопостачання споруд захищеного ґрунту.

5.6. Застосування холоду в сільському господарстві

Споживачі холоду в сільському господарстві. Фактична суть і способи охолодження. Основи одержання штучного холоду. Класифікація холодильних установок. Холодильні агенти, основні властивості й вимоги до них. Схема компресійної холодильної установки.

Перспективи використання холодильних установок у сільському господарстві.

5.7. Теплотехнічні основи зберігання сільськогосподарської продукції

Народногосподарське значення організації зберігання і переробки сільськогосподарської продукції на місці її виробництва, способи зберігання сільськогосподарської продукції, класифікація підприємств за способом зберігання фруктів, овочів, продуктів тваринництва; оптимальні параметри мікроклімату в сховищах для різної сільськогосподарської продукції; способи створення оптимальних умов для зберігання продукції; автоматичне регулювання мікроклімату в сховищах.

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Гідростатика	2
2	Гідравлічний розрахунок трубопроводів	2
3	Робота насоса на заданий трубопровід. Регулювання режиму роботи відцентрового насоса.	2
4	Термодинамічні процеси ідеальних газів.	2
5	Термодинамічні цикли теплових машин.	2
6	Види теплообміну. Термоодернізація будівель.	2
7	Тепловий розрахунок конвективної сушарки.	2
8	Енергозбереження в агротехнологіях.	2

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Режими руху рідини	2
2	Визначення втрат напору в трубопроводах	2
3	Параметричні випробування відцентрового насоса	2
4	Визначення теплоємності повітря	2
5	Дослідження процесів у вологому повітрі	2
6	Випробування поршневого компресора	2
7	Визначення коефіцієнта теплопровідності сипучих матеріалів методом кулі	2
8	Визначення коефіцієнта тепловіддачі від горизонтальної труби за умов вільної конвекції	2
9	Дослідження рекуперативного теплообмінника	2
10	Випробування холодильної установки	2
11	Визначення термічного опору огорожувальних конструкцій	2

Самостійна робота

Для здобуття й розвитку необхідних фахівцю в галузі інженерії комп'ютерно-інтегрованих технологій навичок практичного використання методів теплового розрахунку обладнання, задіяного в технологічних процесах виробництва і переробки сільськогосподарської продукції виконуються індивідуальні завдання. Варіанти і тематику індивідуальних завдань визначає кафедра.

Орієнтовний перелік тем індивідуальних завдань для самостійної роботи студентів

Модуль 1.

- 1.1. Гідрравлічний розрахунок розгалуженої мережі труб.
- 1.2. Вибір насосу для роботи на заданий трубопровід.
- 1.3. Регулювання режиму роботи відцентрових насосів та вентиляторів.

Модуль 2.

- 1.1. Аналіз ізохорного, ізобарного, ізотермічного, адіабатного, політропного термодинамічних процесів ідеального газу (суміші ідеальних газів).
- 1.2. Зміна параметрів вологого повітря, що рухається через ідеальну конвективну сушарку.
- 1.3. Термодинамічний розрахунок процесів дроселювання та витікання реального газу.
- 1.4. Визначити термодинамічні параметри стану робочого тіла в характерних точках ідеального циклу поршневого двигуна внутрішнього згорання з ізохорно-ізобарним підведенням теплоти та його термічний ККД. Відобразити термодинамічний цикл в $p-v$ і $T-s$ координатах.
- 1.5. Виконати порівняльний аналіз термодинамічної ефективності різних типів ідеальних циклів поршневих ДВЗ.

Модуль 3.

- 2.1. Методика розрахунку рекуперативного теплообмінного апарату.
- 2.2. Виконати порівняльний (укрупнений) розрахунок системи опалення сільського приватного житлового будинку та обґрунтувати вибір необхідного теплогенеруючого обладнання.
- 2.3. Розрахунок тепловитрат на опалення та вентиляцію тваринницького приміщення.
- 2.4. Визначення теплової потужності системи опалення теплиці.
- 2.5. Тепловий розрахунок шахтної зерносушарки.
- 2.6. Визначити об'єм та розрахувати тепловий баланс реактора біогазової установки для тваринницької ферми з заданим поголів'ям.
- 2.7. Теплоенергетичний розрахунок сонячної водонагрівної установки.

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

7.1. Контрольні запитання для самопідготовки до екзамену

Гідравліка

1. Фізичні властивості рідин. Ідеальна і реальна рідини
2. Гідростатичний тиск та його властивості
3. Основне рівняння гідростатики. Закон Паскаля
4. Рівняння Бернуллі для усталеного потоку в'язкої нестисливої рідини
5. Ламінарний і турбулентний режими руху рідини. Число Рейнольдса .
6. Втрати напору на тертя по довжині.
7. Місцеві втрати напору.
8. Витікання рідини через отвори і насадки .
9. Подача, напір, потужність і ККД насосів .
10. Відцентрові насоси: будова, принцип роботи.
11. Параметричні характеристики відцентрових насосів
12. Регулювання режиму роботи відцентрових насосів
13. Вихрові насоси .

Теплотехніка

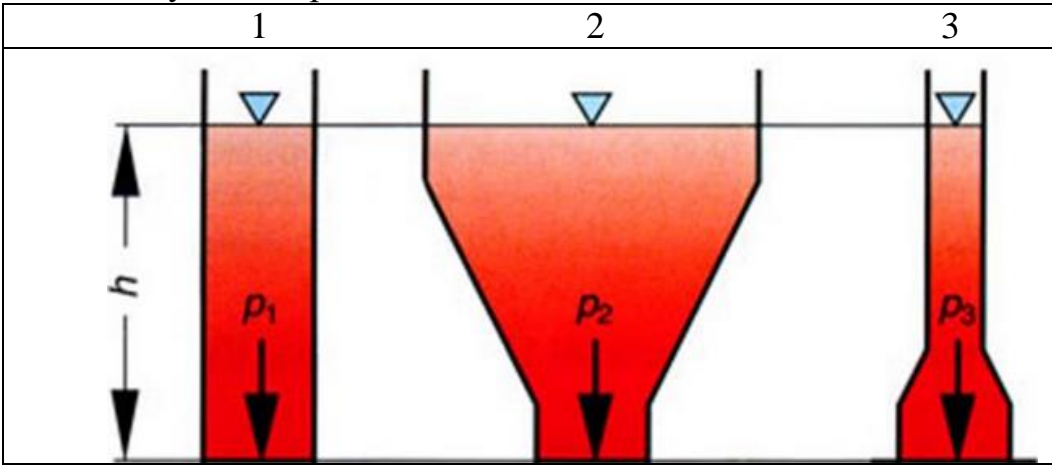
1. Предмет і метод термодинаміки (основні поняття та визначення).
2. Термічні та калоричні параметри стану термодинамічної системи.
3. Термічне рівняння стану ідеального газу.
4. Закони Дальтона та Амага для суміші ідеальних газів.
5. Визначення масової, об'ємної та молярної часток компонентів газової суміші.
6. Термічне рівняння стану суміші ідеальних газів.
7. Рівноважний і нерівноважний стан. Рівноважний термодинамічний процес.
8. Перший закон термодинаміки для закритих термодинамічних систем.
9. Теплоємність. Теплоємність газів.
10. Аналіз ізохорного термодинамічного процесу ідеального газу.
11. Аналіз ізобарного термодинамічного процесу ідеального газу.
12. Аналіз ізотермічного термодинамічного процесу ідеального газу.
13. Аналіз адіабатного термодинамічного процесу ідеального газу.
14. Аналіз політропного термодинамічного процесу ідеального газу.
15. Обчислення роботи та теплоти в термодинамічному процесі
16. Властивості реальних газів. Термічне рівняння стану реальних газів (Ван-дер-Ваальса).
17. Процеси пароутворення.
18. Водяна пара. Відображення процесів пароутворення води в PV, TS, hS – діаграмах.

19. Основні термодинамічні параметри води та водяної пари в процесах пароутворення.
20. Вологе повітря та його параметри, h_d -діаграма вологого повітря.
21. Процеси в ідеальній конвективній сушарці.
22. Перший закон термодинаміки для потоку робочого тіла.
23. Дроселювання.
24. Витікання газу через сопла (критичний перепад тисків, сопло Лаваля).
25. Процес стискання газу в ідеальному одноступеневому поршневому компресорі.
26. Стискання в багатоступеневому компресорі.
27. Другий закон термодинаміки. Зміна ентропії у незворотних термодинамічних процесах.
28. Колові процеси. Прямий та зворотній цикли. Показники термодинамічної ефективності теплового двигуна і холодильної машини.
29. Цикл Карно (прямий, зворотній, регенеративний).
30. Максимальна робота. Ексергія.
31. Термодинамічні (ідеальні) цикли ДВЗ.
32. Цикли газотурбінних установок.
33. Цикли паросилових установок (цикл Карно, цикл Ренкіна).
34. Цикл холодильних установок.
35. Цикл теплових насосів. Показник термодинамічної ефективності теплового насоса.
36. Теплообмін. Види переносу теплоти.
37. Теплопровідність. Закон Фур'є.
38. Диференціальне рівняння теплопровідності.
39. Умови однозначності задач теплообміну.
40. Теплопровідність плоскої одношарової стінки.
41. Теплопровідність багатошарової плоскої стінки.
42. Теплопровідність циліндричної стінки.
43. Конвективний теплообмін. Закон Н'ютон-Ріхмана.
44. Подібність процесів конвективного теплообміну (критерії Re , Nu , Pr , Gr).
45. Узагальнена математична залежність конвективного теплообміну. Рівняння М. А. Міхеєва для тепловіддачі при вільній та вимушеній конвекції.
46. Теплообмін при кипінні та конденсації.
47. Теплопередача через плоску стінку.
48. Теплопередача через циліндричну стінку.
49. Теплообмін випромінювання.
50. Інтенсифікація процесів теплопередачі.
51. Теплова ізоляція.
52. Теплообмінні апарати. Типи теплообмінних апаратів. Рекуперативний теплообмінний апарат «труба в трубі»
53. Паливо: види, склад, теплота згоряння, теплотехнічні характеристики основних компонентів, процеси горіння.

54. Котельні агрегати: класифікація, схеми, тепловий баланс, ККД топки.
55. Теплофізика с.г. будівель: термічний опір огорожувальних конструкцій, втрати теплоти через підлогу, вентиляція, опалення.
56. Гаряче водопостачання с. г. споживачів.
57. Споруди захищеного ґрунту: парники, теплиці.
58. Сушка с. г. продуктів.
59. Холодопостачання с. г. об'єктів.
60. Вторинні та відновлювані енергоресурси. Енергозбереження в АПК.

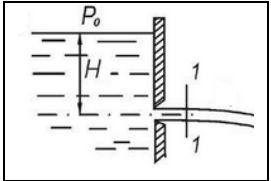
7.2. Тести для визначення рівня засвоєння знань студентами

Тестова частина екзаменаційного білету «Гідравліка»

1.	<p>Яке з наведених нижче визначень гідростатичного тиску є правильним ?</p> <table border="1" data-bbox="264 831 1433 1182"> <tr> <td data-bbox="264 831 874 958">Гідростатичний тиск це – відношення модуля сили, до величини площі, на яку діє сила;</td> <td data-bbox="874 831 1433 958">Правильне визначення 1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="264 958 874 1086">відношення нормальної складової сили, до величини площі, на яку діє сила;</td> <td data-bbox="874 958 1433 1086">2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="264 1086 874 1182">відношення сили, до величини площі, на яку діє сила;</td> <td data-bbox="874 1086 1433 1182">3</td> </tr> </table>	Гідростатичний тиск це – відношення модуля сили, до величини площі, на яку діє сила;	Правильне визначення 1	відношення нормальної складової сили, до величини площі, на яку діє сила;	2	відношення сили, до величини площі, на яку діє сила;	3
Гідростатичний тиск це – відношення модуля сили, до величини площі, на яку діє сила;	Правильне визначення 1						
відношення нормальної складової сили, до величини площі, на яку діє сила;	2						
відношення сили, до величини площі, на яку діє сила;	3						
2.	<p>Дано 3 посудини, у яких однакова площа дна і однаковий рівень води. У якій посудині гідростатичний тиск на дно найбільший?</p>  <p>Варіанти правильної відповіді:</p> <p>1 – у посудині 2; 2 – однаковий в усіх посудинах</p>						

3.	<p>Який фізичний зміст числа Рейнольдса ? $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$</p> <table border="1" data-bbox="264 282 1433 546"> <tr> <td data-bbox="264 282 379 367">1</td> <td data-bbox="379 282 1433 367">Це відношення сил в'язкості до сил інерції , які діють в потоці рідини</td> </tr> <tr> <td data-bbox="264 367 379 412">2</td> <td data-bbox="379 367 1433 412">По числу Рейнольдса вибирають діаметр труб;</td> </tr> <tr> <td data-bbox="264 412 379 497">3</td> <td data-bbox="379 412 1433 497">Число Рейнольдса показує відношення сил інерції до сил в'язкості, які діють в потоці рідини;</td> </tr> <tr> <td data-bbox="264 497 379 546">4</td> <td data-bbox="379 497 1433 546">По числу Рейнольдса вибирають типорозмір насосів .</td> </tr> </table>	1	Це відношення сил в'язкості до сил інерції , які діють в потоці рідини	2	По числу Рейнольдса вибирають діаметр труб;	3	Число Рейнольдса показує відношення сил інерції до сил в'язкості, які діють в потоці рідини;	4	По числу Рейнольдса вибирають типорозмір насосів .
1	Це відношення сил в'язкості до сил інерції , які діють в потоці рідини								
2	По числу Рейнольдса вибирають діаметр труб;								
3	Число Рейнольдса показує відношення сил інерції до сил в'язкості, які діють в потоці рідини;								
4	По числу Рейнольдса вибирають типорозмір насосів .								
4.	<p>По трубі діаметром 100 мм протікає 3,14 л/с води температурою +4⁰С . Яка швидкість руху води м/с ? (відповідь – число)</p>								
5.	<p>По трубі діаметром 100 мм протікає 3,14 л/с води температурою +4⁰С . Який режим руху води в трубі – ламінарний чи турбулентний ?</p> <p>Критерій Рейнольдса $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$; критичне число $Re_{кр.н} = 2320$;</p> <p>кінематичний коефіцієнт в'язкості води $\nu = 0,01 \text{ см}^2/\text{с}$</p> <p>(відповідь – назва режиму руху та числове значення критерію Re)</p>								
6.	<p>По трубі діаметром 100 мм протікає зі швидкістю 1 м/с вода температурою +4⁰С . Яка витрата води л/с ? (відповідь – число)</p>								
7.	<p>Поставте у відповідність до назви рівняння формулу, яка є його математичним записом:</p> <table border="1" data-bbox="264 1406 1409 1637"> <tr> <td data-bbox="264 1406 683 1496">А) рівняння Д. Бернуллі</td> <td data-bbox="683 1406 1409 1496">1) $z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h_{1-2}$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="264 1496 683 1585">В) основне рівняння гідростатики</td> <td data-bbox="683 1496 1409 1585">2) $z + \frac{p}{\rho g} = const$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="264 1585 683 1637">С) закон Паскаля</td> <td data-bbox="683 1585 1409 1637">3) $p = p_0 + \gamma h$</td> </tr> </table>	А) рівняння Д. Бернуллі	1) $z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h_{1-2}$	В) основне рівняння гідростатики	2) $z + \frac{p}{\rho g} = const$	С) закон Паскаля	3) $p = p_0 + \gamma h$		
А) рівняння Д. Бернуллі	1) $z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h_{1-2}$								
В) основне рівняння гідростатики	2) $z + \frac{p}{\rho g} = const$								
С) закон Паскаля	3) $p = p_0 + \gamma h$								
8.	<p>Величина гідравлічних втрат напору по довжині трубопроводу обчислюється за формулою $h = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$. Як зміняться втрати напору при розвинутому турбулентному русі, якщо збільшити витрату води в 2 рази.</p> <table border="1" data-bbox="264 2024 1385 2065"> <tr> <td data-bbox="264 2024 612 2065">Варіант</td> <td data-bbox="612 2024 1385 2065">Правильна відповідь</td> </tr> </table>	Варіант	Правильна відповідь						
Варіант	Правильна відповідь								

	1	Втрати напору не зміняться;												
	2	Втрати напору збільшаться також у два рази;												
	3	Втрати збільшаться у 4 рази												
9.	<p>Орієнтуючись на формули подібності лопатевих машин, дати відповідь на питання: Як, приблизно, зміниться подача відцентрового насоса, якщо частоту обертання робочого колеса збільшити на 20%?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Варіант</th> <th>Правильна відповідь</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Зросте на 20%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Зросте на 40%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Зросте на 60%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Зросте на 80%</td> </tr> </tbody> </table>		Варіант	Правильна відповідь	1	Зросте на 20%	2	Зросте на 40%	3	Зросте на 60%	4	Зросте на 80%		
Варіант	Правильна відповідь													
1	Зросте на 20%													
2	Зросте на 40%													
3	Зросте на 60%													
4	Зросте на 80%													
10.	<p>Орієнтуючись на формули подібності лопатевих машин, дати відповідь на питання: Як, приблизно, зміниться напір відцентрового насоса, якщо частоту обертання робочого колеса збільшити на 20%?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Варіант</th> <th>Правильна відповідь</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Зросте на 20%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Зросте на 44%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Зросте на 73%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Зросте на 80%</td> </tr> </tbody> </table>		Варіант	Правильна відповідь	1	Зросте на 20%	2	Зросте на 44%	3	Зросте на 73%	4	Зросте на 80%		
Варіант	Правильна відповідь													
1	Зросте на 20%													
2	Зросте на 44%													
3	Зросте на 73%													
4	Зросте на 80%													
11.	<p>Орієнтуючись на формули подібності лопатевих машин, дати відповідь на питання: Як, приблизно, зміниться потужність на валу відцентрового насоса, якщо частоту обертання робочого колеса збільшити на 20%?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Варіант</th> <th>Правильна відповідь</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Зросте на 20%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Зросте на 44%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Зросте на 73%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Зросте на 80%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Варіант	Правильна відповідь	1	Зросте на 20%	2	Зросте на 44%	3	Зросте на 73%	4	Зросте на 80%		
Варіант	Правильна відповідь													
1	Зросте на 20%													
2	Зросте на 44%													
3	Зросте на 73%													
4	Зросте на 80%													
12.	<p>Відцентровий насос по трубопроводу подає воду. Як буде змінюватись потужність на валу насоса, якщо ми будемо зменшувати подачу (закручувати кран, встановлений на нагнітальному трубопроводі насоса)?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Варіант</th> <th>Правильна відповідь</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Зросте</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Зменшиться</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Не зміниться</td> </tr> </tbody> </table>		Варіант	Правильна відповідь	1	Зросте	2	Зменшиться	3	Не зміниться				
Варіант	Правильна відповідь													
1	Зросте													
2	Зменшиться													
3	Не зміниться													

13.	<p>Вихровий насос по трубопроводу подає воду. Як буде змінюватись потужність на валу насоса, якщо ми будемо зменшувати подачу (закручувати кран, встановлений на нагнітальному трубопроводі насоса)?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Варіант</th> <th>Правильна відповідь</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Зросте</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Зменшиться</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Не зміниться</td> </tr> </tbody> </table>	Варіант	Правильна відповідь	1	Зросте	2	Зменшиться	3	Не зміниться
Варіант	Правильна відповідь								
1	Зросте								
2	Зменшиться								
3	Не зміниться								
14.	<p>Визначити втрати напору в трубі довжиною 100 м діаметром 100мм по якій протікає 31,4 л/с холодної води. Втрати напору по довжині трубопроводу обчислюється за формулою Дарсі $h = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$. (взяти $\lambda = 0,02$)</p>								
15.	<p>Визначити втрати напору на фільтрі встановленому в трубі діаметром 100мм по якій протікає 31,4 л/с холодної води. Втрати напору на місцевих опорах обчислюють за формулою Вейсбаха $h = \zeta \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$. (взяти $\zeta = 4$)</p>								
16.	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>Визначити швидкість струмینی води, м/с , що витікає з отвору діаметром 10мм у стінці сталевго бака якщо: напір води над центром отвору $H=1,8$ м; товщина стінки 1мм; швидкісний коефіцієнт $\phi=0,99-1,0$ (відповідь – число)</p> </div> </div>								

«Теплотехніка»

№	Тестове запитання
17. 1	Розділ теплотехніки, який вивчає процеси взаємного перетворення теплоти і роботи та властивості робочих тіл, що беруть участь у цих перетвореннях називається ... <u>(написати слова)</u> ...

18.	<p>До термічних параметрів стану термодинамічної системи належать:</p> <table border="1" data-bbox="363 237 1414 427"> <tr> <td>1</td> <td>внутрішня енергія U, Дж</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>абсолютний тиск $p_{\text{абс.}}$, Па</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>об'єм V, м³;</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>питомий об'єм ν. М³/кг</td> </tr> </table>	1	внутрішня енергія U , Дж	2	абсолютний тиск $p_{\text{абс.}}$, Па	3	об'єм V , м ³ ;	4	питомий об'єм ν . М ³ /кг
1	внутрішня енергія U , Дж								
2	абсолютний тиск $p_{\text{абс.}}$, Па								
3	об'єм V , м ³ ;								
4	питомий об'єм ν . М ³ /кг								
19.	<p>До термічних параметрів стану термодинамічної системи належать:</p> <table border="1" data-bbox="560 517 1406 703"> <tr> <td>1</td> <td>внутрішня енергія U, Дж</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>абсолютний тиск $p_{\text{абс.}}$, Па</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>термодинамічна (абсолютна) температура, T, К;</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>питомий об'єм ν. М³/кг</td> </tr> </table>	1	внутрішня енергія U , Дж	2	абсолютний тиск $p_{\text{абс.}}$, Па	3	термодинамічна (абсолютна) температура, T , К;	4	питомий об'єм ν . М ³ /кг
1	внутрішня енергія U , Дж								
2	абсолютний тиск $p_{\text{абс.}}$, Па								
3	термодинамічна (абсолютна) температура, T , К;								
4	питомий об'єм ν . М ³ /кг								
20.	<p>До калоричних параметрів стану термодинамічної системи належать:</p> <table border="1" data-bbox="560 797 1406 969"> <tr> <td>1</td> <td>ентропія S, Дж/К;</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>термодинамічна (абсолютна) температура, T, К;</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Ентальпія H, Дж</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>внутрішня енергія U, Дж.</td> </tr> </table>	1	ентропія S , Дж/К;	2	термодинамічна (абсолютна) температура, T , К;	3	Ентальпія H , Дж	4	внутрішня енергія U , Дж.
1	ентропія S , Дж/К;								
2	термодинамічна (абсолютна) температура, T , К;								
3	Ентальпія H , Дж								
4	внутрішня енергія U , Дж.								
21.	<p>Калоричний параметр, який представляє собою суму внутрішньої енергії та потенціальної енергії тиску – це ..<u>(написати слово)</u>..</p>								
22.	<p>Параметр, диференціал якого дорівнює відношенню кількості підведеної теплоти до температури, при якій ця теплота підводиться до термодинамічної системи $\delta Q/T$ – це<u>(написати слово)</u>...</p>								
23.	<p>Розставте у відповідності до одиниць вимірювання кількості ідеального газу математичні записи термічного рівняння стану:</p> <table border="1" data-bbox="504 1440 1422 1821"> <thead> <tr> <th>Кількість ідеального газу</th> <th>Форма запису рівняння стану</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) 1 кг ідеального газу;</td> <td>1) $PV = mRT$;</td> </tr> <tr> <td>В) m кг ідеального газу;</td> <td>2) $PV_{\mu} = R_{\mu}T$;</td> </tr> <tr> <td>С) 1 моль ідеального газу.</td> <td>3) $P\nu = RT$.</td> </tr> </tbody> </table>	Кількість ідеального газу	Форма запису рівняння стану	А) 1 кг ідеального газу;	1) $PV = mRT$;	В) m кг ідеального газу;	2) $PV_{\mu} = R_{\mu}T$;	С) 1 моль ідеального газу.	3) $P\nu = RT$.
Кількість ідеального газу	Форма запису рівняння стану								
А) 1 кг ідеального газу;	1) $PV = mRT$;								
В) m кг ідеального газу;	2) $PV_{\mu} = R_{\mu}T$;								
С) 1 моль ідеального газу.	3) $P\nu = RT$.								
24.	<p>Чому дорівнює маса кисню в балоні об'ємом $V = 4 \text{ м}^3$ при $t = 127 \text{ }^{\circ}\text{C}$? Тиск газу по манометру $0,16 \text{ МПа}$, барометричний тиск 100 кПа. (відповідь – розмірне число) (питома газова стала кисню приблизно $260 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$)</p>								

25.	Чому дорівнює густина кисню в балоні об'ємом $V = 4 \text{ м}^3$ при $t = 127 \text{ }^\circ\text{C}$? Тиск газу по манометру 0,16 МПа, барометричний тиск 100 кПа. (відповідь – розмірне число) (питома газова стала кисню приблизно 260 Дж/(кг*К))										
26.	Чому дорівнює питомий об'єм кисню в балоні об'ємом $V = 4 \text{ м}^3$ при $t = 127 \text{ }^\circ\text{C}$? Тиск газу по манометру 0,16 МПа, барометричний тиск 100 кПа. (відповідь – розмірне число) (питома газова стала кисню приблизно 260 Дж/(кг*К))										
27.	Яке слово пропущено в реченні, що формулює 1-й закон термодинаміки: „Теплота, підведена до закритої термодинамічної системи, витрачається на зміну її внутрішньої енергії та виконання ... <u>(написати слово)</u> . проти зовнішніх сил”?										
28.	Розставте у відповідності до фізичної величини значення, якому вона чисельно дорівнює: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Параметр</th> <th style="width: 50%;">Чисельно дорівнює</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) універсальна газова стала;</td> <td>1) роботі, яку виконує 1 кг ідеального газу в ізобарному термодинамічному процесі при зміні його температури на 1 К;</td> </tr> <tr> <td>В) питома газова стала ідеального газу;</td> <td>2) роботі, яку виконує 1 моль ідеального газу в ізобарному термодинамічному процесі при зміні температури газу на 1 К;</td> </tr> <tr> <td>С) робота колового термодинамічного процесу;</td> <td>3) пропорційна площі обмеженої графіком термодинамічного процесу в T-S координатах</td> </tr> <tr> <td>Д) теплота колового термодинамічного процесу.</td> <td>4) пропорційна площі, обмеженої P-v графіком термодинамічного процесу в P-V координатах</td> </tr> </tbody> </table>	Параметр	Чисельно дорівнює	А) універсальна газова стала;	1) роботі, яку виконує 1 кг ідеального газу в ізобарному термодинамічному процесі при зміні його температури на 1 К;	В) питома газова стала ідеального газу;	2) роботі, яку виконує 1 моль ідеального газу в ізобарному термодинамічному процесі при зміні температури газу на 1 К;	С) робота колового термодинамічного процесу;	3) пропорційна площі обмеженої графіком термодинамічного процесу в T-S координатах	Д) теплота колового термодинамічного процесу.	4) пропорційна площі, обмеженої P-v графіком термодинамічного процесу в P-V координатах
Параметр	Чисельно дорівнює										
А) універсальна газова стала;	1) роботі, яку виконує 1 кг ідеального газу в ізобарному термодинамічному процесі при зміні його температури на 1 К;										
В) питома газова стала ідеального газу;	2) роботі, яку виконує 1 моль ідеального газу в ізобарному термодинамічному процесі при зміні температури газу на 1 К;										
С) робота колового термодинамічного процесу;	3) пропорційна площі обмеженої графіком термодинамічного процесу в T-S координатах										
Д) теплота колового термодинамічного процесу.	4) пропорційна площі, обмеженої P-v графіком термодинамічного процесу в P-V координатах										
29.	Рівняння Майєра записується таким чином: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td>$\delta q = du + \delta l$;</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>$R = c_p - c_v$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>$Tds = du + pdv = dh - vdp$;</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>$\delta q = Tds$.</td> </tr> </tbody> </table>	1	$\delta q = du + \delta l$;	2	$R = c_p - c_v$	3	$Tds = du + pdv = dh - vdp$;	4	$\delta q = Tds$.		
1	$\delta q = du + \delta l$;										
2	$R = c_p - c_v$										
3	$Tds = du + pdv = dh - vdp$;										
4	$\delta q = Tds$.										
30.	Основна термодинамічна тотожність записується такою										

	формулою:	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>$\delta q = du + \delta l$;</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$R = c_p - c_v$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$Tds = du + pdv = dh - vdp$;</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$\delta q = Tds.$</td> </tr> </table>	1	$\delta q = du + \delta l$;	2	$R = c_p - c_v$	3	$Tds = du + pdv = dh - vdp$;	4	$\delta q = Tds.$				
1	$\delta q = du + \delta l$;													
2	$R = c_p - c_v$													
3	$Tds = du + pdv = dh - vdp$;													
4	$\delta q = Tds.$													
31.	Розставте у відповідності до назви термодинамічного процесу його характерні ознаки:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Назва процесу</th> <th>Ознака процесу</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A) ізохорний;</td> <td>1) $t = \text{const}$;</td> </tr> <tr> <td>B) ізобарний;</td> <td>2) $ds = 0$;</td> </tr> <tr> <td>C) ізотермічний,</td> <td>3) $p = \text{const}$;</td> </tr> <tr> <td>D) адіабатний.</td> <td>4) $q = 0$;</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5) $v = \text{const}.$</td> </tr> </tbody> </table>	Назва процесу	Ознака процесу	A) ізохорний;	1) $t = \text{const}$;	B) ізобарний;	2) $ds = 0$;	C) ізотермічний,	3) $p = \text{const}$;	D) адіабатний.	4) $q = 0$;		5) $v = \text{const}.$
Назва процесу	Ознака процесу													
A) ізохорний;	1) $t = \text{const}$;													
B) ізобарний;	2) $ds = 0$;													
C) ізотермічний,	3) $p = \text{const}$;													
D) адіабатний.	4) $q = 0$;													
	5) $v = \text{const}.$													
32.	В ізохорному термодинамічному процесі ідеального газу зміна тиску прямо пропорційна зміні його <i>...(написати слово)...</i>													
33.	В ізотермічному процесі зміна тиску ідеального газу зворотно пропорційна зміні його <i>...(написати слово)...</i>													
34.	Розставте у відповідності до кількості атомів у молекулі ідеального газу чисельне значення показника адіабати:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Газ</th> <th>Показник адіабати</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A) одноатомний;</td> <td>1) 1,4;</td> </tr> <tr> <td>B) двоатомний;</td> <td>2) 1,29;</td> </tr> <tr> <td>C) багатоатомний.</td> <td>3) 1,67.</td> </tr> <tr> <td>D) триатомний</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Газ	Показник адіабати	A) одноатомний;	1) 1,4;	B) двоатомний;	2) 1,29;	C) багатоатомний.	3) 1,67.	D) триатомний			
Газ	Показник адіабати													
A) одноатомний;	1) 1,4;													
B) двоатомний;	2) 1,29;													
C) багатоатомний.	3) 1,67.													
D) триатомний														
35.	Розставте у відповідності до назви термодинамічного процесу характерні особливості виконання ідеальним газом роботи:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Назва процесу</th> <th>Особливості виконання роботи</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A) ізохорний;</td> <td>1) робота виконується лише за рахунок зменшення внутрішньої енергії газу;</td> </tr> <tr> <td>B) ізотермічний,</td> <td>2) газ не виконує роботи проти зовнішніх сил;</td> </tr> <tr> <td>C) адіабатний.</td> <td>3) робота виконується лише за рахунок підведеної теплоти</td> </tr> </tbody> </table>	Назва процесу	Особливості виконання роботи	A) ізохорний;	1) робота виконується лише за рахунок зменшення внутрішньої енергії газу;	B) ізотермічний,	2) газ не виконує роботи проти зовнішніх сил;	C) адіабатний.	3) робота виконується лише за рахунок підведеної теплоти				
Назва процесу	Особливості виконання роботи													
A) ізохорний;	1) робота виконується лише за рахунок зменшення внутрішньої енергії газу;													
B) ізотермічний,	2) газ не виконує роботи проти зовнішніх сил;													
C) адіабатний.	3) робота виконується лише за рахунок підведеної теплоти													
36.	Розставте у відповідності до назви термодинамічного процесу формули для обчислення роботи 1 кг ідеального газу:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Назва процесу</th> <th>Формула для обчислення роботи</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A) ізобарний;</td> <td>1) $l = R T \ln(v_2/v_1)$;</td> </tr> </tbody> </table>	Назва процесу	Формула для обчислення роботи	A) ізобарний;	1) $l = R T \ln(v_2/v_1)$;								
Назва процесу	Формула для обчислення роботи													
A) ізобарний;	1) $l = R T \ln(v_2/v_1)$;													

	В) ізотермічний,	2) $l = \frac{p_1 v_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]$
	С) адіабатний.	3) $l = \frac{p_1 v_1}{k-1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$
	Д) політропний.	4) $l = P (v_2 - v_1)$.
37.	Розставте у відповідності до назви термодинамічного процесу характерні особливості теплообміну:	
	Назва процесу	Особливості теплообміну
	А) ізохорний;	1) процес здійснюється без теплообміну з зовнішнім середовищем;
	В) ізотермічний,	2) вся підведена теплота витрачається на збільшення внутрішньої енергії ідеального газу;
	С) адіабатний.	3) вся підведена теплота витрачається на виконання роботи проти зовнішніх сил.
38.	Розставте у відповідності до назви термодинамічного процесу формули для обчислення теплоти 1кг ідеального газу:	
	Назва процесу	Формула для обчислення теплоти
	А) ізобарний;	1) $q = R T \ln(v_2/v_1)$;
	В) ізотермічний;	2) $q = c_n (T_2 - T_1)$;
	С) адіабатний;	3) $q = 0$;
	Д) політропний.	4) $q = c_p (T_2 - T_1)$.
39.	Яку кількість теплоти підвели до 2 кг повітря, якщо при постійному тиску воно нагрілось від температури $t_1 = 25^\circ\text{C}$ до $t_2 = 175^\circ\text{C}$? (відповідь – розмірне число) (Довідка: ізобарна теплоємність повітря 1 кДж/(кг*градус))	
40.	Рівняння Ван-дер-Ваальса записується такими чином:	
	1	$Pv = RT$
	2	$\left(P + \frac{a}{v^2} \right) (v - b) = RT$
	3	$PV_\mu = R_\mu T$
	4	$PV = mRT$
41.	Закон Дальтона для вологого атмосферного повітря при барометричному тиску В записується таким чином:	
	1	$B = P_{\text{сух.повітря}} + P_{\text{вод.пари}}$

	2	$B = P_{\text{сух.повітря}} / P_{\text{вод.пари}}$
	3	$B = P_{\text{сух.повітря}} * P_{\text{вод.пари}}$
	4	$B = P_{\text{сух.повітря}} - P_{\text{вод.пари}}$
42.	Розставте у відповідності до стану води чисельне значення степені сухості:	
	Стан речовини	Степінь сухості x
	A) вода при температурі насичення;	1) $x = 1$;
	B) волога насичена пара;	2) $0 < x < 1$;
	C) суха насичена пара;	3) $x = 0$.
43.	Яке слово пропущено в реченні: „Кількість теплоти, яку треба підвести до 1 кг насиченої рідини, щоб повністю перетворити її на пару, називається питомою теплотою(написати слова)..... ”	
44.	Надкритична швидкість витікання газу може бути отримана тільки в соплі(написати назву сопла).....	
45.	Поставте у відповідність до кількості атомів в молекулі газу чисельне значення критичного відношення тисків $\beta_{\text{кр}}$:	
	Газ	Показник $\beta_{\text{кр}}$
	A) одноатомний;	1) 0,546;
	B) двоатомний;	2) 0,528;
	C) трьохатомний і перегріта водяна пара.	3) 0,49.
46.	Поставте у відповідність до формулювання II закону термодинаміки прізвище вчених, які є їх авторами:	
	Формулювання II закону термодинаміки	Вчений
	A) Некомпенсований перехід теплоти від тіла з меншою температурою до тіла з більшою температурою неможливий.	1) Карно;
	B) Неможливо побудувати періодично діючу машину, яка виконує механічну роботу і відповідно охолоджує джерело теплоти.	2) Клаузіус;
	C) Вічний двигун II роду неможливий.	3) Планк;
	D) Для одержання з теплоти роботи необхідно мати різницю температур.	4) Томпсон.
47.	Математичним виразом другого закону термодинаміки є формула	
	1	$ds = dq/T$

	2	$\sum q/T = 0$	
	3	$\oint \frac{dq}{T} \leq 0$	
	4	$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$	
48.	Поставте у відповідність до особливостей протікання робочого процесу типи теплових машин :		
	Робочий процес зображується в P-v –координатах:		Тип теплової машини
	А) за годинниковою стрілкою;		1) двигуни внутрішнього згорання;
			2) холодильні машини;
	В) проти годинникової стрілки.		3) теплові насоси;
			4) теплові двигуни;
49.	Поставте у відповідність до прямого термодинамічного циклу формулу, за якою визначається його термічний к.к.д.:		
	Цикл	Термічний к.к.д.	
	А) довільний круговий;	1) $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$	
	В) цикл Карно;	2) $\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$	
	С) цикл Ренкіна.	3) $\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_2'}$	
50.	Поставте у відповідність до способу підведення теплоти назву термодинамічного циклу поршневого двигуна внутрішнього згорання:		
	Підведення теплоти		Цикл
	А) ізобарно;		1) Отто;
	В) ізохорно;		2) Дизеля;
	С) змішано /частково ізохорно, а частково – ізобарно/.		3) Тринклера.
51.	Поставте у відповідність до циклу ДВЗ формулу, за якою визначається його термічний к.к.д.:		
	Цикл	Термічний к.к.д.	
	А) Отто;	1) $\eta_t = 1 - \frac{\lambda \rho^{k-1}}{\lambda - 1 + k\lambda(\rho - 1)} \frac{1}{\epsilon^{k-1}}$	
	В) Дизеля;	2) $\eta_t = 1 - \frac{1}{\epsilon^{k-1}}$	

	С) Тринклера. $3) \eta_t = 1 - \frac{\rho^{k-1}}{k(\rho-1)} \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$								
52.	<p>Поставте у відповідність до зворотного термодинамічного циклу формулу, за якою визначається показник його ефективності:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Цикл</th> <th>Показник адіабати</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) довільний зворотний цикл;</td> <td>1) $\text{КПЕ} = \frac{q_1}{l}$</td> </tr> <tr> <td>В) зворотний цикл Карно;</td> <td>2) $\varepsilon = \frac{1}{\frac{T_1}{T_2} - 1}$</td> </tr> <tr> <td>С) цикл теплового насосу.</td> <td>3) $\varepsilon = \frac{q_2}{l}$</td> </tr> </tbody> </table>	Цикл	Показник адіабати	А) довільний зворотний цикл;	1) $\text{КПЕ} = \frac{q_1}{l}$	В) зворотний цикл Карно;	2) $\varepsilon = \frac{1}{\frac{T_1}{T_2} - 1}$	С) цикл теплового насосу.	3) $\varepsilon = \frac{q_2}{l}$
Цикл	Показник адіабати								
А) довільний зворотний цикл;	1) $\text{КПЕ} = \frac{q_1}{l}$								
В) зворотний цикл Карно;	2) $\varepsilon = \frac{1}{\frac{T_1}{T_2} - 1}$								
С) цикл теплового насосу.	3) $\varepsilon = \frac{q_2}{l}$								
53.	<p>Речовина, що використовується як холодильний агент, повинна мати:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>велику приховану теплоту пароутворення;</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>великий коефіцієнт теплоємності;</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>високу теплопровідність;</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>низьку температуру кипіння при надлишковому тиску.</td> </tr> </tbody> </table>	1	велику приховану теплоту пароутворення;	2	великий коефіцієнт теплоємності;	3	високу теплопровідність;	4	низьку температуру кипіння при надлишковому тиску.
1	велику приховану теплоту пароутворення;								
2	великий коефіцієнт теплоємності;								
3	високу теплопровідність;								
4	низьку температуру кипіння при надлишковому тиску.								
54.	<p>Розрізняють такі способи переносу теплоти:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>теплопровідність;</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>конвекція;</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>теплопередача;</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>випромінювання.</td> </tr> </tbody> </table>	1	теплопровідність;	2	конвекція;	3	теплопередача;	4	випромінювання.
1	теплопровідність;								
2	конвекція;								
3	теплопередача;								
4	випромінювання.								
55.	<p>Перенос теплоти в межах одного тіла або між тілами, що перебувають у безпосередньому контакті, який здійснюється мікрочастками самих тіл називається ...</p>								
56.	<p>Яке слово пропущено в реченні: „<i>Конвекція – це такий вид переносу теплоти, коли теплообмін відбувається між твердою поверхнею і теплоносієм (рідиною або газом) за рахунок ... (написати слово).... елементарних об’ємів теплоносія</i>”?</p>								
57.	<p>Поставте у відповідність до закону теплообміну формулу, яка є його математичним записом:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Закон</th> <th>Математичний запис</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) Стефана-Больцмана;</td> <td>1) $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$</td> </tr> <tr> <td>В) Фур’є;</td> <td>2) $q = \alpha(t_{cm} - t_p)$</td> </tr> <tr> <td>С) Ньютона-Ріхмана.</td> <td>3) $E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$</td> </tr> </tbody> </table>	Закон	Математичний запис	А) Стефана-Больцмана;	1) $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$	В) Фур’є;	2) $q = \alpha(t_{cm} - t_p)$	С) Ньютона-Ріхмана.	3) $E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$
Закон	Математичний запис								
А) Стефана-Больцмана;	1) $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$								
В) Фур’є;	2) $q = \alpha(t_{cm} - t_p)$								
С) Ньютона-Ріхмана.	3) $E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$								

58.	Одношарова плоска стінка, товщина якої $\delta = 4$ мм виконана із сталі ($\lambda = 40$ Вт/(м · °С)), ; температурний напір постійний і дорівнює $\Delta t_c = 1^\circ\text{C}$. Чому дорівнює щільність теплового потоку (Вт/м ²) через стінку? (відповідь – розмірне число)										
59.	Одношарова плоска стінка, товщина якої $\delta = 400$ мм виконана з бетону ($\lambda = 1,0$ Вт/(м · °С)), ; температурний напір постійний і дорівнює $\Delta t_c = 10^\circ\text{C}$. Чому дорівнює щільність теплового потоку (Вт/м ²) через стінку? ?										
60.	Одношарова плоска стінка, товщина якої $\delta = 200$ мм виконана з пінобетону ($\lambda = 0,1$ Вт/(м °С)), температурний напір постійний і дорівнює $\Delta t_c = 20^\circ\text{C}$. Чому дорівнює щільність теплового потоку (Вт/м ²) через стінку?										
61.	<p>Поставте у відповідність до коефіцієнту вираз, який йому відповідає:</p> <table border="1" data-bbox="363 902 1420 1440"> <thead> <tr> <th data-bbox="363 902 683 947">Коефіцієнт</th> <th data-bbox="691 902 1420 947">Чисельно дорівнює:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="363 958 683 1081">А) теплопровідності;</td> <td data-bbox="691 958 1420 1081">1) величині, оберненій сумарному термічному опору передачі теплоти від гарячого до холодного теплоносія;</td> </tr> <tr> <td data-bbox="363 1093 683 1261">В) тепловіддачі;</td> <td data-bbox="691 1093 1420 1261">2) теплоті, яка за одиницю часу передається через 1 м² ізотермічної поверхні при одиничному градієнті температури;</td> </tr> <tr> <td data-bbox="363 1272 683 1440">С) теплопередачі.</td> <td data-bbox="691 1272 1420 1440">3) теплоті, яка за одиницю часу віддається через 1 м² теплообмінної поверхні при різниці температури між поверхнею та теплоносієм 1 °С.</td> </tr> </tbody> </table>	Коефіцієнт	Чисельно дорівнює:	А) теплопровідності;	1) величині, оберненій сумарному термічному опору передачі теплоти від гарячого до холодного теплоносія;	В) тепловіддачі;	2) теплоті, яка за одиницю часу передається через 1 м ² ізотермічної поверхні при одиничному градієнті температури;	С) теплопередачі.	3) теплоті, яка за одиницю часу віддається через 1 м ² теплообмінної поверхні при різниці температури між поверхнею та теплоносієм 1 °С.		
Коефіцієнт	Чисельно дорівнює:										
А) теплопровідності;	1) величині, оберненій сумарному термічному опору передачі теплоти від гарячого до холодного теплоносія;										
В) тепловіддачі;	2) теплоті, яка за одиницю часу передається через 1 м ² ізотермічної поверхні при одиничному градієнті температури;										
С) теплопередачі.	3) теплоті, яка за одиницю часу віддається через 1 м ² теплообмінної поверхні при різниці температури між поверхнею та теплоносієм 1 °С.										
62.	<p>Поставте у відповідність до безрозмірного числа подібності його математичний запис:</p> <table border="1" data-bbox="363 1541 1058 1865"> <thead> <tr> <th data-bbox="363 1541 691 1585">Безрозмірне число</th> <th data-bbox="699 1541 1058 1585">Математичний запис</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="363 1597 691 1675">А) Нуссельта;</td> <td data-bbox="699 1597 1058 1675">1) $R_e = \frac{w \cdot l}{\nu}$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="363 1686 691 1765">В) Рейнольдса;</td> <td data-bbox="699 1686 1058 1765">2) $Gr = \frac{g l^3}{\nu^2} \cdot \rho (t_c - t_p)$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="363 1776 691 1809">С) Прандтля;</td> <td data-bbox="699 1776 1058 1809">3) $Pr = \nu / a$</td> </tr> <tr> <td data-bbox="363 1821 691 1865">D) Грасгофа.</td> <td data-bbox="699 1821 1058 1865">4) $Nu = \alpha \cdot l / \lambda$</td> </tr> </tbody> </table>	Безрозмірне число	Математичний запис	А) Нуссельта;	1) $R_e = \frac{w \cdot l}{\nu}$	В) Рейнольдса;	2) $Gr = \frac{g l^3}{\nu^2} \cdot \rho (t_c - t_p)$	С) Прандтля;	3) $Pr = \nu / a$	D) Грасгофа.	4) $Nu = \alpha \cdot l / \lambda$
Безрозмірне число	Математичний запис										
А) Нуссельта;	1) $R_e = \frac{w \cdot l}{\nu}$										
В) Рейнольдса;	2) $Gr = \frac{g l^3}{\nu^2} \cdot \rho (t_c - t_p)$										
С) Прандтля;	3) $Pr = \nu / a$										
D) Грасгофа.	4) $Nu = \alpha \cdot l / \lambda$										
63.	<p>Поставте у відповідність до назви тіла його оптичні характеристики променевого переносу енергії:</p> <table border="1" data-bbox="363 1955 1145 2045"> <thead> <tr> <th data-bbox="363 1955 762 2000">Тіло</th> <th data-bbox="770 1955 1145 2000">Значення коефіцієнтів</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="363 2011 762 2045">А) абсолютно біле;</td> <td data-bbox="770 2011 1145 2045">1) $A = 1; R = D = 0$</td> </tr> </tbody> </table>	Тіло	Значення коефіцієнтів	А) абсолютно біле;	1) $A = 1; R = D = 0$						
Тіло	Значення коефіцієнтів										
А) абсолютно біле;	1) $A = 1; R = D = 0$										

	В) абсолютно чорне;	2) $R = 1; A = D = 0$	
	С) абсолютно прозоре;	3) $D = 1; A = R = 0$	
64.	Поставте у відповідність до особливостей здійснення процесу теплопередачі тип теплообмінного апарату:		
	Особливості теплопередачі	Теплообмінний апарат називається	
	А) дві рідини з різними температурами обмінюються теплотою через тверду стінку, що їх розділяє;	1) регенеративний	
	В) одна й та сама поверхня нагріву через певні проміжки часу омивається то гарячою, то холодною рідиною;	2) змішувального типу	
	С) теплообмін здійснюється при безпосередньому контакті двох рідин з різними температурами.	3) рекуперативний	

7.3. Зразок екзаменаційного білета

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОКР «Бакалавр» напря підготовки/ спеціальність: 151 "Автоматизація та комп'ютерно- інтегровані технології"	Кафедра теплоенергетики 202__-202__ навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № __ з дисципліни «Теплотехніка і гідравліка»	«Затверджую» Зав. кафедри _____ (підпис) _____ 202_р.
Запитання для письмової відповіді (максимальна оцінка 10 балів за письмову відповідь на кожне запитання)			
1. Гідростатичний тиск та його властивості			
2. Теплопровідність. Закон Фур'є			

№		Тестові запитання (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)	
1.	До калоричних параметрів стану термодинамічної системи належать:		
	1	термодинамічна (абсолютна) температура;	
	2	ентропія	
	3	ентальпія;	
	4	внутрішня енергія.	
2.	Дайте назву термодинамічного параметра, диференціал якого дорівнює відношенню кількості підведеної до термодинамічної системи теплоти до температури, при якій ця теплота підводиться – _____ (відповідь – слово)		

3.	Яку кількість теплоти (Дж) підвели до 2 кг повітря при постійному тиску, якщо воно нагрілось від температури $t_1 = 25^\circ\text{C}$ до $t_2 = 175^\circ\text{C}$? (відповідь – число) (ізобарна теплоємність повітря $1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{градус})$)								
4.	Знайти масу 200 м^3 водню при абсолютному тискові $83,14 \text{ кПа}$ та температурі $+127^\circ\text{C}$. (відповідь – розмірне число)								
5.	Чому дорівнює густина кисню в балоні об'ємом $V = 4 \text{ м}^3$ при $t = 127^\circ\text{C}$? Тиск газу по манометру $0,16 \text{ МПа}$, барометричний тиск 100 кПа . (відповідь – розмірне число) (питома газова стала кисню приблизно $260 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$)								
6.	Розставте у відповідності до одиниць вимірювання кількості ідеального газу математичні записи термічного рівняння стану: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Кількість ідеального газу</th> <th style="width: 50%;">Форма запису рівняння стану</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) 1 кг ідеального газу;</td> <td>1) $PV = mRT$;</td> </tr> <tr> <td>В) m кг ідеального газу;</td> <td>2) $PV_\mu = R_\mu T$;</td> </tr> <tr> <td>С) 1 моль ідеального газу.</td> <td>3) $Pv = RT$.</td> </tr> </tbody> </table>	Кількість ідеального газу	Форма запису рівняння стану	А) 1 кг ідеального газу;	1) $PV = mRT$;	В) m кг ідеального газу;	2) $PV_\mu = R_\mu T$;	С) 1 моль ідеального газу.	3) $Pv = RT$.
Кількість ідеального газу	Форма запису рівняння стану								
А) 1 кг ідеального газу;	1) $PV = mRT$;								
В) m кг ідеального газу;	2) $PV_\mu = R_\mu T$;								
С) 1 моль ідеального газу.	3) $Pv = RT$.								
7.	Величина гідравлічних втрат напору по довжині трубопроводу обчислюється за формулою $h = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$ Якщо за розвинутого турбулентного руху збільшити витрату води в 2 рази. Як зміняться втрати напору? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td> <td>Втрати не зміняться;</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Втрати збільшаться також в два рази;</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Втрати збільшаться приблизно у сорок разів;</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Втрати збільшаться у 4 рази</td> </tr> </table>	1	Втрати не зміняться;	2	Втрати збільшаться також в два рази;	3	Втрати збільшаться приблизно у сорок разів;	4	Втрати збільшаться у 4 рази
1	Втрати не зміняться;								
2	Втрати збільшаться також в два рази;								
3	Втрати збільшаться приблизно у сорок разів;								
4	Втрати збільшаться у 4 рази								
8.	Орієнтуючись на формули подібності лопатевих машин, дати відповідь на питання: Як приблизно зміниться споживана потужність насоса, якщо частоту обертання збільшити на 20%? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td> <td>Зросте на 20%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Зросте на 45%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Зросте на 73%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Зросте на 80%</td> </tr> </table>	1	Зросте на 20%	2	Зросте на 45%	3	Зросте на 73%	4	Зросте на 80%
1	Зросте на 20%								
2	Зросте на 45%								
3	Зросте на 73%								
4	Зросте на 80%								
9.	Орієнтуючись на формули подібності лопатевих машин, дати відповідь на питання: Як приблизно зміниться напір насоса, якщо частоту обертання збільшити на 20%? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td> <td>Зросте на 20%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Зросте на 45%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Зросте на 73%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Зросте на 80%</td> </tr> </table>	1	Зросте на 20%	2	Зросте на 45%	3	Зросте на 73%	4	Зросте на 80%
1	Зросте на 20%								
2	Зросте на 45%								
3	Зросте на 73%								
4	Зросте на 80%								
10.	По трубі діаметром 100 мм протікає $3,14 \text{ л/с}$ води температурою $+4^\circ\text{C}$. Яка швидкість руху води м/с? (відповідь – число)								

Викладач _____ (_____
(підпис)

7.4. Бланк відповідей на екзаменаційний білет

НУБіП України

Ф-7.5-2.1.6-25

«Бланк відповідей на білет»

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Факультет / ННІ _____

Спеціальність: 151- «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ОС – Бакалавр _____ Курс _____ група _____

ПІБстудента _____

Дисципліна _____

Відповіді на білет № _____

№ тестового завдання	Відповіді	Кількість правильних елементів
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
Питання: 1		
Питання: 2		
Кількість правильних елементів, $K_{прав}$		
Загальна кількість еталонних елементів, $K_{заг}$		
Підсумкова оцінка тестової частини білету, $R_{aa} = \frac{K_{прав}}{K_{заг}} \cdot 10$		
Підсумкова оцінка за атестацію /тестові питання +теоретичні/		

*В таблицю переписати теоретичні питання з екзаменаційного білету.

**Розгорнуті письмові відповіді на теоретичні запитання 1 та 2 мають містити: *текст, рисунки, формули*. Писати ручкою. Використовувати аркуш А4 або здвоєний аркуш шкільного зошита.

Підпис студента _____

Підпис НПП, які проводили атестацію _____ (_____)
 _____ (_____)

Дата атестації " __ " _____ 20__ р.

8. Методи навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

При вивченні дисципліни використовуються 4 групи методів навчання:

I група методів – методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Практичні</i>
<ul style="list-style-type: none"> • розповідь-пояснення • бесіда • лекція 	<ul style="list-style-type: none"> • ілюстрація • демонстрація 	<ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи • практичні роботи • реферати
<i>Індуктивні методи</i>		<i>Дедуктивні методи</i>
узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів на основі розрахункових даних		розвиток абстрактного мислення для засвоєння навчального матеріалу на основі узагальнень
<i>Репродуктивні методи</i>		<i>Творчі, проблемно-пошукові методи</i>
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами		самостійна, творча пізнавальна діяльність
<i>Навчальна робота студентів під керівництвом НПП</i>		<i>Самостійна робота студентів</i>

II група методів – методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

<i>методи стимулювання інтересу до навчання</i>	<i>методи стимулювання обов'язку й відповідальності</i>
<ul style="list-style-type: none"> • створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу • пізнавальні ігри • навчальні дискусії • аналіз життєвих ситуацій 	<ul style="list-style-type: none"> • роз'яснення мети навчального предмета • вимоги до вивчення предмета (орфографічні, дисциплінарні, організаційно-педагогічні) • заохочення та покарання в навчанні

III група методів – методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Компетенції</i>	<i>Функції оцінювання навчальних досягнень студента</i>
<ul style="list-style-type: none"> • соціальні • полікультурні • комунікативні • інформаційні • саморозвитку та самоосвіти • компетенції, що реалізуються у прагненні та здатності до раціональної продуктивної, • творчої діяльності 	<ul style="list-style-type: none"> • контролююча; • навчальна • діагностично-коригуюча • стимулюючо-мотиваційна • виховна

IV група методів - бінарні, інтегровані (універсальні) методи.

На практиці ми інтегруємо методи різних груп, утворюючи неординарні (універсальні) методи навчання, які забезпечують оптимальні шляхи досягнення навчальної мети.

9. Форми контролю.

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і лабораторних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістового модуля 1 – результати тестових завдань, виконання лабораторних робіт. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання лабораторних робіт, тестових завдань.

Підсумковий контроль знань здійснюється на **екзаміні**.

Оцінка "Відмінно" виставляється студенту, який протягом семестру систематично працював, на заліку показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, вміє вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

Оцінка "Добре" виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою

завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

Оцінка "Задовільно" виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях на заліку та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

Оцінка "Незадовільно" виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги науково-педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

10. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг /бали/ за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою	
	екзамен	залік
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

11. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.
4. Таблиці, плакати, відеопрезентації лабораторних робіт.
5. Стенди, лабораторні установки.
6. Інтернет-ресурси.

12. Рекомендована література і джерела

1. Драганов Б.Х. Основи теплотехніки і гідравліки : навч. посіб / Б.Х. Драганов, А.В. Міщенко, Ю.О. Борхаленко; За ред. Б.Х. Драганова. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 495 с.
2. Корець М.С. Машинознавство : основи гідравліки і теплотехніки. – К.: Знання України, 2001. – 448 с.
3. Кулінченко В.Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід : підручник. – К.: Фірма «ІНКОС», Центр навчальної літератури, 2006. – 616 с.
4. Рогалевич Ю.П. Гідравліка : підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 255 с.
5. Черняк О.В. Основи теплотехніки і гідравліки / О.В.Черняк, Г.Б. Рибчинська. – К.: Вища школа, 1982. – 223 с.
6. Драганов Б.Х. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем : підручник / Б.Х. Драганов, В.В. Іщенко, О.В. Шеліманова; За ред. проф. Б.Х. Драганова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 320 с.
7. Драганов Б.Х. Теплоенергетичні установки і системи в сільському господарстві / Б.Х. Драганов, О.Ф. Буляндра, А.В. Міщенко; За ред. Б.Х. Драганова. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.
8. Теплотехніка / [Драганов Б.Х., Долінський А.А. Міщенко А.В., Письменний Є.М.]; за ред. Б.Х. Драганова. – К.: «ІНКОС», 2005. – 504с.
9. Дідур В.А., Стручаєв М.І. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві / За заг. ред. В.А. Дідура. – К.: Аграрна освіта, 2008. – 233 с.
10. Проектування систем теплопостачання сільського господарства / [Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Міщенко А.В., Шутюк В.В.]; за ред. Б.Х. Драганова. – К.; Техніка, 2003. – 160 с.
11. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем : підруч. / [Драганов Б.Х., Іщенко В.В., Шеліманова О.В.] ; за ред. Б.Х. Драганова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 230 с.
12. Методика дипломного проектування з теплопостачання [Текст] : навчальний посібник для студентів напрямку "Енергетика та електротехнічні системи АПК" / В. В. Чекменьов [та ін.]. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2013. – 552 с.

Державні стандарти України

1. ДСТУ 2339-94 «Енергозбереження. Основні положення».
2. ДСТУ 2420-94 «Енергозбереження. Терміни та визначення».
3. ДСТУ 4110-2002 «Енергоощадність. Методика аналізу та розрахування питомих витрат енергоресурсів» (ANSI/IEEE 739:1995, NEQ).
4. ДСТУ 2671-94 «Теплоутилізатори. Методи випробовування».
5. ДСТУ 2677-94 «Теплоутилізатори. Типи та основні параметри».
6. ДСТУ 3581-97 (ГОСТ 30517-97) «Енергозбереження. Методи вимірювання і розрахунку теплоти згоряння палива».
7. ДСТУ 3401-97 (ГОСТ 30486-97) «Енергозбереження. Методи та засоби вимірювань теплових величин. Загальні положення».

8. ДСТУ 3635-98 (ГОСТ 30604-98) «Енергозбереження. Установки теплоутилізаційні. Загальні положення».
9. ДСТУ 4035-2001 (ГОСТ 25380-2001) «Енергозбереження. Будівлі та споруди. Методи вимірювання поверхневої густини теплових потоків та визначення коефіцієнтів теплообміну між огорожувальними конструкціями та довкіллям».
10. ДСТУ 3818-98 «Енергозбереження. Вторинні енергетичні ресурси. Терміни та визначення».
11. ДСТУ 4090-2001 (ГОСТ 31188-2003) «Енергозбереження. Ресурси енергетичні вторинні. Методика визначення показників виходу та використання (ГОСТ 31188-2003, ІТД)»
12. ДСТУ 2275-93 «Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Терміни та визначення».
13. ДСТУ 3569-97 (ГОСТ 30514-97) «Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Основні положення».
14. ДСТУ 3859-99 «Енергоощадність. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Теплові насоси. «Повітря-вода» для комунально-побутового теплопостачання. Загальні технічні вимоги і методи випробувань».
15. ДСТУ 4034-2001 (ГОСТ 30757-2001) «Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Колектори сонячні плоскі. Методи випробування».

13. Інформаційні ресурси

1. <http://www.kmu.gov.ua> - Кабінет Міністрів України.
2. <http://www.portal.rada.gov.ua> – Верховна Рада України.
3. <https://mon.gov.ua/ua> – Міністерство освіти і науки України
4. <http://www.google.com.ua> - пошуковий сайт.
5. <http://www.meta.ua> - пошуковий сайт.
6. <http://nubip.edu.ua/> - головна сторінка сайту НУБіП України.
7. <https://elearn.nubip.edu.ua/login/index.php> – навчально-інформаційний портал НУБіП України
8. <https://nubip.edu.ua/node/2394> – електронна бібліотека НУБіП України.
9. <https://nubip.edu.ua/structure/nni-eae> – навчально-інформаційний портал ННІ енергетики і автоматики
10. <https://nubip.edu.ua/node/1377> – кафедра теплоенергетики на сайті НУБіП України.
11. <http://www.nbuv.gov.ua/> – національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ.
12. <http://ntbu.ru/> – Державна науково-технічна бібліотека країни.