



## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Холодильні агенти та холодоносії. Аспекти використання та екологія

(назва навчальної дисципліни)

Ступінь вищої освіти: магістр

Спеціальність: 142 ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Освітньо-наукова програма: та Холодильні машини,  
освітньо-професійна програма установки і кондиціонування повітря

Викладач: Хмельнюк Михайло Георгійович, професор кафедри  
холодильних установок і кондиціонування повітря ,  
доктор технічних наук,

Кафедра: Холодильних установок і кондиціонування повітря

Профайл <https://kafedra-h-m.onaft.edu.ua/sostav>

викладача:

Контактна інформація: [hmel\\_m@ukr.net](mailto:hmel_m@ukr.net)

+38(097)2705044

### 1. Загальна інформація

Тип дисципліни – вибіркова

Мова викладання - українська

Навчальна дисципліна викладається на першому курсі магістерської підготовки денної форми навчання

Кількість кредитів - 6 годин – 180

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	практичні	лабораторні
денна	60	30	30	20
заочна				
Самостійна робота, годин	Денна -120			

### Розклад занять

### 2. Анотація навчальної дисципліни

Фахівцям з холодильних машин, установок і кондиціонування повітря кондиціонування необхідні спеціальні знання з використання холодильних агентів та їхнього впливу на термодинамічну ефективність циклів холодильних машин; основні фізичні процеси та закони, що стосуються молекулярної будови речовини; впливу холодильних агентів на довкілля та методів його зменшення;

**Аспекти впровадження нових досягнень в області використання екологічно безпечних, енергоефективних робочих тіл низькотемпературної техніки.**

Основними завданнями вивчення дисципліни «Холодильні агенти та холодоносії. Аспекти використання та екологія» є - навчити аналізувати ефективність циклів холодильних машин залежно від виду холодильних агентів, проводити заходи із захисту довкілля та утилізації холодильних агентів, підбирати холодильні агенти залежно від призначення холодильної установки.

Фахівці займаються дослідженнями, проектуванням, монтажем, налагодженням та експлуатацією систем холодопостачання систем кондиціонування повітря, а тому повинні знати їх режими та специфічні вимоги у VRF системах, чиллер-фенкойлових системах, одноканпльних та багатозональних та транспортних системах таких як суднові, автомобільні, залізничні та в літаках

**Обґрунтування «Холодильні агенти та холодоносії. Аспекти використання та екологія»**

Фахівці займаються дослідженнями, проектуванням, та експлуатацією систем холодопостачання систем низькотемпературної техніки, а тому повинні знати їх режими та специфічні вимоги у різних сферах промисловості.

Міжосвітня дисципліна «Холодильні агенти та холодоносії. Аспекти використання та екологія» базується на знаннях з таких дисциплін як «Фізика», «Хімія», «Екологія» її вивчення буде корисне здобувачам вищої освіти, що навчаються за різними освітніми програмами.

### **3. Мета навчальної дисципліни**

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Холодильні агенти та холодоносії. Аспекти використання та екологія» є знання та вміння, необхідні для вивчення подальших дисциплін, дипломного проектування та професійної діяльності в галузі виробництва та споживання штучного холоду.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є

- дати знання теорії використання холодильних агентів та їхнього впливу на термодинамічну ефективність циклів холодильних машин; основні фізичні процеси та закони, що стосуються молекулярної будови речовини; впливу холодильних агентів на довкілля та методів його зменшення;

- навчити аналізувати ефективність циклів холодильних машин залежно від виду холодильних агентів, проводити заходи із захисту довкілля та утилізації холодильних агентів, підбирати холодильні агенти залежно від призначення холодильної установки.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні:

**знати:**

- сучасні види холодильних агентів, критерії вибору, галузі використання. Характеристики холодоагентів. Термодинамічні, теплофізичні, хімічні, екологічні, фізіологічні та конструктивно-експлуатаційні властивості CFC, HCFC и HFC;
- вплив холодильних агентів на ефективність роботи холодильних машин та довкілля; методи зменшення шкідливого впливу; методи утилізації холодильних агентів;
- законодавство України та ЄС в галузі використання холодильних агентів та їхньої утилізації;
- методи, методику та обладнання заміни та утилізації холодильних агентів.

**вміти:**

- проводити аналіз термодинамічної досконалості циклів залежно від виду холодоагенту;
- обирати холодильний агент залежно від умов роботи холодильної установки;
- проводити заміну шкідливих для довкілля холодильних агентів на альтернативні;
- організувати утилізацію шкідливих для довкілля холодильних агентів.

**мати навички:**

- вибору холодильних агентів залежно від типу та умов роботи холодильних машин;
- заміни холодильних агентів шкідливих для довкілля на альтернативні.

### **4. Програмні компетентності та результати навчання за дисципліною «Холодильні агенти та холодоносії. Аспекти використання та екологія»**

за освітньо-професійною програмою «Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря»

**ЗК-1, ЗК-2, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-7, ЗК-8, ЗК-12, ЗК-14, ЗК-15, СК-1, СК-3, СК-4, СК-5, СК-9, СК-12, ПРН-1, ПРН-3, ПРН-5, ПРН-6, ПРН-8, ПРН-9, ПРН-12, ПРН-13, ПРН-15, ПРН-16, ПРН-17, ПРН-18, ПРН-20, ПРН-21**

### **5. Зміст навчальної дисципліни**

#### **5.1 Програма змістовних модулів**

**Змістовий модуль 1. Робочі речовини холодильних машин. Основи вибору**

№ теми	ЗМІСТ ТЕМИ	Годин
--------	------------	-------

1.	Холодильні агенти. Основні визначення, короткий історичний огляд, позначення, торгові марки. Виробництво, технічні умови на холодильний агент, що надходить у продаж, фасування. Поділ холодильних агентів на групи, умови використання, нормативна документація.	2
2.	Холодильні агенти та навколишнє середовище. Парниковий ефект та руйнування озонового прошарку. Монреальський протокол та поправки до нього. Кіотська конференція. Основні положення Українського законодавства в області виробництва, використання та утилізації холодильних агентів. Відповідність вітчизняного законодавства законам ЄС та шляхи гармонізації законодавств. Стан виконання Україною положень Монреальського протоколу.	4
3.	Заходи із захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу холодильних агентів. Запобігання витокам. Використання заміників. Дослідження, капітальні вкладення, вартість відмови від СFC агентів. Пропоновані замітники. Використання індивідуальних речовин. Використання вуглеводнів. Проблеми сумісності з матеріалами, пристосованості приміщень і адекватності холодопродуктивності. Нові системи.	2
4.	Критерії вибору холодильних агентів. Галузі використання різних холодильних агентів. Характеристики холодоагентів. Термодинамічні, теплофізичні, хімічні, екологічні та фізіологічні властивості CFC, HCFC и HFC. Конструктивно-експлуатаційні властивості.	4
5.	Альтернативні холодильні агенти. Альтернативні однокомпонентні холодильні агенти. Альтернативні багатокомпонентні холодильні агенти на основі вуглеводнів. Альтернативні багатокомпонентні холодильні агенти групи HCFC. Альтернативні багатокомпонентні холодильні агенти групи HFC. Альтернативні холодильні агенти для холодильного транспорту. Холодильні цикли на базі діоксиду вуглиця, надкритичні CO <sub>2</sub> цикли.	2
6.	Сумішеві холодильні агенти. Властивості сумішей. Концентрація суміші. Закони сумішей. Змішуваність та не змішуваність. Неазетропні та азеотропні суміші. Діаграми сумішей. Суміші агент-сорбент, агент-абсорбент, агент-адсорбент.	2

## **Змістовний модуль 2: Утилізація ХА, Масла. Холодоносії. Екологічна безпека.**

№ теми	ЗМІСТ ТЕМИ	Годин
1.	Утилізація холодильних агентів. Зливання, відновлення, повторне використання чи знищення холодильних агентів. Необхідність збирання та відновлення. Технології зливання та збирання холодоагентів. Обладнання для зливання та повторного використання холодильних агентів. Відновлення холодильних агентів. Технології знищення холодильних агентів.	4
2.	Холодильні мастила та холодильні агенти. Загальні положення. Історичний огляд. Роль холодильного мастила. Різні категорії холодильних мастил. Виробництво холодильних мастил	2
3.	Якість і характеристики мастил: ідентифікаційні та експлуатаційні характеристики. Межі робочих температур. Порівняння властивостей. Критерії вибору холодильних мастил, переваги та недоліки різних категорій. Хімічний (хіммотологічний) аналіз властивостей мастила холодильної установки.	4
4.	Холодоносії холодильних машин	2

5.	Сучасний стан і перспективи використання сучасних холодильних агентів. Нове покоління холодильних мастил для екологічно чистих холодоагентів.	2
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### 5.2 Перелік практичних робіт

№ практ.роб.	Назва лабораторної роботи	Годин
1	Класифікація холодильних систем и помещений согласно стандарту EN 378.	4
2	Конструктивное исполнение холодильных систем	4
3-4	Расчет максимально допустимой величины заправки хладагентом класса A2/A2L, A3 системы	4
5-6	Определение количества хладагента и объема ресивера для холодильных установок.	6
7	Составление принципиальной схемы стенда холодильной установки A21-1. Расчет холодильной установки A21-1.	6

### 5.3 Перелік завдань для самостійної роботи

№ теми	Назва теми
1.	Ретрофит холодоагентів.
2.	Холодоагенти групи ГФУ, особливості експлуатації установок на їх основі.
3.	Холодоагенти для холодильного транспорту.
4.	Заправка холодоагентами холодильных систем (хладоновых і аміачних). Норми заповнення холодоагентом холодильных систем.
5.	Холодоагенти на основі вуглеводнів.
6.	Сервісні суміші середнього тиску і їх застосування в холодильных системах.
7.	Класифікація хладагентов за екологічними показниками. Особливості зеотропних сумішей.
8.	Мастило холодильных систем. Види мастил, їх властивості. Схема установки для регенерації мастил
9.	Експлуатація системи змащення холодильных систем. Вплив швидкості парів хладону на процес повернення масла. Схема видалення масла з системи.
10.	Вплив домішок до робочого тіла: повітря в системі холодильної установки. Схема установки для видалення неконденсованих газів з холодильної установки.
11.	Фізичні властивості водного і сухого льоду R744.

## 6. Система оцінювання та інформаційні ресурси

Види контролю: поточний, підсумковий.

### Нарахування балів

Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання		
			денна		
	min	max	Кількість робіт	Сумарні бали	
			min	max	
1	2	3	4	5	6
Виконання практичних занять	2	3	20	16	24
Опрацювання тем, не винесених на лекції	1	2	5	5	10

Виконання лабораторних занять	1	1,5	20	8	12
Виконання індивідуальних завдань	5,5	7	2	11	14
Проміжна сума				40	60
Модульний контроль (тестовий)	20	40		20	40
Оцінка за змістовий модуль				<b>60</b>	<b>100</b>

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
88-100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-87	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
67-73	<b>D</b>		
60-66	<b>E</b>	задовільно	
40-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано зможливістю повторного складання
0-39	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Форма підсумкового контролю успішності навчання залік

### Рекомендована література

#### **Базова**

1. Мааке, В. Учебник по холодильной технике: учеб. изд. / В. Мааке, Г.-Ю.Эккерт, Ж.-Л.Кошпен. – М.: Издательство Московского университета, 2000. – 1142 с.
2. Железный В. П., Жидков В. В. Эколого-энергетические аспекты внедрения альтернативных хладагентов в холодильной технике. — Донецк: Донбасс, 1996.-144 с.
3. Бабакин, В.С. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. / В.С. Бабакин, В.И. Стефанчук., Ковтунов Е.Е. – М.: Колос, 2000.– 157 с.

#### **Допоміжна**

1. Бадилькес, И.С. Свойства холодильных агентов. / И.С.Бадилькес. – М.: Пищеваяпромышленность, 1974. – 188 с.
2. Богданов, С.Н. Холодильнаятехника. Свойствавеществ: справочник. / С.Н.Богданов, О.П. Иванов, А.В.Куприянова А.В. – Л.: Машиностроение, 1976. –244с.
4. Богданов С. Н., Иванов О. П., Куприянова А. А. Холодильнаятехника. Свойствавеществ: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агро-промиздат, 1985.— 208 с.

3. Перельштейн И.И., Парушин Е.Б. Термодинамические и теплофизические свойства рабочих веществ холодильных машин и тепловых насосов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984
4. Бурцев, С.И., Цветков Ю.Н. Влажный воздух. Состав и свойства. / С.И. Бурцев, Ю.Н. Цветков. – С-П.: Политехника, 1998.– 145 с.

### Періодичні видання

1. International Journal of Refrigeration.
2. Журнал «Холодильна техніка та технологія»
3. «Восточно-европейский журнал передовых технологий»
4. Журнал «Холодильная техника»
5. Журнал «Вестник международной академии холода»
6. Збірки праць Міжнародних конференцій відповідно до тем дисципліни.

### Інформаційні ресурси

<http://www.unido.ru/>  
<http://www.reee.org.ua/>  
[www.osce.org/ru/ukraine/104027?download=true](http://www.osce.org/ru/ukraine/104027?download=true)  
[www.ozonoprogram.ru](http://www.ozonoprogram.ru)  
[www.allchemi.com/rus/refrigerants/eco.html](http://www.allchemi.com/rus/refrigerants/eco.html)  
[www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_801](http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801)  
[www.planetaklimata.com.ua](http://www.planetaklimata.com.ua)

### 7. Політика навчальної дисципліни

Політика всіх навчальних дисциплін в ОНАХТє уніфікованою та визначена з урахуванням законодавства України, вимог [ISO 9001:2015](#), [«Положення про академічну доброчесність в ОНАХТ»](#) та [«Положення про організацію освітнього процесу»](#).

Викладач \_\_\_\_\_ Михайло ХМЕЛЬНЮК  
підпис

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Михайло ХМЕЛЬНЮК  
підпис

