

**Інститут технічної теплофізики  
Національної академії наук України**

**ГРАДИРНЯ НОВОГО ПОКОЛІННЯ  
ДЛЯ АТОМНОЇ І ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ**

**Доповідач:**

Ступак Олег Станіславович

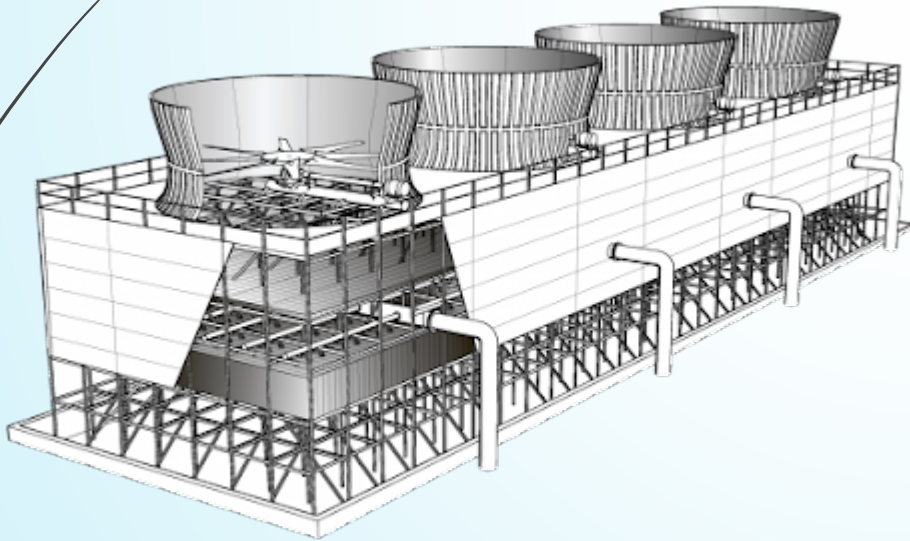
**Науковий керівник:**

Халатов Артем Артемович

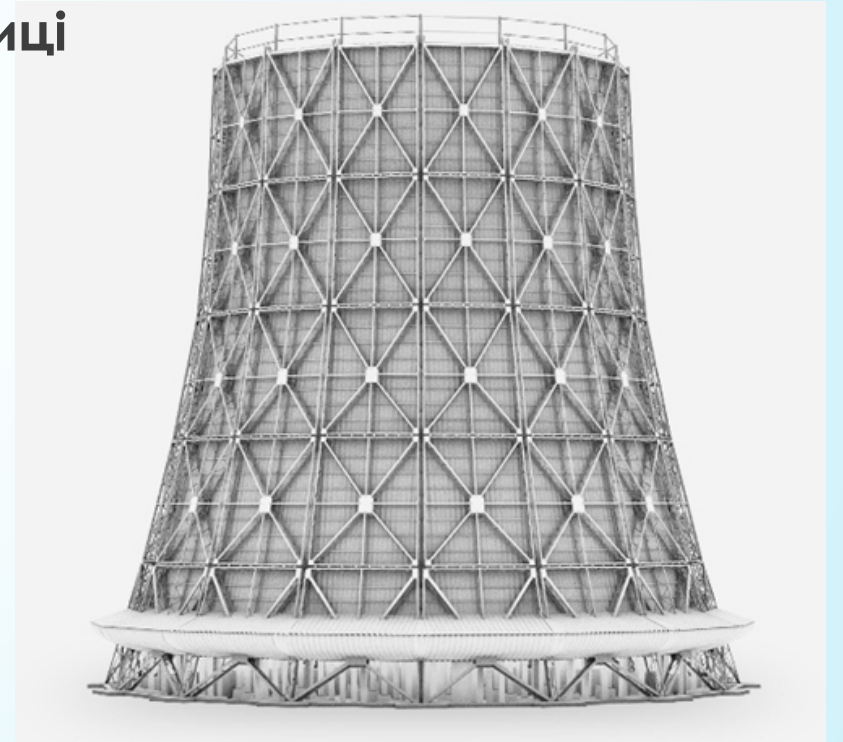
Київ - 2021

# Градирня

- ▶ Пристрій для охолодження великого об'єму води при мінімальних витратах електроенергії за рахунок адіабатного охолодження повітря та часткового її випаровування
- ▶ Застосовується в атомній і тепловій енергетиці



▶ Вентиляторна градирня



▶ Баштова градирня

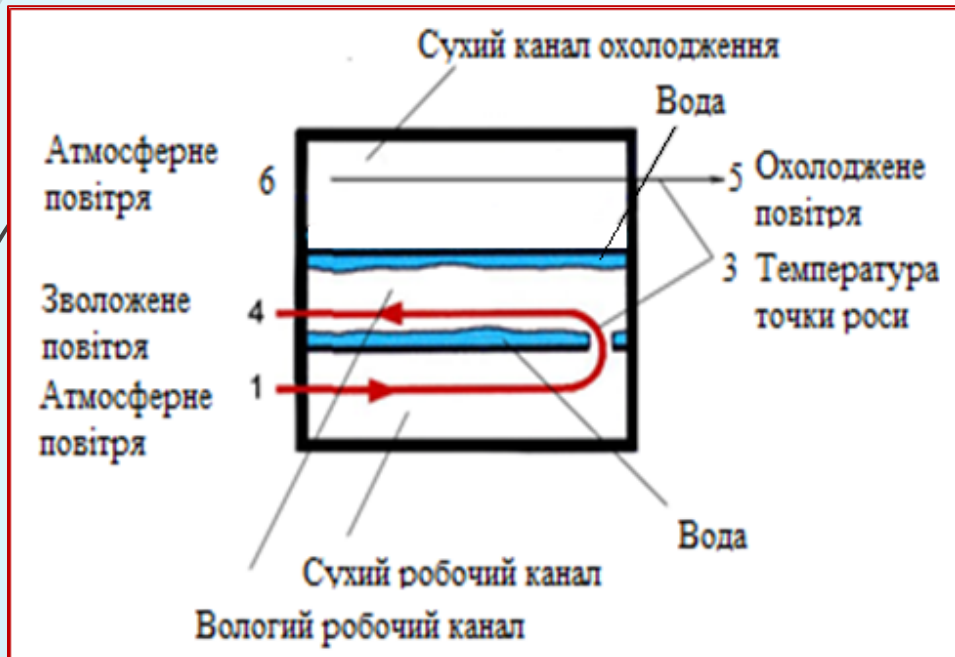
# Проблеми градирень атомної і теплової енергетики України

- ▶ Недостатня ступінь охолодження води в градирні при високій температурі атмосферного повітря.
- ▶ Перевитрата води за рахунок надлишкового випаровування в атмосферу.
- ▶ Зниження ККД енергоустаткування за рахунок недостатнього охолодження конденсатора.
- ▶ Зниження ефективності роботи при високих температурах атмосферного повітря.

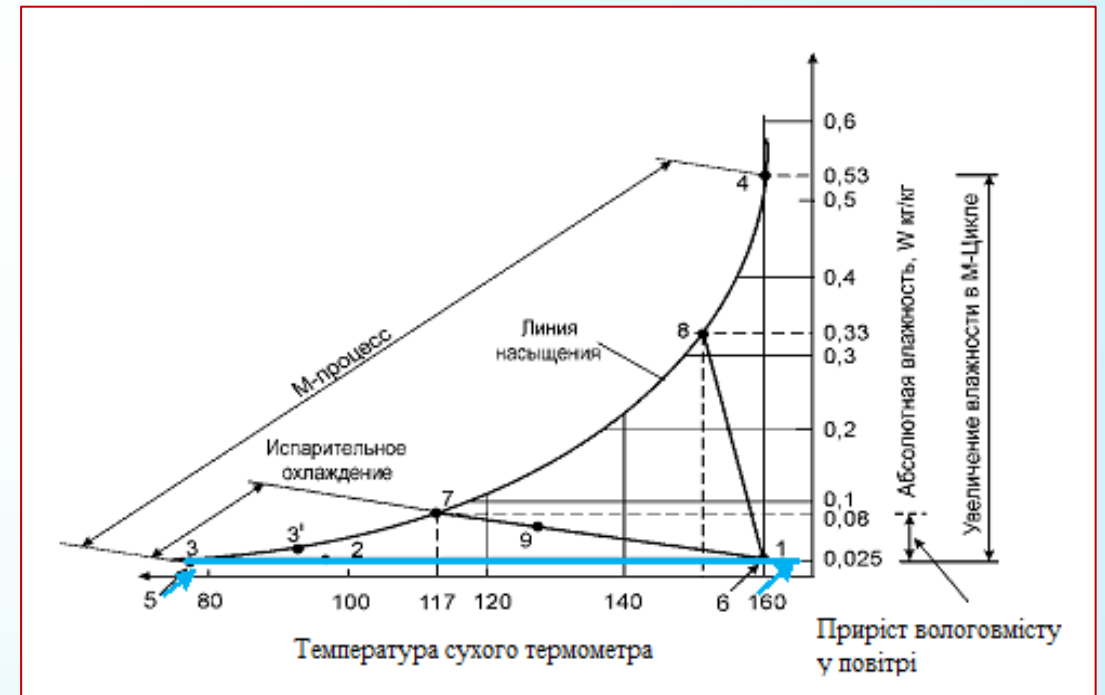
# Цикл Майсоценка

Принцип М-циклу полягає у корисному використанні психрометричної енергії оточуючого середовища. Реалізується у тепломасообмінному апараті (НМХ) з системою сухих і вологих каналів.

- Реалізується у тепломасообмінному апараті (НМХ) з системою сухих і вологих каналів



➤ **Схема елементарної чарунки НМХ**



➤ **М-цикл на психрометричній діаграмі**

# Галузі використання циклу Майсоценка



➔ Кондиціонер Coolerado (США)

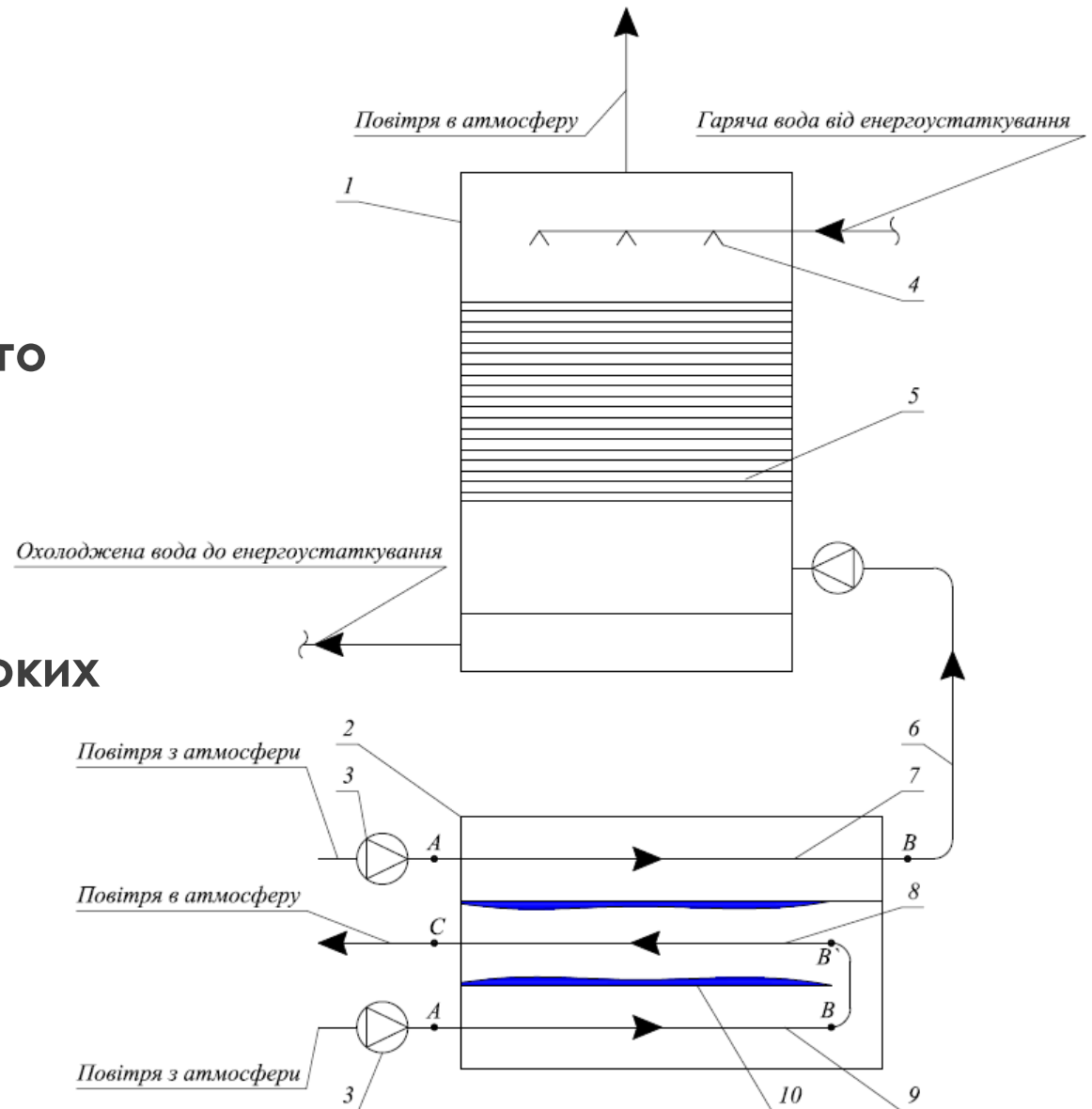
# Результати дослідження експериментальної установки для потреб кондиціювання

№	Властивості навколишнього повітря			Властивості свіжого повітря після робочого каналу апарату М-циклу (в приміщення)			Властивості вологого повітря після апарату М-циклу (викиди в навколишнє середовище)			COP
	Т. А			Т. В			Т. С			
	t, °C	φ, %	h, кДж/кг	t, °C	φ, %	h, кДж/кг	t, °C	φ, %	h, кДж/кг	
1	26,9	38,8	49	18	63,6	39	23	100	64	11,66
2	29	30	48	21	46	39	22,5	100	66	10,49
3	32,2	19,6	48	17,6	44,8	34	25	100	76	16,32
4	27	35	49	19	60	40	23,5	100	67	10,49

# Градирня нового покоління

► **Ідея:** Попереднє охолодження повітря тепломасообмінним апаратом непрямого випарного типу за М-циклом

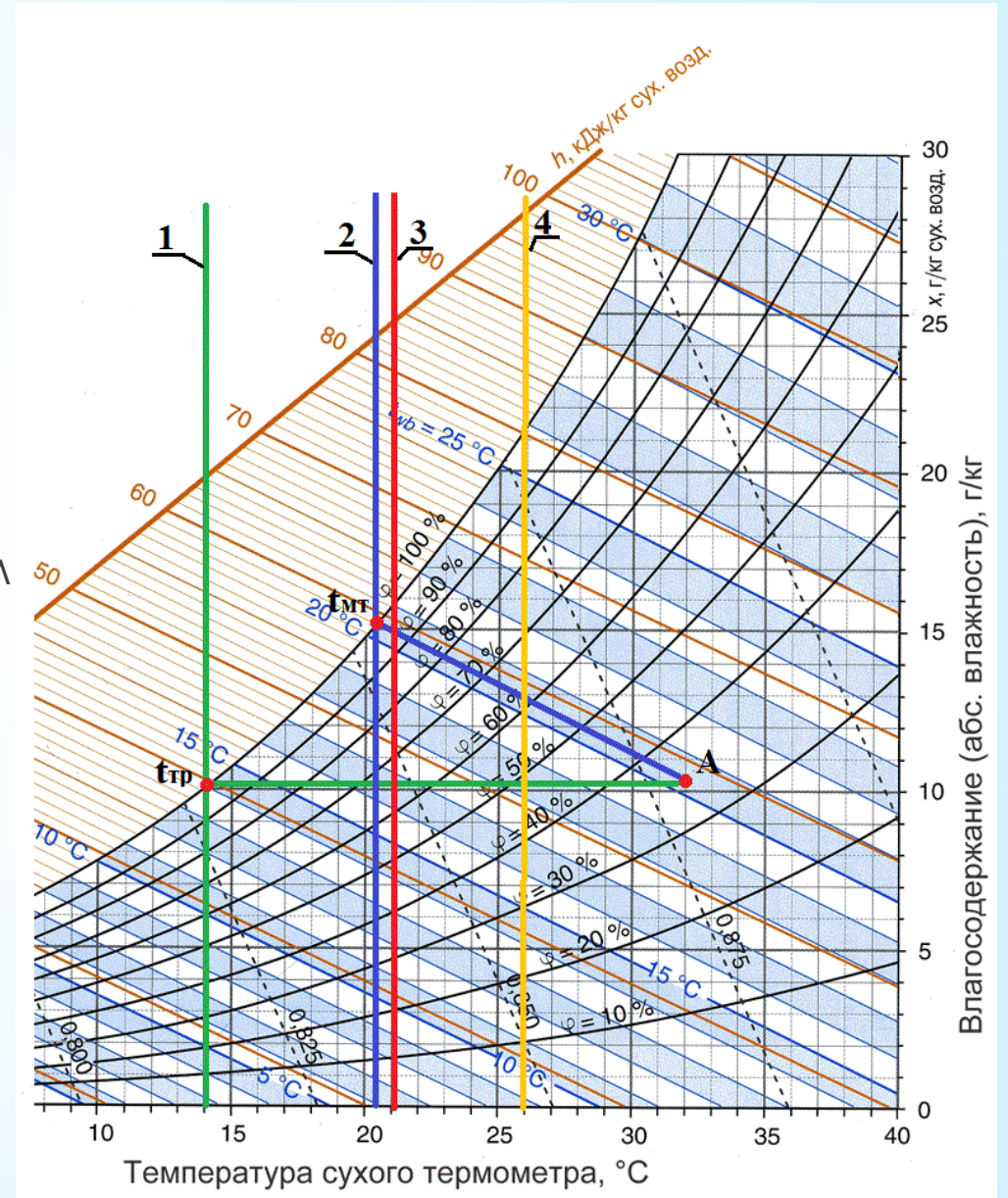
► Особливо ефективно при високих температурах атмосферного повітря.



# Межа охолодження води

**Межа охолодження води в градирні**  
при температурі оточуючого середовища  
 $t = 32^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості  $\varphi=35\%$  (точка А)

- 1 – теоретична межа в градирні з М-циклом
- 2 – теоретична межа в градирні
- 3 – реальна межа в градирні з М-циклом
- 4 – реальна межа в градирні





# Переваги градирні нового покоління

- Підвищення теплової потужності градирні на 40%
- Знизити потреби води через градирню на 30%
- Зниження кількості підживлювальної води
- Для впровадження не потрібне жодна зміна конструктиву градирні, а лише встановлення додаткового модулю апарату за М-циклом,

## Недоліки **серійного НМХ** по М-циклу в комбінованому циклі

**Необхідність розробки нового НМХ** з оптимальною витратою води і більш високою ефективністю.

➔ Перевитрата води при використанні **серійного апарату**

**Майсоценка (США)**

➔ Відсутність можливості регулювання тепло- та масообміну в апараті по М-циклу

➔ Висока капітальна вартість

# Перспективи застосування нового тепломасообмінного апарату по М-циклу

- Кондиціонери;
- Системи повітряного опалення;
- Мікротурбіни з регенерацією тепла по М-циклу;
- Високоєфективні рекуператори;
- Градирні нового покоління;
- Опріснювачі морської води
- Утилізатори низькопотенційної теплоти



Дякую за увагу!