

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Е.В. Хромов

СУДОВЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Методические указания
к самостоятельной работе студентов
специальности

26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок

Севастополь
СевГУ
2019

УДК 62-713.1:621.436
ББК 39.46
Х94

Р е ц е н з е н т:
А. Ю. Гаршин - к.т.н., доцент кафедры ЭМСС

Хромов Е.В.

Х94 Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха: метод. указания к самостоятельной работе студентов / Е.В. Хромов. - Севастополь: СевГУ, 2019. - 24 с.

Представлены методические указания и рекомендации, обеспечивающие самостоятельную работу студентов, изучающих учебную дисциплину «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха».

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения Севастопольского государственного университета, Морского института, специальности 26.05.06 – Эксплуатация судовых энергетических установок.

Изучение дисциплины направлено на изучение следующих профессионально-специализированных компетенций (Конвенция ПДНВ): ПСК-7, ПСК-9.

УДК 62-713.1:621.436
ББК 39.46

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры Энергоустановок морских судов и сооружений Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Теплопередача» для студентов специальности 26.05.06 – Эксплуатация судовых энергетических установок, протокол № 1 от 31 августа 2018 г.

© Хромов Е.В., 2019
© ФГАОУВО «Севастопольский
государственный университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	4
1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, её объем и место в структуре образовательной программы.....	5
2.	Содержание и структура учебной дисциплины.....	9
3	Распределение самостоятельной работы студентов.....	11
4.	Самостоятельная работа студента по видам занятий.....	12
	4.1. СРС при подготовке к лекциям.....	12
	4.2. СРС при подготовке к лабораторным занятиям.....	16
	4.3. СРС при подготовке к текущему контролю.....	16
	4.4. СРС при подготовке к итоговому контролю (промежуточной аттестации).....	18
	4.5. СРС при выполнении курсового проекта.....	20
5	Оценка знаний студентов.....	21
6.	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	23
7	Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	24

ВВЕДЕНИЕ

Целью методических указаний является представление необходимых для самостоятельной работы студентов (СРС) материалов, обеспечивающих максимальную эффективность данного вида работы студентов при изучении учебной дисциплины «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха».

Методические указания перекрывают все виды учебных занятий студентов, предусмотренных соответствующими программами и учебными планами по указанной дисциплине.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ЕЁ ОБЪЕМ И МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цель дисциплины:

Целью данной дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков для формирования у них правильного представления работы СХУ и СКВ для обеспечения профессиональной подготовки специалистов судомехаников в обеспечение раздела А-III/2 функции Судовые механические установки на уровне управления, уровня компетентности Планирование и график работы Конвенции ПДНВ-95, также Главы II-1, части С — механические установки — Конвенции СОЛАС-74.

Задачи дисциплины:

Задачи дисциплины – дать будущим специалистам необходимые знания в области теории, конструкции и инженерных методов эксплуатации судовых холодильных установок (СХУ) и систем кондиционирования воздуха (СКВ), холодильных компрессоров, теплообменных аппаратов, средств и методов автоматического регулирования режимов их работы.

Студент по окончании обучения должен:

знать:

- термодинамику циклов парокомпрессионных, холодильных машин и систем кондиционирования воздуха;
- процессы кондиционирования воздуха на судах;
- устройство холодильного оборудования (компрессоров, конденсаторов, испарителей, приборов автоматики и контроля);
- режимы работы и эксплуатация СХУ и СКВ

уметь:

- производить тепловые расчеты холодильных компрессоров, конденсаторов с использованием диаграмм хладагентов;
- составлять тепло-влажностный баланс охлаждаемого помещения;
- осуществлять подготовку к пуску, пуск и остановку ХМ.
-

Формируемые компетенции по Конвенции ПДНВ:

АIII/1. Сфера компетентности: Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления

Профессионально-специализированные компетенции	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
ПСК-7	Основные принципы конструкции и работы холодильных установок, системы кондиционирования воздуха и вентиляции	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:	Конструкция и эксплуатация механизмов могут быть поняты и объяснены с помощью чертежей/инструкций

ПСК-9	Подготовка, эксплуатация, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений системы охлаждения кондиционирования воздуха и вентиляции	.1 одобренный опыт работы .2 одобренный опыт подготовки на учебном судне .3 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования	Операции планируются и выполняются в соответствии с руководствами по эксплуатации, установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности операций и избеганию загрязнения морской среды Отклонения от нормы быстро выявляются Работа силовой установки и технических систем постоянно отвечает требованиям, включая команды с мостика, относящиеся к изменению скорости и направления движения Причины неисправностей механизмов быстро выявляются и предпринимаются действия для обеспечения безопасности судна и установки в целом с учетом преобладающих обстоятельств и условий
-------	--	---	---

Формируемые компетенции по ФГОС:

ПК-2 – Способность и готовность к самостоятельному изучению судовых холодильных установок в новых условиях производственной деятельности с умением установления приоритетов для достижения цели в разумное время;

ПК-5 – Способность на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований в области судовой холодильной техники;

ПК-9 – способность и готовность осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования судовых холодильных установок для замены в процессе эксплуатации судов;

ПК-10 – способность и готовность осуществлять разработку эксплуатационной документации по судовым холодильным установкам и системам кондиционирования воздуха;

ПК-16 - способность и готовность выбрать и, при необходимости, разработать рациональные нормативы эксплуатации холодильного оборудования, технического обслуживания и ремонта;

ПК-31 - способность создавать теоретические решения, позволяющие прогнозировать свойства холодильных объектов профессиональной деятельности;

ПК-32 - способность разрабатывать планы, программы и методики проведения исследований судовых холодильных установок и систем кондиционирования воздуха профессиональной деятельности;

ПК-33 – способность выполнять информационный поиск и анализ информации по судовым холодильным установкам;

ПК-34 - способность осуществлять и анализировать результаты исследований в области судовой холодильной техники и принимать инженерные решения по их разработке и внедрению;

ПК-35 - способностью передавать знания по дисциплине СХУиСКВ в системах среднего и высшего профессионального образования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине (ФГОС)

Код и уровень формируемой компетенции по ООПВО	Владения	Умения	Знания
ПК-2	Владеть навыками к самостоятельному обучению в области СХУ.	Уметь использовать теоретические навыки для достижения цели в разумное время.	Знать возможности теоретической адаптации в новых условиях деятельности.
ПК-5	Владеть методами проведения научных исследований в области СХУ.	Уметь организовать процесс научных исследований.	Знать научные основы организации труда.
ПК-9	Владеть рациональными навыками выбора и замены оборудования СХУ.	Уметь заменять старое оборудование СХУ на новое.	Знать методику выбора оборудования, элементов и систем СХУ.
ПК-10	Владеть навыками ориентации по технической документации СХУ и СКВ	Уметь пользоваться нужной технической документацией СХУ и СКВ.	Знать основы разработки эксплуатационной документации по СХУ и СКВ
ПК-16	Владеть навыками вводить рациональные нормы в условиях эксплуатации СХУ и СКВ	Уметь выбрать и разработать в конкретных условиях эксплуатации нужные нормы.	Знать рациональные основы нормативов эксплуатации СХУ и СКВ.
ПК-31	Владеть навыками прогнозирования качества эксплуатации холодильной техники.	Уметь профессионально на базе теоретических знаний СХУ и СКВ принимать нужные решения.	Знать теоретические решения по прогнозированию свойств холодильной техники в процессе эксплуатации.
ПК-32	Владеть навыками профессионально проводить методики исследований в процессе трудовой деятельности.	Уметь грамотно использовать нужные программы и методики при исследовании холодильной техники.	Знать основы создания планов, программ и методик исследования холодильной техники.
ПК-33	Владеть навыками использования результатов информационного поиска.	Уметь использовать полученную информацию в практической деятельности.	Знать основы информационного поиска нужного материала.
ПК-34	Владеть методами для осуществления результатов исследований в области судовой холодильной техники.	Уметь принимать инженерные решения по разработке и внедрению результатов исследований в области судовой холодильной техники.	Знать методику анализа результатов исследований в области судовой холодильной техники.
ПК-35	Владеть навыками передавать знания по дисциплине СХУ и СКВ.	Уметь организовать передачу знаний в системе среднего и высшего профессионального образования по дисциплине СХУ и СКВ.	Знать требования среднего и высшего профессионального образования к знаниям по дисциплине СХУ и СКВ.

Таблица 1.2 – Распределение объема дисциплины по видам работ

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч				Самостоятельная работа, ч	Реферат, РГЗ, контрольная работа, коллоквиум	Курсовой проект (работа)	Зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Интерактивные занятия					
Очная форма обучения											
5	9	5 (180)	28	-	14	15	138	-	Курсовой проект (9 семестр)	-	9
Заочная форма обучения											
5	9	5 (180)	6	-	6	3	168	-	Курсовая проект 9 семестр)	-	9

2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины включает следующие темы:

1. Способы искусственного получения холода;
2. Компрессоры холодильных машин;
3. Циклы парокомпрессионных холодильных машин;
4. Системы кондиционирования воздуха;
5. Основы автоматизации СХУ и СКВ;
6. Основы эксплуатации СХУ.

Распределение контактной работы по видам занятий приведено в таблицах 2.1 - 2.2.

Таблица 2.1 – Лекции, их содержание и объем в часах

№ темы	Номер лекции	Наименование темы, содержание лекции	ОФО		ЗФО	
			Объ ем	Сем	Объ ем	Сем
1		Способы искусственного получения холода.	4	10	1.5	11
	Л1	Принципы получения искусственного холода. Хладагенты, их свойства, классификация.	2	9	1	9
	Л2	Обратные круговые циклы. Цикл Карно. Коэффициенты трансформации.	2	9	0.5	9
2		Компрессоры холодильных машин.	2	9		9
	Л3	Классификация компрессоров ХМ. Объемные и энергетические потери в холодильных компрессорах.	2	9 9		9 9
3		Циклы парокомпрессионных ХМ.	4	9	1	9
	Л4	Одноступенчатые парокомпрессионные ХМ. Одноступенчатые регенеративные ХМ.	2	9	0.5	9
	Л5	Двухступенчатые холодильные циклы.	1	9	0.5	9
	Л6	Каскадные ХМ. Абсорбционные ХМ.	1	9		9
4		Системы кондиционирования воздуха.	6	9	1	9
	Л7	Физиологические основы кондиционирования воздуха на судах. Процессы тепло-влажностной обработки воздуха и их построение в $i-d$ диаграмме.	2	9	0.5	9
	Л8	Классификация судовых СКВ. Тепловой и влажностный баланс помещения и СКВ. Принципы работы. Построение режимов работы судовых СКВ в $i-d$ координатах.	2	9	0.5	9
	Л9	Основы эксплуатации судовых СКВ.	2	9		9
5		Основы автоматизации СХУ и СКВ.	6	9	1	9
	Л10	Приборы автоматики СХУ и СКВ.	2	9		9
	Л11	Системы автоматического управления СХУ и СКВ.	2	9	1	9
	Л12	Схемы автоматизации СХУ и СКВ.	2	9		9
6		Основы эксплуатации СХУ.	6	9	1.5	9

№ темы	Номер лекции	Наименование темы, содержание лекции	ОФО		ЗФО	
			Объ ем	Сем	Объ ем	Сем
	Л13	Подготовка СХУ к пуску, пуск и остановка.	2	9	0.5	9
	Л14	Обслуживание СХУ в процессе работы.	2	9	0.5	9
	Л15	Признаки нормальной работы СХУ, основные неисправности в работе СХУ.	2	9	0.5	9
Итого:			28	9	6	9

Таблица 2.2 – Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах

Номер темы	Номер заня- тия	Содержание занятий	Очная ФО		Заочная ФО	
			Объём	Семестр	Объём	Семестр
T4	ЛЗ.1	Снятие схемы и определение характеристик оборудования холодильной установки	2	9	1	9
T5	ЛЗ.2	Изучение машин, аппаратов и приборов автоматики холодильных установок.	2	9	1	9
T3	ЛЗ.3	Теплотехнические испытания одноступенчатой парокомпрессионной холодильной установки с непосредственным испарением.	3	9	1	9
T3	ЛЗ.4	Теплотехнические испытания парокомпрессионной холодильной установки с рассольной системой охлаждения.	3	9	1	9
T4	ЛЗ.5	Теплотехнические испытания установки кондиционирования воздуха.	2	9	1	9
T4	ЛЗ.6	Влияние цикличной работы холодильной машины на характеристики судового автономного кондиционера.	2	9	1	9
Всего часов по дисциплине			14	9	6	9

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Таблица 3.1 – График недельной загрузки СРС студента ОФО

№ недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	С	Итого
Подготовка к лекциям			2	1	2	1	2	1	2	2	2	2				17
Подготовка к лабораторным занятиям		2	3		3		2		2		2		2			16
Выполнение КП	1	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5		57
Подготовка к текущему контролю	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		12
Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)															36	36
Итого	1,5	5,5	8,5	5,5	10	6	9	6	10	8	10	8	8	6	36	138

Таблица 3.2 – Распределение СРС студента ЗФО

Вид работ	Объем, ч
Изучение теоретического материала	59
Подготовка к лабораторным занятиям	45
Выполнение КП	55
Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)	9
Итого	168

4. САМОСТОЯТЕЛЬНА РАБОТА СТУДЕНТА ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ

4.1. СРС при подготовке к лекциям

Подготовка к лекциям осуществляется посредством повторения материала, пройденного на предыдущих лекциях. Для этого используется конспект лекций студента и соответствующая основная и дополнительная литература (табл. 6.1). Проконтролировать знание и понимание лекционного материала позволяют приведенные ниже контрольные вопросы, распределенные по соответствующим темам.

Контрольные вопросы

Теория холодильных машин

1. Понятие искусственного охлаждения.
2. Льдосоляное охлаждение. Эвтектические растворы солей.
3. Искусственное охлаждение сухим льдом. Получение сухого льда.
4. Искусственное охлаждение дросселированием сжатых газов.
5. Вихревой эффект охлаждения.
6. Термоэлектрическое охлаждение.
7. Обратный цикл Карно.
8. Циклы Карно тепловых трансформаторов.
9. Схема и теоретический цикл простейшей воздушной холодильной машины.
10. Принципиальная схема и действительный замкнутый регенеративный цикл «с давлением» воздушной детандерной турбохолодильной машины в s - T -диаграмме.
11. Принципиальная схема и действительный разомкнутый регенеративный цикл «с разрежением» воздушной детандерной турбохолодильной машины в s - T -диаграмме.
12. Схема паровой холодильной компрессионной машины и цикл Карно в области насыщения.
13. Схема и цикл холодильной компрессионной машины с регулирующим вентилем.
14. s - T -диаграмма с процессом переохлаждения.
15. s - T -диаграмма с «влажным ходом» и «сухим ходом» компрессора.
16. Схема и теоретический цикл на s - T -диаграмме паровой холодильной компрессионной машины с отделителем жидкости.
17. Принципиальная схема и цикл одноступенчатой машины с регенеративным теплообменником.
18. Причина применения многоступенчатого сжатия. Выбор промежуточного давления.
19. Схема и цикл с одноступенчатым дросселированием и неполным промежуточным охлаждением.

20. Схема и цикл с одноступенчатым дросселированием и полным промежуточным охлаждением.
21. Схема и цикл с двухступенчатым дросселированием и полным промежуточным охлаждением.
22. Схема и цикл с переохлаждением жидкости высокого давления в промежуточном сосуде.
23. Схема и цикл фреоновой холодильной машины с двух ступенчатым поршневым компрессором.
24. Схема и цикл фреоновой парокompрессионной холодильной машины с одноступенчатым винтовым компрессором.
25. Схема и цикл двухкаскадной холодильной машины.
26. Схема и цикл парожеткторной холодильной машины.
27. Схема и принцип работы абсорбционной холодильной машины.
28. Требования, предъявляемые судовым хладагентам.
29. Принципы получения и основные свойства фреонов.
30. $P-i$ - диаграмма, основные изолинии.
31. Хладоносители, основные требования к хладоносителям.
32. Классификация компрессоров холодильных машин.
33. Объемные потери в поршневых компрессорах, коэффициент подачи.
34. Энергетические потери в поршневых компрессорах.
35. Основы расчета и подбор поршневых компрессоров.

Системы кондиционирования воздуха и их эксплуатация

1. Требования, предъявляемые к судовым СКВ.
2. $I-d$ диаграмма влажного воздуха
3. Процессы изменения состояния воздуха в СКВ.
4. Физиологические основы кондиционирования воздуха.
5. Классификация СКВ.
6. Тепловой и влажностный баланс помещения.
7. Тепловой и влажностный баланс СКВ.
8. Методы очистки воздуха от химических примесей малой концентрации.
9. Одноканальная СКВ с рециркуляцией воздуха, летний режим.
10. Одноканальная СКВ с рециркуляцией воздуха, зимний режим.
11. Двухканальная СКВ, летний режим.
12. Двухканальная СКВ, зимний режим.
13. Одноканальная СКВ, с концевыми доводчиками, зимний режим.
14. Пуск холодильной установки СКВ.
15. Перевод СКВ с летнего режима в режим вентиляции.
16. Перевод СКВ с режима вентиляции в зимний режим.
17. Перевод СКВ с зимнего режима в режим вентиляции.
18. Техническое обслуживание СКВ.

Автоматизация СХУ и СКВ

1. Системы автоматизации СХУ и их характеристика.
2. Структурная схема автоматизации судовой холодильной установки.
3. Система автоматического регулирования температуры воздуха за кондиционером.
4. Система автоматического регулирования влажности воздуха за кондиционером.
5. Автоматическое регулирование холодопроизводительности компрессора методом «пуск-остановка».
6. Автоматическое регулирование холодопроизводительности компрессора отключением цилиндров.
7. Статическое регулирование температуры кипения хладагента отключением цилиндров компрессора.
8. Астатическое регулирование температуры кипения хладагента отключением цилиндров компрессора.
9. Схемы регулирования температуры кипения хладагента дросселированием и перепуском части сжатого пара.
10. Автоматическое регулирование температуры хладоносителя.
11. Защита от понижения давления всасывания.
12. Защита от понижения давления в системе смазки компрессора.
13. Защита от повышения температуры нагнетания.
14. Защита от влажного хода и гидравлических ударов.
15. Защита от высокого пускового момента компрессора.
16. Схема автоматизации с одним работающим компрессором, когда другой находится в резерве.
17. Схемы автоматизации, в которых кладовые с более низкими температурами не имеют реле температур и соленоидных клапанов.
18. Схема автоматизации с двумя автономными контурами охлаждения.
19. Двухимпульсный регулятор типа *РТВ* и схема его включения.
20. Системы прямого и непрямого автоматического регулирования.
21. Автоматическое регулирование перегрева паров ХА в испарителе.
22. Принципиальные схемы регулирования перегрева паров хладагента.
23. ТРВ с внутренним выравниванием, особенности конструкции и область применения.
24. ТРВ с внешним выравниванием, особенности конструкции и область применения.
25. Система автоматического регулирования давления в воздухопроводе.
26. Автоматическое регулирование температуры в охлаждаемом помещении пуском и остановкой вентилятора.
27. Автоматическое регулирование температуры в охлаждаемом помещении с помощью регулирующего вентиля.
28. Автоматическое регулирование давления конденсации.
29. Настройка систем автоматического регулирования.

Эксплуатация СХУ

1. Недостаток масла в компрессоре.
2. Требования и меры безопасности при эксплуатации холодильной установки.
3. Влага в системе хладагента.
4. Воздух в системе хладагента.
5. Недостаток хладагента в системе.
6. Избыток хладагента в системе.
7. Признаки нормальной работы холодильной установки (Температура кипения хладона t_0).
8. Признаки нормальной работы холодильной установки (Перегрев пара, всасываемого в компрессор $\Delta t_{всас}$).
9. Признаки нормальной работы холодильной установки (Температура (давление) конденсации t_k).
10. Признаки нормальной работы холодильной установки (Температура нагнетания t_n).
11. Признаки нормальной работы холодильной установки (Частота пусков компрессора).
12. Признаки нормальной работы холодильной установки (Продолжительность открытия соленоидных клапанов).
13. Основные неисправности в работе СХУ.
14. Обслуживание конденсаторов.
15. Обслуживание испарителей.
16. Обслуживание ресиверов и маслоотделителей.
17. Подготовка ХУ к первоначальному пуску.
18. Первоначальный пуск СХУ.
19. Пуск СХУ.
20. Остановка СХУ.
21. Принципиальные схемы возврата масла из испарителя.
22. Испытание системы ХА на плотность.
23. Приемочные испытания СХУ.
24. Удаление снеговой шубы с приборов охлаждения.
25. Неисправности в работе компрессора.
26. Заполнение СХУ маслом.
27. Заправка СХУ хладагентом.
28. Удаление хладагента из системы.
29. Выпуск масла из системы хладагента.
30. Обслуживание ТРВ.
31. Обслуживание реле давления.
32. Обслуживание реле температуры и соленоидного клапана.

4.2. СРС при подготовке к лабораторным занятиям

Основой при подготовке к лабораторным занятиям являются методические указания: **Судовые холодильные установки, системы кондиционирования воздуха**: метод. указания к выполнению лабораторных работ / Е.В. Хромов - Севастополь: СевГУ, 2017. – 36 с.: ил.

Студент должен подготовиться к выполнению следующих лабораторных работ:

- снятие схемы и определение характеристик оборудования холодильной установки.
- изучение машин, аппаратов и приборов автоматики холодильных установок.
- теплотехнические испытания одноступенчатой парокомпрессионной холодильной установки с непосредственным испарением.
- теплотехнические испытания парокомпрессионной холодильной установки с рассольной системой охлаждения.
- теплотехнические испытания установки кондиционирования воздуха.
- влияние цикличной работы холодильной машины на характеристики судового автономного кондиционера.

В результате СРС студент должен с использованием методических указаний, конспекта лекций и учебника знать необходимый теоретический материал, основные расчетные формулы и сделать заготовку отчета (схема установки, таблица экспериментальных данных, таблица обработки экспериментальных данных и т.д.).

При подготовке к выполнению и защите отчета по лабораторной работе студенту следует использовать контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях к лабораторным работам.

4.3. СРС при подготовке к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется в процессе изучения дисциплины и ставит целью проверить степень и качество усвоения изучаемого материала. В процессе текущего контроля оценивается СРС над изучаемым материалом: полнота выполнения заданий, уровень усвоения учебного материала по отдельным разделам дисциплины, работа с дополнительной литературой. Текущий контроль может осуществляться в устной или письменной формах. Он может быть выполнен в виде индивидуального или группового опроса.

Важнейшим условием положительных результатов текущего контроля является систематическая СРС в соответствии с графиком недельной загрузки СРС (табл. 3.1 или 3.2)

Контрольные вопросы

1. Понятие искусственного охлаждения.
2. Льдосоляное охлаждение. Эвтектические растворы солей.
3. Искусственное охлаждение сухим льдом. Получение сухого льда.

4. Искусственное охлаждение дросселированием сжатых газов.
5. Вихревой эффект охлаждения.
6. Термоэлектрическое охлаждение.
7. Обратный цикл Карно.
8. Циклы Карно тепловых трансформаторов.
9. Схема и теоретический цикл простейшей воздушной холодильной машины.
10. Принципиальная схема и действительный замкнутый регенеративный цикл «с давлением» воздушной детандерной турбохолодильной машины в s - T -диаграмме.
11. Принципиальная схема и действительный разомкнутый регенеративный цикл «с разрежением» воздушной детандерной турбохолодильной машины в s - T -диаграмме.
12. Схема паровой холодильной компрессионной машины и цикл Карно в области насыщения.
13. Схема и цикл холодильной компрессионной машины с регулирующим вентилем.
14. s - T -диаграмма с процессом переохлаждения.
15. s - T -диаграмма с «влажным ходом» и «сухим ходом» компрессора.
16. Схема и теоретический цикл на s - T -диаграмме паровой холодильной компрессионной машины с отделителем жидкости.
17. Принципиальная схема и цикл одноступенчатой машины с регенеративным теплообменником.
18. Причина применения многоступенчатого сжатия. Выбор промежуточного давления.
19. Схема и цикл с одноступенчатым дросселированием и неполным промежуточным охлаждением.
20. Схема и цикл с одноступенчатым дросселированием и полным промежуточным охлаждением.
21. Схема и цикл с двухступенчатым дросселированием и полным промежуточным охлаждением.
22. Схема и цикл с переохлаждением жидкости высокого давления в промежуточном сосуде.
23. Схема и цикл фреоновой холодильной машины с двух ступенчатым поршневым компрессором.
24. Схема и цикл фреоновой парокompрессионной холодильной машины с одноступенчатым винтовым компрессором.
25. Схема и цикл двухкаскадной холодильной машины.
26. Схема и цикл парожекторной холодильной машины.
27. Схема и принцип работы абсорбционной холодильной машины.
28. Требования, предъявляемые судовым хладагентам.
29. Принципы получения и основные свойства фреонов.
30. P - i - диаграмма, основные изолинии.
31. Хладоносители, основные требования к хладоносителям.
32. Классификация компрессоров холодильных машин.

33. Объемные потери в поршневых компрессорах, коэффициент подачи.

34. Энергетические потери в поршневых компрессорах. Основы расчета и подбор поршневых компрессоров.

4.4. СРС при подготовке к итоговому контролю (промежуточной аттестации)

Промежуточная аттестация осуществляется:

9-й семестр ОФО: экзамен и курсовой проект;

9-й семестр ЗФО: экзамен и курсовой проект.

Типовые вопросы к экзамену

1. Теоретические циклы воздушных холодильных машин.
2. Основы расчета и подбор поршневых компрессоров.
3. Недостаток масла в компрессоре.
4. Теоретический цикл парокомпрессионной ХМ.
5. Требования, предъявляемые к судовым СКВ.
6. Влага и воздух в системе хладагента.
7. Термодинамические основы искусственного охлаждения.
8. I-d диаграмма, процессы изменения состояния воздуха.
9. Обслуживание средств автоматизации.
10. Обратные круговые процессы. Цикл Карно холодильной машины.
11. Объемные потери в поршневом компрессоре. Коэффициент подачи.
12. Требования и меры безопасности при эксплуатации холодильной установки.
13. Хладагенты и хладоносители, их классификация, свойства, термодинамические диаграммы.
14. Физиологические основы кондиционирования воздуха.
15. Обслуживание компрессоров.
16. Энергетические потери в поршневом компрессоре.
17. Классификация СКВ.
18. Недостаток хладагента в системе.
19. Расчет теоретического цикла парокомпрессионной ХМ.
20. Тепловой и влажностный баланс помещения.
21. Признаки нормальной работы холодильной установки.
22. Регенеративный цикл парокомпрессионной ХМ.
23. Тепловой и влажностный баланс СКВ.
24. Основные неисправности, регулирование работы СХУ.
25. Расчет регенеративного цикла парокомпрессионной ХМ.
26. Методы очистки воздуха от химических примесей малой концентрации.
27. Обслуживание компрессоров.
28. Причина применения многоступенчатого сжатия. Выбор промежуточного давления.
29. Одноканальная СКВ с рециркуляцией воздуха, летний режим.

30. Обслуживание вспомогательных аппаратов ХМ.
31. Цикл с одноступенчатым дросселированием и неполным промежуточным охлаждением.
32. Одноканальная СКВ с рециркуляцией воздуха, зимний режим.
33. Подготовка ХУ к первоначальному пуску.
34. Цикл с двухступенчатым сжатием, двухступенчатым дросселированием и полным промежуточным охлаждением.
35. Двухканальная СКВ, летний режим.
36. Первоначальный пуск СХУ.
37. Цикл с двухступенчатым сжатием, одноступенчатым дросселированием, полным промежуточным охлаждением и переохлаждением жидкости высокого давления в промежуточном сосуде.
38. Двухканальная СКВ, зимний режим.
39. Пуск СХУ.
40. Цикл фреоновой двухступенчатой ХМ.
41. Одноканальная СКВ, с концевыми доводчиками, зимний режим.
42. Остановка СХУ.
43. Цикл каскадной ХМ.
44. Система автоматического регулирования температуры воздуха за кондиционером.
45. Регулирование работы СХУ.
46. Пароэжекторная ХМ.
47. Система автоматического регулирования влажности воздуха за кондиционером.
48. Принципиальные схемы возврата масла из испарителя.
49. Абсорбционные ХМ.
50. Система автоматического регулирования давления в воздухопроводе.
51. Испытание системы ХА на плотность.
52. Классификация компрессоров.
53. Системы прямого и непрямого автоматического регулирования.
54. Приемочные испытания СХУ.
55. Автоматическое регулирование перегрева паров ХА в испарителе.
56. Удаление снеговой шубы с приборов охлаждения.
57. Поршневые компрессоры.
58. Винтовые компрессоры.
59. Автоматическое регулирование температуры в охлаждаемом помещении.
60. Контроль за работой СХУ.
61. Системы охлаждения, их характеристики.
62. Автоматическое регулирование давления конденсации.
63. Неисправности в работе компрессора.
64. Конструкции теплообменных аппаратов ХМ.
65. Автоматическое регулирование холодопроизводительности компрессоров.
66. Заполнение СХУ маслом.

67. Определение необходимой холодопроизводительности установки.
68. Автоматическая защита и контроль СХУ.
69. Заправка СХУ хладагентом.
70. Классификация изоляционных материалов и конструкций.
71. Настройка систем автоматического регулирования.
72. Удаление хладагента из системы.
73. Определение коэффициента теплопередачи изоляционных конструкций.
74. Регенеративный цикл воздушной ХМ с избыточным давлением. Оптимизация холодильного коэффициента.
75. Выпуск масла из системы хладагента.

4.5. СРС при выполнении курсовому проекту

Курсовой проект «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха (СХУ и СКВ)» предусматривает построение цикла СХУ, подбор соответствующего оборудования, а также описание эксплуатации СХУ.

Срок выполнения: 9-й семестр.

Ориентировочный объем пояснительной записки: 20-25 листов формата А4.

Графический материал: принципиальная схема СХУ на листе формата А1, прибор автоматики и его подключение в схему на листе формата А2. .

Время на выполнение – 57 часов.

СРС осуществляется с использованием методических указаний к выполнению указанного курсового проекта:

Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха» для студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения / Е.В. Хромов. – Севастополь: ФГАОУ ВО «СевГУ», 2017. – 40 с. ил.

Студент имеет возможность получить в электронном виде данные методические указания и исходные данные по вариантам в электронной библиотеке кафедры ЭМСС (ауд. № 26) или же в библиотеке университета.

5. ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Оценка СРС осуществляется преподавателем самостоятельно в соответствии со следующими критериям:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка ECTS	Критерии оценивания	Уровень компетентности	Оценка по национальной шкале
				для диф. зачета, КР
90 – 100	A	Студент обнаруживает особенные творческие способности, умеет самостоятельно добывать знания, без помощи преподавателя находит и прорабатывает необходимую информацию, умеет использовать приобретенные знания и умения для принятия решений в нестандартных ситуациях, убедительно аргументирует ответы, самостоятельно раскрывает собственные одаренность и склонность	Высокий (творческий)	отлично
82-89	B	Студент свободно владеет изученным объемом материала, применяет его на практике, свободно решает упражнения и задачи в стандартных ситуациях, самостоятельно исправляет допущенные ошибки, количество которых незначительно	Достаточный	хорошо
74-81	C	Студент владеет изученным объемом материала, применяет его на практике, решает упражнения и задачи в стандартных ситуациях, с помощью исправляет допущенные ошибки, количество которых незначительно		
64-73	D	Студент воспроизводит значительную часть теоретического материала, обнаруживает знание и понимание основных положений; с помощью преподавателя может анализировать учебный материал, исправлять ошибки, среди которых есть значительное количество существенных	Средний	удовлетворительно
60-63	E	Студент воспроизводит часть теоретического материала, обнаруживает знание и понимание основных положений; с помощью преподава-		

		теля может анализировать учебный материал, способен признать допущенные ошибки, среди которых есть существенные		
35-59	FX	Студент владеет материалом на уровне отдельных фрагментов, которые составляют незначительную часть учебного материала	Низкий	не удовлетворительно
1-34	F	Студент не освоил материал. Рекомендуется повторное изучение материала		

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1 – Основная и дополнительная литература

№	Наименование учебника	Кол-во экз. в библ.
Основная литература		
1.	Ладин Н.В., Абдульманов Х.А., Лалаев Г.Г. Судовые рефрижераторные установки. М.: «Транспорт». 1993.–284 с.	3
2.	Лалаев, Г. Г. Судовые холодильные установки и системы кондиционирования [Текст] / Г. Г. Лалаев. - М. : Транспорт, 1981. - 248 с. : ил. - Библиогр.: с. 246. - 1.10 р.	4
3.	Нестеров, Ю. Ф. Судовые холодильные установки [Текст] : учеб. для вузов вод. трансп. / Ю. Ф. Нестеров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1982. - 208 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203 (29 назв.). - 0.85 р.	10
Дополнительная литература		
4.	Петров, Ю. С. Судовые холодильные машины и установки [Текст] : учеб. для учащихся сред. спец. учеб. заведений по спец. "Эксплуатация судовых холодиль. установок", "Монтаж, техн. оборудование и ремонт холодиль.- компрессор. машин и установок" / Ю. С. Петров. - Л. : Судостроение, 1991. - 400 с. : ил. - Библиогр.: с. 396. - ISBN 5-7355-0152-6 : 2.20 р.	19
5.	Лунеев Д.Е. Основы автоматики и автоматизация производства на предприятиях и судах рыбной промышленности. М.: «Агропроиздат», 1991.–304с.	–
6.	Полевой, А. А. Монтаж холодильных установок и машин [Текст] / А. А. Полевой. - СПб. : Профессия, 2007. - 264 с. : ил., табл. - (Специалист). - Библиогр.: с. 260-262. - ISBN 978-5-93913-127-8 : 145.00 грн.	10
7.	Румянцев, Ю. Д. Холодильная техника [Текст] : учеб. для вузов / Ю. Д. Румянцев, В. С. Калюнов. - СПб. : Профессия, 2005. - 360 с. : ил. - (Специалист). - ISBN 5-93913-008-9 : 71.00 грн.	1
8.	Цуранов, О. А. Холодильная техника и технология [Текст] : учеб. для студ. вузов / О. А. Цуранов, А. Г. Крысин. - М. и др. : Питер, 2004. - 448 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 443-446. - ISBN 5-94723-965-5 : 35.00 грн.	1
9.	Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. Т.2. НД №2-020101-077. – СПб.: РМРС, 2014. – 767 с.	Эл. библ.
10.	Российский морской регистр судоходства. Руководство по техническому наблюдению за судами в эксплуатации. НД №2-030101-009. – СПб.: РМРС, 2014. – 294 с.	Эл. библ.
11.	Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года (текст, измененный Протоколом 1988 года к ней с поправками). – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2008. – 984 с.	Эл. библ.
12.	Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г., измененная протоколом 1978 г. к ней (МАРПОЛ 73/78). Книги I и II. – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2008. – 760 с.	Эл. библ.

Методические указания:

- **Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха.** Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха» для студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения / Е.В. Хромов. – Севастополь: ФГАОУ ВО «СевГУ», 2017. – 37 с. ил.

- **Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха.** Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха» для студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения / Е.В. Хромов. – Севастополь: ФГАОУ ВО «СевГУ», 2017. – 40 с.: ил.

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1.	http://sevntu.com.ua/bibl/ – сайт библиотеки СевГУ	Представлена информация по методическому обеспечению дисциплины. Имеется каталог с возможностью поиска необходимой для изучения дисциплины литературы.
2.	http://Server26aud/OpenTest	Ресурс, доступный из аудитории Кафедры ЭМСС № 26. Необходим для проверки знаний студентов. Используется для интерактивного обучения по вопросам дисциплины.

Хромов Егор Владимирович

СУДОВЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

*Методические указания
к самостоятельной работе студентов*

В авторской редакции

Изд. № 105/19. Объем 1,5 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»