

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Мочалин Константин Сергеевич
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 03.07.2026 19:16:55
Уникальный программный ключ:
b7695d6b97247fced4385685adb0d9f8e6f2cdf

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.В.10

Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Судовых энергетических установок			
Образовательная программа	26.03.02	Направление подготовки	"Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры"	и
		Профиль	"Судовые энергетические установки"	
		год начала подготовки	2024	
Квалификация	бакалавр			
Форма обучения	очная			
Общая трудоемкость	7 ЗЕТ			
Часов по учебному плану	252		Виды контроля на курсах:	
в том числе:			экзамен 7	
аудиторные занятия	84			
самостоятельная работа	122			
часов на контроль	36			

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	14 3/6			
Вид занятий	уп	ип	уп	ип
Лекции	28	28	28	28
Лабораторные	28	28	28	28
Практические	28	28	28	28
Иная контактная работа	10	10	10	10
Итого ауд.	84	84	84	84
Контактная работа	94	94	94	94
Сам. работа	122	122	122	122
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	252	252	252	252

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1021)

составлена на основании учебного плана образовательной программы:

26.03.02 Направление подготовки "Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры"
Профиль "Судовые энергетические установки"
год начала подготовки 2024

Рабочую программу составил(и):

к.т.н., Доцент, Пичурин А.М.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Андрющенко Сергей Петрович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Сформировать у студентов систему знаний и умений и навыков, связанных с особенностями устройства, принципов действия и особенностей эксплуатации судовых холодильных установок и систем кондиционирования воздуха
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-4: Способен выполнять наладку, регулировку, эксплуатацию судового оборудования, систем и подготовительных работ при швартовных и ходовых испытаниях

ПК-4.2: Проводит проверку работоспособности и простейшие испытания судового оборудования и систем, оформляет результаты проверки

ПК-4.3: Участвует в проведении пусконаладочных работ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Назначение, технические характеристики, конструктивные особенности, принципы работы и правила эксплуатации используемого оборудования (контрольные средства, контрольно-измерительные приборы, устройства) при простых пусконаладочных работах
3.2	Уметь:
3.2.1	Проводить испытания, осуществлять эксплуатацию оборудования, устройств, спецтехники, приборов, комплексов и систем корабельной автоматики, навигации и связи в соответствии с установленным порядком
3.3	Владеть:
3.3.1	Методами выполнения простых видов проверки работоспособности судовых механизмов и соответствия фактических технических показателей оборудования проектным требованиям

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	Раздел 1. Холодильные машины				
Лек	Назначение холодильных установок и установок кондиционирования воздуха. Типы холодильных машин /Лек/	7	2	Л1.1	0
Пр	Изучение типов холодильных машин по плакатам и слайдам. /Пр/	7	6	Л3.1	0
Ср	Назначение холодильных установок и установок кондиционирования воздуха. Типы холодильных машин /Ср/	7	6	Л2.2	0
Лек	Системы охлаждения судовых помещений /Лек/	7	2	Л1.1	0
Лаб	Составление схемы фреоновой холодильной установки и определение характеристик оборудования /Лаб/	7	4		0
Ср	Системы охлаждения судовых помещений /Ср/	7	8	Л2.3	0
Лек	Вещества применяемые в холодильных установках /Лек/	7	2	Л1.1	0
Ср	Вещества применяемые в холодильных установках /Ср/	7	10	Л2.3	0
Лек	Циклы холодильных машин различных типов и их анализ /Лек/	7	2	Л1.1	0
Лаб	Построение и анализ циклов работы холодильных машин и установок /Лаб/	7	4		0
Ср	Циклы холодильных машин различных типов и их анализ /Ср/	7	10	Л2.3	0
Лек	Расчёт и подбор оборудования холодильных установок /Лек/	7	4	Л1.1	0

Лаб	Изучение конструкции воздухоохладителя и определение его коэффициента теплопередачи Изучение конструкции воздушного конденсатора и определение его коэффициента теплопроводности Испытание работы холодильной установки в регенеративном цикле. Изучение конструкции рекуперативного теплообменного аппарата /Лаб/	7	12		0
Пр	Расчет судовой холодильной установки. /Пр/	7	8	Л3.1 Л3.2	0
Ср	Расчёт и подбор оборудования холодильных установок /Ср/	7	8	Л2.3	0
Лек	Теплоизоляционные конструкции и их расчет /Лек/	7	2	Л1.1	0
Ср	Теплоизоляционные конструкции и их расчет /Ср/	7	10	Л2.3	0
Лек	Автоматизация судовых холодильных установок /Лек/	7	2	Л1.1	0
Лаб	Ознакомление с конструкцией, назначение и настройка приборов автоматики /Лаб/	7	4		0
Ср	Автоматизация судовых холодильных установок /Ср/	7	10	Л2.1	0
Лек	Основы технической эксплуатации /Лек/	7	2	Л1.1	0
Лаб	Пуск, настройка на оптимальный режим и остановка малых фреоновых холодильных установок /Лаб/	7	4		0
Ср	Основы технической эксплуатации /Ср/	7	10	Л2.3	0
Раздел	Раздел 2. Схемы и циклы кондиционирования воздуха				
Лек	Схемы систем кондиционирования /Лек/	7	2	Л1.1	0
Ср	Схемы систем кондиционирования /Ср/	7	10	Л2.3	0
Лек	Свойства и параметры влажного воздуха /Лек/	7	2	Л1.1	0
Пр	Изучение диаграммы влажного воздуха (диаграммы h-d) /Пр/	7	6	Л3.1	0
Ср	Свойства и параметры влажного воздуха /Ср/	7	10	Л2.3	0
Лек	Расчет систем кондиционирования /Лек/	7	2	Л1.1	0
Пр	Расчет судовой системы кондиционирования воздуха. /Пр/	7	8	Л3.1	0
Ср	Расчет систем кондиционирования /Ср/	7	10	Л2.3	0
Раздел	Раздел 3. Тепловые насосы				
Лек	Назначение тепловых насосов. Принцип действия /Лек/	7	2	Л1.1	0
Ср	Назначение тепловых насосов. Принцип действия /Ср/	7	10	Л2.3	0
Лек	Циклы тепловых насосов /Лек/	7	2	Л1.1	0
Ср	Циклы тепловых насосов /Ср/	7	10	Л2.3	0
ИКР	Текущий контроль /ИКР/	7	10		0

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1 Холодильные машины

Тема 1.1 Назначение холодильных установок и установок кондиционирования воздуха. Типы холодильных машин
Назначение холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. Основные типы холодильных машин.
Термодинамические основы получения холода. Обратные циклы. Воздушно-компрессорные холодильные машины.
Парокомпрессорные холодильные машины. Пароэжекторные холодильные машины. Абсорбционные холодильные машины. Другие способы получения низких температур (вихревой эффект, термоэлектрический эффект).

Тема 1.2. Системы охлаждения судовых помещений
Непосредственная система охлаждения. Система охлаждения хладоносителем. Воздушная система охлаждения.
Смешанная система охлаждения. Сравнительная оценка.

Тема 1.3. Вещества, применяемые в холодильных установках
Хладагенты ПКХМ. Маркировка хладагентов. Требования, предъявляемые к холодильным агентам. Промежуточные хладоносители. Осушители. Фильтрующие материалы. Масла.

Тема 1.4 Циклы холодильных машин различных типов и их анализ.
Цикл ПКХМ в области влажного пара с расширением в детандере. Цикл ПКХМ с дросселирующим клапаном, переохлаждением конденсата и перегревом пара. Цикл ПКХМ с регенератором. Цикл ПКХМ с двухступенчатым сжатием. Сравнительный анализ циклов с использованием диаграмм (T-S, P-h).]

Тема 1.5 Расчёт и подбор оборудования холодильных установок
Типы холодильных компрессоров. Теоретические и действительные процессы в поршневых холодильных компрессорах. Анализ объёмных и энергетических потерь. Тепловой расчет и подбор компрессора. Влияние температурного режима на показатели работы СХУ и пересчет холодопроизводительности на стандартные условия. Особенности компоновки

конденсаторов, испарителей и воздухоохладителей, их маркировка и расчет.

Тема 1.6 Теплоизоляционные конструкции и их расчет

Назначение и конструкция судовой теплоизоляции.

Изоляционные материалы. Требования, предъявляемые к ним. Основные методы расчета судовой тепловой изоляции. Зонный метод. Определение необходимой холодопроизводительности СХУ. Определение теплопритоков в охлаждаемое помещение через поверхности ограждения. Оценка теплопритоков при термической обработке перевозимых грузов, от вентиляционного воздуха и др.

Тема 1.7 Автоматизация судовых холодильных установок

Задачи и значение автоматизации. Требования Речного Регистра к автоматизации СХУ и СКВ. Классификация приборов автоматизации СХУ. Способы регулирования температуры охлаждения помещений. Регулирование подачи хладагента в испаритель. Регулирование давления конденсации.

Тема 1.8 Основы технической эксплуатации

Подготовка СХУ к работе. Заполнение холодильной машины маслом, хладагентом. Испытание на прочность и плотность. Обнаружение утечек хладонов. Выявление неисправностей.

Раздел 2 Схемы и циклы кондиционирования воздуха

Тема 2.1 Схемы систем кондиционирования

Классификация систем кондиционирования воздуха. Элементы систем кондиционирования (воздухонагреватели, воздухоохладители, увлажнители, воздухораспределители). Системы технического кондиционирования.

Тема 2.2 Свойства и параметры влажного воздуха

Параметры влажного воздуха. Диаграмма d-h. Изображение отдельных процессов обработки воздуха в диаграмме d-h. Практические способы определения влажности.

Тема 2.3 Расчет систем кондиционирования

Централизованная одноканальная прямоточная система. Особенности работы в летнем и зимнем режиме. Построение процессов обработки воздуха в d-h диаграмме. Анализ работы централизованной одноканальной рециркуляционной СКВ с использованием d-h диаграммы. Основные требования санитарных правил к СКВ.

Раздел 3 Тепловые насосы

Тема 3.1 Назначение тепловых насосов. Принцип действия

Тепловых насосов, их принципиальные схемы. Область применения. Достоинства и недостатки тепловых насосов.

Тема 3.2 Циклы тепловых насосов

Определение эффективности тепловых насосов. Анализ циклов тепловых насосов с использованием диаграммы P-h.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по практическим работам
Отчеты по лабораторным работам
Вопросы к экзамену

6.2. Темы письменных работ

6.3. Контрольные вопросы и задания

1. Каково назначение холодильных установок и систем кондиционирования воздуха?
2. Какие основные типы холодильных машин существуют?
3. Каковы термодинамические основы получения холода?
4. Что такое обратные циклы? Как они применяются в холодильных машинах?
5. Как устроены воздушно-компрессорные холодильные машины?
6. В чем заключаются особенности парокомпрессорных холодильных машин?
7. Как работают парожеткорные и абсорбционные холодильные машины?
8. Какие альтернативные способы получения низких температур существуют (вихревой эффект, термоэлектрический эффект)?
9. Как работает непосредственная система охлаждения?
10. В чем особенности системы охлаждения с использованием хладоносителя?
11. Как устроена воздушная система охлаждения?
12. Каковы преимущества и недостатки смешанной системы охлаждения?
13. Как проводится сравнительная оценка различных систем охлаждения?
14. Какие хладагенты используются в парокомпрессорных холодильных машинах?
15. Как маркируются хладагенты?

16. Какие требования предъявляются к холодильным агентам?
17. Какие промежуточные хладоносители применяются в холодильных установках?
18. Какие материалы используются для осушки, фильтрации и смазки в холодильных системах?
19. Как выглядит цикл парокomppressorной холодильной машины в области влажного пара с расширением в детандере?
20. Как работает цикл ПКХМ с дроселирующим клапаном, переохлаждением конденсата и перегревом пара?
21. Каковы особенности цикла ПКХМ с регенератором?
22. Как анализируются циклы холодильных машин с использованием диаграмм T-S и P-h?
23. Каковы преимущества двухступенчатого сжатия в холодильных машинах?
24. Какие типы холодильных компрессоров существуют?
25. Какие процессы происходят в поршневых холодильных компрессорах?
26. Как влияют объёмные и энергетические потери на работу компрессора?
27. Как проводится тепловой расчет и подбор компрессора?
28. Как влияет температурный режим на показатели работы судовой холодильной установки?
29. Как рассчитываются конденсаторы, испарители и воздухоохладители?
30. Каково назначение судовой теплоизоляции?
31. Какие материалы используются для теплоизоляции?
32. Какие требования предъявляются к изоляционным материалам?
33. Как проводится расчет судовой тепловой изоляции зонным методом?
34. Как определяется необходимая холодопроизводительность СХУ?
35. Как оцениваются теплопритоки через поверхности ограждения и от других источников?
36. Каковы задачи и значение автоматизации судовых холодильных установок?
37. Какие требования Речного Регистра предъявляются к автоматизации СХУ и СКВ?
38. Как классифицируются приборы автоматизации СХУ?
39. Как регулируется температура охлаждения помещений?
40. Как осуществляется регулирование подачи хладагента в испаритель и давления конденсации?
41. Как проводится подготовка судовой холодильной установки к работе?
42. Как заполняется холодильная машина маслом и хладагентом?
43. Как проводится испытание холодильной установки на прочность и плотность?
44. Как обнаруживаются утечки хладагентов?
45. Как выявляются и устраняются неисправности в холодильных установках?
46. Как классифицируются системы кондиционирования воздуха?
47. Какие элементы включают системы кондиционирования?
48. Как устроены системы технического кондиционирования?
49. Какие параметры характеризуют влажный воздух?
50. Как используется диаграмма d-h для анализа процессов обработки воздуха?
51. Какие практические способы определения влажности воздуха существуют?
52. Как устроена централизованная одноканальная прямоточная система кондиционирования?
53. Какие особенности работы системы кондиционирования в летнем и зимнем режимах?
54. Как строятся процессы обработки воздуха в диаграмме d-h?
55. Какие требования санитарных правил предъявляются к системам кондиционирования?
56. Каково назначение тепловых насосов?
57. Как устроены принципиальные схемы тепловых насосов?
58. В каких областях применяются тепловые насосы?
59. Каковы достоинства и недостатки тепловых насосов?
60. Как определяется эффективность тепловых насосов?

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

При защите лабораторных работ обучающемуся задается три вопроса по теме работы. В случае ответа на поставленные вопросы работа считается защищенной. При ответе на два вопроса и полном отсутствии ответа на третий, или неполном ответе, на все три вопроса лабораторная работа считается не защищенной.

При защите практических работ студенту задается не менее 2-х вопросов. Оценка «незачтено» ставится в случае, если студент не ответил на заданные вопросы.

Экзамен по дисциплине содержит вопросы направленные на оценку знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит четыре вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине.

Экзамен проводится в письменном виде.

Оценка за экзамен выставляется в соответствии с приведенными ниже требованиями.

- 2 (неудовлетворительно) - выставляется обучающемуся, если хотя бы одно из заданий не выполнено или выполнено не в полном объеме и/или один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые привели к значительному искажению итогового результата
- 3 (удовлетворительно) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые повлекли незначительное искажение итогового результата.
- 4 (хорошо) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, не влияющие (или слабо влияющие) на итоговый результат.
- 5 (отлично) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного

билета, в полном объеме и без ошибок.

В случаях, если студент дает не полные и/или не развернутые ответы на вопросы билета или же ответы содержат ошибочные сведения и выводы, преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков студента в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Ладин Николай Васильевич	Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха: учебник	Санкт-Петербург: ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова, 2013

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Прохоренков А. М.	Автоматизация судовых холодильных установок: учеб. пособие	Москва: МОРКНИГА, 2012
Л2.2	Маргулец Валерий Иосифович	Холодильные установки речных судов: учеб. пособие	Москва: Транспорт, 1986
Л2.3	Нестеров Юрий Федорович	Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха: учебник	Москва: Транспорт, 1991

7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Колпаков Борис Андриянович, Пичурин Александр Михайлович, Сисин Виктор Дмитриевич	Практикум по курсу "Судовые холодильные установки и кондиционирование воздуха" для студентов по спец. 240500	Новосибирск: НГАВТ, 2001
Л3.2	Колпаков Борис Андриянович, Пичурин Александр Михайлович	Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха: методические указания по выполнению расчётно-графических работ	Новосибирск: НГАВТ, 2012

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Лаборатория теплотехники - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).
Лаборатория Холодильных установок - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Стенд холодильника «Бирюса», Стенд холодильника «Саратов», Стенд конструкции элементов автоматизации; Макеты: Холодильная камера КХН-2-6м, Каскадная холодильная машина «Синтез»; Лабораторные установки: Холодильная установка; Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Судовые холодильные установки, Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха
Лаборатория Холодильных установок - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Стенд холодильника «Бирюса», Стенд холодильника «Саратов», Стенд конструкции элементов автоматизации; Макеты: Холодильная камера КХН-2-6м, Каскадная холодильная машина «Синтез»; Лабораторные установки: Холодильная установка; Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Судовые холодильные установки, Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).
Учебная аудитория для проведения занятий практических занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).