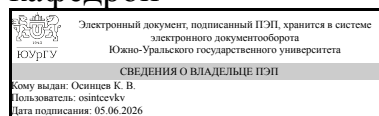


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



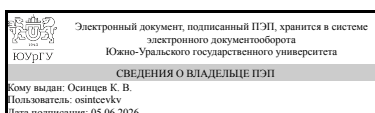
К. В. Осинцев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.04.01 Системы и комплексы низкотемпературной теплотехнологии
для направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
уровень Магистратура
магистерская программа Теория и практика аналитических методов оценки и исследования тепломассообменных процессов
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

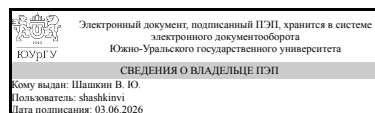
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 146

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., доц.



К. В. Осинцев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



В. Ю. Шашкин

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний в области современных систем и комплексов низкотемпературной теплотехнологии, методов их расчета и оптимизации. Основные задачи дисциплины: - Познакомить с применяемыми промышленными установками низкотемпературной теплотехнологии и основными направлениями описания рабочих процессов в промышленных агрегатах. - Подвести студентов к глубокому пониманию физической основы тепломассообменных процессов. - Добиться прочного усвоения знаний по вопросу проведения теплового расчета. - Сформировать понимание зависимостей, на которых базируются расчеты. - Обратить внимание на важность математического моделирования при решении задач проектирования установок низкотемпературной теплотехнологии и выбора оптимального режима работы. - Сформировать понимание вопросов, касающихся проектирования конструкций аппаратов. - Обратить внимание на современный уровень развития данной отрасли.

Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются холодильные циклы, разделение воздуха методом низкотемпературной ректификации, конструкции и методы расчета установок низкотемпературной теплотехнологии .

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 готов к разработке проектно-технических работ по энерго- и ресурсосбережению и экологической безопасности на объектах профессиональной деятельности	Знает: системы и комплексы низкотемпературной теплотехнологии Умеет: рассчитывать схемы холодильных установок Имеет практический опыт: использования диаграммы энтальпия-давление для хладагентов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Вопросы расчета и выбора тепломассообменного оборудования, Теплоэнергетические схемы и балансы, Экологическая безопасность в теплоэнергетике, Выбор и расчет систем вентиляции и кондиционирования, Учебная практика (практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)	Системы регенерации теплоты, Производственная практика (преддипломная) (5 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Выбор и расчет систем вентиляции и кондиционирования	Знает: устройство систем вентиляции и кондиционирования Умеет: рассчитывать системы вентиляции и кондиционирования Имеет практический опыт: выбора оборудования для систем вентиляции и кондиционирования
Теплоэнергетические схемы и балансы	Знает: теплоэнергетические схемы предприятий Умеет: разрабатывать технологические схемы из существующего оборудования промышленных предприятий Имеет практический опыт: составления теплоэнергетических балансов
Экологическая безопасность в теплоэнергетике	Знает: методы расчета концентрации загрязняющих веществ Умеет: рассчитывать нормы выбросов продуктов сгорания в атмосферу Имеет практический опыт: использования справочников по выбору золоулавливающего оборудования
Вопросы расчета и выбора теплообменного оборудования	Знает: теплообменное оборудование Умеет: составлять тепловые балансы теплообменного оборудования Имеет практический опыт: проведения конструктивного расчета теплообменников
Учебная практика (практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр)	Знает: способы проведения экспериментальных работ Умеет: составлять схемы лабораторных стендов Имеет практический опыт: выбора оборудования для проведения экспериментальных работ
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)	Знает: способы проведения экспериментальных работ Умеет: обрабатывать экспериментальные данные Имеет практический опыт: сбора экспериментальных данных
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)	Знает: методы написания научных статей Умеет: оформлять научные статьи Имеет практический опыт: построения научных статей

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 18,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	8	8
Лекции (Л)	0	0

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	125,5	125,5
Контрольная работа №3 "Разделение воздуха методом низкотемпературной ректификации"	12	12
Выполнение семестровой работы "Расчет циклов глубокого охлаждения"	41	41
Подготовка к экзамену	31,5	31,5
Контрольная работа №4 "Очистка воздуха от примесей. Типы воздухоразделительных установок"	12	12
Выполнение теста по дисциплине "Системы и комплексы низкотемпературной теплотехнологии"	5	5
Подготовка к контрольной работе №1 "Свойства газов. Термодинамические основы глубокого охлаждения"	12	12
Подготовка к контрольной работе №2 "Холодильные циклы"	12	12
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Свойства газов и их смесей. Термодинамические основы глубокого охлаждения.	0	0	0	0
2	Холодильные циклы.	6	0	6	0
3	Разделение воздуха методом низкотемпературной ректификации	0	0	0	0
4	Очистка воздуха от примесей. Типы воздухоразделительных установок. Основы технологических расчетов процесса ректификации воздуха	2	0	2	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Определение минимальной работы, затрачиваемой в идеальном холодильном цикле. Расчет расхода энергии на сжатие воздуха. Определение холодопроизводительности цикла с однократным дросселированием воздуха, количества получаемого жидкого воздуха и расхода энергии на сжатие воздуха.	2
2	2	Определение холодопроизводительности цикла с дросселированием и предварительным аммиачным охлаждением воздуха, количества получаемого жидкого воздуха и удельного расхода энергии. Расчет коэффициента сжижения воздуха и удельного расхода энергии в цикле среднего давления с расширением части воздуха в детандере.	2

3	2	Определение теоретического количества жидкого воздуха и удельного расхода энергии в цикле высокого давления с детандером. Определение выхода жидкого воздуха и расхода энергии в цикле низкого давления с турбодетандером.	2
4	4	Определение количества кислорода и азота, получаемых из воздуха. Определение количества перерабатываемого воздуха в кислородной установке. Составление материального баланса нижней колонны аппарата двукратной ректификации. Составление баланса холода в установке, работающей по циклу с простым дросселированием. Определение температуры воздуха на выходе из холодного конца теплообменника. Составление баланса холода в установке, работающей по циклу низкого давления с турбодетандером и регенераторами. Работа с номограммой T–P–I–X–Y равновесной системы азот – кислород. Определение тепловой нагрузки змеевика испарителя нижней колонны.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Контрольная работа №3 "Разделение воздуха методом низкотемпературной ректификации"	Архаров, А. М. Теория и расчет криогенных систем Учебник для вузов по спец."Криогенная техника". - М.: Машиностроение, 1978. - 415 с. ил., стр. 309-374.	3	12
Выполнение семестровой работы "Расчет циклов глубокого охлаждения"	Шашкин, В. Ю. Системы и комплексы низкотемпературных технологий [Текст] учеб. пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 19, [1] с. ил. электрон. версия Оконский, И. С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с. ил. стр. 13-39.	3	41
Подготовка к экзамену	Шашкин, В. Ю. Системы и комплексы низкотемпературных технологий [Текст] учеб. пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 19, [1] с. ил. электрон. версия Оконский, И. С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства Учеб. пособие для сред.	3	31,5

	спец. учеб. заведений. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с. ил. стр. 6-163.		
Контрольная работа №4 "Очистка воздуха от примесей. Типы воздухоразделительных установок"	Оконский, И. С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с. ил. стр. 79-163.	3	12
Выполнение теста по дисциплине "Системы и комплексы низкотемпературной теплотехнологии"	Шашкин, В. Ю. Системы и комплексы низкотемпературных технологий [Текст] учеб. пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 19, [1] с. ил. электрон. версия Оконский, И. С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с. ил. стр. 6-163.	3	5
Подготовка к контрольной работе №1 "Свойства газов. Термодинамические основы глубокого охлаждения"	Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Текст учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 494 с. ил., стр. 185-229, 344-370. Оконский, И. С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с. ил. стр. 6-13.	3	12
Подготовка к контрольной работе №2 "Холодильные циклы"	Шашкин, В. Ю. Системы и комплексы низкотемпературных технологий [Текст] учеб. пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 19, [1] с. ил. электрон. версия Оконский, И. С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с. ил. стр. 13-39. Архаров, А. М. Теория и расчет криогенных систем Учебник для вузов по спец. "Криогенная техника". - М.: Машиностроение, 1978. - 415 с. ил., стр. 164-309.	3	12

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Контрольная работа №1 "Свойства газов. Термодинамические основы глубокого охлаждения"	3	5	Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы. 4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки. 3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.	экзамен

					2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено. 1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены. 0 баллов: Работа не сдана на проверку.	
2	3	Текущий контроль	Контрольная работа №2 "Холодильные циклы"	3	5 Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы. 4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки. 3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.	экзамен

					2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено. 1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены. 0 баллов: Работа не сдана на проверку.	
3	3	Текущий контроль	Контрольная работа №3 "Разделение воздуха методом низкотемпературной ректификации"	3	5 Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы. 4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки. 3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.	экзамен

					2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено. 1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены. 0 баллов: Работа не сдана на проверку.	
4	3	Текущий контроль	Контрольная работа №4 "Очистка воздуха от примесей. Типы воздухоразделительных установок"	3	5 Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы. 4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки. 3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.	экзамен

					2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено. 1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены. 0 баллов: Работа не сдана на проверку.	
5	3	Текущий контроль	Семестровая работа "Расчет циклов глубокого охлаждения"	5,6	5 При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 5 баллов: работа имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; все предусмотренные заданием расчеты, подлежащие разработке, выполнены без ошибок, замечаний к оформлению нет; 4 балла: уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все расчеты, подлежащие разработке, выполнены, некоторые из выполненных расчетов содержат незначительные ошибки; 3 балла: уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые расчеты выполнены с ошибками; 2 балла: большинство предусмотренных расчетов не выполнено, при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно	экзамен

						повышение качества выполнения расчетов; 1 балл: необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные заданием расчеты не выполнены; 0 баллов: работа не сдана на проверку.	
6	3	Текущий контроль	Тест по дисциплине "Системы и комплексы низкотемпературной теплотехнологии"	1	12	Тест проводится в Электронном ЮУрГУ. При тестировании будут предложены вопросы, на которые ниже будут даны варианты ответов. Необходимо мышью выбрать только нужный вариант ответа. Тест выполняется в течении определенного времени. Предлагается дать ответы на 12 вопросов. Время всего теста 20 минут. Дается 3 попытки пройти тест. Каждый правильный ответ - 1 балл.	экзамен
7	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	4	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 4 балла: Полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. Материал вопроса изложен полностью и получены правильные ответы на дополнительные вопросы. Все	экзамен

					предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. 3 балла: Полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Нет правильных ответов на все дополнительные вопросы, но материал изложен верно. 2 балла: Недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Нет правильного ответа на вопрос из билета, но на дополнительные вопросы ответ верный. 1 балл: Ответ, представляющий собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. 0 баллов: Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены. Студент отказывается отвечать на вопрос.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. Студент вправе пройти	В соответствии с пп. 2.5, 2.6

	контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет/экзамен) для улучшения своего рейтинга и получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения о БРС (приказ ректора от 10.03.2022 г № 25-13/09). Контрольное мероприятие экзамена проводится для тех студентов, рейтинг которых при выполнении контрольных мероприятий в течение семестра составил менее 60%. Экзамен проводится в устной форме. Студент получает билет с двумя вопросами. На подготовку к ответам на вопросы билета дается 30 минут. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме. Студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по другим темам. Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	Положения
--	---	-----------

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-1	Знает: системы и комплексы низкотемпературной теплотехнологии	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: рассчитывать схемы холодильных установок	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: использования диаграммы энтальпия-давление для хладагентов	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоиздат, 1981. - 320 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Дячек, П. И. Холодильные машины и установки Текст учебное пособие П. И. Дячек. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 421, [2] с.
2. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Текст учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 494 с. ил.
3. Холодильные машины Учеб. для вузов по специальности "Техника и физика низ. температур" А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев и др.; Под общ. ред. Л. С. Тимофеевского. - СПб.: Политехника, 1997. - 991,[1] с. ил.
4. Архаров, А. М. Теория и расчет криогенных систем Учебник для вузов по спец."Криогенная техника". - М.: Машиностроение, 1978. - 415 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. "Промышленная энергетика" подшивка за 2017-2020 гг.
2. "Теплоэнергетика" подшивка за 2017-2020 гг.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Шашкин, В. Ю. Системы и комплексы низкотемпературных технологий [Текст] учеб. пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 19, [1] с. ил. электрон. версия
2. Шашкин, В.Ю. Тепломассообменное оборудование промышленной теплоэнергетики: учебное пособие. / В.Ю. Шашкин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 34 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Шашкин, В. Ю. Системы и комплексы низкотемпературных технологий [Текст] учеб. пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 19, [1] с. ил. электрон. версия
2. Шашкин, В.Ю. Тепломассообменное оборудование промышленной теплоэнергетики: учебное пособие. / В.Ю. Шашкин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 34 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ABBYY-FineReader 8(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -Техэксперт(04.02.2024)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	272а (1)	Компьютер, проекционное оборудование, доска, мел.
Лабораторные занятия	277 (1)	Установка «Холодильник» - 1шт.; Рабочая станция - 1шт.; Типовой комплект оборудования для лабораторных работ «Теплотехника и термодинамика» - 1шт.
Практические занятия и семинары	272 (1)	Компьютерная техника, проекционное оборудование, доска, мел.