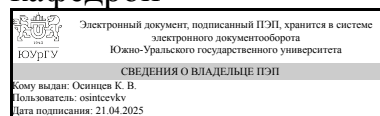


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



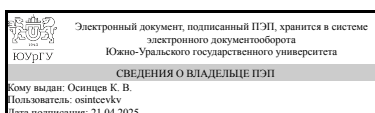
К. В. Осинцев

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

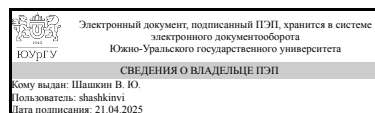
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 146

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
Экологическая безопасность в теплоэнергетике, Теплоэнергетические схемы и балансы, Выбор и расчет систем вентиляции и кондиционирования, Вопросы расчета и выбора тепломассообменного оборудования, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр), Учебная практика (практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 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
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 тепломассообменного оборудования	Знает: теплообменное оборудование Умеет: составлять тепловые балансы теплообменного оборудования Имеет практический опыт: проведения конструктивного расчета теплообменников
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
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)	Знает: методы написания научных статей Умеет: оформлять научные статьи Имеет практический опыт: построения научных статей
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)	Знает: способы проведения экспериментальных работ Умеет: обрабатывать экспериментальные данные Имеет практический опыт: сбора экспериментальных данных
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

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 22,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	12	12
Лекции (Л)	4	4

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	121,5	121,5
Выполнение семестровой работы	46	46
Контрольная работа №4 "Очистка воздуха от примесей. Типы воздуходелительных установок"	11	11
Подготовка к контрольной работе №2 "Холодильные циклы"	11	11
Подготовка к контрольной работе №1 "Свойства газов. Термодинамические основы глубокого охлаждения"	11	11
Контрольная работа №3 "Разделение воздуха методом низкотемпературной ректификации"	11	11
Подготовка к экзамену	31,5	31.5
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.	1	1	0	0
2	Холодильные циклы.	7	1	6	0
3	Разделение воздуха методом низкотемпературной ректификации	1	1	0	0
4	Очистка воздуха от примесей. Типы воздуходелительных установок. Основы технологических расчетов процесса ректификации воздуха	3	1	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Свойства газов и их смесей, основные понятия. Уравнение состояния реальных газов. Сжимаемость газов. Понижение температуры газа при дросселировании. Эффект Джоуля-Томсона. Энтропийная диаграмма T-S. Изобарное (адиабатическое) расширение газов	1
1	2	Понятие об идеальном холодильном цикле. Циклы глубокого охлаждения. Виды циклов глубокого охлаждения. Основные показатели циклов. Циклы с однократным дросселированием (цикл Линде). Цикл с дросселированием и предварительным охлаждением воздуха. _ Цикл с двумя давлениями. Цикл среднего давления с расширением части воздуха в детандере. Цикл высокого давления с детандером. Цикл низкого давления с турбодетандером (цикл Капицы). Использование холодильных циклов для покрытия холодопотерь в установках.	1
2	3	Минимальная работа разделения воздуха. Зависимость между составами жидкого воздуха и пара над ним. Ректификация воздуха. Устройство ректификационной колонны. Принцип работы и технологический режим.	1
2	4	Очистка от пыли и осушка воздуха. Очистка воздуха от ацетилена. Типы воздуходелительных установок. _ Материальный баланс колонны	1

		двукратной ректификации. Тепловые расчеты воздухоразделительных установок. Баланс холода воздухоразделительной установки. Уравнение теплового баланса воздухоразделительной установки. Тепловой баланс колонны двукратной ректификации. Определение числа ректификационных тарелок.	
--	--	---	--

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 Т–Р–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
Выполнение семестровой работы	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	3	46

	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.		
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	11
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	11
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	11
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	11
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,	3	31,5

	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.		
--	---	--	--

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"	2	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	экзамен

					содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками. 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"	2	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	экзамен

					содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками. 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"	2	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	экзамен

					содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками. 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 воздуходелительных установок"	2	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	экзамен

					содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками. 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	4	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	экзамен

					материалом в основном сформированы, некоторые расчеты выполнены с ошибками; 2 балла: большинство предусмотренных расчетов не выполнено, при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно 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	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	4 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). 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 предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.	экзамен

					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	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	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	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).	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
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. Тепломассообменное оборудование промышленной теплоэнергетики: учебное пособие. / В.Ю. Шашкин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 34 с.
2. 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

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Шашкин, В.Ю. Тепломассообменное оборудование промышленной теплоэнергетики: учебное пособие. / В.Ю. Шашкин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 34 с.

2. 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

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
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.
Лекции	272a (1)	Компьютер, проекционное оборудование, доска, мел.