



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Теплотехнических и энергетических систем  
11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
зав. кафедрой ТиЭС, докт. техн.наук

\_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рецензент:  
зам.начальника ЦЭСТ ПАО "ММК" , канд. техн.наук

\_\_\_\_\_ В.Н. Михайловский



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Теплотехнических и энергетических систем  
, протокол №

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
г. протокол №

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

Рецензент:

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) Основы трансформации теплоты являются: формирование у студентов представлений о системах и комплексах низкотемпературных технологий, низкотемпературных технологиях, тепловых насосах, вспомогательном теплотехническом оборудовании комплексов низкотемпературных технологий, технологических жидкостях, газах и парах, как теплоносителях и рабочих телах

Задачи дисциплины - развитие у студентов конгнитивных, деятельностных и личностных качеств в соответствии с требованиями ФГОС ВО; усвоение студентами знаний:

- предмета, основных его разделов;
- термодинамическим основам процессов трансформации теплоты;
- оценкам эффективности работы теплотехнических установок по производству холода;
- формирование у студентов умений теплотехнических расчетов и анализа процессов, совершаемых в установках низкотемпературной техники;
- основам криогеники.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Основы трансформации теплоты входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

- Тепломассообмен
- Гидрогазодинамика
- Техническая термодинамика
- Математика
- Физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

- Производственная-технологическая практика
- Тепловые двигатели
- Энергетика и охрана окружающей среды
- Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий
- Надежность и испытания теплоэнергетического оборудования
- Тепловые электрические станции

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы трансформации теплоты» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,9 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 124,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение. Классификация трансформаторов теплоты								
1.1 Введение. Классификация трансформаторов теплоты	3	0,8		0,8/0,8И	25	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости. Презентации	ПК-3.1, ПК-3.2
1.2 Парожидкостные и абсорбционные установки и процессы в них		0,8		0,8/0,8И	25	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости. Презентации	ПК-3.1, ПК-3.2
1.3 Дросселирование, ожижение реальных газов. Газожидкостные теплообменники		0,8		0,8/0,8И	25	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2

Итого по разделу	2,4		2,4/2,4И	75			
2. Низкотемпературные теплотрансформаторы							
2.1 Криогенные установки и процессы в них	3	0,8	0,8/0,8И	25,15	Выполнение практических работ (решение задач.), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1.	Проверка индивидуальных заданий	ПК-3.1, ПК-3.2
2.2 Получение продуктов разделения воздуха		0,8	0,8/0,8И	24,25	Выполнение практических работ (решение задач.), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1.	Проверка индивидуальных заданий.	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		1,6	1,6/1,6И	49,4			
Итого за семестр		4	4/4И	124,4		экзамен	
Итого по дисциплине		4	4/4И	124,4		экзамен	



## **5 Образовательные технологии**

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Основы трансформации теплоты» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и технологии проектного обучения.

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя). Также используются информационно – коммуникационные технологии. Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Лекционный материал закрепляется на практических занятиях, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. При организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций.

Студенты также выполняют творческий проект, который, как правило, не имеет детально проработанной структуры; учебно-познавательная деятельность студентов осуществляется в рамках рамочного задания, подчиняясь логике и интересам участников проекта, жанру конечного результата - информационного доклада.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Степанов, О. А. Основы трансформации теплоты : учебник / О. А. Степанов, С. О. Захаренко. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-3722-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122152> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Агапитов, Е. Б. Теплоэнергетика криогенных и холодильных систем промышленных предприятий. Конспект лекций : учебное пособие / Е. Б. Агапитов, А. В. Тихонов. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=910.pdf&show=dcatalogues/1/1118887/910.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Осколков, С. В. Тепломассообменное оборудование предприятий : методические указания по выполнению курсового проекта для студентов направления

подготовки 140100 "Теплоэнергетика" / С. В. Осколков, Л. В. Николаев ; МГТУ, Каф. теплотехнических и энергетических систем. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1547.pdf&show=dcatalogues/1/1124725/1547.pdf&view=true> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Ляшков, В. И. Нагнетатели, тепловые двигатели и термотрансформаторы в системах энергообеспечения предприятий : учеб. пособие / В.И. Ляшков. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 218 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/22122](http://www.dx.doi.org/10.12737/22122). - ISBN 978-5-16-012314-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/942815> – Режим доступа: по подписке.

3. Ляшков, В. И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие для вузов / В.И. Ляшков, 2-е изд., испр. и доп. - М.: КУРС: ИНФРА-М, 2019. -с: ил. - ISBN 978-5-905554-85-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002345> – Режим доступа: по подписке.

#### в) Методические указания:

1. Агапитов, Е. Б. Теплоэнергетика криогенных и холодильных систем промышленных предприятий. Конспект лекций : учебное пособие / Е. Б. Агапитов, А. В. Тихонов. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=910.pdf&show=dcatalogues/1/1118887/910.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Климова, Т. А. Холодильное оборудование : учебное пособие [для СПО] / Т. А. Климова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1468.pdf&show=dcatalogues/1/1123993/1468.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- доска, мел.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### Примерные аудиторные контрольные работы (АКР)

АКР№1 Рассчитать схему аммиачной одноступенной компрессионной холодильной установки для следующих условий: задана холодопроизводительность  $Q_0$ , температура хладоносителя на входе – выходе из испарителя

В	$Q_0$ , кВт	Температура хладоносителя	Температура охлаждающей воды на
		(вход, выход в испаритель)	входе – выходе из конденсатора
		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
1	18	(-16)-(-23)	(20)-(27)
2	25	(-15)-(-24)	(21)-(28)
3	20	(-16)-(-25)	(20)-(25)
4	19	(-17)-(-23)	(22)-(28)
5	40	(-15)-(-25)	(20)-(27)
6	55	(-16)-(-23)	(21)-(29)
7	60	(-15)-(-24)	(20)-(26)
8	75	(-16)-(-25)	(23)-(29)
9	80	(-17)-(-23)	(22)-(28)
10	95	(-15)-(-25)	(20)-(27)
11	90	(-16)-(-23)	(21)-(29)
12	85	(-15)-(-24)	(20)-(26)
13	80	(-16)-(-25)	(23)-(29)
14	30	(-17)-(-23)	(20)-(26)
15	45	(-15)-(-25)	(23)-(29)
16	30	(-15)-(-24)	(22)-(28)
17	20	(-16)-(-25)	(20)-(27)
18	15	(-17)-(-23)	(21)-(29)
19	90	(-15)-(-25)	(20)-(26)
20	80	(-15)-(-24)	(20)-(27)
21	85	(-16)-(-25)	(21)-(28)
22	60	(-17)-(-23)	(20)-(25)
23	70	(-15)-(-25)	(22)-(28)

АКР№2 Рассчитать схему одноступенчатого теплового насоса для промежуточного подогрева теплоносителя с теплопроизводительностью  $Q$ , кВт. В качестве источника – речная вода ( $t_{н1}$  и  $t_{н2}$ ), температура воды на входе в охладитель и выходе из конденсатора ( $t_{в1}$  и  $t_{в2}$ ), Рабочее вещество – аммиак

	$t_{н1}$	$t_{н2}$	$t_{в1}$	$t_{в2}$	$Q$ , кВт
1	12	7	30	45	50
2	10	6	32	47	54
3	9	5	29	44	48
4	13	8	33	46	59
5	11	5	30	48	60
6	12	7	30	45	63
7	10	6	32	47	47
8	9	5	29	44	58
9	13	8	33	46	50
10	11	5	30	48	54
11	13	8	29	44	48
12	11	5	33	46	59
13	12	7	30	48	60

14	10	6	30	45	63
15	9	5	32	47	47
16	13	8	29	44	58
17	11	5	33	46	48
18	12	7	30	48	59
19	10	6	33	46	60
20	9	5	30	48	63
21	13	8	29	44	47
22	11	5	33	46	58

АКР№3 Определить холодопроизводительность термодинамической системы, в которой воздух в количестве  $D = (\text{кг/с})$  расширяется от давления  $P_m, \text{МПа}$  до  $P_n=0.1\text{МПа}$  при температуре окружающей среды

	$P_m, \text{МПа}$	$D = (\text{кг/с})$
1	10	100
2	12	40
3	11	80
4	14	75
5	16	90
6	10	50
7	11	120
8	12	100
9	14	80
10	17	90

АКР№4

Рассчитать дроссельный охладитель воздуха, работающий по схеме Лндд. Исходные параметры  $P_1=0.1 \text{ МПа}$ ,  $T_1= 293\text{К}$ . Заданы параметры сжатого воздуха, изотермический и электромеханический КПД компрессора

	$P_2, \text{МПа}$	$q_{\text{изол}}, \text{КДж/кг}$	$\eta_{\text{из}}$	$\eta_{\text{эм}}$
1	10	13	0.6	0.9
2	12	12.5	0.7	0.85
3	14	14	0.65	0.88
4	11	12	0.6	0.92
5	9	13.5	0.7	0.9
6	12	13	0.65	0.85
7	14	12.5	0.7	0.88
8	11	14	0.65	0.92
9	9	12	0.6	0.85
10	10	13.5	0.7	0.88
11	12	12	0.6	0.92

### Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ)

ИДЗ№1 «Роль низкотемпературной техники в металлургии»

1. Какова роль низкотемпературной техники в развитии экономики страны?
2. Основные потребители продуктов разделения воздуха
3. Какие требования предъявляются к качеству продуктов разделения воздуха.
4. Какие графики потребления продуктов разделения воздуха вы знаете.
5. Как классифицируются трансформаторы теплоты.

ИДЗ№2 «Трансформаторы теплоты. Рабочие тела трансформаторов теплоты»

1. Каскадные и регенеративные трансформаторы теплоты .
2. Общая характеристика хладагентов и криоагентов.
3. Абсорбционные трансформаторы теплоты.
4. Струйные трансформаторы теплоты.
5. Газожидкостные трансформаторы теплоты.
6. Криорефрижераторы с дроссельной системой окончательного охлаждения
7. Криорефрижераторы с детандерной системой окончательного охлаждения

*ИДЗ№3 «Процессы охижения и ректификации»*

1. Особенности систем охижения, замораживания и низкотемпературного разделения;
2. Свойства низкотемпературной изоляции
3. Классификация криогенных установок и циклов.
4. Реальные циклы криогенных установок. Цикл Гейландта, Клода и Капицы.
5. Холодопроизводительность, потери, эффективность реальных циклов.
6. Понятие бинарной смеси. Законы разделения бинарных смесей.
7. Процессы кипения и конденсации бинарной смеси.
8. Процесс ректификации бинарной смеси.
9. Схемы ректификационных колонн для разделения бинарной смеси.

*ИДЗ№4 «Воздухоразделительные установки»*

1. Блочная схема воздухоразделительной установки.
2. Классификация ВРУ.
3. Общая характеристика ВРУ, принципы построения.
4. Тенденции развития ВРУ. Энергетические показатели.
5. Технология разделения воздуха.
6. Холодопроизводительность и ее составляющие для ВРУ различных типов.
7. Регулирование производительности ВРУ.
8. Способы компенсации неравномерности потребления продуктов разделения ВРУ

*ИДЗ№5 «Транспорт продуктов разделения воздуха»*

1. Схемы снабжения предприятия газообразными продуктами разделения воздуха.
2. Классификация трубопроводов для транспорта продуктов разделения воздуха.
3. Проектирование трубопроводов для транспорта продуктов разделения воздуха.
4. Жидкостные криогенные системы.
5. Материалы труб, арматура.

**7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																													
<b>ПК-3 - Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний</b>																																															
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований	<p style="text-align: center;"><i>Примеры практических заданий:</i></p> <p>Произвести сопоставительные расчеты энергозатрат двух холодильных установок холодопроизводительностью 100 кВт, работающих на аммиаке и хладоне R-123. Сопоставить холодильные коэффициенты. Оцените эффективность применения теплового насоса на хладоне R-123 и электроотопительного котла для задачи отопления здания площадью 200 м<sup>2</sup>.</p>																																													
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	<p style="text-align: center;"><i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</i></p> <p>Произвести комплексный расчет воздухоразделительной установки на основе экспериментальных данных, предназначенной для одновременного получения технического кислорода высокого давления (до 20 МПа) в количестве 280 нм<sup>3</sup>/ч концентрацией 99,8% O<sub>2</sub> и газообразного азота особой чистоты в количестве 1650 нм<sup>3</sup>/ч концентрацией 99,999% N<sub>2</sub>.</p> <table border="1" data-bbox="824 1077 1944 1457"> <thead> <tr> <th></th> <th>G, нм<sup>3</sup>/ч</th> <th>Конц. O<sub>2</sub>,%</th> <th>Конц. N<sub>2</sub></th> <th>Расход N<sub>2</sub> нм<sup>3</sup>/ч</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>280</td> <td>99.8</td> <td>99.87</td> <td>1800</td> </tr> <tr> <td></td> <td>300</td> <td>99.5</td> <td>99.999</td> <td>1900</td> </tr> <tr> <td></td> <td>340</td> <td>99.7</td> <td>99.85</td> <td>1670</td> </tr> <tr> <td></td> <td>310</td> <td>99.8</td> <td>99.92</td> <td>1650</td> </tr> <tr> <td></td> <td>270</td> <td>99.5</td> <td>99.999</td> <td>1680</td> </tr> <tr> <td></td> <td>300</td> <td>99.7</td> <td>99.85</td> <td>1900</td> </tr> <tr> <td></td> <td>340</td> <td>99.8</td> <td>99.92</td> <td>1670</td> </tr> <tr> <td></td> <td>310</td> <td>99.7</td> <td>99.999</td> <td>1650</td> </tr> </tbody> </table>		G, нм <sup>3</sup> /ч	Конц. O <sub>2</sub> ,%	Конц. N <sub>2</sub>	Расход N <sub>2</sub> нм <sup>3</sup> /ч		280	99.8	99.87	1800		300	99.5	99.999	1900		340	99.7	99.85	1670		310	99.8	99.92	1650		270	99.5	99.999	1680		300	99.7	99.85	1900		340	99.8	99.92	1670		310	99.7	99.999	1650
	G, нм <sup>3</sup> /ч	Конц. O <sub>2</sub> ,%	Конц. N <sub>2</sub>	Расход N <sub>2</sub> нм <sup>3</sup> /ч																																											
	280	99.8	99.87	1800																																											
	300	99.5	99.999	1900																																											
	340	99.7	99.85	1670																																											
	310	99.8	99.92	1650																																											
	270	99.5	99.999	1680																																											
	300	99.7	99.85	1900																																											
	340	99.8	99.92	1670																																											
	310	99.7	99.999	1650																																											

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства				
			270	99.8	99.85	1680
	300	99.6	99.92	1690		
	0					

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания (экзамен).**

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.