

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Васilenko B.H.  
(подпись) (Ф.И.О.)

"\_25" \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физические основы теплотехники**

Направление подготовки  
**16.03.03 Холодильная, криогенная техника  
и системы жизнеобеспечения**

Направленность (профиль) подготовки  
**Техника низких температур**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физические основы теплотехники» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

расчетно-экспериментальная деятельность с элементами научно-исследовательской: сбор и обработка научно-технической информации, изучение передового отечественного и зарубежного опыта по избранной проблеме;

анализ поставленной задачи и на основе подбора и изучения литературных источников;

участие в разработке теплофизических, математических и компьютерных моделей, предназначенных для выполнения исследований и решения научно-технических задач;

участие в расчетно-экспериментальных работах в составе научно-исследовательской группы на основе классических и технических теорий и

методов, достижений техники и технологий, в первую очередь, с помощью экспериментального оборудования, высокопроизводительных вычислительных систем и широко используемых в промышленности наукоемких компьютерных технологий;

составление описаний выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обработка и анализ полученных результатов,

подготовка данных для составления отчетов и презентаций, подготовка докладов, статей и другой научно-технической документации;

участие в оформлении отчетов и презентаций, написании докладов и статей на основе современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати;

проектно-конструкторская деятельность:

участие в проектировании машин и аппаратов с целью обеспечения их максимальной производительности, долговечности и безопасности, обеспечения надежности узлов и деталей машин и аппаратов;

участие в проектировании деталей и узлов машин и аппаратов с использованием программных систем компьютерного проектирования (CAD-систем) на основе эффективного сочетания передовых CAD/CAE-технологий и выполнения многовариантных CAE-расчетов;

участие в тепловых и механических расчетах машин и аппаратов с целью обеспечения их максимальной производительности, долговечности и безопасности, обеспечения надежности узлов и деталей машин и аппаратов;

участие в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин, аппаратов и установок в целом;

участие в работах по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

сбор и обработка научно-технической информации, изучение передового отечественного и зарубежного опыта по избранной тематике;

производственно-технологическая деятельность:

участие в работах по эксплуатации и рациональному ведению технологических процессов в холодильных и криогенных установках, системах жизнеобеспечения;

проведение расчетно-экспериментальных работ по анализу характеристик конкретных низкотемпературных установок и систем, участие в использовании технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, элементов и узлов низкотемпературных машин и установок различного назначения;

инновационная деятельность:

участие в использовании результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в данном секторе экономики;

организационно-управленческая деятельность:

участие в организации работы, направленной на формирование творческого характера деятельности небольших коллективов, работающих в области холодильной и криогенной

техники и систем кондиционирования;

участие в работах по поиску оптимальных решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности;

участие в разработке планов на отдельные виды работ и контроль их выполнения.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5	6
1	ПК-1	способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат	основные закономерности и способы передачи тепла; законы превращения тепловой энергии в механическую работу; теорию теплообмена, основы массообмена; закономерности использования тепловой энергии в технологических процессах, связанных с работой гидроприводов, компрессорных установок, двигателей внутреннего сгорания и технологического оборудования используемого в транспортных и технологических машинах и оборудовании	выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат	навыками энергетического и технологического использования тепла; охраны окружающей среды и энергосбережения;
2	ПК-3	готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	закономерности и принцип работы тепловых процессов лежащих в основе расчета и выбора источника нагрева изделий при различных технологических процессах; тепло-массообменные устройства основную терминологию и символику; топливо и основы горения; принципы работы и конструкции различных аппаратов, служащих для целей преобразования энергии топлива в тепловую и тепловой энергии в механическую; теплогенерирующие устройства, холодильную и криогенную технику	выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам; анализировать тепловые процессы в машинах и аппаратах для разработки оптимальных режимов их работы в различных технологических системах	навыками: экономии тепловой энергии применительно к холодоиспользующему оборудованию, технологических машин; основных направлениях экономии энергоресурсов; использовании вторичных энергоресурсов

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Физические основы теплотехники» относится к вариативной части блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения. Дисциплина является обязательной к изучению. Изучение дисциплины «**Физические основы теплотехники**» базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин:

*Математика*

*Физика*

*Химия*

Дисциплина «Физические основы теплотехники» – является предшествующей для освоения дисциплин:

*Теоретические основы холодильной техники и низкотемпературные машины*

*Основы кондиционирования воздуха*

*Объемные компрессорные и расширительные машины низкотемпературных установок*

*Теплообменные аппараты низкотемпературных установок*

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Семестр
		4
Общая трудоемкость дисциплины	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
Лекции	18	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	36	36
Консультации текущие	0,9	0,9
Вид аттестации (зачет)	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	17	17
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	18	18
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	18	18

**5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, ак. часы
1	Техническая термодинамика	1.1 Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. 1.2 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Термодинамические процессы рабочих тел. 1.3 Сущность второго закона термодинамики, его основные формулировки	53

		1.4 Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паросиловых установок	
2	Основы теплопередачи.	2.1 Основные понятия и определения теории теплообмена. 2.2 Теплопроводность. 2.3 Конвективный теплообмен. 2.4 Лучистый теплообмен 2.5 Сложный теплообмен (Теплопередача)	54
	<b>Консультации текущие</b>		0,9
	<b>Зачет</b>		0,1

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. час	ПЗ, ак.час	СРО, ак.час
1.	Техническая термодинамика	9	18	26
2.	Основы теплопередачи.	9	18	27

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. час
1	Техническая термодинамика	1.1 Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Внутренняя энергия. Работа и теплота как форма передачи энергии, $p-v$ диаграмма. Энтальпия. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлечение для их анализа соответствующего физико-математического аппарата	2
		1.2 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Термодинамические процессы рабочих тел. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный. Свойства реальных газов, уравнения их состояния. Водяной пар. Диаграммы состояния водяного пара. Термодинамические процессы водяного пара. Основы выполнения расчетно-экспериментальных работ и решения научно-технических задач в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	3
		1.3 Сущность второго закона термодинамики, его основные формулировки. $T-s$ диаграмма. Прямой и обратный циклы Карно, их назначение. Термический КПД и холодильный коэффициент.	2
		1.4 Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паросиловых установок	2
2	Основы теплопередачи	2.1 Основные понятия и определения теории теплообмена. Механизмы передачи теплоты.	1
		2.2 Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок.	2
		2.3 Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия. Физический смысл основных критериев подобия. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме. Теплообмен при изменении агрегатного состояния: кипении и конденсации. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации	2
		2.4 Лучистый теплообмен. Основные законы лучистого теплообме-	2

	на. Защита от теплового излучения.	
	2.5 Сложный теплообмен (Теплопередача) Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации теплопередачи.	2

### 5.2.2 Лабораторный практикум не предусмотрен

### 5.2.3 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость, ак. час
1.	Техническая термодинамика	Определение изобарной теплоемкости воздуха и удельной теплоты парообразования воды	4
		Исследование равновесных процессов в идеальных газах	6
		Определение термодинамических параметров водяного пара. Термодинамические таблицы водяного пара.	4
		Сравнительный анализ циклов двигателей внутреннего сгорания, паро- и газотурбинных установок	4
2	Основы теплопередачи	Конвективный теплообмен при свободном и вынужденном движении воздуха	4
		Определение степени черноты тела	4
		Определение коэффициента теплоотдачи и удельного теплового потока при теплообмене между горячими газами и холодным теплоносителем через разделяющую их стенку	6
		Определение поверхности нагрева рекуперативного теплообменного аппарата	4

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. час
1.	Техническая термодинамика	Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	8
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9
		Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	9
2.	Основы теплопередачи	Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9
		Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	9

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

- Гдалев А.В., Козлов А.В., Сапронова Ю.И., Майоров С.Г. Теплотехника. – Научная книга 2012 – *Электронная библиотечная система «IPRbook»* <http://www.iprbookshop.ru/6350.html>
- Лекции по теплотехнике. – Оренбургский государственный университет, ЭБС АСБ, 2011– *Электронная библиотечная система «IPRbook»* <http://www.iprbookshop.ru/21604.html>
- Зеленцов Д.В. Техническая термодинамика. – Самарский архитектурно-строительный университет, ЭБС АСБ, 2012 – *Электронная библиотечная система «IPRbook»* <http://www.iprbookshop.ru/20525.html>
- Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника. – Лань, 2012 – *Элек-*

тронная библиотечная система «Лань» [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3900](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3900)

## 6.2 Дополнительная литература

1. Синявский Ю.В. Сборник задач по курсу теплотехника. – ГИОРД, 2010– *Электронная библиотечная система «IPRbook»* <http://www.iprbookshop.ru/15931.html>
2. Маркин В.К., Свинцов В.Я., Губа О.Е. Техническая термодинамика. Теплообмен. – Астраханский инженерно-строительный институт, ЭБС АСВ, 2009– *Электронная библиотечная система «IPRbook»*. <http://www.iprbookshop.ru/17063.html>
3. Толстов С.А. Теплотехника: учебное пособие. – Воронеж - 2010
4. Немцев З.Ф., Арсеньев Г.В. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение.-М.: Энергоиздат, 1982.
5. Расчетные «Eureka» Сайт ВГТА <http://cnit.vgta.vrn.ru/> Кафедра промышленной энергетики
6. УМК по дисциплине <http://cnit.vgta.vrn.ru/>

Периодические издания:

Электронная библиотечная система "Книгафонд" <http://www.knigafund.ru/>

## 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Барбашин А. М Лабораторный практикум по курсам "Физические основы теплотехники", "Техническая термодинамика и теплопередача", "Тепло-хладотехника" [Электронный ресурс] / А. М. Барбашин, С. А. Никель; ВГУИТ, Кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики. - Воронеж : ВГУИТ, 2014. - 52 с. Ссылка: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2753>

2. Барбашин А. М. Методические указания к выполнению практических работ и СРО по "Тепло- и хладотехнике" для обучающихся по направлениям 19.03.01, 19.03.02, 19.03.03, 19.03.04, 18.03.01, 18.03.02, 20.03.01 [Электронный ресурс] / А. М. Барбашин, С. А. Никель; ВГУИТ, Кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики. - Воронеж : ВГУИТ, 2014. - 20 с. Ссылка: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2761>

## 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт научной библиотеки ВГУИТ <<http://cnit.vsu.ru>>.
2. Базовые федеральные образовательные порталы. <[http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal_page.htm)>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека. <[www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)>.
4. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов. <<http://www.ict.edu.ru>>.
5. Национальная электронная библиотека. <[www.nns.ru](http://www.nns.ru)>..
7. Информационная база данных продуктов <[http://health-diet.ru/base\\_of\\_food/](http://health-diet.ru/base_of_food/)>;
9. Российская государственная библиотека. <[www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)>.
10. Российская национальная библиотека. <[www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)>.
11. Информационно-поисковая система ФИПС. <<http://www1.fips.ru>>
12. Европейская патентная поисковая система EPO — EuropeanPatentOffice<<http://ep.espacenet.com>>
13. Ведомство патентов и торговых марок США US PatentandTrademarkOffice (USPTO) <<http://www.uspto.gov/>>
14. Список поисковых систем патентов <[http://www.borovic.ru/index\\_p\\_14\\_p\\_2.html](http://www.borovic.ru/index_p_14_p_2.html)>
15. Поисковая система «Google». <<https://www.google.ru/>>.

16. Поисковая система «Рамблер». <[www.rambler.ru/](http://www.rambler.ru/)>.

17. Поисковая система «Yahoo» . <[www.yahoo.com/](http://www.yahoo.com/)>.

18. Поисковая система «Яндекс». <[www.yandex.ru/](http://www.yandex.ru/)>.

### **6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2014. – Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана.

#### **Порядок изучения курса:**

*Объем трудоемкости дисциплины – 3 зачетные единицы (108 ч.)*

*Виды учебной работы и последовательность их выполнения:*

- аудиторная: лекции практические занятия – посещение в соответствии с учебным расписанием;
- самостоятельная работа: изучение теоретического материала для сдачи тестовых заданий, подготовка к защите по лабораторным работам и практическим занятиям,– выполнение в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости;
- *график контроля текущей успеваемости обучающихся – рейтинговая оценка;*
- *состав изученного материала для каждой рубежной точки контроля - тестирование, подготовка к защите лабораторной работе и практическому занятию,;*
- *учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины: рекомендуемая литература, методические разработки, перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;*
- *заполнение рейтинговой системы текущего контроля процесса обучения дисциплины – контролируется на сайте [www.vsu.ru](http://www.vsu.ru);*
- *допуск к сдаче зачета – при выполнении графика контроля текущей успеваемости;*
- *прохождение промежуточной аттестации – зачет (тестирование, кейс-задания).*

### **6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Используемые виды информационных технологий:

- «электронная»: персональный компьютер и информационно-поисковые (справочно-правовые) системы;
- «компьютерная» технология: персональный компьютер с программными продуктами разного назначения (ОС Windows; MSOffice; СПС «Консультант плюс»);
- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet.



## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий используются:

Ауд. № 311 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Лабораторный стенд - "Мир-эм" (10 шт.)
Ауд. № 329 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Лабораторный стенд - "ЛЭС" (8 шт.), лабораторный стенд "ЭВ" (2 шт.)
Ауд. № 333 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Лабораторный стенд "СИПЭМ" (3 шт.), лабораторный стенд "ЭВ" (2 шт.), мультимедийный проектор BENQ MS500 в комплекте с экраном, компьютер

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.  
Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

## 8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным компонентом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных средствах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы

Виды работ	Общая трудоемкость, ч (3 семестр)
Общая трудоемкость	108
Аудиторная работа:	
- Всего	15,8
- лекции	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	6
- практические занятия	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	8
- консультации текущие	0,9
Рецензирование контрольных	0,8
Зачет	0,1
Самостоятельная работа:	
- Всего	88,3
- контрольные работы	9,2
- отчеты по практическим работам	10
- проработка материалов учебников	69,1
Подготовка к зачету (Контроль)	3,9

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Физические основы теплотехники**

В ходе изучения дисциплины – «**Физические основы теплотехники**» бакалавр осваивает следующие компетенции:

**ПК-1** способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физикоматематический аппарат;

**ПК-3** готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научнотехнические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам.

**1. Требования к результатам освоения дисциплины** (перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы)

**(матрица соответствия планируемых (обобщенных) результатов обучения профессиональным компетенциям)**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5	6
1	ПК-1	способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физикоматематический аппарат	основные закономерности и способы передачи тепла; законы превращения тепловой энергии в механическую работу; теорию теплообмена, основы массообмена; закономерности использования тепловой энергии в технологических процессах, связанных с работой гидроприводов, компрессорных установок, двигателей внутреннего сгорания и технологического оборудования используемого в транспортных и технологических машинах и оборудовании	выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физикоматематический аппарат	навыками энергетического и технологического использования тепла; охраны окружающей среды и энергосбережения;
2	ПК-3	готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	закономерности и принцип работы тепловых процессов лежащих в основе расчета и выбора источника нагрева изделий при различных технологических процессах; тепло-массообменные устройства основную терминологию и символику; топливо и основы горения; принципы работы и конструкции различных аппаратов, служащих для целей преобразования энергии топлива в тепловую и тепловую энергии в механическую; теплогенерирующие устройства, холодильную и криогенную технику	выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам; анализировать тепловые процессы в машинах и аппаратах для разработки оптимальных режимов их работы в различных	навыками: экономии тепловой энергии применительно к холодоиспользующему оборудованию, технологических машин; основных направлениях экономии энергоресурсов; использовании вторичных энергоресурсов

				технологических системах	
--	--	--	--	--------------------------	--

**2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины (описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания)**

В ходе формирования компетенций при изучении дисциплины существуют следующие показатели и критерии оценивания:

№ п/п	Показатель	Критерии оценивания	Описание шкалы оценивания
1	Собеседование	Отметка в системе «зачтено-незачтено»	Зачет, незачет
2	Ситуационная задача к практической работе	Отметка в системе «зачтено-незачтено»	Зачет, незачет
	Тест	Процентная шкала	0-100 %
4	Кейс-задача	Уровневая шкала	Уровни обученности

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Техническая термодинамика	ПК-1 ПК-3	Ситуационная задача для практической работы	43,44	Отметка в системе «зачтено-незачтено»
			Собеседование	1-19	Отметка в системе «зачтено-незачтено»
			Тест	48-122	Процентная шкала
			Кейс-задача	247-248	Уровневая шкала
2.	Основы теплопередачи.	ПК-1 ПК-3	Ситуационная задача для практической работы	45,46,47	Отметка в системе «зачтено-незачтено»
			Собеседование	20-42	Отметка в системе «зачтено-незачтено»
			Тест	123-246	Процентная шкала
			Кейс-задача	249-252	Уровневая шкала
			Кейс-задача	253	Уровневая шкала

**3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет) (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы)**

**3.1 Вопросы к собеседованию (текущие опросы)**

Индекс компетенции	№ задания	Формулировка задания
ПК-1	1.	Термодинамическая система. Рабочее тело.
ПК-3	2.	Основные термодинамические параметры состояния.

ПК-1	3.	Термодинамический процесс. Уравнение состояния.
ПК-1	4.	Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
ПК-1	5.	Реальный газ. Уравнение состояния реального газа.
ПК-1	6.	Внутренняя энергия.
ПК-1	7.	Работа расширения и сжатия. Графическое изображение работы.
ПК-1	8.	Первый закон термодинамики.
ПК-1	9.	Теплоемкость газов. Зависимости между теплоемкостями.
ПК-1	10.	Энтальпия, энтропия. Графическое изображение теплоты.
ПК-1	11.	Второй закон термодинамики. Термический КПД.
ПК-1	12.	Цикл Карно. Обратный цикл Карно.
ПК-1	13.	Термодинамические процессы идеального газа.
ПК-1	14.	Водяной пар. T-s и p-v диаграммы водяного пара. i-s диаграмма водяного пара. Термодинамические процессы для водяного пара.
ПК-1	15.	Влажный воздух. Влажность воздуха. Влагосодержание.
ПК-1 ПК-3	16.	Дросселирование газов и паров.
ПК-1, ПК-3	17.	Термодинамический анализ процессов в компрессоре.
ПК-1, ПК-3	18.	Циклы ДВС
ПК-1, ПК-3	19.	Циклы паросиловых и газотурбинных установки.
ПК-1, ПК-3	20.	Способы передачи теплоты.
ПК-1	21.	Основной закон теплопроводности.
ПК-1	22.	Коэффициент теплопроводности.
ПК-1	23.	Перенос теплоты через однородную плоскую стенку.
ПК-1	24.	Перенос теплоты через многослойную плоскую стенку.
ПК-1	25.	Перенос теплоты через однородную цилиндрическую стенку.
ПК-1	26.	Основной закон конвективного теплообмена.
ПК-1	27.	Безразмерные критерии теплоотдачи.
ПК-3	28.	Теплоотдача при кипении.
ПК-3	29.	Теплоотдача при конденсации.
ПК-1	30.	Лучистый теплообмен. Основные понятия и определения.
ПК-1	31.	Основные законы лучистого теплообмена.
ПК-3	32.	Защита от теплового излучения.
ПК-1	33.	Сложный теплообмен.
ПК-1	34.	Теплопередача между двумя жидкостями через стенку.
ПК-1	35.	Интенсификация теплопередачи.
ПК-3	36.	Тепловая изоляция.
ПК-1	37.	Теплообменные аппараты
ПК-1	38.	Способы получения низких температур.
ПК-1	39.	Рабочие тела холодильных машин.
ПК-1	40.	Циклы холодильных машин.
ПК-3	41.	Вспомогательные аппараты холодильных машин.
ПК-3	42.	Холодильная обработка продуктов.

Критерии и шкалы оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других;

- оценка «не зачтено», если студент выполнял роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение.

### 3.2 Ситуационные задачи (задания) к практическим работам

Индекс компетенции	№ задания	Условие задачи (формулировка задания)
ПК-1, ПК-3	43.	По заданным начальным условиям провести термодинамическое исследование равновесных процессов в идеальных газах: определить работу и количество теплоты в процессе, изменение основных

		термодинамических функций: внутренней энергии, энтальпии и энтропии.
ПК-1, ПК-3	44.	По заданным техническим характеристикам провести сравнительный анализ циклов двигателей внутреннего сгорания, паро- и газотурбинных установок
ПК-1, ПК – 3	45.	По заданным начальным условиям определить коэффициент теплоотдачи и удельный тепловой поток при теплообмене между горячими газами и холодным теплоносителем через разделяющую их стенку
ПК-1, ПК-3	46.	Исходя из заданных параметров технологического процесса определить поверхность нагрева рекуперативного теплообменного аппарата.
ПК-1, ПК-3	47.	Исходя из заданных параметров технологического процесса рассчитать цикл фреоновой и аммиачной холодильных машин

Критерии и шкалы оценки:

Ситуационная задача оценивается:

**Оценка 5** – студент самостоятельно выполнил все необходимые расчеты, представил отчет с результатами практической работы, ответил на 5 дополнительных вопросов

**Оценка 4** – студент выполнил необходимые расчеты самостоятельно, но не все безошибочно, представил отчет с результатами практической работы, содержащий незначительные замечания по тексту и оформлению отчета, ответил на 5 дополнительных вопросов, допустил не более 1 неверного ответа

**Оценка 3** – студент выполнил не все необходимые расчеты самостоятельно или безошибочно, представил отчет с результатами практической работы, содержащий замечания по тексту и оформлению отчета, ответил на 5 дополнительных вопросов, допустил не более 2 неверных ответов

**Оценка 2**- студент необходимые расчеты выполнил не самостоятельно или неправильно, представил отчет с результатами практической работы, содержащий значительные замечания по тексту и оформлению отчета, ответил на 5 дополнительных вопросов, допустил не более 3 неверных ответов

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он получил оценки 3, 4, 5;

- **оценка «не зачтено»**, выставляется студенту, если он получил оценку 2.

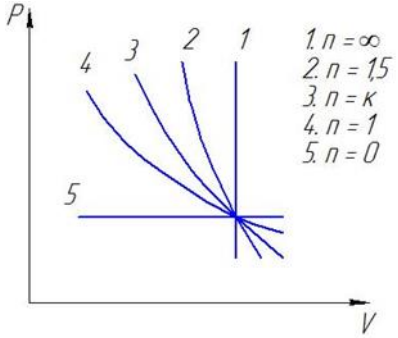
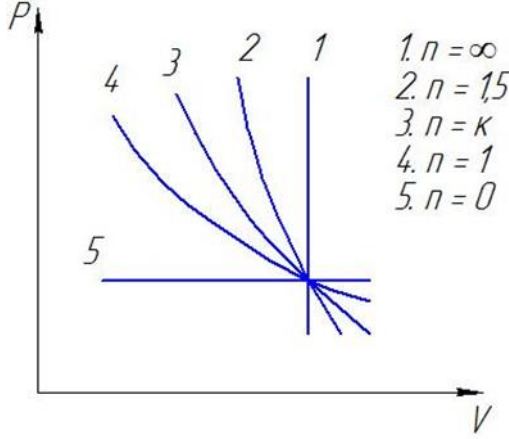
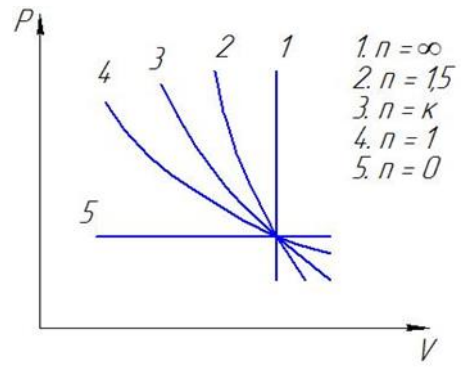
### 3.3 Тесты (тестовые задания к зачету)

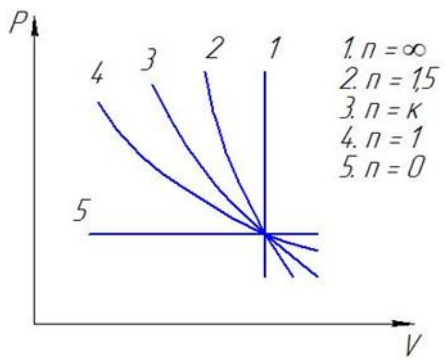
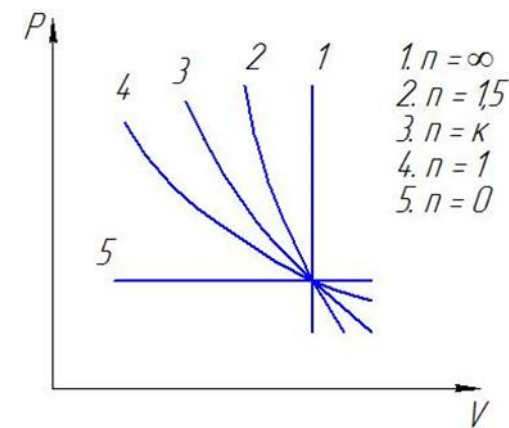
Индекс компетенции	№ задания	Формулировка вопроса
Техническая термодинамика		
ПК-1	48	Термодинамическая система это ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> совокупность материальных тел, находящихся в механическом и тепловом взаимодействии друг с другом и с окружающими систему внешними телами</li> <li>• <input type="radio"/> выделенное отдельное макроскопическое тело</li> <li>• <input type="radio"/> выделенные макроскопические тела, взаимодействующие между собой</li> </ul>
ПК-1	49	Основные термодинамические параметры состояния: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - p, v, T</li> <li>• <input type="radio"/> - u, q, l</li> <li>• <input type="radio"/> - i, s, u</li> </ul>
ПК-3	50	Абсолютное давление <b>p</b> определяется

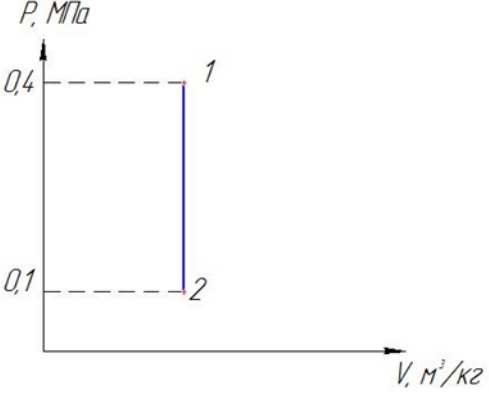
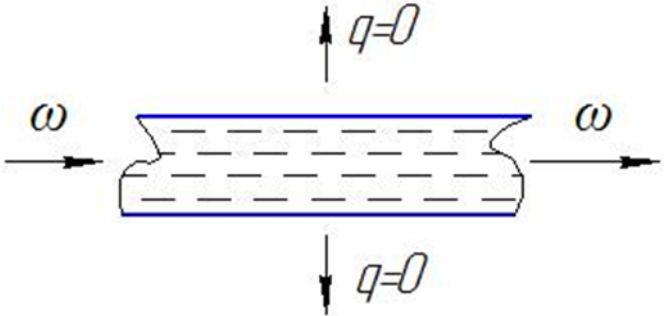
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>p = V + p_m</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>p = V - p_m</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>p = p_m + p_{вак}</math></li> </ul>
ПК-1	51	<p>Уравнение состояния:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>f(p, v, T) = 0</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>f(p, v, T) = 1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>f(p, v, T) = \text{const}</math></li> </ul>
ПК-1	52	<p>Уравнение состояния это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> уравнение, описывающее характер протекания термодинамического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> функциональная связь между параметрами состояния</li> <li>• <input type="radio"/> уравнение, описывающее состояние рабочего тела</li> </ul>
ПК-1	53	<p>Термодинамическим процессом называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изменение состояния термодинамической системы во времени</li> <li>• <input type="radio"/> значение параметров состояния в начале и конце процесса</li> </ul>
ПК-1	54	<p>Состояние идеального газа описывается уравнением</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>p v = R T</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>p v = \text{const}</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>p V = R T</math></li> </ul>
ПК-1	55	<p>Теплоемкость это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - количество теплоты, которое необходимо подвести к телу, чтобы повысить его температуру на один градус</li> <li>• <input type="radio"/> - энергетическая характеристика процесса</li> <li>• <input type="radio"/> - способность тела передавать теплоту</li> </ul>
ПК-1	56	<p>В зависимости от единицы количества вещества различают следующие удельные теплоемкости:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - массовую, объемную и мольную</li> <li>• <input type="radio"/> - изобарную и изохорную</li> <li>• <input type="radio"/> - истинную и среднюю</li> </ul>
ПК-1	57	<p>Уравнение Майера для идеального газа имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>I = U + pV</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Q = U + L</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>C_p = C_v + R</math></li> </ul>
ПК-1	58	<p>Показатель адиабаты <math>k</math> зависит от:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - рода газа</li> <li>• <input type="radio"/> - температуры газа</li> <li>• <input type="radio"/> - процесса</li> </ul>
ПК-1	59	<p>Уравнение первого закона термодинамики:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>q = u + l</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>q = c (T_2 - T_1)</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>q = T ds</math></li> </ul>

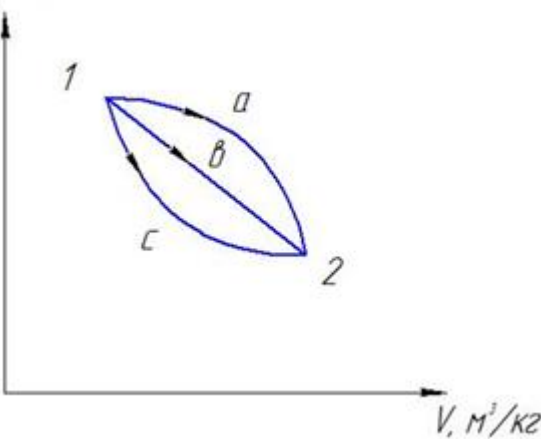
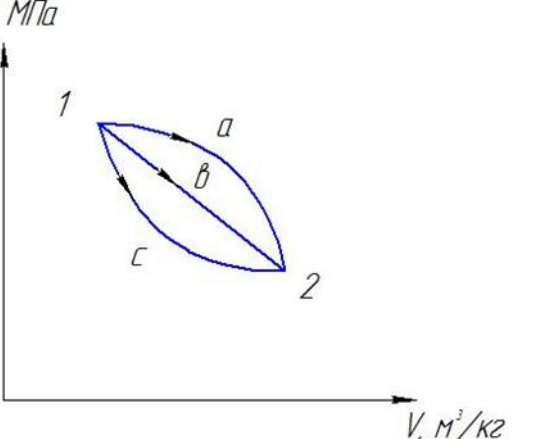
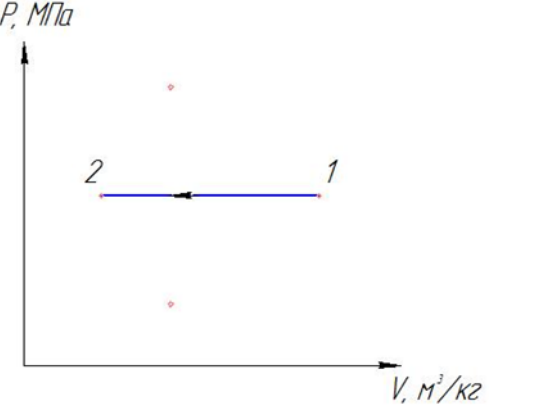


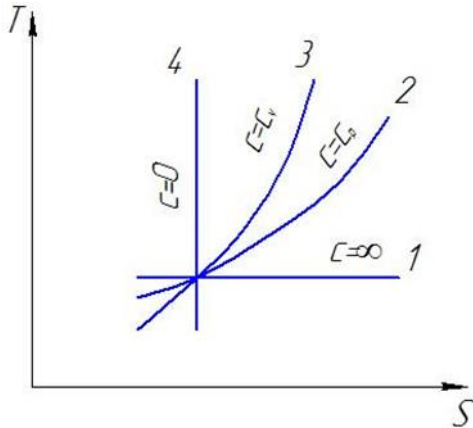
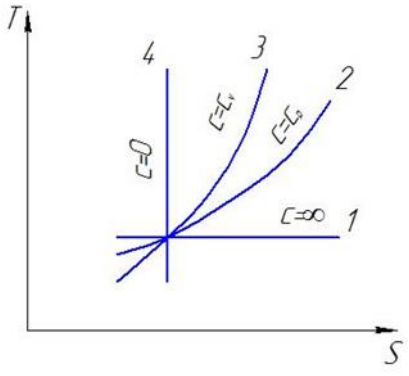
ПК-1	60	<p>Внутренняя энергия это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - кинетическая энергия тела</li> <li>• <input type="radio"/> - потенциальная энергия тела</li> <li>• <input type="radio"/> - сумма кинетической и потенциальной энергии тела</li> </ul>
ПК-1	61	<p>Графически работу можно определить по:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - p-v диаграмме</li> <li>• <input type="radio"/> - T-s диаграмме</li> <li>• <input type="radio"/> - i-s диаграмме</li> </ul>
ПК-1	62	<p>Энтальпия это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>H=U+pV</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>H=H_2-H_1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Q= U+L</math></li> </ul>
ПК-1	63	<p>Уравнение изохорного процесса имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>P_2/P_1 = T_2/T_1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>V_2/V_1 = T_2/T_1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>P_2/P_1 = V_1/V_2</math></li> </ul>
ПК-1	64	<p>Уравнение изобарного процесса имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>P_2/P_1 = T_2/T_1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>V_2/V_1 = T_2/T_1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>P_2/P_1 = V_1/V_2</math></li> </ul>
ПК-1	65	<p>Уравнение изотермического процесса имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>P_2/P_1 = T_2/T_1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>V_2/V_1 = T_2/T_1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>P_2/P_1 = V_1/V_2</math></li> </ul>
ПК-1	66	<p>Уравнение адиабатного процесса имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>pV = \text{const}</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>pV^n = \text{const}</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>pV^k = \text{const}</math></li> </ul>
ПК-1	67	<p>Уравнение политропы имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>pV = \text{const}</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>pV^n = \text{const}</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>pV^k = \text{const}</math></li> </ul>
ПК-1	68	<p>Показатель политропы может иметь значения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> от минус до плюс бесконечности</li> <li>• <input type="radio"/> только три значения, в зависимости от рода газа</li> <li>• <input type="radio"/> больше нуля</li> </ul>
ПК-1	69	<p>Процесс 2, изображенный на рисунке, является:</p>

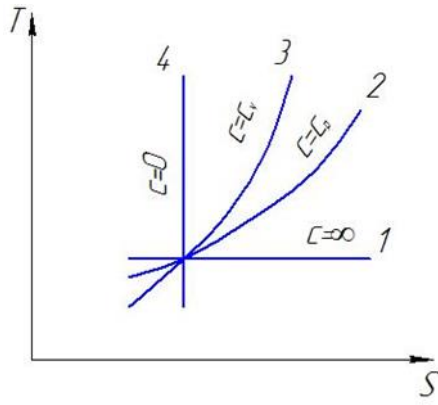
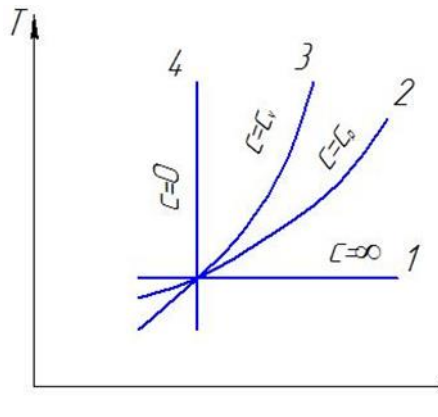
		 <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> изотермическим</li> <li><input type="radio"/> адиабатным</li> <li><input type="radio"/> политропным</li> <li><input type="radio"/> изохорным</li> </ul>
ПК-1	70	<p>Процесс 1, изображенный на рисунке, является:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> изотермическим</li> <li><input type="radio"/> адиабатным</li> <li><input type="radio"/> политропным</li> <li><input type="radio"/> изохорным</li> </ul>
ПК-1	71	<p>Процесс 3, изображенный на рисунке, является:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> изотермическим</li> <li><input type="radio"/> адиабатным</li> <li><input type="radio"/> политропным</li> </ul>

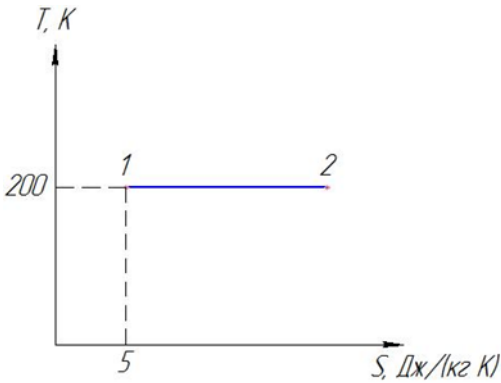
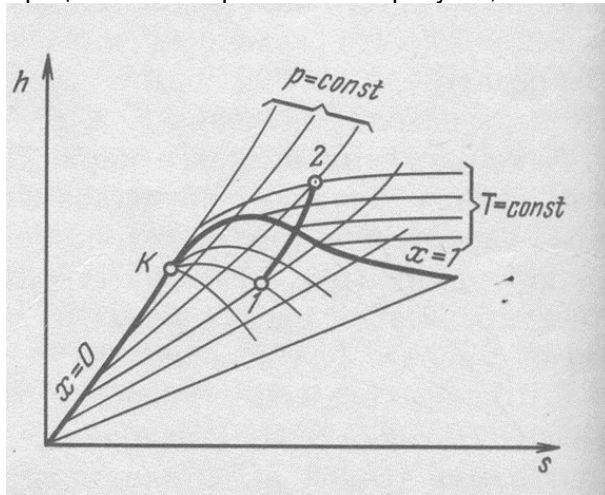
		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> изохорным</li> </ul>
ПК-1	72	<p>Процесс 4, изображенный на рисунке, является:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> изотермическим</li> <li><input type="radio"/> адиабатным</li> <li><input type="radio"/> политропным</li> <li><input type="radio"/> изохорным</li> </ul>
ПК-1	73	<p>Процесс 5, изображенный на рисунке, является:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> изотермическим</li> <li><input type="radio"/> адиабатным</li> <li><input type="radio"/> изобарным</li> <li><input type="radio"/> изохорным</li> </ul>
ПК-1	74	<p>Отношение работы, производимой двигателем за цикл, к количеству теплоты, подведенной за этот цикл от горячего источника, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> термическим КПД цикла</li> <li><input type="radio"/> холодильным коэффициентом</li> <li><input type="radio"/> коэффициентом теплопроводности</li> <li><input type="radio"/> коэффициентом использования теплоты</li> </ul>

ПК-1	75	<p>Работа расширения в процессе 1-2 (изображенный на рисунке) равна:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> 0,4 КДж</li> <li>• <input type="radio"/> 0 КДж</li> <li>• <input type="radio"/> 0,3 МДж</li> <li>• <input type="radio"/> 0,3 КДж</li> </ul>
ПК-1	76	<p>Изображенный на рисунке трубопровод с горячей водой является:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -адиабатной термодинамической системой</li> <li>• <input type="radio"/> -открытой и адиабатной термодинамической системой</li> <li>• <input type="radio"/> -открытой термодинамической системой</li> <li>• <input type="radio"/> -изолированной термодинамической системой</li> </ul>
ПК-1	77	<p>Неравновесность приводит всегда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -к увеличению работы рабочего тела</li> <li>• <input type="radio"/> -к уменьшению энтропии</li> <li>• <input type="radio"/> -к потере части работы</li> <li>• <input type="radio"/> -к увеличению энтальпии</li> </ul>
ПК-1	78	<p>Наибольшая работа совершается в процессе:</p>

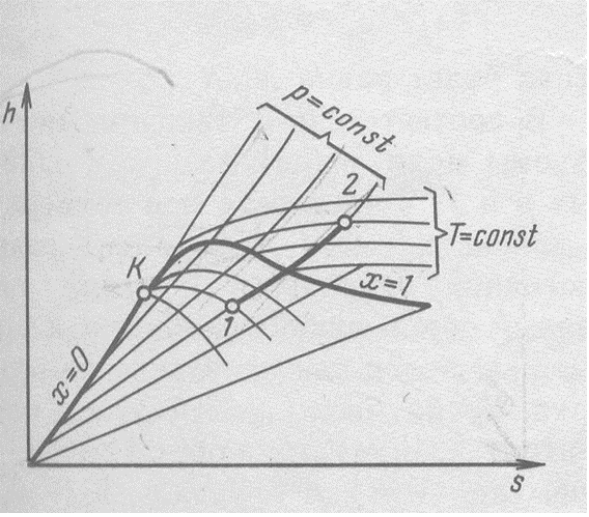
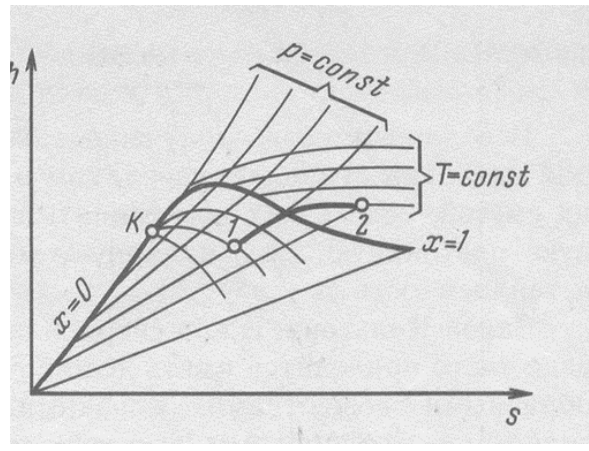
		<p><math>P, \text{МПа}</math></p>  <p><math>V, \text{м}^3/\text{кг}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -1с2</li> <li>• <input type="radio"/> -1а2</li> <li>• <input type="radio"/> -1а2 и 1в2</li> <li>• <input type="radio"/> -1в2</li> </ul>
ПК-1	79	<p>Наименьшая работа совершается в процессе:</p> <p><math>P, \text{МПа}</math></p>  <p><math>V, \text{м}^3/\text{кг}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -1с2</li> <li>• <input type="radio"/> -1а2</li> <li>• <input type="radio"/> -1а2 и 1в2</li> <li>• <input type="radio"/> -1в2</li> </ul>
ПК-1	80	<p>Если в точке 1 <math>R = 300 \text{ Дж/(кг К)}</math>, <math>T_1 = 1000\text{К}</math>, <math>v_1 = 3 \text{ м}^3/\text{кг}</math>, то давление в процессе 1-2 равно:</p> <p><math>P, \text{МПа}</math></p>  <p><math>V, \text{м}^3/\text{кг}</math></p>

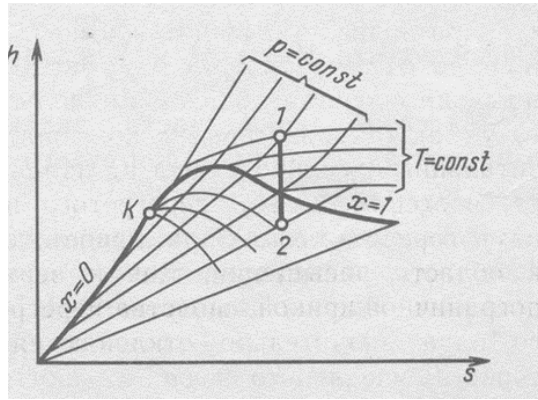
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -1 Мпа</li> <li>• <input type="radio"/> -0,1 Мпа</li> <li>• <input type="radio"/> -1000 Кпа</li> <li>• <input type="radio"/> -10000 Па</li> </ul>
ПК-1	81	<p>Насыщенным называется пар, находящийся :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -в термическом и динамическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется</li> <li>• <input type="radio"/> -в динамическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется</li> <li>• <input type="radio"/> -в термическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется</li> <li>• <input type="radio"/> -в статическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется</li> </ul>
ПК-1	82	<p>Изобарным является процесс:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> 1</li> <li>• <input type="radio"/> 2</li> <li>• <input type="radio"/> 3</li> <li>• <input type="radio"/> 4</li> </ul>
ПК-1	83	<p>Изохорным является процесс:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> 1</li> <li>• <input type="radio"/> 2</li> <li>• <input type="radio"/> 3</li> <li>• <input type="radio"/> 4</li> </ul>
ПК-1	84	<p>Изотермическим является процесс:</p>

		 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> 1</li> <li>• <input type="radio"/> 2</li> <li>• <input type="radio"/> 3</li> <li>• <input type="radio"/> 4</li> </ul>
ПК-1	85	<p>Адиабатным является процесс:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> 1</li> <li>• <input type="radio"/> 2</li> <li>• <input type="radio"/> 3</li> <li>• <input type="radio"/> 4</li> </ul>
ПК-1	86	<p>Насыщенный пар, в котором отсутствуют взвешенные частицы жидкой фазы, называют:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -сухим насыщенным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -перегретым паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным перегретым паром</li> </ul>
ПК-1	87	<p>Пар, температура которого превышает температуру насыщенного пара того же давления, называют:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -сухим насыщенным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -перегретым паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным перегретым паром</li> </ul>

ПК-1	88	<p>Двухфазная смесь, представляющая собой пар со взвешенными в нем каплями жидкости, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -сухим насыщенным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным насыщенным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -перегретым паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным перегретым паром</li> </ul>
ПК-1	89	<p>Степень сухости пара называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -массовая доля сухого насыщенного пара во влажном паре</li> <li>• <input type="radio"/> -массовая доля перегретого пара во влажном паре</li> <li>• <input type="radio"/> -массовая доля влажного насыщенного пара в сухом паре</li> <li>• <input type="radio"/> -массовая доля сухого насыщенного пара в перегретом паре</li> </ul>
ПК-1	90	<p>Количество теплоты в процессе 1-2 равно 500 Дж/кг. Чему равна <a href="#">энтропия</a> в точке 2?</p>  <p style="text-align: center;"><math>T, K</math></p> <p style="text-align: center;"><math>S, Дж/(кг К)</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> 7,5 Дж/(кг К)</li> <li>• <input type="radio"/> 20 Дж/(кг К)</li> <li>• <input type="radio"/> 0 Дж/(кг К)</li> <li>• <input type="radio"/> 6 Дж/(кг К)</li> </ul>
ПК-1	91	<p>Процесс 1-2 изображенный на рисунке, это:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - изохорный процесс водяного пара</li> <li>• <input type="radio"/> - изобарный процесс водяного пара</li> <li>• <input type="radio"/> - изотермический процесс водяного пара</li> <li>• <input type="radio"/> - адиабатный процесс водяного пара</li> </ul>



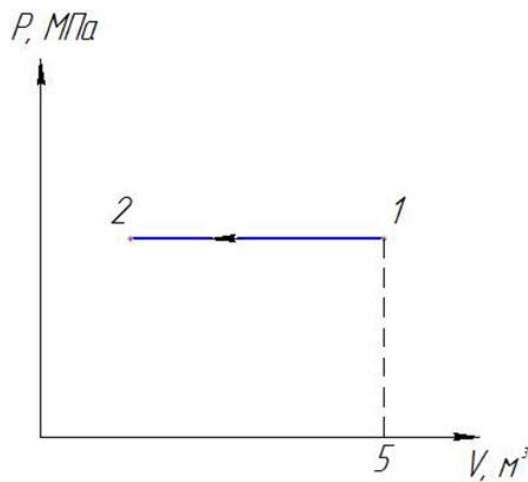
ПК-1	92	<p>Процесс 1-2 изображенный на рисунке, это:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> - изохорный процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - изобарный процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - изотермический процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - адиабатный процесс водяного пара</li> </ul>
ПК-1	93	<p>Процесс 1-2 изображенный на рисунке, это:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> - изохорный процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - изобарный процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - изотермический процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - адиабатный процесс водяного пара</li> </ul>
ПК-1	94	<p>Процесс 1-2 изображенный на рисунке, это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> - изохорный процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - изобарный процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - изотермический процесс водяного пара</li> <li><input type="radio"/> - адиабатный процесс водяного пара</li> </ul>



ПК-1

95

Чему равен объем газа в точке 2 процесса 1-2, если  $T_1 = 1000\text{K}$ ,  $T_2 = 200\text{K}$ ,  $V_1 = 5\text{м}^3$ :

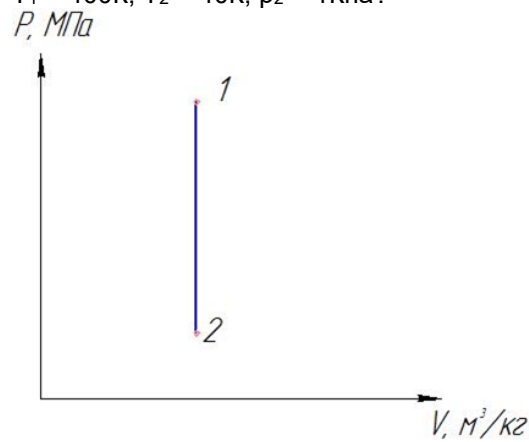


- 100м3
- 10м3
- 1м3
- 20м3

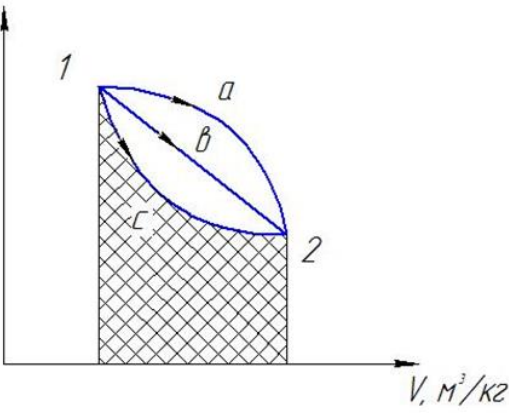
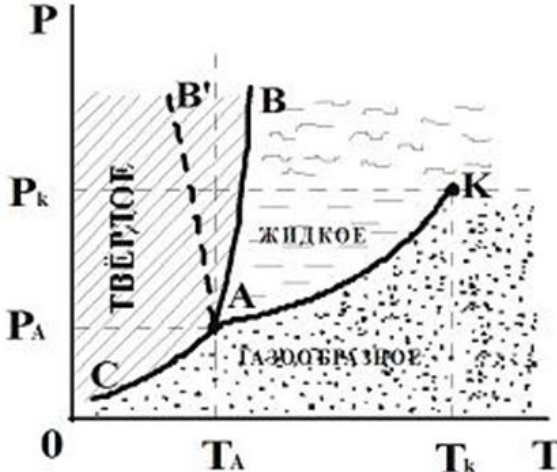
ПК-1

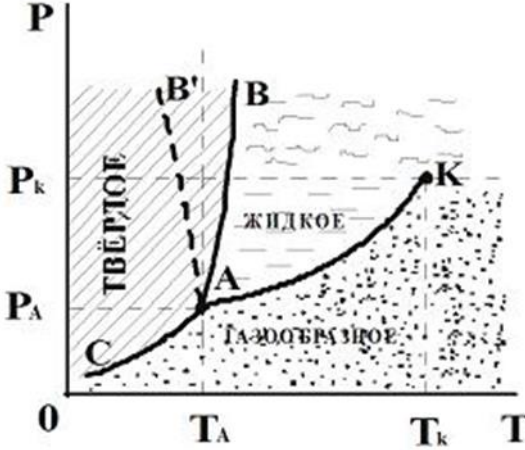
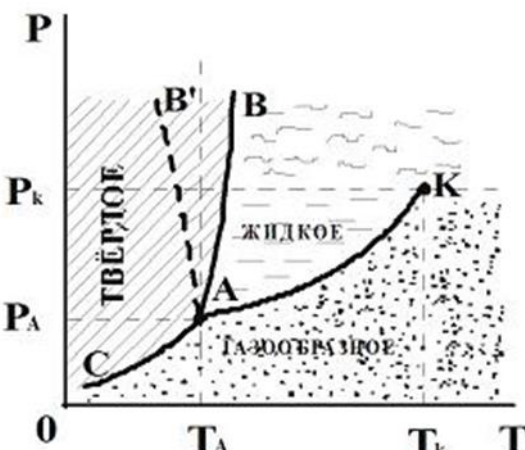
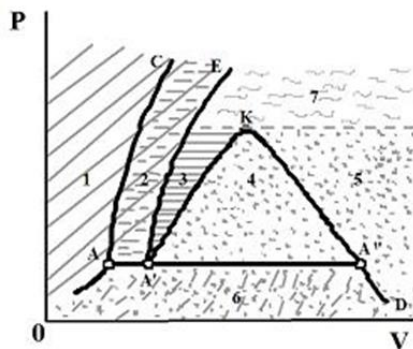
96

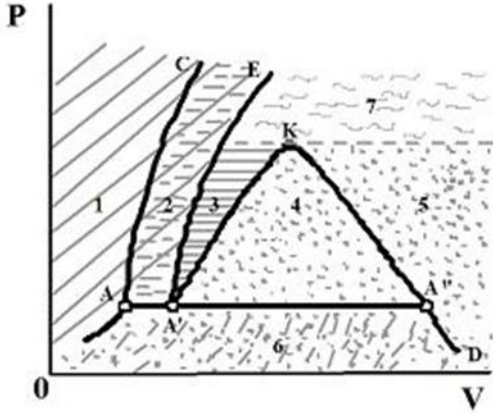
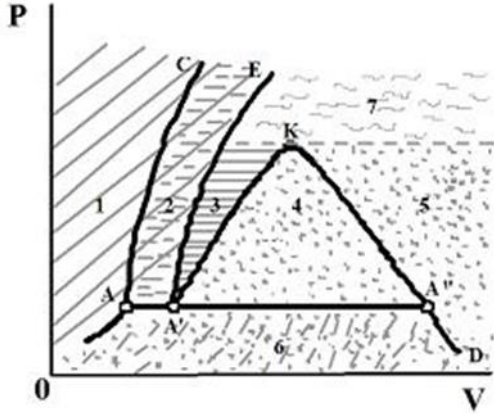
Чему равно давление в точке 1 процесса 1-2, изображенного на рисунке, если  $T_1 = 400\text{K}$ ,  $T_2 = 40\text{K}$ ,  $p_2 = 1\text{Кпа}$ ?

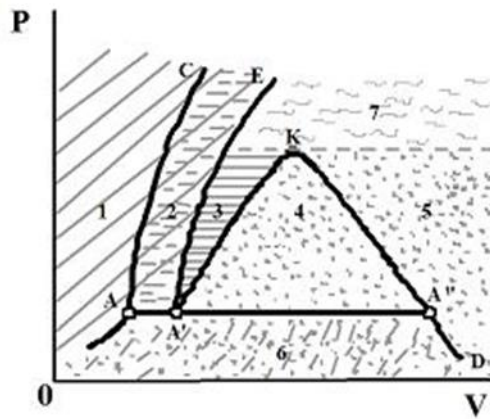


- 10 Кпа
- 100 Кпа
- 100 Мпа
- 10 Мпа

ПК-1	97	<p>Площадь под линией процесса 1-с-2 является:</p> <p><math>P, \text{МПа}</math></p>  <p><math>V, \text{м}^3/\text{кг}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - работой расширения</li> <li>• <input type="radio"/> - изменением внутренней энергии</li> <li>• <input type="radio"/> - количеством теплоты</li> <li>• <input type="radio"/> - работой сжатия</li> </ul>
ПК-3	98	<p>Соплом называют устройство, предназначенное для преобразования внутренней энергии сжатого газа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> в кинетическую энергию струи</li> <li>• <input type="radio"/> в потенциальную энергию струи</li> <li>• <input type="radio"/> в кинетическую и потенциальную энергию струи</li> </ul>
ПК-3	99	<p>В соплах происходит расширение газа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> с уменьшением давления (<math>dp &lt; 0</math>) и увеличением скорости</li> <li>• <input type="radio"/> с уменьшением давления (<math>dp &lt; 0</math>) и уменьшением скорости.</li> <li>• <input type="radio"/> с увеличением давления (<math>dp &gt; 0</math>) и увеличением скорости.</li> <li>• <input type="radio"/> с увеличением давления (<math>dp &gt; 0</math>) и уменьшением скорости.</li> </ul>
ПК-1	100	<p>Располагая фазовой <math>pT</math>- диаграммой , по линии AC, можно определить давления или температуры:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> при сублимации и десублимации</li> <li>• <input type="radio"/> при плавлении и затвердевании</li> <li>• <input type="radio"/> при кипении и конденсации</li> </ul>

ПК-1	101	<p>Располагая фазовой <math>pT</math>- диаграммой, по линии АВ можно определить давления или температуры:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> при сублимации и десублимации</li> <li>• <input type="radio"/> при плавлении и затвердевании</li> <li>• <input type="radio"/> при кипении и конденсации</li> </ul>
ПК-1	102	<p>Располагая фазовой <math>pT</math>- диаграммой, по линии АК можно определить давления или температуры:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> при сублимации и десублимации</li> <li>• <input type="radio"/> при плавлении и затвердевании</li> <li>• <input type="radio"/> при кипении и конденсации</li> </ul>
ПК-1	103	<p>На фазовой <math>p-v</math> диаграмме, область обозначенная цифрой 1, соответствует:</p> 

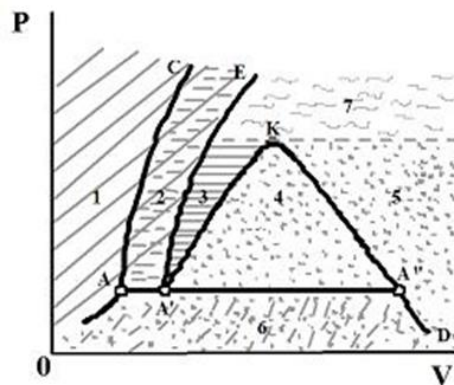
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> твёрдому состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> жидкому состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> газообразному состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> надкритическому состоянию</li> </ul>
ПК-1	104	<p>На фазовой р-ν диаграмме, область обозначенная цифрой 3, соответствует:</p>  <p>The diagram shows a pressure-volume (P-ν) phase diagram with regions 1 through 7. Region 1 is the solid phase (diagonal hatching), region 2 is the liquid phase (horizontal hatching), region 3 is the gas phase (dotted pattern), region 4 is the supercritical fluid phase (cross-hatching), region 5 is the solid phase (diagonal hatching), region 6 is the liquid phase (horizontal hatching), and region 7 is the gas phase (dotted pattern). The critical point is labeled K, and the triple point is labeled A. Other points labeled include C, E, A', and D. The axes are labeled P and ν, with the origin 0.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> твёрдому состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> жидкому состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> газообразному состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> надкритическому состоянию</li> </ul>
ПК-1	105	<p>На фазовой р-ν диаграмме, область обозначенная цифрой 5, соответствует:</p>  <p>The diagram is identical to the one in question 104, showing a pressure-volume (P-ν) phase diagram with regions 1 through 7. Region 1 is the solid phase (diagonal hatching), region 2 is the liquid phase (horizontal hatching), region 3 is the gas phase (dotted pattern), region 4 is the supercritical fluid phase (cross-hatching), region 5 is the solid phase (diagonal hatching), region 6 is the liquid phase (horizontal hatching), and region 7 is the gas phase (dotted pattern). The critical point is labeled K, and the triple point is labeled A. Other points labeled include C, E, A', and D. The axes are labeled P and ν, with the origin 0.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> твёрдому состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> жидкому состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> газообразному состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> надкритическому состоянию</li> </ul>
ПК-1	106	<p>На фазовой р-ν диаграмме, область обозначенная цифрой 7, соответствует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> твёрдому состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> жидкому состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> газообразному состоянию</li> <li>• <input type="radio"/> надкритическому состоянию</li> </ul>



ПК-1

107

На фазовой p-v диаграмме, область обозначенная цифрой 2, соответствует следующему состоянию вещества:

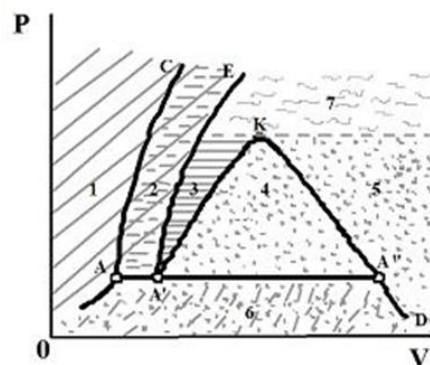


- твёрдое + жидкое
- жидкое + газообразное
- твёрдое + газообразное
- надкритическому состоянию

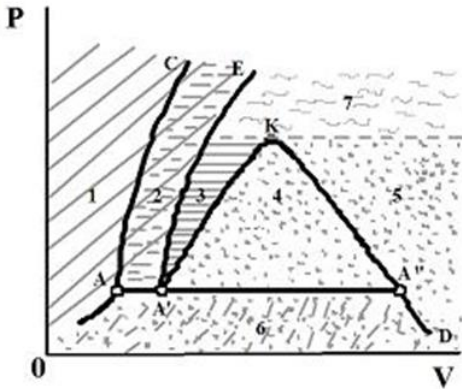
ПК-1

108

На фазовой p-v диаграмме, область обозначенная цифрой 4, соответствует следующему состоянию вещества:



- твёрдое + жидкое
- жидкое + газообразное
- твёрдое + газообразное
- надкритическому состоянию

ПК-1	109	<p>На фазовой p-v диаграмме, область обозначенная цифрой 6, соответствует следующему состоянию вещества:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> твёрдое + жидкое</li> <li>• <input type="radio"/> жидкое + газообразное</li> <li>• <input type="radio"/> твёрдое + газообразное</li> <li>• <input type="radio"/> надкритическому состоянию</li> </ul>
ПК-1	110	<p>Эти выражения справедливы для:</p> $c_n = c_v, n = \pm\infty;$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	111	<p>Эти выражения справедливы для:</p> $c_n = c_p, n = 0$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	112	<p>Эти выражения справедливы для:</p> $c_n = \infty, n = \lim_{c_n \rightarrow \infty} \frac{c_n - c_p}{c_n - c_v} = 1$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	113	<p>Эти выражения справедливы для:</p> $c_n = 0, n = k.$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	114	<p>Это выражение справедливо для:</p> $q = c_p (T_2 - T_1);$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	115	<p>Это выражение справедливо для:</p> $q = c_v (T_2 - T_1).$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	116	<p>Это выражение справедливо для:</p> $q = l = \int_{v_1}^{v_2} p dv = \int_{v_1}^{v_2} \frac{R \cdot T}{v} dv = R \cdot T \cdot \ln(v_2 / v_1);$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	117	<p>Это выражение справедливо для:</p> $l = p(v_2 - v_1);$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	118	<p>Эти выражения справедливы для:</p> $u_2 - u_1 = 0; \quad i_2 - i_1 = 0.$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	119	<p>Это выражение справедливо для:</p> $i_2 - i_1 = u_2 - u_1 + p(v_2 - v_1) = c_p (T_2 - T_1) = q;$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-3	120	<p>Это выражение справедливо для:</p> $u_2 - u_1 = -l = \frac{R}{k-1}(T_2 - T_1);$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-3	121	<p>Это выражение справедливо для:</p> $i_2 - i_1 = \left(\frac{R}{k-1} + R\right)(T_2 - T_1) = \frac{kR}{k-1}(T_2 - T_1);$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
ПК-1	122	<p>Это выражение справедливо для:</p> $l = \frac{R}{n-1}(T_1 - T_2) = (c_v - c_n)(T_1 - T_2)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> политропного процесса</li> </ul>
Основаы теплопередачи		
ПК-1	123	<p>Теплота может распространяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> только в веществах</li> <li>• <input type="radio"/> - в любых веществах и даже через вакуум</li> <li>• <input type="radio"/> - только через вакуум</li> </ul>
ПК-1	124	<p>Существуют способы передачи теплоты...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> теплопроводность, конвенция и излучение</li> <li>• <input type="radio"/> теплоотдача и излучение</li> <li>• <input type="radio"/> теплопередача и конвенция</li> </ul>
ПК-1	125	<p>Теплопроводность это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты в веществах микрочастицами</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты микрообъёмами</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты электромагнитными волнами</li> </ul>
ПК-1	126	<p>Конвенция это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты при помощи микрочастиц</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты вместе с макроскопическими объёмами вещества</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты при помощи волн</li> </ul>
ПК-1	127	<p>Излучение это...</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> перенос теплоты при помощи электромагнитных волн</li> <li><input type="radio"/> перенос теплоты микрочастицами</li> <li><input type="radio"/> перенос теплоты макрообъёмами</li> </ul>
ПК-3	128	<p>Температурное поле это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> совокупность значений температур во всех точках тела в данный момент времени</li> <li><input type="radio"/> совокупность значений температуры во всех точках тела</li> <li><input type="radio"/> совокупность значений температуры в данной точке тело в данный момент времени</li> </ul>
ПК-1	129	<p>Изотермическая поверхность это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> поверхность, на которой температура одинакова</li> <li><input type="radio"/> геометрическое место точек, температура в которых одинакова</li> <li><input type="radio"/> геометрическое место точек, температура в которых имеет своё значение</li> </ul>
ПК-1	130	<p>Формулировка закона Фурье</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью пропорционален градиенту температуры</li> <li><input type="radio"/> вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью равен градиенту температуры</li> <li><input type="radio"/> вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью обратно пропорционален градиенту температуры</li> </ul>
ПК-1	131	<p>Коэффициент теплопроводности...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> характеризует способность данного вещества проводить теплоту</li> <li><input type="radio"/> характеризует способность данного вещества пропускать через себя тепловое излучение</li> <li><input type="radio"/> характеризует состояние поверхности вещества</li> </ul>
ПК-1	132	<p>Коэффициент теплопроводности зависит...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> только от материала</li> <li><input type="radio"/> от материала, температуры, давления, пористости, влажности, состояния поверхности</li> <li><input type="radio"/> от температуры</li> </ul>
ПК3	133	<p>На рисунке изображен</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> прямоточный теплообменник</li> <li><input type="radio"/> противоточный теплообменник</li> <li><input type="radio"/> перекрестный теплообменник</li> </ul>
ПК-1	134	<p>Математически температурное поле в общем виде описывается уравнением...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>t = f(x, y, z, )</math></li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>t = f(x)</math></li> <li><input type="radio"/> <math>t = f(x, y, z)</math></li> </ul>
ПК-1	135	<p>Основной закон теплопроводности...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>q = -\lambda \cdot \text{grad}(t)</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>q = u + l</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>q = TdS</math></li> </ul>
ПК-1	136	<p>Градиент температуры для плоской стенки...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>\text{grad}(t) = dt/dx</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>\text{grad } t = q/\lambda</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>\text{grad } t = dt/\lambda</math></li> </ul>
ПК-1	137	<p>Плотность теплового потока через плоскую стенку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>q = (t_{c1} - t_{c2}) \cdot \lambda / \delta</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>q = (t_{c1} - t_{c2}) \cdot \lambda / R</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>q = -\lambda \text{grad } t</math></li> </ul>
ПК-1	138	<p>Тепловая проводимость...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>(\lambda \cdot F) / \delta</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>\delta / (\lambda \cdot F)</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>TdS</math></li> </ul>
ПК-1	139	<p>Термическое сопротивление стенки...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>\delta / (\lambda \cdot F)</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>(\lambda \cdot F) / \delta</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>TdS</math></li> </ul>
ПК-1	140	<p>Термическое сопротивление цилиндрической стенки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>(1 / (2\pi \cdot \lambda \cdot l)) \ln(d_2/d_1)</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>\delta / \lambda \cdot F</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>(\lambda \cdot F) / \delta</math></li> </ul>
ПК-1	141	<p>Уравнение для расчёта теплового потока через цилиндрическую стенку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>Q = (t_{c1} - t_{c2}) / ((1 / (2\pi \cdot \lambda \cdot l)) \ln(d_2/d_1))</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Q = (t_{c1} - t_{c2}) / R</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>q = (t_{c1} - t_{c2}) / \delta</math></li> </ul>
ПК-1	142	<p>Формула расчета теплового потока через плоскую стенку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>Q = \lambda \cdot F \cdot (t_{c1} - t_{c2}) / \delta</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Q = U + L</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Q = \alpha \cdot F \cdot (t_{c1} - t_{c2})</math></li> </ul>
ПК-1	143	<p>Градиент температуры для цилиндрической стенки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>\text{grad } t = dt/dx</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>\text{grad } t = dt/dr</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>\text{grad } t = -(q/\lambda)</math></li> </ul>
ПК-1	144	<p>Процесс теплообмена между поверхностью твёрдого тела и жидкостью называют...</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> теплопроводностью</li> <li>• <input type="radio"/> излучением</li> <li>• <input type="radio"/> термическим сопротивлением</li> <li>• <input type="radio"/> теплоотдачей</li> </ul>
ПК-1	145	<p>Теплоотдача это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> процесс теплообмена между поверхностью твёрдого тела и жидкостью</li> <li>• <input type="radio"/> процесс теплообмена между поверхностями твёрдого тела</li> <li>• <input type="radio"/> процесс теплообмена внутри жидкости</li> </ul>
ПК-3	146	<p>Уравнение Ньютона-Рихмана для теплоотдачи имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>Q = \alpha \cdot F \cdot  t_c - t_{ж} </math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Q = U \cdot L</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>q = -\lambda \text{grad } t</math></li> </ul>
ПК-1	147	<p>Коэффициент теплоотдачи...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> характеризует интенсивность процесса теплоотдачи</li> <li>• <input type="radio"/> характеризует способность тела проводить тепло</li> <li>• <input type="radio"/> характеризует свойства тела</li> </ul>
ПК-1	148	<p>Коэффициент теплоотдачи зависит...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> от физических свойств жидкости (газа) и характере её движения</li> <li>• <input type="radio"/> от температуры</li> <li>• <input type="radio"/> от рода рабочего тела</li> </ul>
ПК-1	149	<p>Различают конвекцию...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> естественную и вынужденную</li> <li>• <input type="radio"/> естественную и свободную</li> <li>• <input type="radio"/> ограниченную и объёмную</li> </ul>
ПК-3	150	<p>Естественная конвекция возникает...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> за счет теплового расширения жидкости, нагретой около теплоотдающей поверхности</li> <li>• <input type="radio"/> за счет внешнего источника воздействия на рабочее тело (вентилятора, насоса...)</li> <li>• <input type="radio"/> из-за перепада давления жидкости около теплоотдающей поверхности</li> </ul>
ПК-3	151	<p>Вынужденная конвекция...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> возникает в результате внешнего воздействия, причем в результате это воздействия создаётся перепад давления, являющийся движущей силой</li> <li>• <input type="radio"/> возникает в результате разности температур</li> <li>• <input type="radio"/> возникает самопроизвольно</li> </ul>
ПК-3	152	<p>Критерий Нуссельта ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> представляет собой безразмерный коэффициент теплоотдачи</li> <li>• <input type="radio"/> является табличной величиной для данного рабочего тела</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> характеризует скорость движения жидкости</li> </ul>
ПК-1	153	<p>Критерий Рейнольда...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> выражает отношение сил инерции к силам вязкого трения</li> <li><input type="radio"/> является теплофизической константой</li> <li><input type="radio"/> выражает отношение подъёмной силы к скоростному напору</li> </ul>
ПК-1	154	<p>Критерий Прандтля...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> характеризует теплофизические свойства вещества и является теплофизической константой</li> <li><input type="radio"/> является безразмерным коэффициентом теплоотдачи</li> <li><input type="radio"/> характеризует режим движения жидкости</li> </ul>
ПК-1	155	<p>Критерий Грасгофа...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> характеризует отношение подъёмной силы, возникающей вследствие теплового расширения жидкости, к силам вязкости</li> <li><input type="radio"/> характеризует отношение скоростного напора к силам вязкости</li> <li><input type="radio"/> является безразмерным коэффициентом теплоотдачи</li> </ul>
ПК-3	156	<p>Различают режимы движения жидкости...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> ламинарный и турбулентный</li> <li><input type="radio"/> естественный и вынужденный</li> <li><input type="radio"/> переходный и установившийся</li> </ul>
ПК-1	157	<p>Критерий Нуссельта...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>Nu = (\alpha \cdot l) / \lambda</math></li> <li><input type="radio"/> <math>Nu = (\omega \cdot l) / \nu</math></li> <li><input type="radio"/> <math>Nu = (c \cdot \rho \cdot \nu) / \lambda</math></li> </ul>
ПК-1	158	<p>Критерий Рейнольдса...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>Re = (\alpha \cdot l) / \lambda</math></li> <li><input type="radio"/> <math>Re = (\omega \cdot l) / \nu</math></li> <li><input type="radio"/> <math>Re = (c \cdot \rho \cdot \nu) / \lambda</math></li> </ul>
ПК-1	159	<p>Критерий Прандтля...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>Pr = (\alpha \cdot l) / \lambda</math></li> <li><input type="radio"/> <math>Pr = (\omega \cdot l) / \nu</math></li> <li><input type="radio"/> <math>Pr = (c \cdot \rho \cdot \nu) / \lambda</math></li> </ul>
ПК-1	160	<p>Критерий, определяемый уравнением</p> $Gr = g\beta(t_c - t_{ж}) \frac{l^3}{\nu^2}$ <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> является критерием Нуссельта</li> <li><input type="radio"/> является критерием Рейнольдса</li> <li><input type="radio"/> является критерием Прандтля</li> <li><input type="radio"/> является критерием Грасгофа</li> </ul>
ПК-3	161	<p>Различают режимы кипения жидкости...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> пузырьковый и плёночный</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> капельный и плёночный</li> <li>• <input type="radio"/> пузырьковый и капельный</li> </ul>
ПК-3	162	<p>Различают конденсацию...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> пузырьковую и плёночную</li> <li>• <input type="radio"/> капельную и плёночную</li> <li>• <input type="radio"/> пузырьковую и капельную</li> </ul>
ПК-	163	<p>Пар конденсируется на поверхности...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> температура, которой ниже температуры насыщения</li> <li>• <input type="radio"/> температура, которой выше температуры насыщения</li> <li>• <input type="radio"/> температура, которой равна температуры насыщения</li> </ul>
ПК-1	164	<p>Процесс превращения внутренней энергии тел в энергию электромагнитных колебаний называется...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> теплопроводностью</li> <li>• <input type="radio"/> конвекцией</li> <li>• <input type="radio"/> тепловым излучением</li> </ul>
ПК1	165	<p>Тепловое излучение, как процесс распространения энергии вещества характеризуется...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> длиной волн и частотой колебания</li> <li>• <input type="radio"/> температурой тела</li> <li>• <input type="radio"/> природой тела</li> </ul>
ПК-3	166	<p>Основное количество тепловой энергии излучается при длине волны...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>\lambda=0,8-80\text{мкм}</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>\lambda=0,4-0,8\text{мкм}</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>\lambda=90\text{мкм}</math></li> </ul>
ПК-3	167	<p>Сумма потоков собственного и отраженного телом излучения называется его:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> эффективным излучением</li> <li>• <input type="radio"/> селективным излучением</li> <li>• <input type="radio"/> инфракрасным излучением</li> </ul>
ПК-1	168	<p>Это закон:</p> $\lambda_m = \frac{2,898}{(T \cdot 10^3)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> Вина</li> <li>• <input type="radio"/> Киргофа</li> <li>• <input type="radio"/> Стефана-Больцмана</li> <li>• <input type="radio"/> Планка</li> </ul>
ПК-1	169	<p>Это закон:</p> $E_0 = \sigma_0 T^4$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> Вина</li> </ul>

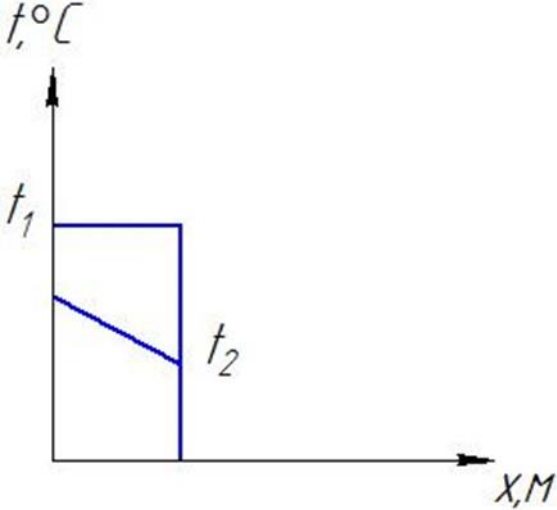
		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Киргофа</li> <li><input type="radio"/> Стефана-Больцмана</li> <li><input type="radio"/> Планка</li> </ul>
ПК-1	170	<p>Это закон:</p> $\varepsilon = A$ <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Вина</li> <li><input type="radio"/> Киргофа</li> <li><input type="radio"/> Стефана-Больцмана</li> <li><input type="radio"/> Планка</li> </ul>
ПК-1	171	<p>Этим уравнением определяется:</p> $\varepsilon = \frac{E}{E_0}$ <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> степень черноты тела</li> <li><input type="radio"/> коэффициент поглощения</li> <li><input type="radio"/> коэффициент отражения</li> <li><input type="radio"/> коэффициент пропускания</li> </ul>
ПК-1	172	<p>Этим уравнением определяется:</p> $\varepsilon_{np} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1}$ <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> приведенная степень черноты системы тел</li> <li><input type="radio"/> коэффициент поглощения</li> <li><input type="radio"/> коэффициент отражения</li> <li><input type="radio"/> коэффициент пропускания</li> </ul>
ПК-3	173	<p>Для защиты от теплового излучения применяют экраны, которые...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> отражают энергию излучения</li> <li><input type="radio"/> поглощают энергию излучения</li> <li><input type="radio"/> пропускают энергию излучения</li> </ul>
ПК-1	174	<p>Тело, поглощающее все падающее на него излучение, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> абсолютно черным</li> <li><input type="radio"/> абсолютно белым</li> <li><input type="radio"/> абсолютно прозрачным</li> <li><input type="radio"/> серым</li> </ul>
ПК-1	175	<p>Тело, отражающее все падающее на него излучение, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> абсолютно черным</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> абсолютно белым</li> <li><input type="radio"/> абсолютно прозрачным</li> <li><input type="radio"/> серым</li> </ul>
ПК-1	176	<p>Тело, пропускающее сквозь себя все падающее на него излучение, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> абсолютно черным</li> <li><input type="radio"/> абсолютно белым</li> <li><input type="radio"/> абсолютно прозрачным</li> <li><input type="radio"/> серым</li> </ul>
ПК-1	177	<p>Тела, для которых коэффициент поглощения <math>A &lt; 1</math> и не зависит от длины падающего излучения, называются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> абсолютно черными</li> <li><input type="radio"/> абсолютно белыми</li> <li><input type="radio"/> абсолютно прозрачными</li> <li><input type="radio"/> серыми</li> </ul>
ПК-1	178	<p>Это закон:</p> $E = C \left( \frac{T}{100} \right)^4$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вина</li> <li>• Киргофа</li> <li>• Стефана-Больцмана для реального тела</li> <li>• Планка</li> </ul>
ПК-1	179	<p>Поверхностная плотность потока интегрального излучения абсолютно чёрного тела в зависимости от его температуры описывается законом...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Стефана-Больцмана</li> <li>• Вина</li> <li>• Киргофа</li> <li>• Планка</li> </ul>
ПК-1	180	<p>Эта формула определяет:</p> $C = \epsilon \cdot C_0$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• коэффициент излучения реального тела</li> <li>• коэффициент поглощения реального тела</li> <li>• коэффициент пропускания реального тела</li> <li>• коэффициент отражения реального тела</li> </ul>
ПК-3	181	<p>Если теплота от одного теплоносителя к другому передается через разделяющую их стенку, то теплообменник называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• тепловой трубой</li> <li>• регенеративный</li> <li>• смешительный</li> <li>• рекуперативный</li> </ul>
ПК-3	182	<p>Если передача тепла от горячего носителя к холодному осуществляется за счет смешения обоих теплоносителей, то такой теплообменник называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• тепловой трубой</li> <li>• регенеративный</li> </ul>



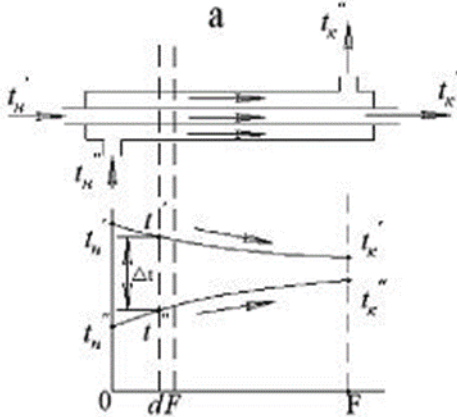
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• смешительный</li> <li>• рекуперативный</li> </ul>
ПК-1	183	<p>Для интенсификации теплопередачи надо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• либо увеличить перепад температур между теплоносителями, либо уменьшить термическое сопротивление теплопередачи</li> <li>• уменьшить термическое сопротивление стенки</li> <li>• увеличить скорость течения одного из теплоносителя</li> </ul>
ПК1	184	<p>Распределение температуры по радиусу цилиндрической стенки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• подчиняется логарифмическому закону</li> <li>• зависимость температуры от координаты линейна</li> <li>• не зависит от формы стенки</li> </ul>
ПК-3	185	<p>Теплоизоляторы это материалы...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• имеющие низкий коэффициент теплопроводности</li> <li>• имеющие высокий коэффициент теплопроводности</li> <li>• отражающие тепловое излучение</li> </ul>
ПК-1	186	<p>По этой формуле рассчитывается:</p> $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• коэффициент теплопередачи</li> <li>• коэффициент теплоотдачи</li> <li>• коэффициент теплопроводности</li> </ul>
ПК-1	187	<p>По этой формуле рассчитывается:</p> $R_\alpha = \frac{1}{\alpha F}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• термическое сопротивление теплоотдачи</li> <li>• термическое сопротивление теплопроводности</li> <li>• термическое сопротивление теплопередачи</li> </ul>
ПК-1	188	<p>По этой формуле рассчитывается:</p> $R_k = R_{\alpha_1} + R_\lambda + R_{\alpha_2}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• термическое сопротивление теплоотдачи</li> <li>• термическое сопротивление теплопроводности</li> <li>• термическое сопротивление теплопередачи</li> </ul>
ПК-1	189	<p>В уравнении теплового баланса теплообменника параметр, обозначенный <math>\eta</math>, соответствует:</p> $\eta \cdot m_1 \cdot (c'_{p1} \cdot t'_1 - c''_{p1} \cdot t''_1) = m_2 \cdot (c''_{p2} \cdot t''_2 - c'_{p2} \cdot t'_2)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• абсолютному КПД</li> <li>• внутреннему относительному КПД</li> <li>• КПД теплообменника</li> <li>• термическому КПД</li> </ul>
ПК-1	190	<p>Если <math>m_1 = 10 \text{ кг/с}</math>, <math>c_{p1}' = c_{p1}'' = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}</math>, <math>t_1'' = 70^\circ\text{C}</math>, <math>t_1' = 80^\circ\text{C}</math>, то тепловой поток, отдаваемый горячим теплоносителем, будет равен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Q = 420 \text{ кВт}</math></li> <li>• <math>q = 420 \text{ кДж/кг}</math></li> <li>• <math>Q = 420 \text{ кДж}</math></li> <li>• <math>Q = 420 \text{ Вт}</math></li> </ul>
ПК-1	191	<p><math>\lambda_1 = 50 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}</math>, <math>\lambda_2 = 30 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}</math>. Плотность теплового потока равна:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 160 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 160 Вт/м<sup>2</sup></li> <li>• 160000 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 16000 Вт/м<sup>2</sup></li> </ul>
ПК-1	192	<p>Считая, что <math>E_1 = E_2</math>, интегральный коэффициент излучения (степень черноты) второго тела <math>\epsilon_2</math>, равен:</p> <p><math>T_1 = 1000 \text{ K}</math></p> <p>① <math>\epsilon_1 = 0,81</math></p> <p>② <math>T_2 = 300 \text{ K}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1</li> <li>• 0,01</li> <li>• 0,05</li> <li>• 0,5</li> </ul>
ПК-1	193	<p>Коэффициенты отражения и пропускания равны соответственно <math>R = 0,001</math> и <math>D = 0,005</math>. Тело обладает свойствами близкими к...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• абсолютно черному</li> <li>• абсолютно прозрачному и абсолютно белому</li> <li>• абсолютно белому</li> <li>• абсолютно прозрачному</li> </ul>
ПК-1	194	<p><math>O_2</math> и <math>N_2</math>...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обладают значительной излучательной и поглощательной способностью</li> <li>• обладают значительной излучательной способностью</li> <li>• обладают значительной поглощательной способностью</li> <li>• прозрачны для теплового излучения</li> </ul>
ПК-1	195	<p>Поверхностная плотность потока интегрального излучения абсолютно черного тела <math>E_0 = 5,67 \cdot 10^5</math>. Степень черноты серого тела <math>\epsilon = 0,1</math>. Поверхностная плотность потока интегрального излучения серого тела равна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>5,77 \cdot 100000</math></li> <li>• 5,67</li> <li>• <math>5,67 \cdot 1000000</math></li> <li>• <math>5,67 \cdot 10000</math></li> </ul>
ПК-1	196	<p>При расчете теплоотдачи внутри трубы за определяющий размер принимается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• длина трубы</li> <li>• внутренний диаметр трубы</li> <li>• внешний диаметр трубы</li> <li>• толщина стенки</li> </ul>
ПК-1	197	<p>Коэффициент теплопроводности твердого тела для рассматриваемого случая:</p>

		 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\lambda_1 &gt; \lambda_2</math></li> <li>• <math>\lambda_1 &lt; \lambda_2</math></li> <li>• <math>\lambda = \text{const}</math></li> </ul>										
ПК-1	198	<p>Нуж = 10, <math>\alpha = 60 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math>, <math>d = 0,1 \text{ м}</math>. Определяющая температура равна:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>t, ^\circ\text{C}</math></th> <th><math>\lambda, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0,63</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,66</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0</li> <li>• 40</li> <li>• 20</li> <li>• 60</li> </ul>	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	0	0,55	20	0,6	40	0,63	60	0,66
$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$											
0	0,55											
20	0,6											
40	0,63											
60	0,66											
ПК-3	199	<p>Для углеродистых сталей коэффициент теплопроводности <math>\lambda</math> [Вт/(м·К)] примерно равен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 400</li> <li>• 50</li> <li>• 0,6</li> <li>• 0,025</li> </ul>										
ПК-1	200	<p>По этой формуле определяется термическое сопротивление:</p> $R = \sum_{i=1}^3 \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• трехслойной однородной плоской стенки</li> <li>• трехслойной однородной цилиндрической стенки</li> <li>• двухслойной однородной плоской стенки</li> <li>• двухслойной однородной цилиндрической стенки</li> </ul>										
ПК-3	201	<p>Наибольшим коэффициентом теплопроводности обладают...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• чистые металлы</li> <li>• чистые газы</li> <li>• чистые жидкости</li> </ul>										
ПК-3	202	<p>Не излучает и не поглощает лучистую энергию:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• углекислый газ и вода</li> <li>• этиловый спирт и вода</li> <li>• аммиак и вода</li> <li>• аргон и азот</li> </ul>										
ПК-1	203	<p>Направление вектора градиента температуры обозначено цифрой:</p>										

		<p>• 1 • 2 • 3 • 4</p>
ПК-1	204	<p>Направление теплового потока обозначено цифрой:</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4</p>
ПК-1	205	<p>Коэффициент теплоотдачи <math>\alpha = 100 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math>, температура стенки <math>t_c = 80^\circ\text{С}</math>, температура жидкости <math>t_{ж} = 70^\circ\text{С}</math>. Плотность теплового потока равна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math></li> <li>• <math>10000 \text{ Вт}/\text{м}^2</math></li> <li>• <math>1000 \text{ Вт}/\text{м}^2</math></li> <li>• <math>10000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math></li> </ul>
ПК-1	206	<p>Тело называют абсолютно белым, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>A=R=D</math></li> <li>• <math>A=D=0</math></li> <li>• <math>A=0</math></li> <li>• <math>D=0</math></li> </ul>
ПК-1	207	<p>Это уравнение называется дифференциальным уравнением для ..... нестационарного температурного поля:</p>

		$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• одномерного</li> <li>• двухмерного</li> <li>• трехмерного</li> </ul>
ПК-1	208	<p>Коэффициент а, входящий в это уравнение называется :</p> $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• коэффициентом температуропроводности</li> <li>• коэффициентом теплоотдачи</li> <li>• коэффициентом теплопроводности</li> <li>• коэффициентом теплопередачи</li> </ul>
ПК-1	209	<p>Граничное условие первого рода задается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• распределением температуры на поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• плотностью теплового потока в каждой точке поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• температурой среды, окружающей тело, и законом теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой</li> </ul>
ПК-1	210	<p>Граничное условие второго рода задается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• распределением температуры на поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• плотностью теплового потока в каждой точке поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• температурой среды, окружающей тело, и законом теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой</li> </ul>
ПК-1	211	<p>Граничное условие третьего рода задается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• распределением температуры на поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• плотностью теплового потока в каждой точке поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• температурой среды, окружающей тело, и законом теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой</li> </ul>
ПК-1	212	<p><math>F_1 \gg F_2</math>. Приведенная степень черноты, определяемая по уравнению, равна:</p> $\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left( \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\varepsilon_{np} \approx \varepsilon_1</math></li> <li>• <math>\varepsilon_{np} \approx \varepsilon_2</math></li> <li>• <math>\varepsilon_{np} \approx 0</math></li> <li>• <math>\varepsilon_{np} \approx 1</math></li> </ul>
ПК-1	213	<p>В процессе теплообмена при течении жидкости внутри труб, коэффициент теплоотдачи <math>\alpha</math>, определяется из нижеприведенного уравнения при:</p> $Nu = 0.021 \varepsilon_L Re^{0.8} Pr^{0.43} (Pr/Pr_0)^{0.25},$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• турбулентном режиме течения, <math>Re &gt; 10000</math></li> <li>• ламинарном режиме течения, <math>0 &lt; Re &lt; 2300</math></li> <li>• переходном режиме течения, <math>2300 &lt; Re &lt; 10000</math></li> </ul>
ПК-3	214	<p>В процессе теплообмена при течении жидкости внутри труб, коэффициент теплоотдачи <math>\alpha</math>, определяется из нижеприведенного уравнения при:</p> $Nu = 0.15 \varepsilon_L Re^{0.33} Pr^{0.43} Gr^{0.1} (Pr/Pr_0)^{0.25}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• турбулентном режиме течения, <math>Re &gt; 10000</math></li> <li>• ламинарном режиме течения, <math>0 &lt; Re &lt; 2300</math></li> <li>• переходном режиме течения, <math>2300 &lt; Re &lt; 10000</math></li> </ul>
ПК-1	215	<p>В процессе теплообмена при течении жидкости внутри труб, коэффициент теп-</p>

		<p>коэффициент <math>\alpha</math>, приблизительно определяется из нижеприведенного уравнения при:</p> $Nu \approx 0.008 Re^{0.9} Pr^{0.43}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• турбулентном режиме течения, <math>Re &gt; 10000</math></li> <li>• ламинарном режиме течения, <math>0 &lt; Re &lt; 2300</math></li> <li>• переходном режиме течения, <math>2300 &lt; Re &lt; 10000</math></li> </ul>
ПК-1	216	<p>Ниже приведенная формула, это закон ...</p> $j_0 = c_1 / [\lambda^5 (e^{c_2 / \lambda T} - 1)]$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Планка</li> <li>• Вина</li> <li>• Киргофа</li> <li>• Стефана-Больцмана</li> </ul>
ПК-1	217	<p>Теплопроводность через плоскую стенку. Коэффициент теплопроводности <math>\lambda = 1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}</math>, толщина стенки <math>\delta = 100 \text{ мм}</math>, <math>t_1 = 500^\circ\text{C}</math>, <math>t_2 = 400^\circ\text{C}</math>. Чему равна плотность теплового потока через стенку?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1000 Вт/(м<sup>2</sup> •К)</li> <li>• 10000 Вт/м<sup>2</sup></li> <li>• 160000 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 16000 Вт/м<sup>2</sup></li> </ul>
ПК-3	218	<p>В каких теплообменных аппаратах, при прочих равных условиях, обеспечивается больший средний температурный напор:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямоточных</li> <li>• противоточных</li> </ul>
ПК3	219	<p>Для интенсификации теплопередачи оребряют ту поверхность стенки, теплоотдача от которой....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• менее интенсивна</li> <li>• более интенсивна</li> </ul>
ПК-3	220	<p>На рисунке изображен</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямоточный теплообменник</li> <li>• противоточный теплообменник</li> <li>• перекрестный теплообменник</li> </ul>
ПК-3	221	<p>На рисунке изображен</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• прямоточный теплообменник</li> <li>• противоточный теплообменник</li> <li>• перекрестный теплообменник</li> </ul>
ПК-1	222	<p>Цикл Карно состоит из:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• двух изотерм и двух изохор</li> <li>• двух изотерм и двух адиабат</li> <li>• двух изобар и двух изотерм</li> </ul>
ПК-3	223	<p>Проникновение воздуха в систему холодильной машины:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• уменьшает холодопроизводительность</li> <li>• увеличивает холодопроизводительность</li> <li>• не сказывается на холодопроизводительности</li> </ul>
ПК-3	224	<p>В непрямоточных компрессорах пары хладагента в течение всего процесса:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• движутся в одном направлении</li> <li>• меняют направление движения</li> <li>• движутся встречным потоком</li> </ul>
ПК-3	225	<p>Компрессоры многоступенчатого сжатия обеспечивают сжатие паров хладагента от давления всасывания до давления нагнетания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в одном цилиндре</li> <li>• одновременно в двух цилиндрах</li> <li>• последовательно в различных цилиндрах</li> </ul>
ПК-3	226	<p>Конденсатор – часть холодильной машины, в которой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• воздух охлаждается посредством кипящего хладагента</li> <li>• хладагент кипит за счет тепла, воспринимаемого от окружающей среды</li> <li>• осуществляется отвод тепла от хладагента путем изменения его агрегатного состояния</li> </ul>
ПК-3	227	<p>Испаритель – часть холодильной машины, в которой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществляется отвод тепла от хладагента путем изменения его агрегатного состояния</li> <li>• хладагент кипит за счет тепла, воспринимаемого от окружающей среды</li> <li>• воздух охлаждается посредством кипящего хладагента</li> </ul>
ПК-3	228	<p>Воздухоохладитель – часть холодильной машины, в которой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• хладагент кипит за счет тепла, воспринимаемого от окружающей среды</li> <li>• воздух охлаждается посредством кипящего хладагента</li> <li>• осуществляется отвод тепла от хладагента путем изменения его агрегатного состояния</li> </ul>
ПК-1	229	<p>Холодопроизводительность холодильной машины – это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• максимальная температура охлаждения</li> <li>• количество тепла, отнимаемое от охлаждаемой среды в единицу времени</li> <li>• коэффициент, определяющий ее экономичность</li> </ul>
ПК-1	230	<p>Естественное охлаждение – это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• самопроизвольное понижение температуры тела до температуры окружающей среды</li> <li>• понижение температуры за счет адиабатного расширения</li> <li>• понижение температуры газа при дросселировании</li> <li>• охлаждение тела водой из естественных водоемов</li> </ul>
ПК-1	231	<p>Искусственное охлаждение – это:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• охлаждение тела атмосферным воздухом</li> <li>• понижение температуры тела ниже температуры окружающей среды</li> <li>• охлаждение тела водой из артезианской скважины</li> </ul>
ПК-3	232	Температурная область, называемая зоной умеренного холода: <ul style="list-style-type: none"> <li>• от температуры окружающей среды до -35 С</li> <li>• от температуры окружающей среды до -120 С</li> <li>• от 0 С до -50 С</li> </ul>
ПК-1	233	Результатом обратного цикла Карно является: <ul style="list-style-type: none"> <li>• перенос тепла с высшего температурного уровня на низший</li> <li>• перенос тепла с низшего температурного уровня на высший</li> <li>• перенос тепла без затраты работы</li> </ul>
ПК-3	234	Температурная область, называемая зоной глубокого холода: <ul style="list-style-type: none"> <li>• от -35 С до -120С</li> <li>• от +120 К до 0 К</li> <li>• от 0 С до -120 С</li> </ul>
ПК-3	235	В малых холодильных машинах чаще всего используются: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поршневые компрессоры</li> <li>• винтовые компрессоры</li> <li>• турбокомпрессоры</li> </ul>
ПК-3	236	При «влажном» ходе компрессора: <ul style="list-style-type: none"> <li>• вода попадает в контур холодильной машины</li> <li>• снижается холодильная мощность и возникает угроза гидравлического удара</li> <li>• увеличивается холодопроизводительность</li> </ul>
ПК-1	237	Холодильный агент – это: <ul style="list-style-type: none"> <li>• жидкость, смазывающая трущиеся части холодильной машины</li> <li>• вещество, которое охлаждает конденсатор холодильной машины</li> <li>• вещество, охлаждаемое в испарителе холодильной машины</li> <li>• вещество, циркулирующее в контуре холодильной машины, с помощью которого осуществляется обратный термодинамический цикл</li> </ul>
ПК-1	238	Фреоны – это: <ul style="list-style-type: none"> <li>• вещества, обозначаемые по международной классификации буквой R</li> <li>• производные углеводородов, применяемые в качестве хладагентов</li> <li>• вещества, содержащие в своих молекулах атомы фтора</li> </ul>
ПК-3	239	Фреоны и масла: <ul style="list-style-type: none"> <li>• взаимно растворяются</li> <li>• взаимно не растворяются</li> <li>• коагулируются</li> </ul>
ПК-1	240	Результатом прямого цикла Карно является: <ul style="list-style-type: none"> <li>• перенос тепла с высшего температурного уровня на низший</li> <li>• перенос тепла с низшего температурного уровня на высший</li> <li>• перенос тепла без затраты работы</li> </ul>
ПК-1	241	Величина холодильного коэффициента определяет: <ul style="list-style-type: none"> <li>• экономичность холодильной машины</li> <li>• холодопроизводительность холодильной машины</li> <li>• максимальную температуру охлаждения</li> </ul>
ПК-3	242	Холодильный коэффициент машины, работающей по обратному циклу Карно: <ul style="list-style-type: none"> <li>• зависит от природы рабочего вещества</li> <li>• является функцией абсолютных температур кипения и конденсации холодильного агента</li> <li>• не является функцией абсолютных температур кипения и конденсации холодильного агента</li> </ul>
ПК-1	243	Дросселирование в регулирующем вентиле – это: <ul style="list-style-type: none"> <li>• необратимый процесс, сопровождающийся увеличением энтропии</li> <li>• необратимый процесс, сопровождающийся уменьшением энтропии</li> <li>• обратимый адиабатический процесс</li> </ul>
ПК-3	244	Детандер – элемент пароконденсационной холодильной машины, в котором жидкий хладагент: <ul style="list-style-type: none"> <li>• адиабатически расширяется, совершая полезную работу</li> <li>• адиабатически сжимается, совершая полезную работу</li> <li>• расширяется по линии постоянной энтальпии</li> </ul>
ПК-3	245	При применении взамен детандера регулирующего вентиля холодопроизводи-



		<p>тельность парокомпрессионной холодильной машины:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• возрастает</li> <li>• уменьшается</li> <li>• не изменяется</li> </ul>
ПК-3	246	<p>Конденсатор – элемент парокомпрессионной холодильной машины, в котором:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• хладагент расширяется, совершая полезную работу</li> <li>• сжижаются пары хладагента</li> <li>• хладагент сжимается с затратой полезной работы</li> </ul>

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он набрал более 51-100 %;
- **оценка «не зачтено»**, выставляется студенту, если он набрал менее 0-50 %;

### 3.4 Кейс –задачи (задания) к зачету

Индекс компетенции	№ задания	Формулировка задания
ПК-3, ПК-1	247	<p><b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на предприятии по переработке сырья животного происхождения. Для хранения сжатых газов на предприятие поступили технологические резервуары. Вам поставлена задача проверить пригодность этих резервуаров для хранения газа в холодный период .</p> <p><b>Задание:</b> Определить максимально допустимое давление газа в резервуаре при его хранении в зимний период</p>
ПК-3, ПК-1	248	<p><b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на предприятии по переработке сырья животного происхождения. Вам поставлена для перемещения сыпучих материалов внедрить пневмотранспорт.</p> <p><b>Задание:</b> Подобрать компрессионную установку для обеспечения заданных режимов транспортирования с учетом производительности пневмотранспортера.</p>
ПК-3, ПК-1	249	<p><b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на предприятии по переработке сырья животного происхождения. Вам поставлена задача уменьшить потери теплоты от технологических трубопроводов.</p> <p><b>Задание:</b> пользуясь методом анализа размерностей, получить зависимость для расчета критического радиуса теплоизоляции на трубе, выбрать и обосновать выбор теплоизоляции.</p>
ПК-3, ПК-1	250	<p><b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на предприятии по переработке сырья животного происхождения. При проведении технологического процесса необходимо нагреть воду (или другую технологическую жидкость) от начальной температуры <math>t_1</math> до конечной <math>t_2</math> насыщенным водяным паром. Объемный расход воды и давление пара известны.</p> <p><b>Задание:</b> Подобрать необходимый теплообменный аппарат.</p>
ПК-3, ПК-1	251	<p><b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на предприятии по переработке сырья животного происхождения. На предприятии имеется не использующийся теплообменный аппарат (техническая характеристика известна). При проведении технологического процесса необходимо нагреть воду (или другую технологическую жидкость) от начальной температуры <math>t_1</math> до конечной <math>t_2</math> насыщенным водяным паром.</p> <p><b>Задание:</b> Проверить пригодность данного теплообменника для заданного технологического процесса.</p>
ПК-3, ПК-1	252	<p><b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на предприятии по переработке сырья животного происхождения. Вам поставлена задача:</p>

		для защиты от перегрева некоторых элементов технологического оборудования требуется уменьшить лучистый теплообмен. <b>Задание:</b> Обеспечить меры для снижения теплового потока излучением.
ПК-3, ПК-1	253	<b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на предприятии по переработке сырья животного происхождения. Вам поставлена задача увеличить вместимость камер хранения, охлаждения и заморозки. <b>Задание:</b> По известной величине теплопритоков и эксплуатационной характеристики (холодопроизводительности, типоразмеру, температуре хранения, охлаждения или замораживания, виду продукта) подобрать основное и вспомогательное оборудование холодильного агрегата.

Критерии и шкалы оценки.

Кейс – задача оценивается по уровневой шкале:

- **«первый уровень обученности»** - студент не предложил вариантов решения сложившейся ситуации;
- **«второй уровень обученности»** - студент разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения;
- **«третий уровень обученности»** - студент разобрался в сложившейся ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации;
- **«четвертый уровень обученности»** - студент грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации;
- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он освоил **второй, третий и четвертый уровень обученности;**
- **оценка «не зачтено»** выставляется студенту, если он освоил **первый уровень обученности.**

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется рейтинговая система оценки студентов.

**Рейтинговая система** оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ОМ является текущий опрос в виде собеседования и сдачи отчета к ситуационной задаче по каждому разделу дисциплины.

#### **Зачет проводится в виде тестового задания и кейс-задачи.**

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленной для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии.

Для получения оценки «зачтено» суммарная балльно-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на зачете **должна быть не менее 60 баллов.**

### 5. Матрица соответствия результатов обучения, показателей, критерием и шкал оценки

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
<b>ПК-1 способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат</b>					
<b>Знать</b>	Лекция СРС	Знает: основные закономерности и способы передачи тепла; законы преобразования тепловой энергии в механическую работу; теорию теплообмена, основы массообмена; закономерности использования тепловой энергии в технологических процессах, связанных с работой гидроприводов, компрессорных установок, двигателей внутреннего сгорания и технологического оборудования используемого в транспортных и технологических машинах и оборудовании	Студент знает основные физические теории, необходимые для решения исследовательских и прикладных задач, связанных с расчетом, подбором и настройкой теплотехнического оборудования	Зачтено	Базовый
<b>Уметь</b>	Собеседование по практической работе Ситуационная задача к практической работе	Умеет: выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат	Студент выполнил теплотехнические расчеты, используя методы и методики расчета оборудования необходимые для профессиональной деятельности	Зачтено	Продвинутый
			Студент не выполнил теплотехнические расчеты.	Не зачтено	Не освоено
<b>Владеть</b>	Кейс-задача Тест	Имеет навыки: энергетического и технологического использования тепла; охраны окружающей среды и энергосбережения;	Студент разобрался в поставленной задаче. При расчете теплотехнического оборудования использовал необходимую нормативную и техническую документацию, обосновал техническую возможность использования технологического оборудования	Зачтено	Высокий
			Студент не разобрался в поставленной задаче. Не предложил способов и методов ее решения.	Не зачтено	Не освоено

<b>(ПК-3) готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам</b>					
<b>Знать</b>	Лекция СРС	Знает: закономерности и принцип работы тепловых процессов лежащих в основе расчета и выбора источника нагрева изделий при различных технологических процессах; тепло-массообменные устройства основную терминологию и символику; топливо и основы горения; принципы работы и конструкции различных аппаратов, служащих для целей преобразования энергии топлива в тепловую и тепловую энергию в механическую; теплогенерирующие устройства, холодильную и криогенную технику	Студент знает для каких процессов предназначено теплотехническое оборудование, знает способы безопасной эксплуатации теплотехнического оборудования	Зачтено	Базовый
<b>Уметь</b>	Собеседование по практической работе Ситуационная задача к практической работе	Умеет: выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам; анализировать тепловые процессы в машинах и аппаратах для разработки оптимальных режимов их работы в различных технологических системах	Студент умеет на практике проверить состояние теплотехнического оборудования, применяет способы и методы безопасной эксплуатации теплотехнического оборудования	Зачтено	Продвинутый
			Студент не умеет на практике проверять состояние теплотехнического оборудования, не умеет применять способы и методы безопасной эксплуатации теплотехнического оборудования	Не зачтено	Не освоено
<b>Владеть</b>	Кейс-задача Тест	Имеет навыки: экономии тепловой энергии применительно к холодоиспользующему оборудованию, технологических машин; основных	Студент разобрался в поставленной задаче. При эксплуатации и настройке оборудования использовал необходимую нормативную и техническую документацию, обосновал техническую возможность использования техноло-	Зачтено	Высокий

		направлениях экономии энергоресурсов; использовании вторичных энергоресурсов	гического оборудования		
			Студент не разобрался в поставленной задаче. Не предложил способов и методов ее решения.	Не зачтено	Не освоено