

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент В.Ю. Бажин

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности  
Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

# **ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
<b>Направленность (профиль):</b>	Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	Иванов П.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Теплообменные процессы и оборудование на горном предприятии» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 730 от 09.08.2021 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности».

Составитель \_\_\_\_\_ доцент Иванов П.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств от 08.02.2022 г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н. Бажин В.Ю.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- освоение студентами теоретических представлений и приобретение практического опыта инженерных расчетов, необходимых для определения основных параметров, характеризующих закономерности поведения текущих сред, выработка навыков практического использования справочной, нормативной, патентной и научно-технической литературы для решения конкретных инженерных задач.

Основными задачами дисциплины являются:

- Выработать у студентов грамотное представление об основах механики и основных законах гидростатики и гидродинамики;
- получить навыки выполнения гидравлических расчетов, а также использование их при организации технологических процессов;
- мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области выбранной специальности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теплообменные процессы и оборудование на горном предприятии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности» и изучается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теплообменные процессы и оборудование на горном предприятии», являются: «Физика», «Химия», «Математика».

Дисциплина «Теплообменные процессы и оборудование на горном предприятии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теплообменные процессы и оборудование на горном предприятии», «Технологические процессы и аппараты горно-обогатительного производства».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теплообменные процессы и оборудование на горном предприятии» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2	УК-2.1. Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать технологические процессы с целью разработки автоматизированной системы управления	ПКС-2	ПКС-2.2. Знает принципы работы технологического и вспомогательного оборудования в горнодобывающей и перерабатывающей отрасли ПКС-2.7. Владеет навыками расчета технико-экономических показателей основных и вспомогательных технологических процессов в горном деле и обогащении руд

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Подготовка к лекциям	6	6
Подготовка к практическим занятиям	17	17
Подготовка к лабораторным работам	17	17
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Передача тепла теплопроводностью»	24	6	4	4	10
Раздел 2 «Конвективный теплообмен»	28	10	4	4	10

Раздел 3 «Теплообмен излучением»	24	6	4	4	10
Раздел 4 «Сложный теплообмен»	32	12	5	5	10
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>40</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Передача тепла теплопроводностью	Физические основы и законы передачи теплоты теплопроводностью. Температурное поле, градиент температуры. Стационарные и нестационарные процессы теплообмена. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности для одномерного стационарного теплового потока. Решение задач теплопроводности для многослойной плоской стенки с учетом температурной зависимости коэффициента теплопроводности.	6
2	Конвективный теплообмен	Общие сведения о конвективном теплообмене. Математическое описание конвективного теплообмена. Применение теории подобия к исследованию конвективного теплообмена. Теплоотдача при свободной конвекции. Расчетные зависимости конвективного теплообмена в большом объеме. Теплообмен свободной конвекцией в ограниченном объеме. Конвективный теплообмен при вынужденном движении теплоносителя. Расчетные зависимости для определения коэффициентов теплоотдачи при движении потоков в каналах. Теплообмен при внешнем обтекании тел. Процесс кипения и структура парожидкостного потока в парогенерирующей трубе. Коэффициенты теплоотдачи при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Конденсация. Коэффициента теплоотдачи при конденсации.	10
3	Теплообмен излучением.	Законы излучения идеальных и реальных тел. Свойства и характеристики тел и сред. Расчет теплообмена излучением. Теплообмен излучением между двумя серыми поверхностями, разделенными лучепрозрачной средой. Теплообмен излучением при наличии экранов. Теплообмен между газом и окружающими его стенками. Теплообмен излучением между двумя поверхностями, разделенными поглощающим газом.	6
4	Сложный теплообмен.	Совместное действие нескольких видов теплообмена, теплопередача тепла между подвижными средами через разделяющую стенку, совместная передача тепло конвекцией и излучением. Тепловая изоляция. Интенсификация теплообмена. Общие сведения о нестационарном	12

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		теплообмене. Классификация теплообменных аппаратов. Основы расчета теплообменников. Основы теплового расчета и выбора нагревающих устройств.	
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенке	4
2	Раздел 2	Теплоотдача	2
3	Раздел 2	Теплоотдача при кипении и конденсации жидкостей	2
4	Раздел 3	Лучистый теплообмен	4
5	Раздел 4	Теплопередача	5
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Определение коэффициента теплопроводности	4
2	Раздел 2	Определение коэффициента теплоотдачи	4
3	Раздел 3	Определение степени черноты материала	4
4	Раздел 4	Определение параметров теплообменного оборудования	5
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала

дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Передача тепла теплопроводностью**

1. В чем измеряется количество тепла, переданное через стенку
2. В чем измеряется величина удельного теплового потока
3. Что такое температурное поле
4. Что характеризует коэффициент теплопроводности
5. Для многослойной плоской стенки плотность теплового потока от внутренней поверхности к внешней может быть определена как
6. Механизм передачи тепла в газах
7. Граничные условия второго рода
8. Как изменяется величина плотности теплового потока  $q$  по толщине плоских многослойных стенок в условиях стационарного режима?
9. Может ли наблюдаться теплопроводность в чистом виде
10. Формула для расчета коэффициента теплопроводности, если его величина зависит от температуры
11. Термическое сопротивление теплопроводности плоской стенки
12. Какой закон утверждает пропорциональность вектора плотности теплового потока и градиента температуры?
13. Механизм передачи тепла в жидкостях
14. Для плоской однослойной стенки потери тепла теплопроводностью определяются по формуле
15. Термическое сопротивление теплопроводности цилиндрической стенки
16. Какое условие необходимо для передачи тепла от жидкости к газу через плоскую стенку?
17. В чем измеряется величина мощности теплового потока

#### **Раздел 2. Конвективный теплообмен**

1. Что такое вынужденная конвекция
2. Определяющий размер для критерия Нуссельта при расчете теплоотдачи в трубе
3. По какому закону определяется количество переносимого тепла как за счет свободной, так и вынужденной конвекции
4. Что характеризует коэффициент теплоотдачи?
5. Что является определяющим геометрическим размером при обтекании плиты?
6. Чему равно линейное термическое сопротивление теплоотдачи для цилиндрической стенки?
7. Как определяется термическое сопротивление теплоотдачи на плоскую стенку
8. Где встречается конвективный теплообмен в чистом виде
9. Формула для расчета критерия Нуссельта
10. Что является определяющим геометрическим размером при омывании жидкости трубы?

#### **Раздел 3. Теплообмен излучением**

1. Что используют для защиты от излучения
2. Какой диапазон длин волн соответствует видимому излучению?

3. Что такое тепловое излучение
4. Как определяется степень черноты тела
5. Закон Стефана-Больцмана
6. Как определяется величина результирующего потока излучения
7. Какие газы участвуют в теплообмене излучением?
8. Что такое коэффициент поглощения
9. В каком диапазоне длин волн наблюдается ультрафиолетовое излучение?
10. Как определяется величина потока эффективного излучения потока излучения
11. Закон смещения Вина

#### **Раздел 4. Сложный теплообмен**

1. Что включает в себя понятие сложный теплообмен
2. Для чего используется ребрение
3. Как рассчитывается теплопередача через плоскую стенку
4. Всегда ли термическое сопротивление теплопередачи между жидкостями через стенку больше термического сопротивления этой стенки?
5. Как рассчитывается коэффициент теплопередачи через многослойную плоскую стенку
6. Как рассчитывается теплопередача через цилиндрическую стенку
7. Как определяется линейное термическое сопротивление теплопередачи цилиндрической стенки
8. Для чего используется теплоизоляция

### ***6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)***

#### ***6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):***

1. Основы теории теплообмена. Основные понятия и определения
2. Теория теплопроводности. Закон Фурье
3. Теплопроводность материалов
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности
5. Теория теплопроводности. Однослойная плоская стенка
6. Теория теплопроводности. Многослойная плоская стенка
7. Эквивалентный коэффициент теплопроводности
8. Теория теплопроводности. Однородная цилиндрическая стенка
9. Обобщенное уравнение конвективной теплоотдачи
10. Многослойная цилиндрическая стенка
11. Использование теории подобия для расчета коэффициентов конвективной теплоотдачи
12. Естественная конвекция
13. Вынужденная конвекция
14. Теплоотдача при кипении
15. Теплоотдача при конденсации
16. Теплопередача. Плоская стенка
17. Теплопередача. Цилиндрическая стенка
18. Интенсификация теплопередачи
19. Тепловая изоляция
20. Критический диаметр цилиндрической стенки
21. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения
22. Основные законы излучения
23. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде
24. Перенос лучистой энергии в поглощающей среде
25. Излучение газов
26. Защита от излучения
27. Сложный теплообмен
28. Теплообменные аппараты. Классификация
29. Теплоносители



## 30. Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

## Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Является ли система дифференциальных уравнений: а) конвективного теплообмена; б) переноса энергии; в) движения; г) сплошности - системой, полностью характеризующей совокупность законов, определяющих процесс конвективного теплообмена?	1. Нет, только уравнение конвективного теплообмена. 2. Да, вся система перечисленных дифференциальных уравнений. 3. Нет, только уравнения теплообмена. 4. Нет, только уравнение энергии.
2	Верно ли, что первый по ходу жидкости ряд труб в пучке имеет более высокий коэффициент теплоотдачи, чем последующие ряды?	1. Не верно 2. Верно 3. Величина коэффициента теплоотдачи одинакова для всех рядов труб. 4. Да, только при шахматном расположении труб.
3	В формуле расчета плотности теплового потока $q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$ $\frac{1}{\alpha_1}$ это	1. Термическое сопротивление теплопроводности стенки 2. Термическое сопротивление теплоотдачи 3. Коэффициент температуропроводности 4. Коэффициент изоляции цилиндрической стенки
4	Могут ли изотермические поверхности пересекаться?	1. Могут в любых случаях. 2. Нет, не могут. 3. Могут, только в твердых телах. 4. Могут, только в жидкостях.
5	По формуле $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$ можно определить	1. Скорость теплоотдачи при нестационарном режиме 2. Плотность теплового потока 3. Потери тепла через поверхности разделенные экраном 4. Локальный коэффициент теплопроводности
6	Коэффициент теплопередачи через многослойную плоскую стенку рассчитывается:	1. $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum \frac{1}{2\lambda} \ln \left( \frac{d_{i+1}}{d_i} \right) + \frac{1}{\alpha_2 d_n}}$ 2. $k = \frac{\lambda \Delta T}{\delta}$ 3. $k = \frac{1}{\sum \frac{1}{\lambda} \ln \left( \frac{d_{i+1}}{d_i} \right)}$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$
7	Процесс перехода жидкости в газообразное состояние, происходящий внутри жидкости, называют ...	1. Сжимаемостью 2. Кипением 3. Возгонкой 4. Температурным расширением
8	Твердые тела участвуют в теплообмене излучением	1. Всем своим объемом 2. Только поверхностью 3. Только гладкой поверхностью 4. Только поверхностью и тонким подповерхностным пограничным слоем, определяемым по критерию Льюиса
9	Определите величину плотности потока (за 1 с, через поверхность в 1 м <sup>2</sup> ) при конвективном теплообмене, если коэффициент конвективного теплообмена $\alpha = 100 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , разность температур стенки и потока жидкости $\Delta t = 50^\circ \text{К}$ .	1. $q = 5000 \text{ Вт/м}^2$ 2. $q = 0,5 \text{ Вт/м}^2$ . 3. $q = 500 \text{ Вт/м}^2$ . 4. $q = 500000 \text{ Вт/м}^2$ .
10	Чему равно линейное термическое сопротивление теплоотдачи для цилиндрической стенки?	1. $1/\alpha$ . 2. $1/(2\alpha d)$ . 3. $1/(\alpha d)$ . 4. $1/(\alpha d^2)$ .
11	Для осуществления теплопередачи от жидкости к газу через разделяющую из стенку необходимо	1. Чтобы стенка обладала минимальным термическим сопротивлением 2. Наличие турбулентного потока движения теплоносителей 3. Разность температур жидкости и газа 4. Выполнить оребрение стенки со стороны газа
12	Температурным полем называют	1. Совокупность мгновенных значений температур во всех точках пространства (тела) в данный момент времени 2. Совокупность мгновенных значений плотности теплового потока во всех точках пространства (тела) в данный момент времени 3. Поверхность с одинаковой температурой во всех точках 4. Градиент температур на поверхности твердого тела
13	Часть потока падающего излучения, отраженная телом (средой), называется потоком	1. Поток поглощенного излучения 2. Поток отраженного излучения 3. Поток результирующего излучения 4. Поток собственного излучения
14	В вертикальной трубе могут быть выделены следующие основные зоны	1. Подогрев жидкости без парообразования - подогрев с

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	в направлении движения потока с характерными режимами кипения	<p>образованием пара на стенках – эмульсионный – пробковый – кольцевой – зона высыхания пленки жидкости на стенках</p> <p>2. Подогрев жидкости без парообразования - подогрев с образованием пара на стенках – эмульсионный – пробковый – кольцевой</p> <p>3. Подогрев с образованием пара на стенках – эмульсионный – пробковый – кольцевой – зона высыхания пленки жидкости на стенках</p> <p>4. Эмульсионный – пробковый – кольцевой – зона высыхания пленки жидкости на стенках</p>
15	Граничные условия какого рода применяются для проведения оценочных расчетов тепловых процессов	<p>1. Первого рода</p> <p>2. Второго рода</p> <p>3. Третьего рода</p> <p>4. Четвертого рода</p>
16	Закон Стефана-Больцмана имеет вид	<p>1. <math>E = \frac{C \cdot T^4}{100}</math></p> <p>2. <math>E = C \cdot T^4</math></p> <p>3. <math>E = C \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4</math></p> <p>4. <math>E = C \cdot \frac{T^4}{100}</math></p>
17	<p>По формуле</p> $R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ <p>можно рассчитать</p>	<p>1. Потери теплоты через плоскую стенку</p> <p>2. Полное термическое сопротивление плоской однослойной стенки</p> <p>3. Полное термическое сопротивление многослойной цилиндрической</p> <p>4. Полное термическое сопротивление однослойной цилиндрической стенки</p>
18	В какой шкале начало отсчета ведется от абсолютного нуля?	<p>1. Шкала Цельсия</p> <p>2. Шкала Реомюра</p> <p>3. Шкала Кельвина</p> <p>4. Шкала Фаренгейта</p>
19	В каких случаях трубопроводы не подлежат тепловой изоляции?	<p>1. При необходимости предупреждения и уменьшения тепло- или холодопотерь</p> <p>2. При отсутствии влияния повышения температуры трубопровода в летний период на проведение технологического процесса</p> <p>3. При превышении допустимой температуры стенки трубопровода за пределами рабочей или обслуживаемой зоны</p> <p>4. При необходимости обеспечения нормальных температурных условий в помещении</p>
20	Как изменяется величина теплового	1. Тепловой поток на границе между

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	потока $Q$ по толщине многослойных стенок при отсутствии в них тепловыделений и теплопоглощений и в условиях стационарного режима?	<p>слоями уменьшается.</p> <p>2. Тепловой поток на границе между слоями увеличивается.</p> <p>3. Тепловой поток на границе между любыми слоями одинаков.</p> <p>4. Тепловой поток на границе между любыми слоями изменяется скачкообразно.</p>

### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Температурным полем называют	<p>1. Совокупность мгновенных значений температур во всех точках пространства (тела) в данный момент времени</p> <p>2. Совокупность мгновенных значений плотности теплового потока во всех точках пространства (тела) в данный момент времени</p> <p>3. Поверхность с одинаковой температурой во всех точках</p> <p>4. Градиент температур на поверхности твердого тела</p>
2	Граничные условия какого рода применяются для проведения оценочных расчетов тепловых процессов	<p>1. Первого рода</p> <p>2. Второго рода</p> <p>3. Третьего рода</p> <p>4. Четвертого рода</p>
3	Для того чтобы участвовать в теплообмене излучением тела должны быть нагреты	<p>1. Свыше 1000 К</p> <p>2. Свыше 500 К</p> <p>3. До любой температуры</p> <p>4. Не ниже 273 К</p>
4	Вынужденную конвекцию воздуха около охлаждаемой поверхности нужно поддерживать	<p>1. С помощью компрессора</p> <p>2. С помощью вентилятора</p> <p>3. Никаких специальных средств применять не нужно, достаточно только разности температур воздуха и стенки</p> <p>4. Верны ответы 1 и 2</p>
5	Передача тепловой энергии будет осуществляться	<p>1. От менее нагретого тела к более нагретому</p> <p>2. от более нагретого тела к менее нагретому</p> <p>3. От тела обладающего большей теплоемкостью к телу обладающему меньшей теплоемкостью</p> <p>4. От более теплопроводящего тела к менее теплопроводящему</p>
6	Единицы измерения числа Нуссельта	<p>1. <math>m^2/c</math></p> <p>2. безразмерная величина</p> <p>3. Вт/м</p> <p>4. Дж/кг</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
7	Чему равно удельное термическое сопротивление теплоотдачи для плоской стенки?	1. $1/\alpha$ . 2. $1/(\alpha x)$ . 3. $1/(\alpha x^2)$ . 4. $1/(\alpha x^3)$ .
8	Излучать и поглощать лучистую энергию могут	1. Одноатомные газы 2. Двухатомные газы с несимметричной молекулой и газы с большим количеством атомов в молекуле. 3. Трехатомные газы с несимметричной молекулой 4. Одноатомные газы с несимметричной молекулой, а также двух и более атомные газы
9	Могут ли изотермические поверхности пересекаться?	1. Могут в любых случаях. 2. Нет, не могут. 3. Могут, только в твердых телах. 4. Могут, только в жидкостях.
10	Определите величину плотности потока (за 1 с, через поверхность в $1 \text{ м}^2$ ) при конвективном теплообмене, если коэффициент конвективного теплообмена $\alpha = 100 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , разность температур стенки и потока жидкости $\Delta t = 50^\circ \text{К}$ .	1. $q = 5000 \text{ Вт/м}^2$ 2. $q = 0,5 \text{ Вт/м}^2$ . 3. $q = 500 \text{ Вт/м}^2$ . 4. $q = 500000 \text{ Вт/м}^2$ .
11	Что характеризует коэффициент теплоотдачи?	1. Интенсивность теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой 2. Интенсивность теплопроводности в твердом теле 3. Величину теплообмена излучением 4. Количество теплоты, которое необходимо затратить на нагрев тела на один градус
12	Закон Кирхгофа:	1. $a = \varepsilon$ 2. $E_n(x) = \int_0^1 \delta^{n-2} \exp(-x/\delta) d\delta$ 3. $Q_{\text{пези}} = [\varepsilon_i / (1 - \varepsilon_i)] (Q_{\text{эфд}} - \sigma_0 T_i^4 F_i)$ 4. $\varphi_{ii} F_i + \sum_{k=1}^n \varphi_{ik} F_k = F_i$
13	Является ли система дифференциальных уравнений: а) конвективного теплообмена; б) переноса энергии; в) движения; г) сплошности - системой, полностью характеризующей совокупность законов, определяющих процесс	1. Нет, только уравнение конвективного теплообмена. 2. Да, вся система перечисленных дифференциальных уравнений. 3. Нет, только уравнения теплообмена. 4. Нет, только уравнение энергии.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	конвективного теплообмена?	
14	Коэффициент конвекции рассчитывается по формулам для турбулентного режима движения при величине критерия Рейнольдса	1. Более 2000 2. Более 3020 3. Более 10000 4. Менее 2320
15	Если разность температур на поверхностях плоской однородной стенки 100 К, толщина стенки 0,1 м, коэффициент теплопроводности 1 Вт/м*К, то плотность теплового потока через стенку будет равна	1. 10 Дж 2. 1000 Дж 3. 1000 Вт/м <sup>2</sup> 4. 100000 Вт/м
16	Теплопроводность это	1. Молекулярный перенос теплоты в телах или между ними, обусловленный переменностью температуры в рассматриваемом пространстве. 2. Перенос теплоты за счет перемещения вещества в пространстве. 3. Распространение энергии от излучающего тела посредством электромагнитных волн. 4. Молекулярный перенос сопровождающийся перемещением вещества в пространстве
17	Пар, находящийся в термодинамическом равновесии с жидкой фазой, называется	1. перегретым; 2. насыщенным; 3. острым; 4. кипящим.
18	Тепловое излучение это	1. Молекулярный перенос теплоты в телах или между ними, обусловленный переменностью температуры в рассматриваемом пространстве. 2. Молекулярный перенос сопровождающийся перемещением вещества в пространстве 3. Перенос теплоты за счет перемещения вещества в пространстве. 4. Распространение энергии от излучающего тела посредством электромагнитных волн.
19	Коэффициент теплоотдачи для газов в среднем	1. Равен коэффициенту теплоотдачи для неметаллических твердых тел 2. На 2 порядка меньше чем коэффициент теплоотдачи для жидкостей 3. чем коэффициент теплоотдачи для жидкостей 4. Определяется по коэффициенту теплопроводности для неметаллических твердых тел
20	Как связаны между собой плотность	1. Плотность теплового потока

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	теплового потока и величина перегрева при пленочном режиме кипения?	увеличивается 2. Плотность теплового потока остается неизменной 3. Плотность теплового потока равна нулю 4. Плотность теплового потока уменьшается

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Что характеризует коэффициент теплопроводности?	1. Интенсивность теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой 2. Интенсивность передачи тепла в твердом теле 3. Величину теплообмена излучением 4. Количество теплоты, которое необходимо затратить на нагрев тела на один градус
2	Величина удельного теплового потока определяется	1. Разностью температур 2. Разностью давлений 3. Разностью концентраций 4. Разностью теплоемкостей
3	Допускается ли применение безразмерных формул, соответствующих течению в круглых трубах, для расчета теплоотдачи при поперечном омывании труб?	1. Допускается при любых режимах омывания. 2. Допускается только для случая коридорного расположения пучка труб. 3. Допускается только для случая шахматного расположения пучка труб. 4. Нет, не допускается.
4	В газах передача тепла осуществляется за счет	1. Движения свободных электронов 2. Поступательного и вращательного движения молекул или атомов 3. Трения соприкасающихся слоев 4. Энергии Гипса
5	Граничные условия I рода (первое краевое условие) состоят в	1. Задании распределения температуры на поверхности тела как функции координат и времени 2. Задании распределения температуры от времени 3. Задании распределения плотности теплового потока на поверхности тела как функция координат и времени 4. Задании зависимости плотности теплового потока вследствие теплопроводности со стороны тела от температур поверхности тела и окружающей среды

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6	Часть потока падающего излучения, отраженная телом (средой), называется потоком	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поток поглощенного излучения</li> <li>2. Поток отраженного излучения</li> <li>3. Поток результирующего излучения</li> <li>4. Поток собственного излучения</li> </ol>
7	Как изменяется величина плотности теплового потока $q$ по толщине плоских многослойных стенок при отсутствии в них тепловыделений и теплопоглощений и в условиях стационарного режима?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значение <math>q</math> изменяется по линейному закону</li> <li>2. Значение <math>q</math> изменяется по гиперболическому закону.</li> <li>3. Значение <math>q</math> одинаково.</li> <li>4. Значение <math>q</math> уменьшается.</li> </ol>
8	Если на двух одинаковых плоских стенках одинаковой толщины наблюдается одинаковый перепад температур, то может ли быть различной плотность (интенсивность) теплового потока через эти стенки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Да, если различные коэффициенты теплоотдачи.</li> <li>2. Да, если одинаковы коэффициенты.</li> <li>3. Нет, не может</li> <li>4. Да, если скорости потоков с обеих сторон стенки одинаковы.</li> </ol>
9	Достаточно ли знать дифференциальное уравнение теплопроводности, чтобы определить температурное поле в твердом теле (в любой точке и в любой момент времени)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Да, другие условия не требуются.</li> <li>2. Нет, для этого надо проинтегрировать дифференциальное уравнение, дополненное начальными и граничными условиями, а также ввести значения постоянных интегрирования.</li> <li>3. Необходимо дополнить уравнение граничными условиями.</li> <li>4. Необходимо дополнить уравнение начальными условиями.</li> </ol>
10	Плотность потока массы, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , внутри фазы, например, от поверхности раздела в ядро, можно вычислить по уравнению:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>m_1 = -\lambda_1 (dc/dn)</math></li> <li>2. <math>m = -\lambda \cdot \text{grad } t = -\lambda \cdot \nabla t</math></li> <li>3. <math>m = \beta(c_n - c_o)</math></li> <li>4. <math>m_1 = -\lambda_1 dc/dn</math></li> </ol>
11	При достижении первой критической плотности теплового потока при кипении	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Начинается процесс кипения.</li> <li>2. Пузырьковый режим кипения переходит в пленочный режим.</li> <li>3. Процесс кипения прекращается.</li> <li>4. Имеет место возрастание плотности теплового потока.</li> </ol>
12	Чем определяется интенсивность теплоотдачи при пленочном кипении жидкости?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наличием паровой пленки на поверхности</li> <li>2. Частотой образования пузырьков на твердой поверхности</li> <li>3. Объемом кипящей жидкости</li> <li>4. Свойствами твердой поверхности отдающей тепло</li> </ol>
13	Формула $\overline{Nu} = f(Re, Pr)$ выражает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обобщенное уравнение конвективного теплообмена для стационарного течения</li> <li>2. Уравнение нестационарного теплообмена.</li> <li>3. Уравнение нестационарного</li> </ol>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		теплообмена при сложном теплообмене. 4. Уравнение нестационарного теплообмена при наличии естественной конвекции и объемных источников тепловыделения в неограниченном объеме.
14	Массопередача это	1. Массоотдача под действием молекулярной диффузии 2. перенос массы в пределах одной фазы (гомогенный массоперенос) 3. перенос массы с поверхности раздела фаз через пограничный слой в ядро потока 4. Перенос одного или нескольких веществ из одной фазы в другую через поверхность раздела фаз (гетерогенный массоперенос)
15	Ядром жидкой или газообразной фазы называют	1. Основную часть фазы, в которой поле концентраций компонентов постоянно 2. Часть фазы, в которой скорость движения частиц наибольшая 3. Часть фазы, в которой протекают основные массообменные процессы за счет разности концентраций компонентов 4. Основную часть фазы, для которой характерен в основном теплообмен за счет конвективной теплоотдачи
16	Основу пленочной модели Льюиса и Уитмена составляет предположение, что	1. В каждой фазе к поверхности раздела фаз примыкают неподвижные или ламинарно движущиеся пленки, в пределах которых масса переносится только молекулярной диффузией 2. Помимо ядра, в котором концентрация передаваемого вещества постоянна, есть турбулентный пограничный слой, в котором вещество переносится турбулентными пульсациями 3. Диффузионный подслой, примыкающий непосредственно к поверхности раздела фаз, характеризуется также большим градиентом концентраций 4. Массопередача происходит непосредственно ядрами потоков
17	Соотношение между единицей измерения количества тепла системы СИ и временно допускаемой к применению калорией	1. 1 Дж=4200 ккал 2. 1 ккал=4200 Дж 3. 1 ккал=4,186 Дж 4. 1 ккал=4186 Дж

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
18	Как определяется величина результирующего потока излучения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как разность потоков падающего и эффективного излучения</li> <li>2. Как разность потоков собственного и падающего излучения</li> <li>3. Из равенства результирующего и собственного потоков</li> <li>4. Из равенства результирующего и поглощенного потоков</li> </ol>
19	Допускается ли применение расчетных формул, соответствующих течению в круглых трубах, для расчета теплоотдачи при течении в трубах некруглого поперечного сечения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение формул полученных для течения потока в круглых трубах, для расчета теплоотдачи при течении с другой формой поперечного сечения не допускается.</li> <li>2. Да, с помощью введения эквивалентного диаметра и при учете определенных ограничений.</li> <li>3. Да, если в формулы вводится величина эквивалентного диаметра без учета других ограничений.</li> <li>4. Да, при высоких скоростях движения потока.</li> </ol>
20	Достаточно ли знать дифференциальное уравнение теплопроводности, чтобы определить температурное поле в твердом теле (в любой точке и в любой момент времени)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Да, другие условия не требуются.</li> <li>2. Нет, для этого надо проинтегрировать дифференциальное уравнение, дополненное начальными и граничными условиями, а также ввести значения постоянных интегрирования.</li> <li>3. Необходимо дополнить уравнение граничными условиями.</li> <li>4. Необходимо дополнить уравнение начальными условиями.</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных	Иногда находит решения, предусмотренные	Уверенно находит решения, предусмотренные	Безошибочно находит решения, предусмотренные

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
программой обучения заданий	программой обучения заданий	программой обучения заданий	программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Замалеев, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 352 с. — <https://e.lanbook.com/book/39146>.
2. Некрасов, Р.Ю. Теплофизика и гидравлика в технологических системах нефтегазового оборудования [Электронный ресурс] : учебник / Р.Ю. Некрасов, Л.С. Габышева, У.С. Путилова, Ю.И. Некрасов. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 172 с. — <https://e.lanbook.com/book/64507>.
3. Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3900>.
4. Арутюнов, В.А. Теплофизика и теплотехника: Теплофизика: Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Арутюнов, С.А. Крупенников, Г.С. Сборщиков. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2010. — 228 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2083>. — Загл. с экрана.

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Арутюнов, В.А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Арутюнов, В.А. Капитанов, И.А. Левицкий, С.Н. Шибалов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2007. — 85 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1813>.
2. Круглов, Г.А. Теплотехника. Практический курс [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова, М.В. Андреева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96253>.

#### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Теплотехника и нагревательные устройства: Методические указания к лабораторным работам / Иванов П.В., Сизякова Е.В. Инфо-ДА. СПб, 2018 - 23 с.
2. Арутюнов, В.А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Арутюнов, В.А. Капитанов, И.А. Левицкий, С.Н. Шибалов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2007. — 136 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1814>.

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических (семинарских) занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по темам курса.

#### **8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий**

*128 посадочных мест*

Оснащенность: Стол письменный – 65 шт., стул аудиторный – 128 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 2 шт., компьютер 400G1, N9E88ES – 1 шт., монитор PROLITE TF1734MC-B1X – 1 шт., экран SCM-4308 – 1 шт., проектор XEED WUX6010 – 1 шт., система акустическая Sound SM52T-WH – 8 шт., плакат – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Microsoft Open License, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *60 посадочных мест*

Стол письменный – 31 шт., стул аудиторный – 60 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска напольная мобильная – 1 шт., ноутбук 90NBOAO2-VQ1400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., экран SCV-16904 Champion – 1 шт., плакат – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО)

#### **8.1.2. Аудитории для проведения практических (семинарских) занятий**

##### *32 посадочных места*

Стол письменный – 17 шт., стул аудиторный – 32 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакат – 6 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *30 посадочных мест*

Стол письменный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакаты – 5 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *28 посадочных мест*

Стол письменный – 15 шт., стул аудиторный – 28 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакат – 5 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8

Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 10 Professional, Microsoft Office 2016 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО).

ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

#### 4. Читальные залы:

Оснащенность: компьютерное кресло 7875 A2S – 35 шт., стол компьютерный – 11 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 16 шт., доска настенная белая - 1 шт., монитор ЖК Philips - 1 шт., монитор HP L1530 15tft - 1 шт., сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт., системный блок HP6000 – 2 шт.; стеллаж открытый - 18 шт., микрофон Д-880 с 071с.ч. - 2 шт., книжный шкаф - 15 шт., парта - 36 шт., стул - 40 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС); MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### 5. Читальный зал:

Оснащенность: аппарат Xerox W. Centre 5230- 1 шт., сканер K. Filem - 1 шт., копировальный аппарат - 1 шт., кресло – 521AF-1 шт., монитор ЖК HP22 - 1 шт., монитор ЖК S.17 - 11 шт., принтер HP L/Jet - 1 шт., системный блок HP6000 Pro - 1 шт., системный блок Ramec S. E4300 – 10 шт., сканер Epson V350 - 5 шт., сканер Epson 3490 - 5 шт., стол 160×80×72 - 1 шт., стул 525 BFH030 - 12 шт., шкаф каталожный - 20 шт., стул «Кодоба» -22 шт., стол 80×55×72 - 10 шт.

#### 6. Читальный зал:

Оснащенность: книжный шкаф 1000×3300×400-17 шт., стол, 400×180 Титаник «Pico» - 1 шт., стол письменный с тумбой – 37 шт., кресло «Cannes» черное - 42 шт., кресло (кремовое) – 37 шт., телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT - 1 шт., Монитор Benq 24 - 18 шт., цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт., пульт для презентаций R700-1 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт., сканер Xerox 7600 - 4шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС); MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

#### 1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 10 Professional, Microsoft Office 2016 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### 2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2016 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

**8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 10 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2016 Professional Plus.