



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СОГЛАСОВАНО

**Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Лебедев**

УТВЕРЖДАЮ

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕПЛОМАССООБМЕН»**

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль):	Энергообеспечение предприятий
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Спесивцев Б.И.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Тепломассообмен» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 143 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Составитель _____ к.х.н., доцент Б.И. Спесивцев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехники и теплоэнергетики от «20» января 2021 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., профессор В.А. Лебедев

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ к.п.н. Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. Романчиков А.Ю.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: приобретение студентами знаний по теории процессов теплообмена и их практическое применение в последующих специальных дисциплинах, на стадии курсового и дипломного проектирования и в профессиональной деятельности.

Основные задачи дисциплины:

– получение знаний закономерностей основных процессов теплообмена (теплопроводности, конвекции, теплового излучения), а также конвективной теплоотдачи, теплообмена при изменении агрегатного состояния вещества, массообмена; усвоения сложного процесса теплопередачи и основ расчета теплообменных аппаратов; ознакомления с путями решения современных проблем теплообмена, проведения тепловых расчетов, решения практических задач, связанных с теплообменом в элементах энергетического оборудования.

- теоретическая и практическая подготовка будущих специалистов в области энергообеспечения предприятий, промышленной теплоэнергетики необходимых для грамотной, безаварийной эксплуатации систем, механизмов, устройств предприятий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теплообмен» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и изучается в 3,4 и 5 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теплообмен» являются: «Математика», «Физика», «Гидрогазодинамика».

Особенностью дисциплины является то, что большое внимание уделено области знаний для дальнейшей профессиональной деятельности. В учебном процессе применяются современные технологии и методики обучения, развивающие аналитические способности, практические умения и навыки у обучающихся.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теплообмен» направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК 3.3	ОПК-3.3. Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы ОПК-3.7. Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Тепломассообмен» составляет 8 зачетных единиц, 288 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам		
		3	4	5
Аудиторные занятия, в том числе:	104	36	17	51
Лекции	35	18	-	17
Практические занятия (ПЗ)	69	18	17	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	112	36	37	39
Аналитический информационный поиск	35	10	14	11
Работа в библиотеке	35	8	15	12
Подготовка к практическим занятиям	42	18	8	16
Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э) и зачет (З)	72	36 (Э)	3	36 (Э)
Общая трудоемкость дисциплины	-	-		-
ак. час.	288	108	54	126
зач. ед.	8	3	1,5	3,5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекционный курс, практические занятия в аудитории, лабораторные работы, самостоятельная работа с промежуточными консультациями и зачетами текущих заданий, подготовка и сдача экзамена и дифференцированного зачета.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Введение	4	1	1	-	2
2.	Теплопроводность	37	5	12	-	20
3.	Конвективный теплообмен	44	6	18	-	20
4.	Теплопередача	43	6	17	-	20
5.	Тепловое излучение	40	6	14	-	20
6.	Теплообменные аппараты	30	6	4	-	20
7.	Тепло и массообмен в двухкомпонентных средах	15	4	3	-	8
8.	Заключение	3	1	-	-	2
	Итого:	216	35	69	-	112

4.2.2. Содержание разделов дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
3 семестр			
1	Введение	Основные положения теории теплопроводности. Применение ТМО в науке и технике.	1
2	Теплопроводность	Закон Фурье. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенке. Теплопроводность при нестационарном режиме. Теплопроводность при внутреннем выделении теплоты.	5
3	Конвективный теплообмен	Конвекция. Теплоотдача. Теплоотдача в жидкостях и газах. Тепловой пограничный слой. Тепловое подобие. Моделирование. Критериальные уравнения. Теплоотдача при вынужденном движении. Теплоотдача при свободном движении. Теплоотдача при кипении и конденсации.	6
4	Теплопередача	Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенку при стационарном режиме и граничных условиях. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередачи. Регулирование интенсивности теплопередачи. Интенсификация теплопередачи. Тепловая изоляция.	6
5 семестр			
1	Тепловое излучение	Основные понятия, определения и законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между телами. Излучение газов и паров. Процессы сложного теплообмена.	6
2	Теплообменные аппараты	Общие сведения. Назначение теплообменников, классификация по принципу действия. Основы теплового и гидравлического расчетов теплообменников, проектный и поверочный тепловые расчеты. Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи. Среднеарифметический температурный напор, его определение для основных схем движения теплоносителей. Сравнение прямого и противотока, вычисление конечных температур теплоносителей. Выражение для полного падения давления в теплообменнике; сопротивление трения и местные сопротивления; затраты напора, обусловленные ускорением потока и	6

		преодолением гидростатического давления столба жидкости. Мощность, необходимая для перемещения теплоносителя.	
3	Тепло и массообмен в двухкомпонентных средах	Основные положения теории массообмена. Термо- и бародиффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии, факторы, влияющие на его величину. Конвективный массообмен как совокупность молярного и молекулярного переноса вещества. Плотность потока массы в процессе конвективного массообмена. Диффузионный пограничный слой. Система дифференциальных уравнений диффузионного пограничного слоя. Граничные условия на поверхности раздела фаз. Коэффициент массоотдачи.	4
	Заключение	Перенос загрязняющих примесей в атмосфере. Значение охраны окружающей среды в современных условиях.	1
		Итого:	35

4.2.3. Лабораторные занятия

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.4. Практические занятия.

№ пп/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
3 семестр			
1.	1	Расчет теплопередачи через плоскую стенку	1
2.	2	Расчет тепловых потерь в паропроводе с изоляцией	6
3.	3	Расчет температурного поля в футерованной трубе с изоляцией	2
4.	3	Расчет коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции	2
5.	3	Расчет коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции	3
6.	4	Расчет коэффициента теплопередачи при конденсации пара	4
Итого:			18
4 семестр			
1.	2	Определение коэффициента теплопроводности	6
2.	3	Определение коэффициента конвективной теплоотдачи для горизонтальной и вертикальной труб при естественной конвекции.	11
Итого:			17

5 семестр			
1	4	Расчет коэффициента теплопередачи при кипении Определение коэффициента теплоотдачи тела при различных режимах кипения воды.	13
2	5	Расчет лучистого теплообмена между телами Определение степени черноты материала трубы.	14
3	6	Тепловой расчет теплообменника	2
4	6	Специальные задачи тепломассообмена	2
5		Применение методов подобия и размерностей к процессам массообмена. Диффузионное число Нуссельта, число Прандтля. Аналогия процессов тепло- и массообмена.	
Итого:			34
Итого:			69

4.2.5. Курсовые работы.

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.

Лабораторные работы. Цели лабораторных работ:

- связать теоретические знания с практической деятельностью;
- получить навыки использования возможностей пакетов прикладных программ для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью.

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.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета и 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. Теплопроводность.

1. Математическое описание температурного поля.
2. Математическое описание температурного поля для стационарного режима.
3. Методы измерения температуры. Термопара, Термосопротивление. Пирометры.
4. Плотность теплового потока q . Формула Фурье.
5. Какую размерность имеет полный тепловой поток Q ?
6. Характеристики коэффициента теплопроводности λ .
7. Коэффициенты теплопроводности различных материалов.
8. Что представляет собой термическое сопротивление плоской стенки.
9. Какой вид имеет уравнение теплопроводности для однослойной цилиндрической стенки.
10. Каким выражением определяется плотность теплового потока передаваемого через стенку за счет теплопроводности для многослойной стенки, многослойного цилиндра, шара.
11. Как меняется значение коэффициента теплопроводности воды с увеличением температуры.
12. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности.
13. Что такое тепловой пограничный слой.
14. Вывод дифференциального уравнения Навье-Стокса.
15. Что такое гидродинамический пограничный слой.
16. Вывод дифференциального уравнения сплошности.
17. Какими способами можно задавать граничные условия на внешних поверхностях тела для любого момента времени.
18. Коэффициент температуропроводности a .

Раздел 2. Конвективный теплообмен .

19. Конвективный теплообмен .
20. Причины конвективного теплообмена.
21. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи.
22. Физический смысл коэффициента теплоотдачи α .
23. Полный тепловой поток (закон Ньютона-Рихмана) в процессах конвективной теплоотдачи.
24. При каком режиме течения теплообмен протекает интенсивнее.
25. Теория подобия тепловых процессов.
26. Критерии подобия Рейнольдса, Грасгофа, Прандтля, Релея.
27. Каким выражением определяется критерий Нуссельта для различных условий теплоотдачи.
28. Погрешность расчёта коэффициента теплоотдачи на основе критериальных уравнений.
29. Коэффициент теплоотдачи относительно горизонтальной поверхности. Формула Михеева.
30. Коэффициент теплоотдачи внутри щелевидных тел.
31. Виды кипения.
32. Определение кризисов кипения в большом объеме.
33. При кипении жидкости в каких процессах наблюдается наибольший коэффициент теплоотдачи α ?
34. Что происходит с теплопроводностью при увлажнении материалов.

Раздел 3. Теплопередача.

35. Уравнение теплопередачи .
36. Размерность коэффициента теплопередачи.
37. Коэффициент теплопередачи.
38. Полный тепловой поток Q при теплопередаче.
39. Полное термическое сопротивление теплопередачи R через плоскую стенку.
40. Каким выражением определяется плотность теплового потока, отдаваемого жидкостью с температурой $t_{ж1}$ поверхности стенки с температурой t_1 .
41. Какой формулой определяется термическое сопротивление многослойной плоской стенки омываемой жидкостью.
42. Уравнение теплопередачи для цилиндрической стенки.
43. Какие методы применяются для интенсификации теплопередачи.
44. Для чего необходимо оребрение внешних поверхностей теплообмена.
45. Коэффициент оребрения β .
46. Чему численно равен линейный коэффициент теплопередачи k_l .
47. Что обеспечивает тепловая изоляция.
48. По какой формуле определяется критический диаметр изоляции.
49. Какой вид имеет одномерное стационарное температурное поле.
50. Нестационарные процессы. Критерий Био.
51. В каком виде может быть представлено для нестационарных процессов конвективного теплообмена критериальное уравнение.
52. Уравнение теплового баланса при кипении.

Раздел 4. Лучистый теплообмен.

53. Лучистый теплообмен.
54. Степень черноты излучающего тела ε .
55. Оцените влияние на степень черноты шероховатой поверхности тела.
56. Выражение закона Стефана-Больцмана.
57. Вид тела, при степени черноты $\varepsilon = 1$
58. Какой формулой описывается спектральная интенсивность излучения I_λ .
59. Какой вид имеет уравнение теплового баланса для лучистого теплообмена между телами.
60. Какие тела называют зеркальными.
61. Закон Ламберта.
62. Какие газы излучают и поглощают тепловую энергию.
63. Чему равен полный тепловой поток Q , Вт, передаваемый от греющей жидкости к нагреваемой через стенку площадью F .
64. Какой формулой описывается полное термическое сопротивление теплопередачи.

Раздел 5. Теплообменные аппараты

1. Уравнения теплового баланса теплообменного аппарата.
2. При какой схеме движения теплоносителей требуется меньшая поверхность теплообмена?
3. Выражение для определения поверхности теплообменного аппарата F .
4. Для какого трубного пучка теплоотдача эффективнее.
5. При каком угле натекания жидкости на трубный пучок коэффициент теплоотдачи выше?
6. Рекуператоры.
7. Регенераторы.
8. Конструкторский расчёт.
9. Поверочный расчёт.
10. Сколько % составит коэффициент теплоотдачи второго ряда этого пучка, если коэффициент теплоотдачи третьего ряда коридорного пучка труб принять за 100%.
11. Водяной эквивалент.

12. Какие вещества используют в качестве теплоносителей в процессах теплообмена.
13. Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи.
14. Среднелогарифмический температурный напор, его определение для основных схем движения теплоносителей.
15. Сравнение прямого и противотока, вычисление конечных температур теплоносителей.
16. Выражение для полного падения давления в теплообменнике; сопротивление трения и местные сопротивления; затраты напора, обусловленные ускорением потока и преодолением гидростатического давления столба жидкости.
17. Мощность, необходимая для перемещения теплоносителя.

Раздел 6. Тепло и массообмен в двухкомпонентных средах.

1. Основные положения теории массообмена. Термо- и бародиффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии, факторы, влияющие на его величину.
2. Конвективный массообмен как совокупность молярного и молекулярного переноса вещества. Плотность потока массы в процессе конвективного массообмена.
3. Диффузионный пограничный слой. Система дифференциальных уравнений диффузионного пограничного слоя. Граничные условия на поверхности раздела фаз. Коэффициент массоотдачи.
4. Применение методов подобия и размерностей к процессам массообмена. Диффузионное число Нуссельта, число Прандтля. Аналогия процессов тепло- и массообмена.
5. Перенос загрязняющих примесей в атмосфере.
6. Значение охраны окружающей среды в современных условиях.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету, экзамену (по дисциплине):

1. Математическое описание температурного поля.
2. Методы измерения температуры. Термопара, Термосопротивление. Пирометры.
3. Плотность теплового потока q . Формула Фурье.
4. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности.
5. Что такое тепловой пограничный слой.
6. Вывод дифференциального уравнения Навье-Стокса.
7. Что такое гидродинамический пограничный слой.
8. Вывод дифференциального уравнения сплошности.
9. Какими способами можно задавать граничные условия на внешних поверхностях тела для любого момента времени.
10. Теория подобия тепловых процессов.
11. Критерии подобия Рейнольдса, Грасгофа, Прандтля, Релея.
12. Каким выражением определяется критерий Нуссельта для различных условий теплоотдачи.
13. Виды кипения.
14. Определение кризисов кипения в большом объеме.
15. Какой вид имеет одномерное стационарное температурное поле.
16. Нестационарные процессы. Критерий Био.
17. В каком виде может быть представлено для нестационарных процессов конвективного теплообмена критериальное уравнение.
18. Уравнение теплового баланса при кипении.
19. Степень черноты излучающего тела ϵ .
20. Оцените влияние на степень черноты шероховатой поверхности тела.
21. Выражение закона Стефана-Больцмана.
22. Какой формулой описывается спектральная интенсивность излучения I_λ .

23. Какой вид имеет уравнение теплового баланса для лучистого теплообмена между телами.
24. Какие тела называют зеркальными.
25. Закон Ламберта.
26. Какие газы излучают и поглощают тепловую энергию.
27. Чему равен полный тепловой поток Q , Вт, передаваемый от греющей жидкости к нагреваемой через стенку площадью F .
28. Какой формулой описывается полное термическое сопротивление теплопередачи.
29. Уравнения теплового баланса теплообменного аппарата.
30. Для какого трубного пучка теплоотдача эффективнее.
31. При каком угле натекания жидкости на трубный пучок коэффициент теплоотдачи выше?
32. Рекуператоры.
33. Регенераторы.
34. Конструкторский расчёт.
35. Поверочный расчёт.
36. Сколько % составит коэффициент теплоотдачи второго ряда этого пучка, если коэффициент теплоотдачи третьего ряда коридорного пучка труб принять за 100%.
37. Водяной эквивалент.
38. Какие вещества используют в качестве теплоносителей в процессах тепломассообмена.
39. Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор, его определение для основных схем движения теплоносителей.
40. Сравнение прямотока и противотока, вычисление конечных температур теплоносителей.

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету, экзамену

Вариант 1

1	Полный тепловой поток Q имеет размерность	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вт/м²; 2. Вт; 3. Дж; 4. Вт/м.
2	Коэффициент теплопроводности λ характеризует	<ol style="list-style-type: none"> 1. способность тела выравнивать температуру; 2. скорость изменения температуры в теле; 3. способность тела проводить теплоту; 4. меру тепловой инерционности тела.
3	Наименьший коэффициент теплопроводности имеют вещества	<ol style="list-style-type: none"> 1. металлы; 2. жидкости; 3. газы; 4. теплоизоляторы.
4	Температура по толщине плоской стенки изменяется по ... закону	<ol style="list-style-type: none"> 1. параболическому; 2. линейному; 3. логарифмическому; 4. экспоненциальному.

5	Коэффициент теплопроводности имеет размерность	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вт/м²·К; 2. Дж/м³·К; 3. Вт/м·К; 4. м²/с.
6	Коэффициент температуропроводности α имеет размерность	<ol style="list-style-type: none"> 1. м²/с; 2. Вт/м·К; 3. Дж/м·К; 4. Вт/м²·К.
7	Критерий Био определяется выражением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{\alpha \tau}{l^2}$; 2. $\frac{\alpha l}{\lambda_{ж}}$; 3. $\frac{v}{\alpha}$; 4. $\frac{\alpha l}{\lambda_{ст}}$;
8	Укажите физический смысл коэффициента теплоотдачи α	<ol style="list-style-type: none"> 1. способность тела проводить теплоту; 2. интенсивность теплообмена между поверхностью и омывающей средой; 3. способность выравнивать температуру; 4. скорость изменения температуры.
9	Полный тепловой поток (закон Ньютона-Рихмана) в процессах конвективной теплоотдачи определяется выражением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\alpha F(t_{ст} - t_{ж})$; 2. $\lambda F(t_{ст} - t_{ж})$; 3. $kF(t_{ж1} - t_{ж2})$; 4. $\alpha F \frac{t_c}{t_{ж}}$.
10	Каким выражением определяется критерий Нуссельта	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{\lambda(t_{ст} - t_{ж})}{l}$; 2. $\frac{\alpha l}{\lambda_{ст}}$; 3. 4. $\frac{\lambda l}{\alpha}$.
11	Дать определение кризиса кипения в большом объеме	<ol style="list-style-type: none"> 1. образование пузырьков пара на нагреваемой поверхности; 2. переход от пузырькового кипения к пленочному; 3. интенсивное образование паровой фазы; 4. кипение на стенке со слоем накипи с низкой теплопроводностью.
12	При кипении жидкости в каких процессах наблюдается наибольший коэффициент теплоотдачи α	<ol style="list-style-type: none"> 1. кипение в пузырьковом режиме; 2. теплоотдача при вынужденном движении; 3. пленочный режим кипения; 4. капельная конденсация пара.

13	При конденсации пара как изменяется коэффициент теплоотдачи с ростом толщины стекающей пленки конденсата	<ol style="list-style-type: none"> 1. увеличивается; 2. уменьшается; 3. не меняется; 4. увеличивается, потом уменьшается.
14	Как зависит коэффициент теплоотдачи от роста теплофизических свойств жидкости	<ol style="list-style-type: none"> 1. не зависит; 2. уменьшается; 3. увеличивается; 4. увеличивается по квадратичной зависимости.
15	Какой фактор влияет на величину коэффициента теплоотдачи	<ol style="list-style-type: none"> 1. форма и положение поверхности; 2. геометрические размеры; 3. физические свойства материала поверхности; 4. гидродинамическая картина омывания поверхности жидкостью.
16	Лучистый теплообмен это	<ol style="list-style-type: none"> 1. перенос теплоты волнами; 2. излучение в области длин волн видимого света; 3. перенос теплоты электромагнитными волнами с двойным преобразованием энергии – тепловой в лучистую и лучистой в тепловую; 4. перенос теплоты микрочастицами тела.
17	Какой степени абсолютной температуры T твердого тела пропорциональна излучаемая энергия	<ol style="list-style-type: none"> 1. первой; 2. второй; 3. третьей; 4. четвертой.
18	Степень черноты излучающего тела ϵ это	<ol style="list-style-type: none"> 1. отношение мощности излучения серого тела к мощности излучения абсолютно черного тела; 2. отношение мощности излучения к конвективному теплообмену; 3. цветовая характеристика излучаемой поверхности; 4. степень излучательной способности тела.
19	Оцените влияние на степень черноты шероховатой поверхности тела	<ol style="list-style-type: none"> 1. не влияет; 2. увеличивает; 3. уменьшает; 4. зависит от условий.

20	Укажите выражение закона Стефана-Больцмана	<ol style="list-style-type: none"> 1. $E_o = \varepsilon C \left(\frac{T}{100}\right)^4$; 2. $E_o = \varepsilon C \left(\frac{T}{100}\right)^3$; 3. $E_o = C_o \left(\frac{T}{100}\right)^4$; 4. $E_o = \varepsilon \left(\frac{T}{100}\right)^4$.
----	--	--

Вариант 2

1	Степень черноты $\varepsilon = 1$ имеют ... тела	<ol style="list-style-type: none"> 1. абсолютно белые; 2. прозрачные. 3. серые; 4. абсолютно черные.
2	Для ослабления лучистого потока используют тела ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. с большой отражательной способностью; 2. с большой поглощательной способностью; 3. серые; 4. чёрные.
3	Размерность коэффициента теплопередачи имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вт/м·К; 2. Дж/кг·К; 3. Вт/м²·К; 4. Дж/м²·К.
4	Коэффициент теплопередачи определяется из выражения	<ol style="list-style-type: none"> 1. характеризует перенос теплоты от жидкости к стенке; 2. определяет интенсивность переноса теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их твердую стенку; 3. описывает перенос теплоты внутри тела; 4. показывает способность теплоносителя аккумулировать теплоту.
5	Полный тепловой поток Q при теплопередаче определяется из выражения	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\alpha F(t_{ст} - t_{ж})$; 2. $\varepsilon C_o F T^4$; 3. $\lambda F \Delta t$. 4. $kF(t_{ж1} - t_{ж2})$;

6	Полное термическое сопротивление теплопередачи R через плоскую стенку определяется	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$; 2. $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$; 3. $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$; 4. $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda}$.
7	Укажите уравнения теплового баланса теплообменного аппарата	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Q_1 = Q_2 + \Delta Q$; 2. $Q = cF(t_1 - t_2)$; 3. $Q = \kappa F \Delta t$; 4. $Q_2 = \eta Q_1$
8	При какой схеме движения теплоносителей требуется меньшая поверхность теплообмена	<ol style="list-style-type: none"> 1. прямоток; 2. противоток; 3. перекрестный ток; 4. теплосъем не зависит от схемы движения.
9	Указать выражение для определения поверхности теплообменного аппарата F	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{Q}{\kappa \Delta t}$; 2. $\frac{Q}{\alpha \Delta t}$; 3. $\frac{Q}{\lambda \Delta t}$; 4. Ни одно из вышеуказанных.
10	Математическое описание температурного поля имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> 1. $t = f(y, z, \tau)$; 2. $t = f(x, y, z)$; 3. $t = f(x, y)$; 4. $t = f(x, y, z, \tau)$.
11	Стационарный режим течения это	<ol style="list-style-type: none"> 1. установившийся 2. пульсирующий; 3. непрерывный; 4. переходной.
12	Математическое описание температурного поля для стационарного режима течения имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> 1. $t = f(x, y, \tau)$; 2. $t = f(x, \tau)$; 3. $t = f(x, y, z, \tau)$; 4. $t = f(x, y, z, \tau)$.

13	Плотность теплового потока q это	<ol style="list-style-type: none"> 1. количество теплоты, проходящей за 1 сек. через 1 кв.м изотермической поверхности тела; 2. количество теплоты, проходящей через 1 кв.м изотермической поверхности тела; 3. общее количество теплоты, проходящей через 1 кв.м площади; 4. количество теплоты, проходящей за 1 сек.
14	Закон Фурье имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> 1. $q = - \lambda \text{ grad } t$; 2. $q = - \text{ grad } t$; 3. $q = - \lambda t$; 4. $q = F \text{ grad } t$.
15	При увлажнении материалов их теплопроводность	<ol style="list-style-type: none"> 1. не изменяется; 2. уменьшается; 3. увеличивается; 4. зависит от материала.
16	Граничные условия на внешних поверхностях тела для любого момента времени можно задавать способами	<ol style="list-style-type: none"> 1. распределением температуры на поверхности тела; 2. распределением плотностей теплового потока; 3. задавая температуру окружающей среды и закон теплообмена...; 4. все вышеперечисленные.
17	Закон Ньютона-Рихмана имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> 1. $q = \alpha (t_c - t_{ж})$; 2. $q = T (t_c - t)$; 3. $q = (t_c - t_{ж})$; 4. $q = T (t_c - t_{ж})$.
18	Общее количество теплоты Q , Дж, передаваемое через поверхность стенки площадью F за время, равно	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Q = q$; 2. $Q = F$; 3. $Q = q F$. 4. $Q = q C$;

19	Распределение температуры по сечению цилиндрической стенки описывается уравнением логарифмической кривой вида	<ol style="list-style-type: none"> $t_r = C_1 \ln r + C_2$; $t_r = C_1 \ln r$; $t_r = \ln r + C_2$; $t_r = C_1 + C_2$.
20	Теплопередача это	<ol style="list-style-type: none"> теплообмен между двумя средами ; смешение сред; теплообмен между стенкой и жидкостью; теплообмен между двумя средами через разделяющую их стенку.

Вариант 3

1	В качестве теплоносителей в процессах тепломассообмена используются следующие вещества	<ol style="list-style-type: none"> вода и водяной пар; воздух и продукты сгорания топлива; минеральные масла и органические жидкости; все вышеперечисленные варианты.
2	Значение коэффициента теплопроводности воды с увеличением температуры	<ol style="list-style-type: none"> возрастает; сначала возрастает, потом убывает; сначала убывает, потом возрастает; остается постоянным.
3	Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры является линейной	<ol style="list-style-type: none"> для теплоизоляционных материалов; для металлов; для газов; для жидкостей.
4	Термическое сопротивление плоской стенки представляет собой	<ol style="list-style-type: none"> количество теплоты, выделяемой в единице объема в единицу времени; падение температуры при прохождении через стенку

		<p>удельного теплового потока, равного единице;</p> <p>3. количество теплоты, проходящее в единицу времени через единицу поверхности стенки;</p> <p>4. разность температур между наружной и внутренней поверхностями стенки.</p>
5	Уравнение теплопроводности для однослойной цилиндрической стенки имеет вид	<p>1. $Q =$;</p> <p>2. $Q =$;</p> <p>3. $Q =$;</p> <p>4. $Q =$.</p>
6	Тонкий слой жидкости вблизи поверхности тела, в котором происходит изменение скорости жидкости от значения скорости невозмущенного потока вдали от стенки до нуля, непосредственно на стенке, называется	<p>1. гидродинамическим пограничным слоем;</p> <p>2. ламинарным подслоем турбулентного пограничного слоя;</p> <p>3. тепловым пограничным слоем;</p> <p>4. турбулентным подслоем ламинарного пограничного слоя.</p>
7	Если в дифференциальном уравнении энергии, устанавливающим связь между пространственным и временным изменением температуры в любой точке движущейся жидкости, проекции вектора скорости $w_x = w_y = w_z = 0$, то уравнение энергии превращается	<p>1. в дифференциальное уравнение теплопроводности;</p> <p>2. в дифференциальное уравнение теплоотдачи;</p> <p>3. в дифференциальное уравнение движения;</p> <p>4. в дифференциальное уравнение неразрывности.</p>
8	Для нестационарных процессов конвективного теплообмена критериальное уравнение может быть представлено в виде:	<p>1. $Nu = f(Re, Gr, Pr, Bi)$;</p> <p>2. $Nu = f(Re, Bi, Fo, Pr)$;</p> <p>3. $Nu = f(Re, Gr, Fo, Pr)$;</p> <p>4. $Nu = f(Re, Gr, Pe, Pr)$.</p>
9	Если коэффициент теплоотдачи третьего ряда коридорного пучка труб принять за 100%, то коэффициент теплоотдачи второго ряда этого пучка составит	<p>1. 60%;</p> <p>2. 90%;</p> <p>3. 80%;</p> <p>4. 70%.</p>
10	В критериальном уравнении конвективного теплообмена для турбулентного течения жидкости в трубах, в отличие от уравнения для	<p>1. критерий Грасгофа;</p> <p>2. критерий Рейнольдса;</p> <p>3. критерий Прандтля;</p> <p>4. критерий Нуссельта.</p>

	ламинарного течения, отсутствует	
11	При кипении жидкости на поверхности твердого тела наиболее интенсивный рост значений коэффициента теплоотдачи наблюдается в области	<ol style="list-style-type: none"> 1. естественной конвекции; 2. критической точки; 3. пленочного режима; 4. пузырькового режима.
12	Тело, поглощающее все падающее на него излучение, называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. абсолютно белым; 2. абсолютно черным; 3. абсолютно прозрачным; 4. серым.
13	Согласно закону Ламберта, интенсивность излучения зависит от его направления, определяемого углом φ , который оно образует с нормалью к поверхности, и максимальное излучение имеет место при значении угла φ , равном	<ol style="list-style-type: none"> 1. 90°; 2. 30°; 3. 0°; 4. 45°.
14	Излучают и поглощают тепловую энергию	<ol style="list-style-type: none"> 1. все газы одинаково; 2. двухатомные и многоатомные газы; 3. одноатомные и трехатомные газы; 4. трехатомные и многоатомные газы.
15	Коэффициент теплопередачи k измеряется в следующих единицах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вт/(м²·К); 2. Вт/м; 3. Вт/(м·К); 4. Вт/(м²·°С).
16	Для воздуха критериальное уравнение при любом частном случае конвективного теплообмена в стационарных условиях может быть представлено в виде	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Nu = f(Fo)$; 2. $Nu = f(Gr)$; 3. $Nu = f(Pr)$. 4. $Nu = f(Re)$;
17	Коэффициентом оребрения трубы называется отношение	<ol style="list-style-type: none"> 1. площади гладкой поверхности трубы к площади оребренной поверхности; 2. площади оребренной поверхности трубы к площади гладкой поверхности; 3. площади каждого ребра к площади гладкой поверхности; 4. суммы площадей поверхностей всех ребер к площади оребренной поверхности.

18	Большее изменение температуры по поверхности теплообмена получается для той жидкости, у которой	<ol style="list-style-type: none"> 1. водяной эквивалент меньше; 2. начальная температура меньше; 3. начальная температура больше; 4. водяной эквивалент больше.
19	Под водяным эквивалентом понимают произведение	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W = C(t_1 - t_2)$; 2. $W = CG$; 3. $W = kF\Delta t_{cp}$; 4. $W = G(t_1 - t_2)$.
20	Теплообменные аппараты, в которых две жидкости с различными температурами текут в пространстве, разделенном твердой стенкой, называются	<ol style="list-style-type: none"> 1. регенеративными; 2. смесительными; 3. рекуперативными; 4. с внутренними источниками теплоты.

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

6.3.1 Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

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 программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных 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

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Тепломассообмен: учебно-методический комплекс/ сост.: В.Г. Лабейш, О.В. Шелудько, СПб: СЗТУ, 2008.
2. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. - М.: Изд. МЭИ, 2006.
3. Теплотехника: учебник для вузов / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», В.В. Андреев, В.А. Лебедев, Б.И. Спесивцев, СПб, 2015.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. - М.: Энергоиздат, 1981.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. - М.: Энергия, 1977.
3. Шелудько О. В., Оноприенко А. И. Тепломассообмен – СПб.:СЗТУ, 2003.
4. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. - М.: Энергия, 1980.
5. Галин Н.М., Кириялов П.Л. Тепломассообмен (в ядерной энергетике). - М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник. /под ред. Григорьева В.А., Зорина В.М./ - М.: Энергоиздат, 1982.
7. Арсеньев Г.В. Энергетические установки. Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1991

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Тепломассообмен: учебно-методический комплекс/ сост.: В.Г. Лабейш, О.В. Шелудько, СПб: СЗТУ, 2008.
2. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. - М.: Изд. МЭИ, 2006.
3. Теплотехника: учебник для вузов / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», В.В. Андреев, В.А. Лебедев, Б.И. Спесивцев, СПб, 2015.

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

1. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт». <http://rucont.ru/>
2. ООО Научная электронная библиотека. Интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования. (Включает РИНЦ- библиографическая база данных публикаций российских авторов и SCIENCE INDEX- информационно - аналитическая система, позволяющая проводить аналитические и статистические исследования публикационной активности российских ученых и научных организаций). <http://elibrary.ru/>
3. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.пф/>).
4. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>).
7. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
8. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.ru/cgibin/tkv.pl>
9. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
10. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
11. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»». <http://rucont.ru/>
12. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий

Лекционная аудитория: мультимедийный проектор – 1 шт.; стол – 45 шт.; стул – 92 шт.; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»); лабораторное оборудование – 6 шт.

Аудитории для проведения практических занятий

Компьютерный класс:

28 посадочных мест, комплект мультимедийной аудитории Тип 2 (возможность доступа к сети «Интернет») – 1 шт., стол компьютерный – 16 шт., стол – 2 шт., стул – 28 шт., компьютер для студентов – 18 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), принтер – 1 шт.

Аудитория:

90 посадочных мест, Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 45 шт., стул – 92 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»)

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 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

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: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

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 Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

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

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 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional
2. Microsoft Office 2007 Standard
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus