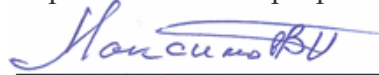


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы

 Максимов В.П.

" 14 " _____ мая _____ 2026 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Б1.В.01.02 ТЕПЛОМАССООБМЕН

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль (направленность) подготовки
Тепловые энергосистемы

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
очная, заочная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2026 г.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Разработал:

д.п.н., профессор кафедры
электроэнергетики и физики



В.П. Максимов

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики и физики, протокол № 11 от 14 мая 2026 г.

Заведующий кафедрой:

д.п.н., профессор кафедры
электроэнергетики и физики



В.П. Максимов

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины заключается в освоении обучающимися теоретических представлений и приобретение практического опыта инженерных расчётов, необходимых для определения основных параметров, характеризующих закономерности теплообменных процессов, 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 теплотехники и основных законах передачи тепла и теплогенерации;
- получить навыки выполнения теплотехнических расчётов, а также использование их при организации технологических процессов и проектирования технологического оборудования;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области выбранной специальности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина "Тепломассообмен" относится к дисциплинам обязательной части образовательной программы. Дисциплина находится в логической и содержательной взаимосвязи с другими частями ОПОП, т.к. она способствует личностному, в том числе профессиональному росту будущих бакалавров.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Тепломассообмен» являются «Физика», «Математика».

Дисциплина активизирует развитие направленности на профессиональную деятельность, вооружает студентов знаниями и навыками саморазвития. Она тесно связана с предметами базовой части учебного плана, учебной и производственной практиками. Содержание дисциплины является теоретической базой для успешного освоения дисциплин вариативной части учебного плана, курсов по выбору, эффективного проведения преддипломной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является применение ранее полученных знаний и умений по общеобразовательным дисциплинам к расчёту и описанию процессов теплообмена.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКС-2	Способен определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	ПКС-2.1. Знать: способы передачи теплоты, основные понятия и определения теории теплообмена; основные законы преобразования энергии и тепломассообмена; качественные характеристики переноса теплоты; условия однозначности или краевые условия теплопроводности; пути интенсификации теплопередачи; приближенные методы решения задач теплопроводности; основы процесса теплообмена излучением.

		ПКС-2.2. Уметь: применять основные законы и уравнения теплообмена для выполнения технических расчётов; уметь пользоваться термодинамическими схемами, диаграммами, графиками и таблицами теплофизических свойств веществ и газов проводить термодинамический анализ процессов; определять теплопроводность при стационарных условиях, определять теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода; проводить термодинамические расчёты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в отрасли. ПКС-2.3. Иметь навыки: методами передачи теплоты через цилиндрическую стенку; обобщёнными методами решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках; основами расчёта теплопередачи между двумя жидкостями через разделяющую их стенку; методикой расчёта теплопередачи через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки; понятием о методе анализа размерностей теории подобия; методами термодинамического анализа процессов в различных двигателях, теплосиловых установках и компрессорах.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Количество часов по учебному плану: всего **108**; зачётных единиц **3**.

Вид работы	Трудоёмкость, акад. часов
	7 сем.
Общая трудоёмкость	108
Контактная работа:	62
Лекции (Лек)	30

Вид работы	Трудоёмкость, акад. часов
	7 сем.
Практические занятия (ПР)	14
Лабораторные работы (Лаб)	14
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) <i>(Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами)</i>	4
Конт ПА	
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, зачет с оценкой)	
Самостоятельная работа:	46
- выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР);	
- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);	
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);	
- написание реферата (Р);	
- написание эссе (Э);	
- самостоятельное изучение разделов (перечислить);	
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	20
- подготовка к лабораторным занятиям;	
- подготовка к практическим занятиям;	20
- подготовка к коллоквиумам;	6
- подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)	

4.2. Распределение видов работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины	Курс	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Заочная форма обучения	
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Конт роль	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточно й аттестации (по семестрам)

1	Тема 1 Основные понятия и исходные положения теплообмена	4	1	0	0	0	12	0	0	Опрос, дискуссия, тест
2	Тема 2 Дифференциальное уравнение теплопроводности и его решения	7	1	1	0	0	12	0	0	Опрос, дискуссия, тест
3	Тема 3 Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена; применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена	7	0	0	1	0	12	0	0	Опрос, дискуссия, тест
4	Тема 4 Теплоотдача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении в каналах, обтекание трубы и пучка труб	7	1	1	0	0	12	0	0	Опрос, дискуссия, тест
5	Тема 5 Расчёт коэффициентов теплоотдачи при свободной конвекции	7	0	1	0	0	10	0	0	Опрос, дискуссия, тест
6	Тема 6 Теплообмен при фазовых превращениях	7	0	0	1	0	12	0	0	Опрос, дискуссия, тест
7	Тема 7 Теплообмен излучением, сложный теплообмен	7	1	0	0	0	12			Опрос, дискуссия, тест
8	Тема 8 Теплогидравлический расчёт теплообменных аппаратов	7	0	1	0	0	12			Опрос, дискуссия, тест
	Промежуточная аттестация	7	0	0	0	0	0	1	3	Зачет
	Итого	108	4	4	2	0	94	1	3	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Тема 1 Основные понятия и исходные положения теплообмена

Способы тепло- и массопереноса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия. Феноменологический метод изучения явлений тепло- и массообмена. Определение основных понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей и твёрдых тел.

Тема 2 Дифференциальное уравнение теплопроводности и его решения

Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент теплопроводности, Закон Ньютона-Рихмана. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки. Критический диаметр тепловой изоляции. Передача тепла через шаровую стенку. Оребрение поверхности нагрева. Перенос тепла по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Численные методы решения задач стационарной теплопроводности. Температурное поле в процессе охлаждения (нагрева) пластины. Метод Фурье. Безразмерная форма решения задачи о нестационарной теплопроводности пластины. Температурное поле в процессе охлаждения (нагрева) бесконечно длинного цилиндра, шара и некоторых тел конечных размеров. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров и произвольной формы. Регулярный режим охлаждения. Определение теплофизических свойств материалов методом регулярного режима.

Тема 3 Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена; применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена

Математическое описание процесса конвективного теплообмена: дифференциальные уравнения энергии, движения, неразрывности. Физические свойства жидкостей и газов, существенные для процесса конвективного теплообмена. Классификация теплоносителей по числу Прандтля. Безразмерный вид математического описания конвективного теплообмена. Безразмерные комплексы. Теория подобия и размерности. Пи-теорема. Пограничный слой. Турбулентность. Рейнольдсовы преобразования дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Турбулентная теплопроводность.

Тема 4 Теплоотдача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении в каналах, обтекание трубы и пучка труб

Теплообмен и сопротивление при ламинарном и турбулентном пограничном слое на пластине. Теплообмен при вынужденном внешнем обтекании трубы и пучка труб. Теплообмен при движении теплоносителей в трубах и каналах. Первое начало термодинамики для течения в трубах. Турбулентное движение в трубах. Формулы Михеева и Петухова. Теплоотдача при течении жидких металлов. Теплообмен при сверхкритическом состоянии жидкостей. Интенсификация конвективного теплообмена при течении теплоносителя в трубах и каналах.

Тема 5. Расчёт коэффициентов теплоотдачи при свободной конвекции

Теплоотдача при свободном движении жидкости около тел (пластина, труба) находящихся в неограниченном объёме жидкости. Свободная конвекция в ограниченном объёме.

Тема 6 Теплообмен при фазовых превращениях

Теплообмен при конденсации пара. Теория Нуссельта. Турбулентное течение плёнки конденсата расчёт коэффициента теплоотдачи. Теория Нуссельта для плёночной конденсации на горизонтальной трубе. Влияние скорости пара, состояние поверхности, влажности и перегрева пара, примесей воздуха в паре. Теплообмен при конденсации пара в трубах. Теплообмен при кипении жидкостей. Кривая кипения. Пузырьковое и плёночное кипение. Критический радиус пузырька. Скорость роста пузырька. Отрывной диаметр пузырька. Частота отрыва пузырьков. Расчёт коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении в большом объёме. Критические тепловые нагрузки при кипении. Теплоотдача при плёночном кипении.

Тема 7 Теплообмен излучением, сложный теплообмен

Физическая природа, понятия и законы теплового излучения. Интегральный и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения. Метод многократных отражений и метод полных потоков излучения. Классификация потоков излучения. Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами, двумя concentрическими сферами и произвольно расположенными телами.

Основы методов расчёта теплообмена излучение от излучающей и поглощающей среды к поверхностям нагрева теплообменных устройств. Поглощательная способность и степень черноты среды (продуктов сгорания). Понятие о методах расчёта сложного теплообмена.

Тема 8 Теплогидравлический расчёт теплообменных аппаратов

Классификация теплообменных аппаратов. Характерные конструктивные схемы теплообменных аппаратов. Основные схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Основные положения и уравнения теплового расчёта. Средняя разность температур и метод ее вычисления. Температурный напор и его определение для основных схем движения теплоносителей. Сравнение прямотока и противотока. Определение поверхности теплообмена при переменном коэффициенте теплопередачи и переменных теплоёмкостях теплоносителей. Вычисление коэффициента теплопередачи для различной формы поверхностей теплообмена. Вычисление конечной температуры теплоносителей. Интенсификация процессов теплопередачи. Особенности в методике теплового расчёта регенеративных теплообменников. Затраты напора, обусловленные ускорением потока и преодолением гидростатического давления столба жидкости. Мощность, необходимая для перемещения теплоносителя

4.4. Темы и планы практических занятий

№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	Уравнения состояния идеальных газов	2
2.	Смесь идеальных газов	2
3.	Первый закон термодинамики	2
4.	Теплоёмкость газов. Энтропия	2
5.	Термодинамические процессы	2
6.	Второй закон термодинамики	2
7.	Водяной пар. Влажный воздух	2
Итого		14

4.5. Темы и планы лабораторных занятий

№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	Определение коэффициента теплопроводности твёрдых материалов методом пластины	2
2.	Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов	2
3.	Исследование теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в трубе	2
4.	Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра	2
5.	Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов	2
6.	Определение коэффициента излучения электропроводящих материалов калориметрическим методом	2
7.	Исследование работы теплообменного аппарата	2
Итого		14

4.6. Примерная тематика курсовых проектов

Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен.

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Тема 1 Основные понятия и исходные положения тепломассообмена.

Тема 2 Дифференциальное уравнение теплопроводности и его решения.

Тема 3 Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена; применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена.

Тема 4 Теплоотдача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении в каналах, обтекание трубы и пучка труб.

Тема 5 Расчёт коэффициентов теплоотдачи при свободной конвекции.

Тема 6 Теплообмен при фазовых превращениях.

Тема 7 Теплообмен излучением, сложный теплообмен.

Тема 8 Теплогидравлический расчёт теплообменных аппаратов.

6. Образовательные технологии

№ п.п.	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Тема 1 Основные понятия и исходные положения тепломассообмена	Лекция Практическое занятие Лабораторная работа Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развёрнутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
2	Тема 2 Дифференциальное уравнение теплопроводности и его решения	Лекция Практическое занятие Лабораторная работа Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развёрнутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
3	Тема 3 Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена; применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена	Лекция Практическое занятие Лабораторная работа Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развёрнутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
4	Тема 4 Теплоотдача и гидравлическое сопротивление при вынужденном	Лекция Практическое занятие Лабораторная	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развёрнутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних

	течении в каналах, обтекание трубы и пучка труб	работа Самостоятельная работа	заданий посредством прямого общения или электронной почты
5	Тема 5 Расчёт коэффициентов теплоотдачи при свободной конвекции	Лекция Практическое занятие Лабораторная работа Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развёрнутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
6	Тема 6 Теплообмен при фазовых превращениях	Лекция Практическое занятие Лабораторная работа Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развёрнутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
7	Тема 7 Теплообмен излучением, сложный теплообмен	Лекция Практическое занятие Лабораторная работа Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развёрнутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
8	Тема 8 Теплогидравлический расчёт теплообменных аппаратов	Лекция Практическое занятие Лабораторная работа Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развёрнутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Вопросы для проведения первого текущего контроля

1. Основные понятия и определения теплопередачи (способы переноса тепла, тепловой поток).
2. Температурное поле. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности.
3. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
4. Условия однозначности для процессов теплопроводности.
5. Уравнение для стационарной теплопроводности.
6. Теплопроводность плоской стенки.
7. Теплопередача через плоскую стенку.
8. Теплопроводность цилиндрической стенки.
9. Теплопередача через цилиндрической стенку.
10. Теплопроводность и теплопередача через шаровую стенку.
11. Критический диаметр цилиндрической стенки.
12. Тепловая изоляция.

13. Пути интенсификации теплопередачи. Теплопередача через ребристую стенку.
14. Теплопроводность в стержне постоянного сечения.
15. Аналитическое описание нестационарных процессов теплопроводности.
16. Охлаждение неограниченной пластины.
17. Анализ решения Охлаждение неограниченной пластины
18. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения.
19. Зависимость процесса охлаждения (нагрева) от Формы тела.
20. Регулярный режим охлаждения (нагрева) тела.
21. Основные понятия и определения конвективного теплообмена.
22. Основные физические свойства жидкости.
23. Дифференциальные уравнения неразрывности к движения для однородной жидкости.
24. Дифференциальное уравнение теплообмена.
25. Краевые условия, используемые для решения задач конвективного теплообмена.
26. Основные понятия и определения конвективного теплообмена
27. Основные Физические свойства жидкости
28. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена
29. Краевые условия
30. Гидравлический и тепловой пограничные слои
31. Основные положения теории подобия, условия гидродинамического и теплового подобия. Физический смысл основных чисел подобия.
32. Обработка и обобщение результатов опытов.
33. Эмпирические формулы в критериальном виде

7.3. Вопросы к зачёту

1. Теплоотдача при свободном движении жидкости в неограниченном пространстве.
2. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
3. Теплоотдача при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности
4. Особенности движения и теплообмена в трубах.
5. Теплоотдача, при ламинарном и турбулентном движении жидкости в горизонтальных трубах.
6. Теплоотдача при течении жидкости в трубах некруглого сечения изогнутых и шероховатых трубах.
7. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании одиночной трубы.
8. Теплоотдача при поперечном вынужденном обтекании пучков труб.
9. Теплообмен при конденсации чистого пара: основные положения, виды конденсации.
10. Теплоотдача при плёночной конденсации неподвижного газа.
11. Зависимость конденсации от перегрева пара, состояния поверхности, содержания в паре неконденсирующихся газов, скорости и направления течения пара, влияние компоновки поверхности нагрева.
12. Теплоотдача при конденсации пара в трубах.
13. Основные понятия и определения из теории кипения, режимы кипения.
14. Расчёт теплоотдачи при пузырьковом кипении в большом объёме,
15. Расчёт теплоотдачи при пузырьковом кипении в условиях вынужденной конвекции в трубах.
16. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена.
17. Описание процесса излучением. Основные понятия и определения.
18. Основные законы теплового излучения
19. Теплообмен излучением между телами.
20. Тепловое излучение газов.
21. Классификация теплообменных аппаратов.

22. Основные положения и уравнения теплового расчёта рекуперативных теплообменных аппаратов.
23. Расчёт конечных температур рабочих жидкостей.
24. Общие сведения о тепловом расчёте регенеративных теплообменных аппаратов.
25. Задачи гидромеханического расчёта теплообменных аппаратов.
26. Гидравлическое сопротивление элементов теплообменного аппарата

7.4. Примерные тестовые задания

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

$$q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad \frac{1}{\alpha_1}$$

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 твёрдых 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 разделённые экраном
4. Локальный коэффициент теплопроводности

6. Коэффициент теплопередачи через многослойную плоскую стенку рассчитывается:

$$1. \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum \frac{1}{2\lambda} \ln \left(\frac{d_{i+1}}{d_i} \right) + \frac{1}{\alpha_2 d_n}} \quad 2.$$

$$k = \frac{\lambda \Delta T}{\delta}$$

$$3. \quad k = \frac{1}{\sum \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{d_{i+1}}{d_i} \right)}$$

$$4. \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

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 м²) при конвективном теплообмене, если коэффициент конвективного теплообмена = 100 Вт/м² · К, разность температур стенки и потока жидкости t = 500 К.

1. q = 5000 Вт/м²
2. q = 0,5 Вт/м²
3. q = 500 Вт/м²
4. q = 500000 Вт/м²

10. Чему равно линейное термическое сопротивление теплоотдачи для цилиндрической стенки?

1. 1/λ
2. 1/(2λd)
3. 1/(λd)
4. 1/(λd²)

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, отражённая телом (средой), называется потоком

1. Потоком поглощенного излучения
2. Потоком отражённого излучения
3. Потоком результирующего излучения
4. Потоком собственного излучения

14. В вертикальной трубе могут быть выделены следующие основные зоны в направлении движения потока с характерными режимами кипения

1. Подогрев жидкости без парообразования - подогрев с образованием пара на стенках – эмульсионный – пробковый – кольцевой – зона высыхания плёнки жидкости на стенках
2. Подогрев жидкости без парообразования - подогрев с образованием пара на стенках – эмульсионный – пробковый – кольцевой
3. Подогрев с образованием пара на стенках – эмульсионный – пробковый – кольцевой – зона высыхания плёнки жидкости на стенках
4. Эмульсионный – пробковый – кольцевой – зона высыхания плёнки жидкости на стенках

15. Граничные условия какого рода применяются для проведения оценочных расчётов тепловых процессов ...

1. Первого рода
2. Второго рода
3. Третьего рода
4. Четвёртого рода

16. Закон Стефана-Больцмана имеет вид...

$$\begin{array}{ll} 1. E = \frac{C \cdot T^4}{100} & 2. E = C \cdot T^4 \\ 3. E = C \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4 & 4. E = C \cdot \frac{T^4}{100} \end{array}$$

17. По формуле

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

можно рассчитать...

1. Потери теплоты через плоскую стенку
2. Полное термическое сопротивление плоской однослойной стенки
3. Полное термическое сопротивление многослойной цилиндрической
4. Полное термическое сопротивление однослойной цилиндрической стенки

18. В какой шкале начало отсчета ведется от абсолютного нуля?

1. Шкала Цельсия
2. Шкала Реомюра

3. Шкала Кельвина
4. Шкала Фаренгейта

19 В каких случаях трубопроводы не подлежат тепловой изоляции?

1. При необходимости предупреждения и уменьшения тепло- или холодопотерь
2. При отсутствии влияния повышения температуры трубопровода в летний период на проведение технологического процесса
3. При превышении допустимой температуры стенки трубопровода за пределами рабочей или обслуживаемой зоны
4. При необходимости обеспечения нормальных температурных условий в помещении

20. Как изменяется величина теплового потока Q по толщине многослойных стенок при отсутствии в них тепловыделений и теплопоглощений и в условиях стационарного режима?

1. Тепловой поток на границе между слоями уменьшается.
2. Тепловой поток на границе между слоями увеличивается.
3. Тепловой поток на границе между любыми слоями одинаков.
4. Тепловой поток на границе между любыми слоями изменяется скачкообразно.

21. 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

22. Граничные условия какого рода применяются для проведения оценочных расчётов тепловых процессов

1. Первого рода
2. Второго рода
3. Третьего рода
4. Четвертого рода

23. Для того чтобы участвовать в теплообмене излучением тела должны быть нагреты

1. Свыше 1000 K
2. Свыше 500 K
3. До любой температуры
4. Не ниже 273 K

24. Вынужденную конвекцию воздуха около охлаждаемой поверхности нужно поддерживать

1. С помощью компрессора
2. С помощью вентилятора
3. Никаких специальных средств применять не нужно, достаточно только разности температур воздуха и стенки
4. Верны ответы 1 и 2.

25. Передача тепловой энергии будет осуществляться

1. От менее нагретого тела к более нагретому
2. от более нагретого тела к менее нагретому
3. От тела обладающего большей теплоемкостью к телу обладающему меньшей теплоемкостью
4. От более теплопроводящего тела к менее теплопроводящему

26. Единицы измерения числа Нуссельта

1. m^2 / c
2. безразмерная величина
3. Вт/м

4. Дж/кг

27. Чему равно удельное термическое сопротивление теплоотдачи для плоской стенки?

1. $1/\alpha$.
2. $1/(\alpha x)$.
3. $1/(\alpha x^2)$.
4. $1/(\alpha x^3)$.

28. 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

29. 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.

30 Определите величину плотности потока (за 1 с, через поверхность в 1 м^2) при конвективном теплообмене, если коэффициент конвективного теплообмена $\alpha = 100 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, разность температур стенки и потока жидкости $\Delta t = 500^\circ\text{К}$.

1. $q = 5000 \text{ Вт/м}^2$
2. $q = 0,5 \text{ Вт/м}^2$.
3. $q = 500 \text{ Вт/м}^2$.
4. $q = 500000 \text{ Вт/м}^2$

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Критерии оценивания

Критерием оценивания является выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ.

Самостоятельные задания и лабораторные работы по результатам выполнения и защиты оцениваются с учётом следующих основных параметров:

- своевременное выполнение работы;
- полнота и правильность ответов на вопросы, заданные в ходе защиты работы.

В случае выполнения данных условий, студент имеет возможность сдавать теоретический зачёт по вопросам.

оценка «зачтено» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускающему в ответе или в решении задач грубые ошибки.

Базовая часть (проверка знаний и умений по курсу)				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Решение долгосрочного	Проверка знаний,	Внеаудиторная	18	36

задания контрольной работы	умений			
Составление таблиц расчётных формул по курсу	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	7	14
Защита лабораторных работ	Проверка знаний, умений, навыков	Аудиторная	0	0
Промежуточная аттестация: зачёт	Проверка знаний, умений	Аудиторная	15	20
Итого минимум			47	84
Дополнительная часть				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Отработка лабораторных работ, участие в олимпиаде	Проверка знаний, умений	Аудиторная	5	16
Итого			52	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

9.1. Основная литература:

Кузеванов, В. С. Тепломассообмен : учебник для вузов / В. С. Кузеванов, Г. С. Закожурникова, С. С. Закожурников ; под редакцией В. С. Кузеванова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 189 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14882-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559352>

Шаров, Ю. И. Перенос энергии и массы : учебное пособие / Ю. И. Шаров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 168 с. — ISBN 978-5-9729-2008-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144560.html>

9.2. Дополнительная литература

Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 533 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19758-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559749>

Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 199 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06943-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564868>

Ларкин, Д. К. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебник для вузов / Д. К. Ларкин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12032-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565864>

Карташов, Э. М. Теория тепломассопереноса: решение задач для многослойных конструкций : учебник для вузов / Э. М. Карташов, В. А. Кудинов, В. В. Калашников ; под общей редакцией Э. М. Карташова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 435 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06882-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564490>

9.3. Периодические издания

1. Вестник Московского энергетического института. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1994 ISSN: 1993-6982.

2. Силовая электроника. Издательство: Медиа КиТ. Год основания: 2004 ISSN: 2079-9322.

3. Электричество. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1880 ISSN: 0013-5380.

4. ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. International Journal of Energy Production and Management. Издательство: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ. Год основания: 2016 ISSN: 2056-3272.

9.4. Программное обеспечение

Операционные системы

- *Альт Линукс*: российская операционная система, обеспечивающая высокий уровень безопасности и соответствие национальным стандартам.
- *РЕД ОС*: отечественная разработка, ориентированная на использование в государственных учреждениях и образовательных организациях.
- *Астра Линукс*: система с повышенными требованиями к безопасности, активно применяемая в различных секторах, включая образование.
- *ОС РОСА ХРОМ*: операционная система предназначена для оснащения рабочих мест пользователей без специальных требований по информационной безопасности.

Офисные пакеты

- *МойОфис*: российский офисный пакет, включающий текстовый редактор, табличный процессор и другие инструменты для работы с документами.
- *P7-Офис*: еще одно отечественное решение, поддерживающее работу с текстами, таблицами и презентациями, полностью совместимое с форматами Microsoft Office.

Антивирусное ПО

- *Kaspersky Lab*: один из ведущих мировых производителей антивирусного ПО, широко используемый в образовательных учреждениях России.
- *Dr.Web*: надежное антивирусное решение с многолетней историей использования в учебных заведениях.

Видеоконференции и коллаборация

- *Сферум*: отечественная платформа для видеоконференций и совместной работы, созданная специально для образовательных нужд.
- *Яндекс.Телемост*: сервис от Яндекса, обеспечивающий надежную видеосвязь и удобные инструменты для онлайн-обучения.
- *TrueConf*: российское решение для видеоконференций, поддерживающее высокое качество связи и широкие функциональные возможности.
- *МТС Линк*: делает коммуникацию со студентами и сотрудниками быстрее, результативнее и выгоднее; позволяет эффективно решить все задачи вуза по онлайн-коммуникациям.

СУБД (Системы управления базами данных)

- *Postgres Pro*: отечественная версия PostgreSQL, адаптированная для использования в России и активно применяемая в образовательных учреждениях.
- *Ред База Данных*: российская система управления базами данных, основанная на Firebird и обеспечивающая высокую надежность и производительность.
- *YDB (ранее Yandex Database)*: масштабируемая база данных от Яндекса, подходящая для различных задач, включая образовательные.

Облачное хранилище

- *Яндекс.Диск*: отечественное облачное хранилище, предлагающее удобный доступ к файлам и интеграцию с другими сервисами Яндекса.
- *Облако Mail.ru*: еще одно популярное российское решение для хранения и обмена файлами, активно используемое в образовании.
- *МойОфис Хранилище*: часть офисного пакета МойОфис, обеспечивающая безопасное хранение и совместную работу с документами.

Система управления обучением

- *Платформа Teachbase*: система дистанционного обучения, которая предназначена для автоматизации процессов обучения за счет своевременного обучения её пользователей и возможности оперативного контроля за подготовкой и переподготовкой пользователей.
- *iSpring Learn*: LMS с полным циклом обучения.
- *GetCourse*: платформа для онлайн-школы, дает возможность создавать тренинги, вести базу.
- *Stepik*: российская образовательная платформа и конструктор бесплатных и платных открытых онлайн-курсов и уроков.

Системы управления проектами и совместной работы

- *Яндекс.Трекер*: российская система для управления задачами и проектами, интегрированная с другими сервисами Яндекса.
- *Сфера*: платформа для управления проектами и задачами, широко используемая в российских компаниях и образовательных учреждениях.
- *Трекер Р7-Офис*: часть офисного пакета Р7-Офис, предлагающая инструменты для совместной работы и управления проектами.
- *TeamStorm*: платформа для управления командами и процессами разработки.

Формы и опросы

- *Яндекс.Формы*: российский сервис для создания опросов и анкет, предлагающий удобные инструменты для сбора и анализа данных.
- *Сервисы от 1С: Управление*: специализированные решения для создания и анализа опросов и анкет, используемые в российских организациях.
- *Testograf*: сервис для создания опросов, анкет и тестов для клиентов и сотрудников. Он предоставляет набор инструментов для создания и анализа опросов, а также для управления результатами и отчётами.
- *Univer Online. Анкетирование*: предназначен для сбора и предоставления руководству вуза актуальной информации о качестве образовательного процесса

Программы для работы с PDF-документами

- *PDF Commander*: российское решение для работы с PDF-файлами, предлагающее широкий функционал для создания, редактирования и просмотра документов.
- *МойОфис Стандартный. Документы*: часть офисного пакета МойОфис, включающая инструменты для работы с PDF-документами.
- *Master PDF*: многофункциональный и простой в использовании редактор файлов в формате PDF.
- *Content AI (ABBY)*: многофункциональный редактор для решения любых задач с PDF и бумажными документами.

Почтовые клиенты

- *КриптоАРМ ГОСТ 3*: универсальное приложение для работы с электронными документами со встроенным почтовым клиентом, позволяющим безопасно обмениваться файлами.
- *P7-Офис. Органайзер*: предназначен для управления почтой, деловым расписанием, работы с контактами и планирования задач.
- *RuPost Desktop*: предоставляет полный набор инструментов для организации вашей рабочей жизни. Это включает в себя управление почтой, календарями, контактами, задачами и даже панель быстрых кнопок для удобства.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «Эксперт»
«Антиплагиат.ВУЗ»

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- 1) Центр дистанционного образования (ЦДО) СахГУ <http://lk.sakhgu.ru/>
- 2) Официальный сайт Сахалинского государственного университета. <http://www.sakhgu.ru/>
- 3) Электроэнергетический Информационный Центр <http://www.electrocentr.info/download/>
- 4) Twirpx.com <http://www.twirpx.com/files/tek/>
- 5) ОАО "САХАЛИНЭНЕРГО": <http://www.sahen.elektra.ru/page.php?id=65>
- 6) Studfiles. <http://www.studfiles.ru/all-vuz/eie/>
- 7) Единое окно доступа к информационным ресурсам: <http://window.edu.ru/resource/771/40771>
- 8) Электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info/bestbooks/elsnabgeniye.htm>
- 9) Росэнергосервис: <http://lib.rosenergосervis.ru/elektroenergetika/>
- 10) Сайт для электриков: <http://www.elektrikline.ru/biblioteka.html>
- 11) Электротехническая литература: <http://electro.narod.ru/download>
- 12) КнигаФонд; ООО «Центр цифровой дистрибуции»; <http://www.knigafund.ru>; ООО «Центр цифровой дистрибуции»
- 13) Электронная библиотека диссертаций; Российская государственная библиотека; <http://www.rsl.ru>; ФГБУ «Российская государственная библиотека»
- 14) Университетская библиотека ONLINE; ООО «Некс-Медиа» (RU); <http://www.biblioclub.ru> ; ООО «НексМедиа»
- 15) ЭБС Издательства «Лань»; ООО «Лань-Тренд»; www.e.lanbook.com; Бесплатный бессрочный контент
- 16) Polpred.com; ООО «ПОЛПРЕДСправочники» ; <http://polpred.com/>; ООО «ПОЛПРЕД Справочники» Бесплатный контент.
- 17) IPRbooks; ООО «Ай Пи Эр Медиа»; <http://www.iprbookshop.ru/>.

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;

- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, д. 68, каб. 210 каб. 101, 103, 118, каб. 112, 113	Лекционная аудитория; Рабочие места обучающихся; Рабочее место преподавателя; Шкафы; Классная доска; Переносной экран; Ноутбук; Мультимедийный проектор; Лаборатория энергетических систем Доступ к сети Интернет
--	--

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

№ _____ от _____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечёркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесёнными изменениями.

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____
(название дисциплины)

по направлению подготовки (специальности) _____

на 20__ / 20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель

подпись

расшифровка подписи

дата

Зав. кафедрой

подпись

расшифровка подписи