

Компонент ОПОП 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
наименование ОПОП

Б1.О.23
шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины
(модуля)

ТЕПЛОМАССООБМЕН

Разработчик (и):

Малышев В.С.

ФИО

доцент

должность

Утверждено на заседании кафедры

Строительства, энергетики и транспорта

протокол № 6 от 22.05.2026

Канд. техн. наук, доцент

ученая степень,
звание

Заведующий кафедрой СЭиТ

Челтыбашев А.А.

подпись

ФИО

Мурманск
2026

1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.	ИД-1_{ОПК-4} Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа..	Основные газовые законы, законы движения жидкости и газа	применять основные теоретические зависимости для решения поставленной задачи.	методами реализации алгоритмов.	- комплект заданий для выполнения практических работ; - тестовые задания; - тестовые вопросы.	Экзаменационные билеты/ экзаменационный тест Результаты текущего контроля
	ИД-2_{ОПК-4} Применяет знания основ газодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.	Законы газодинамики, уравнение Бернулли для жидкости.	применять известные закономерности для расчета процессов истечения в динамических машинах.	Алгоритмами и средствами расчета совместной работы на сеть компрессоров, и насосов.		
	ИД-3_{ОПК-4} Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнически	Циклы тепловых и холодильных машин, парогазовых установок, включая атомные.	Строить и рассчитывать теплосиловые и парогазовые циклы.	Средствами повышения эффективности циклов		

	х установок и систем					
ОПК-5. Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок.	ИД-1 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности..	базовые конструкции теплотехнических машин и устройств..	применять основные законы и методы расчета прочности для решения поставленной задачи.	методами реализации алгоритмов расчетов.		Экзаменационные билеты/ экзаменационный тест Результаты текущего контроля
	ИД-2 _{ОПК-5} Демонстрирует знание основных правил построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с	Основные правила построения и оформления эскизов и схем теплотехнического оборудования.	применять требования стандартов при построении технологических схем.	методами поиска и обмена информацией ; навыками работы с прикладным программным обеспечением.		

	требованиями стандартов					
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1 _{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения теплотехнических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	Основные теплотехнические параметры рабочих тел и средства их измерения	Составлять программы измерения параметров теплообменных процессов.	Навыками проведения измерений с использованием средств Автоматизированного контроля и измерений.		

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки.
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ

Перечень практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
Отлично	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной/практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
Хорошо	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
Удовлетворительно	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную/практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
Неудовлетворительно	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

3.2. Критерии и шкала оценивания тестирования

Перечень тестовых вопросов и заданий, описание процедуры тестирования представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

Оценка/баллы	Критерии оценки
Отлично	90-100 % правильных ответов
Хорошо	70-89 % правильных ответов
Удовлетворительно	50-69 % правильных ответов
Неудовлетворительно	49% и меньше правильных ответов

3.3. Критерии и шкала оценивания посещаемости занятий

Посещение занятий обучающимися определяется в процентном соотношении

Баллы	Критерии оценки
Лекции	
20	посещаемость 75 - 100 %
14	посещаемость 50 - 74 %
0	посещаемость менее 50 %
Практические работы	
50	посещаемость 75 - 100 %
40	посещаемость 50 - 74 %
0	посещаемость менее 50 %

3.4. Критерии и шкала оценивания контрольной работы

Задание:

- 1) Написать программы отделения действительных корней уравнения на языке программирования Pascal ABC.NET;
- 2) Написать программы уточнения корней двумя способами: методом половинного деления, методом Ньютона (касательных) на языке Pascal ABC.NET.
- 3) Построить графики функций в программе Scilab или Matlab. Проверить полученные результаты в программе Scilab или Matlab.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
Отлично	Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
Хорошо	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочёта, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
Удовлетворительно	В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трёх недочётов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
Неудовлетворительно	В работе есть грубые ошибки и недочёты ИЛИ Контрольная работа не выполнена

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета:

Перечень вопросов к экзамену

Тема 1. Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения.

Тема 2. Теплопроводность. Основные положения теплопроводности. Температурное поле, его характеристики. Градиент температуры, его знак и направленность. Уравнение теплопроводности (закон Фурье). Коэффициент теплопроводности, определение, размерность и физическая сущность, зависимость от внешних факторов. Теплопроводность через плоскую однослойную и многослойную стенку. Тепловой поток и термическое сопротивление. Теплопроводность через цилиндрическую однослойную и многослойную стенку.

Тема 3. Конвективный теплообмен. Сущность конвективного теплообмена. Виды конвекции. Основные факторы, влияющие на теплоотдачу. Коэффициент теплоотдачи, определение, размерность. Уравнение теплоотдачи (Ньютона-Рихмана). Гидродинамический пограничный слой и его влияние на теплообмен.

Тема 4. Теория подобия. Условия однозначности для процессов теплообмена (геометрические, физические, граничные, временные). Четыре рода граничных условий. Критерии подобия. Критериальные уравнения для вынужденного и свободного движения теплоносителя. Гидродинамическое и тепловое подобие при свободном и вынужденном движении жидкости.

Тема 5. Теплоотдача. Теплоотдача при движении жидкости вдоль пластины. Распределение скоростей и температур теплоносителя. Теплоотдача при свободном движении жидкости относительно стенок. Теплоотдача при движении жидкости в трубах. Распределение скоростей и температур при ламинарном и турбулентном режимах. Теплоотдача при обтекании жидкостью одиночной трубы. Режимы движения и характер изменения коэффициента теплоотдачи. Теплоотдача при обтекании жидкостью пучка труб. Режимы движения и характер изменения коэффициента теплоотдачи.

Тема 6. Теплопередача. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенку. Тепловой поток и термическое сопротивление. Теплопередача через цилиндрическую однослойную и многослойную стенку. Тепловой поток и термическое сопротивление, температуры на границе слоев. Критический диаметр изоляции. Условие эффективной работы изоляции и методика подбора ее теплоизоляционных свойств. Пути интенсификации передачи теплоты через стенку.

Тема 7. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при кипении жидкости. Теплообмен при конденсации жидкости.

Тема 8. Теплообмен излучением. Сущность теплообмена излучением. Излучательная, отражательная и поглощательная способность тела. Лучистый теплообмен между поверхностями тел. Приведённый коэффициент излучения, размерность. Приведённая степень черноты тел. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Коэффициент излучения, определение, размерность. Интенсивность и тепловой поток излучения. Особенности излучения и поглощения энергии газами. Излучение многоатомных газов. Тепловой поток и коэффициент теплоотдачи при излучении. Лучистый теплообмен между экранированными телами. Тепловой поток и оценка эффективности использования экранов.

Тема 9. Массообмен. Основные понятия массообмена. Виды диффузии. Критерии подобия, используемые при расчете массообмена.

Тема 10. Теплообменные аппараты. Назначение, типы, основы теплового и гидравлического расчёта теплообменников. Определение поверхности нагрева теплообменника и конечных температур теплоносителей.

Типовой вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра строительства, энергетики и транспорта

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль) подготовки «Энергообеспечение предприятий»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____

по учебной дисциплине «Тепломассообмен»

1. Сущность теплопроводности. Температурное поле, его характеристики. Градиент температуры, его знак и направленность.
2. Теплопередача через многослойную плоскую стенку. Тепловой поток и термическое сопротивление, температуры на границе слоев.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры строительства, энергетики и транспорта «07» июля 2023 года.

Заведующий кафедрой А.А. Челтыбашев

Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по критериям и шкале, представленным в таблице:

Оценка__

Оценка	Критерии оценки ответа на экзамене
<i>Отлично</i>	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
<i>Хорошо</i>	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе	Критерии оценивания
--	---	---------------------

<i>Отлично</i>	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Хорошо</i>	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Удовлетворительно</i>	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Неудовлетворительно</i>	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

5. Расчетно-графическая работа

Расчет пароводяного и водоводяного подогревателей

1. Исходные данные и условия задания

Необходимо произвести тепловой и конструктивный расчет отопительного пароводяного подогревателя горизонтального типа и секционного водоводяного подогревателя про-

изводительностью $Q = __\cdot 106 \text{ ккал/ч}$. Температура нагреваемой воды при входе в подогрева-

тель $t_2' = __\text{°C}$ и при выходе $t_2'' = 95\text{°C}$. Температура сетевой воды при входе в водоводяной

подогреватель $t_1' = 140\text{°C}$ и при выходе $t_1'' = 80\text{°C}$. Влияние загрязнения поверхности нагрева подогревателя и снижение коэффициента теплопередачи при низких температурах

воды учесть понижающим коэффициентом $\square = 0,65$.

Для расчета отопительного пароводяного подогревателя приняты следующие дополнительные данные:

– давление сухого насыщенного водяного пара $p = __\text{ ат}$ ($t_n = __\text{°C}$);

– температура конденсата, выходящего из подогревателя, $t_k = t_n$;

– число ходов воды $z = 2$;

– поверхность нагрева выполнена из латунных труб ($\square = 90 \text{ ккал/м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$) диаметром $d = 14/16 \text{ мм}$.

Загрязнение поверхности учесть дополнительным тепловым сопротивлением $\square_3/\square_3 = 0,00015 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал}$.

В обоих вариантах скорость воды w_m (в трубках) принять по возможности близкой к 1 м/сек.

Для упрощения расчета принять $\square_v = 1000 \text{ кг/м}^3$.

На основе расчетов выбрать аппараты, выпускаемые серийно, и сделать сопоставление полученных результатов

6. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания, расчетные задачи, мини-кейсы, ситуационные задания, практико-ориентированные задания.*

Комплект заданий диагностической работы

ВАРИАНТ 1

1. Единицы измерения коэффициента теплопроводности:

(данный вопрос предполагает единичный выбор ответа)

- а) Вт/(м·К);
- б) Вт/(м²·К);
- в) Вт/м;
- г) Вт/(м²·К⁴).

2. Уравнение теплопередачи выглядит следующим образом:

(данный вопрос предполагает единичный выбор ответа)

- а) $Q = \frac{\lambda \cdot F \cdot (t'_{cm} - t''_{cm})}{\delta}$;
- б) $Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$;
- в) $Q = c_{np} \cdot F \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$;
- г) $Q = k \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$.

3. В качестве тепловой изоляции применяют материалы:

(данный вопрос предполагает единичный выбор ответа)

- а) с высоким коэффициентом теплопроводности;
- б) с низким коэффициентом теплопередачи;
- в) с низким коэффициентом теплопроводности;
- г) с высоким коэффициентом теплопередачи.

4. Теплопроводность - это

5. Запишите закон Фурье.

ВАРИАНТ 2

1. Единицы измерения коэффициента теплоотдачи:

(данный вопрос предполагает единичный выбор ответа)

- а) Вт/(м·К);
- б) Вт/(м²·К);
- в) Вт/м;
- г) Вт/(м²·К⁴).

2. Закон Фурье выглядит следующим образом:

(данный вопрос предполагает единичный выбор ответа)

- а) $Q = \frac{\lambda \cdot F \cdot (t'_{cm} - t''_{cm})}{\delta}$;
- б) $Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$;
- в) $Q = c_{np} \cdot F \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$;
- г) $Q = k \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$.

3. Число Нуссельта:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) характеризует отношение сил инерции к силам вязкости;
- б) определяет соотношение подъемной силы, вызываемой разностью плотностей холодных и нагретых частиц жидкости, и сил молекулярного трения;
- в) определяет интенсивность конвективного теплообмена на границе стенка – жидкость;
- г) определяет физические свойства жидкости.

4. Теплоотдача - это

5. Запишите уравнение Ньютона-Рихмана.

ВАРИАНТ 3

1. Единицы измерения коэффициента излучения:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) Вт/(м·К);
- б) Вт/(м²·К);
- в) Вт/м;
- г) Вт/(м²·К⁴).

2. Закон Стефана-Больцмана выглядит следующим образом:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) $Q = \frac{\lambda \cdot F \cdot (t'_{cm} - t''_{cm})}{\delta}$;
- б) $Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$;
- в) $Q = c_{np} \cdot F \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$;
- г) $Q = k \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$.

3. Число Прандтля:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) характеризует отношение сил инерции к силам вязкости;
- б) определяет соотношение подъемной силы, вызываемой разностью плотностей холодных и нагретых частиц жидкости, и сил молекулярного трения;
- в) определяет интенсивность конвективного теплообмена на границе стенка – жидкость;
- г) определяет физические свойства жидкости.

4. Теплопередача - это

5. Запишите уравнение теплопередачи.

ВАРИАНТ 4

1. Единицы измерения коэффициента теплопередачи:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) Вт/(м·К);
- б) Вт/(м²·К);
- в) Вт/м;
- г) Вт/(м²·К⁴).

2. Уравнение Ньютона-Рихмана выглядит следующим образом:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) $Q = \frac{\lambda \cdot F \cdot (t'_{cm} - t''_{cm})}{\delta}$;
- б) $Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$;
- в) $Q = c_{np} \cdot F \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$;
- г) $Q = k \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$.

3. Число Грасгофа:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) характеризует отношение сил инерции к силам вязкости;
- б) определяет соотношение подъемной силы, вызываемой разностью плотностей холодных и нагретых частиц жидкости, и сил молекулярного трения;
- в) определяет интенсивность конвективного теплообмена на границе стенка – жидкость;
- г) определяет физические свойства жидкости.

4. Излучение - это

5. Запишите закон Стефана-Больцмана.

ВАРИАНТ 5

1. Единицы измерения плотности теплового потока:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) Вт/(м·К);
- б) Вт/(м²·К);
- в) Вт/м;
- г) Вт/(м²·К⁴).

2. При определении каких потерь давления в теплообменнике необходимо знать коэффициенты местных сопротивлений?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) гидравлическое сопротивление трению;
- б) местные потери;
- в) сопротивление самотяги;
- г) падение давления на ускорение газа.

3. Число Рейнольдса:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) характеризует отношение сил инерции к силам вязкости;
- б) определяет соотношение подъемной силы, вызываемой разностью плотностей холодных и нагретых частиц жидкости, и сил молекулярного трения;

в) определяет интенсивность конвективного теплообмена на границе стенка – жидкость;

г) определяет физические свойства жидкости.

4. Конвекция - это

5. Запишите виды конвекции.