

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра электроэнергетики и физики

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры электроэнергетики и
физики 19 сентября 2024 г., протокол № 1



В. П. Максимов

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Б1.В.01.01 ТЕПЛО-МАССООБМЕН

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
16.03.01 Техническая физика

Профиль (направленность) подготовки
Физика температурных процессов

Квалификация
Бакалавр

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

ПК-1 Способен к участию в исследованиях физико-технических процессов, объектов, методов и средств, к поиску и анализу научно технической информации, отечественного и зарубежного опыта в процессе профессиональной деятельности

Шифр компетенции	Планируемые результаты обучения (в соотв. с уровнем освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ПК-1	ПК-1.1 Знать: современное состояние электроэнергетической системы и тенденции ее развития, современные достижения науки и передовой технологии в области электроэнергетики; нормативно-техническую документацию, регламентирующую работу электроэнергетических объектов и систем и используемую при их проектировании; типы и характеристики электрооборудования, используемого при проектировании; организацию и порядок проектирования систем и их	Фрагментарные навыки.	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применения навыков	Успешное и систематическое применение навыков

	<p>объектов.</p> <p>ПК-1.2</p> <p>Уметь:</p> <p>подготовить исходные данные для проведения расчетов, а именно, составить схему замещения электрической сети или системы в целом для расчёта режимов при развитии сети или системы, выполнить расчеты параметров энергосистем.</p> <p>ПК-1.3</p> <p>Владеть работы со справочной литературой и нормативно-технической документацией при выполнении проектов</p>				
--	--	--	--	--	--

2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Основные понятия и определения теплообмена.	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.
2.	Дифференциальное уравнение теплопроводности и его решение	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.
3.	Система уравнений конвективного теплообмена и применение методов подобия и размерности к изучению процессов конвективного	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.

	теплообмена.		
4.	Теплопередача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении жидкости в каналах. Обтекание трубок и пучка труб	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.
5.	Теплоотдача при свободной конвекции	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.
6.	Теплообмен при фазовых превращениях.	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.
7.	Теплообмен излучением. Сложный теплообмен.	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.
8.	Массообмен. Основные понятия и определения.	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.
9.	Массоотдача. Математическое описание и аналогия процессов массо- и теплообмена	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.
10.	Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов	ПК-1	Опрос. Практическое занятие. Презентация.

3. Комплекты ФОС.

3.1. Перечень оценочных средств

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление По решению определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений

3	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной(учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, проводит различные точки зрения, а также собственные взгляды по теме.	Темы рефератов
4	Зачет с оценкой	Итоговая форма оценки знаний.	Вопросы к зачету

3.2. Темы практических работ

Темы и планы практических занятий

Практическое занятие (в форме семинара) 1 (2ч.) Тема «Основные понятия и определения теплообмена.»

Вопросы для обсуждения:

1. Верно ли, что между стенками, разделенными слоем газа, может существовать как конвективный теплообмен, так и теплообмен излучением?
2. Возможен ли конвективный теплообмен в твердом теле?
3. Является ли процесс теплопередачи элементарным процессом?
4. Является ли процесс теплоотдачи элементарным процессом?
5. Возможно ли явление массообмена при отсутствии конвекции?

С/Р Работа с рекомендованными источниками

Рекомендуемая литература: основная - 1, 3, 4. Темы для написания рефератов: 1. Кривые распределения температур в теле для различных моментов времени при граничных условиях I, II, III рода. 2. "Направляющая" точки при изменении коэффициента теплоотдачи. 3. Физический смысл критериев подобия Био и Фурье. 4. Влияние коэффициента температуропроводности на скорость охлаждения тела. 5. Сущность регулярного режима. 6. Сущность метода конечных разностей. (тема реферата выбирается по согласованию с преподавателем).

Практическое занятие 2 (2 ч.) Тема «Дифференциальное уравнение теплопроводности и его решение.»

Вопросы для обсуждения:

1. Могут ли изотермические поверхности пересекаться?
2. Достаточно ли знать градиент температурного поля, чтобы определить разность температур между точками поля?
3. Можно ли рассматривать дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье как одну из форм закона сохранения энергии?
4. Входят ли физические параметры тела в состав условий однозначности, необходимых для решения дифференциального уравнения теплопроводности?
5. Тождественны ли понятия "условия однозначности" и "краевые условия"?
6. В чем отличие коэффициентов теплопроводности и температуропроводности?

Практическое занятие 3 (2 ч.) Тема «Система уравнений конвективного теплообмена и применение методов подобия и размерности к изучению процессов конвективного теплообмена.»

Вопросы для обсуждения:

1. Какие факторы влияют на интенсивность конвективного теплообмена?

2. Может ли свободная конвекция влиять на теплоотдачу в условиях вынужденного движения?
3. Могут ли совпадать по толщине гидродинамический и тепловой пограничные слои?
4. Сформулируйте физический смысл дифференциальных уравнений конвективного теплообмена.
5. Определите условия однозначности для процессов теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции.

Практическое занятие (в форме семинара) 4 (2 ч.) Тема «Теплопередача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении жидкости в каналах. Обтекание трубок и пучка труб.»

Вопросы для обсуждения:

1. Одинаковы ли значения местного и среднего коэффициентов теплоотдачи на участке термической стабилизации?
2. Допускается ли применение расчетных формул, соответствующих течению в круглых трубах, для расчета теплоотдачи при поперечном омывании труб?
3. Одинаковы ли местные коэффициенты теплоотдачи по окружности трубы при поперечном ее омывании жидкостью?

Практическое занятие (в форме семинара) 5 (2 ч.) Тема «Теплопередача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении жидкости в каналах. Обтекание трубок и пучка труб.»

Вопросы для обсуждения:

1. Как зависит коэффициент теплоотдачи от угла атаки при поперечном омывании трубы?
2. Как влияет на величину коэффициента теплоотдачи шахматное или коридорное расположение труб в пучке?
3. Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме и в ограниченном пространстве.
4. Пузырьковый и пленочный режимы кипения жидкости. Критические значения тепловой нагрузки, температурного напора и коэффициента теплоотдачи

Практическое занятие (в форме семинара) 6 (2 ч.) Тема «Теплоотдача при свободной конвекции»

Вопросы для обсуждения:

1. Как меняется местный коэффициент теплоотдачи вдоль вертикальной стенки?
2. Зависит ли коэффициент теплоотдачи от формы, размера и положения теплоотдающей поверхности при свободном движении жидкости?
3. Укажите особенности расчета теплоотдачи в ограниченном объеме.
4. Какие процессы теплообмена характеризует эквивалентный коэффициент теплопроводности?

Практическое занятие (в форме семинара) 7 (2 ч.) Тема «Теплоотдача при свободной конвекции»

Вопросы для обсуждения:

Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме и в ограниченном пространстве.
Пузырьковый и пленочный режимы кипения жидкости. Критические значения тепловой нагрузки, температурного напора и коэффициента теплоотдачи.

Практическое занятие (в форме семинара) 8 (2 ч.) Тема «Теплообмен при фазовых превращениях.»

Вопросы для обсуждения:

1. Поясните физический механизм теплообмена при кипении.
2. Как меняется коэффициент теплоотдачи в зависимости от режима кипения?

3. В чем физический механизм. I и II кризисов кипения?
4. Как зависит минимальный радиус парового пузыря от температурного напора?
5. Поясните режимы кипения жидкости в вертикальной трубе и возникновение кризиса кипения II рода

Практическое занятие (в форме семинара) 9 (2 ч.) Тема «Теплообмен излучением. Сложный теплообмен.»

Вопросы для обсуждения:

1. Поясните понятие приведенная степень черноты.
2. Какие материалы используются для экранирования лучистых потоков?
3. Как определяется коэффициент лучистого теплообмена?
4. Какие факторы влияют на лучеиспускательную способность газов?
5. Поясните влияние длины луча, парциального давления газа, температуры на степень черноты газа.

Практическое занятие (в форме семинара) 10 (2 ч.) Тема «Теплообмен излучением. Сложный теплообмен.»

Вопросы для обсуждения:

1. Законы равновесного излучения (Кирхгофа, Планка, Релея-Джинса, Вина, Стефана-Больцмана).
2. Теплообмен излучением между серыми плитами.
3. Вектор плотности теплового потока с учетом переноса массы. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена. Уравнение Фика.

Практическое занятие (в форме семинара) 11 (2 ч.) Тема «Теплообмен излучением. Сложный теплообмен.»

Вопросы для обсуждения:

Ламинарный и турбулентный теплообмен при пленочной конденсации «неподвижного» пара на вертикальной поверхности.

Практическое занятие (в форме семинара) 12 (2 ч.) Тема «Массообмен. Основные понятия и определения.»

Вопросы для обсуждения:

1. Укажите особенности видов диффузии, конвективного массообмена и массоотдачи.
2. Поясните физический смысл критериев подобия тепломассообмена.
3. В чем различие адиабатного и неадиабатного испарения?
4. Укажите, как расходуется теплота при воздействии парогазового потока на свободную поверхность жидкости.

Практическое занятие (в форме семинара) 13 (2 ч.) Тема «Массоотдача. Математическое описание и аналогия процессов массо- и теплообмена.»

Вопросы для обсуждения:

1. В чем сущность тройной аналогии?
2. Как протекает тепломассоперенос в капилляропористых телах?

Практическое занятие (в форме семинара) 13 (2 ч.) Тема «Массоотдача. Математическое описание и аналогия процессов массо- и теплообмена.»

Вопросы для обсуждения:

Сопротивление и теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности, при течении в трубах, при поперечном омывании отдельных труб и пучков. Массопроводность в капиллярно-пористом материале.

Практическое занятие (в форме семинара) 15 (2 ч.) Тема «Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов.»

Вопросы для обсуждения:

1. Дайте характеристику основных типов теплообменников и схем движения теплоносителей.
2. Выведите соотношение для среднего температурного напора в случаях прямотока и противотока.
3. Сравните эффективность прямоточных и противоточных теплообменных аппаратов.
4. Какие уравнения лежат в основе расчета теплообменников? Дайте их характеристики.
5. Изложите основные положения расчета регенеративных и смешительных теплообменных аппаратов.

Практическое занятие (в форме семинара) 16 (2 ч.) Тема «Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов»

Вопросы для обсуждения:

Уравнения теплового расчета (теплового баланса, теплопередачи). Прямоток, противоток, перекрестный ток, сложное направление движения теплоносителей. Средняя разность температур и методы ее вычисления.

3.3 Примерная тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

3.4 Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:

1. Скалярные и векторные поля физических величин. Поверхности постоянного уровня и вектор-градиент.
2. Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена.
3. Температурное поле.
4. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов.
5. Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.
6. Вывод уравнений сохранения массы и энергии, а также движения вязкой среды. Физический смысл условий однозначности.
8. Влияние различных факторов на величину первой критической плотности теплового потока.
8. Критериальные уравнения совместно протекающих процессов тепло-и массообмена.
9. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки.
10. Коэффициент теплопередачи.
11. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.
12. Теплогидравлическая эффективность рекуперативных теплообменников.

Тематика рефератов

Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме.

Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения.

Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб. Характер течения жидкости в пучке.

Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.
Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения.
Тепловой поток при конденсации пара. Конденсация движущегося и неподвижного пара.
Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб.
Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
Основы процесса теплообмена излучением. Виды лучистых потоков. Вектор излучения.
Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.
Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы. Закон Фика.
Коэффициент диффузии.

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы. Отметка «хорошо» ставится, если изложенный в докладе материал:
- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;
- доклад длинный, не вполне четкий;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если изложенный в докладе материал:

- не достаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными. Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:
- доклад не сделан;
- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме.
2. Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме.
3. Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения.
4. Теплоотдача в изогнутых трубах.
5. Теплоотдача в шероховатых трубах.
6. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании одиночной круглой трубы.
7. Коэффициент теплоотдачи. Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб.
8. Характер течения жидкости в пучке.
9. Основные положения теплоотдачи при свободном движении жидкости.
10. Теплоотдача при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной пластины.
11. Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.
12. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
13. Теплообмен в пространстве горизонтальных и вертикальных щелей.
14. Шаровые и горизонтальные цилиндрические прослойки.

15. Теплообмен при конденсации чистого пара.
16. Виды конденсации. Термическое сопротивление передачи теплоты.
17. Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения.
18. Тепловой поток при конденсации пара.
19. Конденсация движущегося и неподвижного пара.
20. Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара.
21. Турбулентное течение пленки на вертикальной стенке.
22. Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб.
23. Ламинарное течение пленки конденсата.
24. Теплообмен при капельной конденсации пара.
25. Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
26. Основы процесса теплообмена излучением.
27. Виды лучистых потоков. Вектор излучения.
28. Тепловой баланс лучистого теплообмена.
29. Закон Планка.
30. Закон Релея –Джинса.
31. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана.
32. Закон Кирхгофа.
33. Абсолютно черное тело. Закон косинусов Ламберта.
34. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
35. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.
36. Радиационный метод.
37. Метод регулярного теплового режима.
38. Метод нагревания с постоянной скоростью.
39. Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы.
40. Закон Фика. Коэффициент диффузии.
41. Термо и бародиффузия.
42. Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена.
43. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена.
44. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля.
45. Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы.
46. Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана.
47. Стефанов поток. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду.
48. Адиабатное испарение.
49. Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» (85-100 баллов) выставляется студенту, если выполнен полный объем работы, ответ студента полный и правильный; студент способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить своё мнение, привести иллюстрирующие примеры;
- оценка «хорошо» (70-84 балла) выставляется студенту, если выполнено 75% работы, ответ студента правильный, но неполный, не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено;
- оценка «удовлетворительно» (52-69 баллов) выставляется студенту, если выполнено 50% работы, ответ правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения студента, есть ошибки в деталях или они просто отсутствуют;
- оценка «неудовлетворительно» (0-51 балл) выставляется студенту, если выполнено менее 50% работы, в ответе существенные ошибки в основных аспектах темы.

Комплект проверочных тестов

Тест № 1

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Чему равна приведенная степень черноты двух параллельных поверхностей, если: $\varepsilon_1 = 0,25$; $\varepsilon_2 = 0,5$?	А) 0,14 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5
2	Указать математическое выражение 3-мерного нестационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$
3	Каким способом передается теплота поперек ламинарного пограничного слоя?	А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)
4	Которое из приведенных выражений является уравнением Ньютона-Рихмана?	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 [(\frac{T_1}{100})^4 - (\frac{T_2}{100})^4]$ В) $q = -\lambda(\frac{dt}{dn})$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$
5	Указать выражение термического сопротивления теплопроводности 1-слойной плоской стенки!	А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{\delta}{\lambda}$ В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$

Тест № 2

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Определить поверхность нагрева F в м² рекуперативного теплообменника при прямотоке теплоносителей, если Q = 52422 кВт; k = 60 Вт/м²; $t_1' = 825$ °C; $t_1'' = 625$ °C; $t_2' = 15$ °C; $t_2'' = 475$ °C!	А) 1,82 м² Б) 2,23 м² В) 2,82 м² Г) 3,23 м²

2	Указать число подобия Грасгофа!	А) $\frac{w\ell}{\nu}$ Б) $g\beta\theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$ В) $\frac{\nu}{a}$ Г) $\frac{\alpha\ell_0}{\lambda}$
3	Выделить выражение закона Планка!	А) $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ Б) $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ В) $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$ Г) $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$
4	Каков закон изменения температуры для теплопроводности в цилиндрической стенке?	А) Гиперболический Б) Параболический В) Прямолинейный Г) Логарифмический
5	Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при вынужденной конвекции!	А) $Nu = cGr^m Pr^n$ Б) $Nu = cRe^m Pr^n$ В) $Nu = cGr^m$ Г) $Nu = cRe^m$

Тест № 3

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается от горячего теплоносителя к холодному через плоскую стенку поверхностью $F = 0,2 \text{ м}^2$. Определить термическое сопротивление теплопередачи, если: $\alpha_1 = 500 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$; $\alpha_2 = 50 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$; $\delta = 0,1 \text{ м}$; $\lambda = 1 \text{ Вт/(мК)}$!	А) 0,122 Б) 8,2 В) 13,1 Г) 65,6
2	Указать число подобия Нуссельта!	А) $\frac{\nu}{a}$

		Б) $\frac{\alpha \ell_0}{\lambda}$ В) $\frac{w \ell}{\nu}$ Г) $g \beta \theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$
3	Что такое средне-логарифмическая разность температур между теплоносителями?	А) $(\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_{\bar{\theta}} / \Delta t_m)$ Б) $(t_1' - t_1'') / (t_2' - t_2')$ В) $(\Delta t_{\bar{\theta}} + \Delta t_m) / 2$ Г) $(\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_m) / 2$
4	Указать математическое выражение 3-мерного стационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$
5	От чего зависит степень черноты поверхности?	А) от всех перечисленных (Б+В+Г) Б) от физических свойств В) от состояния поверхности Г) от температуры

Тест № 4

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается от горячего теплоносителя к холодному через цилиндрическую стенку длиной $L = 0,5$ м. Определить удельный линейный тепловой поток q_{ℓ} в Вт/м, если: $\alpha_1 = 500$ Вт/(м²К); $\alpha_2 = 50$ Вт/(м²К); $d_1 / d_2 = 0,2/0,21$ м; $\lambda = 10$ Вт/(мК); $\Delta t = 8$ К.	А) 0,108 Б) 9,26 В) 116 Г) 233
2	Указать выражение термического сопротивления теплопередачи через 1-слойную плоскую стенку!	А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{\delta}{\lambda}$ В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$

		Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$
3	Каким способом отдается теплота от отопительного устройства окружающему воздуху?	А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)
4	Выделить уравнение теплового баланса теплообменного аппарата!	А) $Q = kF \Delta t_{cp}$ Б) $Q = \varepsilon F c_0 [(\frac{T_c}{100})^4 - (\frac{T_{жс}}{100})^4]$ В) $Q = m_1 c_{p1} (t_1' - t_1'') \eta = m_2 c_{p2} (t_2'' - t_2')$ Г) $Q = \alpha F \Delta t$
5	Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при вынужденной конвекции!	А) $Nu = c Re^m Pr^n$ Б) $Nu = c Gr^m$ В) $Nu = c Re^m$ Г) $Nu = c Gr^m Pr^n$

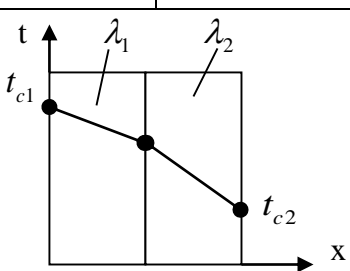
Тест № 5

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота отдается свободной конвекцией от горизонтального цилиндра длиной $\ell = 0,2$ м, диаметром $d = 0,2$ м и температурой стенки $t_c = 30$ °С к воздуху температурой $t_g = 10$ °С. Определить линейный тепловой поток q_ℓ в Вт/м, если для воздуха: $Pr = 0,7$; $\lambda = 0,025$ Вт/(мК); $\nu = 14,2 \cdot 10^{-6}$ м²/с.	А) 52,4 Б) 4,16 В) 10,5 Г) 33,3
2	Указать математическое выражение 1-мерного стационарного температурного поля!	А) $t = f(x, y, z)$ Б) $t = f(x, \tau)$ В) $t = f(x)$ Г) $t = f(x, y, z, \tau)$
3	Указать выражение термического сопротивления теплопередачи через 1-слойную цилиндрическую стенку!	А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{\delta}{\lambda}$

		В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$
4	Каково направление вектора температурного градиента?	А) По нормали в сторону возрастания температуры Б) По нормали в сторону падения температуры В) По касательной в сторону возрастания температуры Г) По касательной в сторону падения температуры
5	Которое из этих выражений является уравнением Ньютона-Рихмана?	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 [(\frac{T_1}{100})^4 - (\frac{T_2}{100})^4]$ В) $q = -\lambda(\frac{dt}{dn})$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$

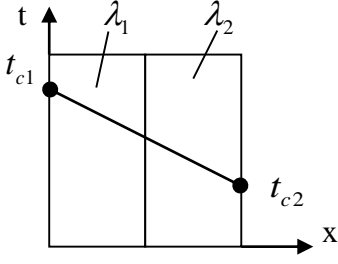
Тест № 6

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается от горячего теплоносителя к холодному через цилиндрическую стенку длиной $L = 0,5$ м. Определить передаваемую теплоту Q в Вт, если: $\Delta t = 8$ К; $\alpha_1 = 500$ Вт/(м²К); $\alpha_2 = 50$ Вт/(м²К); $d_1 / d_2 = 0,2/0,21$ м; $\lambda = 10$ Вт/(мК)!	А) 0,108 Б) 9,26 В) 116 Г) 233
2	Указать число подобия Грасгофа!	А) $\frac{w\ell}{\nu}$ Б) $g\beta\theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$ В) $\frac{\nu}{a}$ Г) $\frac{\alpha\ell_0}{\lambda}$
3	Выделить выражение закона Планка!	А) $\varepsilon c_0 (\frac{T}{100})^4$

		Б) $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$ В) $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$ Г) $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$
4	Каков закон изменения температуры для теплопроводности в цилиндрической стенке?	А) Параболический Б) Гиперболический В) Прямолинейный Г) Логарифмический
5	Сравнить коэффициенты теплопроводности слоев плоской стенки при $\delta_1 = \delta_2$!	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> А) $\lambda_1 = \lambda_2$ Б) $\lambda_1 < \lambda_2$ В) $\lambda_1 > \lambda_2$ </div> </div>

Тест № 7

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается теплопроводностью через 2-слойную плоскую стенку поверхностью $F = 0,8 \text{ м}^2$. Определить температуру между слоями t' , если: $\delta_1 = 0,2 \text{ м}$; $\lambda_1 = 1 \text{ Вт/(мК)}$; $t_{c1} = 550 \text{ °C}$; $\delta_2 = 0,02 \text{ м}$; $\lambda_2 = 0,1 \text{ Вт/(мК)}$; $t_{c2} = 350 \text{ °C}$.	А) 400 Б) 450 В) 500 Г) 550
2	Каким способом отдается теплота от отопительного устройства окружающему воздуху?	А) излучением Б) всеми перечисленными (А+В+Г) В) теплопроводностью Г) конвекцией
3	Выделить уравнение теплового баланса теплообменного аппарата!	А) $Q = \alpha F \Delta t$ Б) $Q = k F \Delta t_{cp}$ В) $Q = \varepsilon F c_0 \left[\left(\frac{T_c}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{жс}}{100}\right)^4 \right]$ Г) $Q = m_1 c_{p1} (t_1' - t_1'') \eta = m_2 c_{p2} (t_2'' - t_2')$

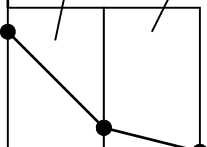
4	<p>Которое из этих выражений является уравнением закона Фурье?</p>	<p>А) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn} \right)$</p> <p>Б) $q = \alpha(t_1 - t_2)$</p> <p>В) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$</p> <p>Г) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$</p>
5	<p>Сравнить коэффициенты теплопроводности слоев плоской стенки при $\delta_1 = \delta_2$!</p>	 <p>А) $\lambda_1 = \lambda_2$</p> <p>Б) $\lambda_1 < \lambda_2$</p> <p>В) $\lambda_1 > \lambda_2$</p>

Тест № 8

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	<p>Воздух с температурой $t_1 = 50^\circ\text{C}$ движется со скоростью $w = 15 \text{ м/с}$ в трубе диаметром $d = 0,1 \text{ м}$, длиной $L = 5 \text{ м}$ и температурой стенки $t_c = 40^\circ\text{C}$. Определить удельный линейный тепловой поток q_ℓ в Вт/м, если для воздуха: $\nu = 18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $\lambda = 0,028 \text{ Вт}/(\text{мК})$; $\text{Pr} = 0,7$.</p>	<p>А) 0,229</p> <p>Б) 43,7</p> <p>В) 137</p> <p>Г) 685</p>
2	<p>Сравнить тепловые потоки прямоточного и противоточного теплообменников при одинаковых условиях!</p>	<p>А) $Q_{\text{прот}} < Q_{\text{прям}}$</p> <p>Б) $Q_{\text{прот}} > Q_{\text{прям}}$</p> <p>В) $Q_{\text{прот}} = Q_{\text{прям}}$</p>
3	<p>Могут ли пересекаться между собой изотермические поверхности?</p>	<p>А) Да</p> <p>Б) Нет</p>
4	<p>Выделить выражение закона Стефана-Больцмана для серого тела!</p>	<p>А) $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$</p> <p>Б) $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$</p>

		Б) $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ Г) $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$
5	Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при вынужденной конвекции!	А) $Nu = cGr^m$ Б) $Nu = cRe^m$ В) $Nu = cGr^m Pr^n$ Г) $Nu = cRe^m Pr^n$

Тест № 9

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота отдается свободной конвекцией от горизонтального цилиндра длиной $\ell = 0,2$ м, диаметром $d = 0,2$ м и температурой стенки $t_c = 30$ °С к воздуху температурой $t_g = 10$ °С. Определить коэффициент теплоотдачи α в Вт/(м²К), если для воздуха: $Pr = 0,7$; $\lambda = 0,025$ Вт/(мК); $\nu = 14,2 \cdot 10^{-6}$ м²/с!	А) 52,4 Б) 4,16 В) 10,5 Г) 33,3
2	Указать число подобия Прандтля!	А) $g\beta\theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$ Б) $\frac{w\ell}{\nu}$ В) $\frac{\nu}{a}$ Г) $\frac{\alpha\ell_0}{\lambda}$
3	Выделить выражение закона Стефана-Больцмана для абсолютно черного тела!	А) $\frac{c_1\lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$ Б) $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$ В) $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ Г) $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$
4	Которое из этих выражений является законом Фурье?	А) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right]$ Б) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ В) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn}\right)$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$
5	Сравнить	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> $t \uparrow$ </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">λ_1</div> <div style="margin-right: 10px;">λ_2</div>  </div> </div>

коэффициенты теплопроводности слоев плоской стенки при $\delta_1 = \delta_2$!	t_{c1} t_{c2} x	A) $\lambda_1 = \lambda_2$ Б) $\lambda_1 < \lambda_2$ В) $\lambda_1 > \lambda_2$
--	---	--

Тест № 10

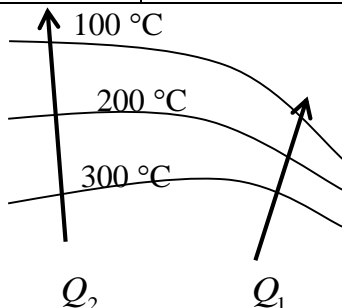
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	<p>Воздух с температурой $t_1 = 50$ °С движется со скоростью $w = 15$ м/с в трубе диаметром $d = 0,1$ м, длиной $L = 5$ м и температурой стенки $t_c = 40$°С.</p> <p>Определить отданную теплоту в Вт, если для воздуха: $\nu = 18 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $\lambda = 0,028$ Вт/(мК); $Pr = 0,7$.</p>	A) 0,229 Б) 43,7 В) 137 Г) 685
2	Каким способом передается теплота поперек ламинарного пограничного слоя?	A) конвекцией Б) излучением В) теплопроводностью Г) всеми перечисленными (А+Б+В)
3	Которое из приведенных выражений является лучистым тепловым потоком?	A) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn} \right)$ Б) $q = k(t_{жс1} - t_{жс2})$ В) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$
4	Какое значение числа Рейнольдса соответствует переходу к турбулентному режиму?	A) 1000 Б) 2000 В) 5000 Г) 10000
5	Указать выражение термического сопротивления теплопроводности 2-слойной плоской стенки!	A) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$ Г) $\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}$

Тест № 11

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается от горячего теплоносителя к холодному через плоскую стенку поверхностью $F = 0,2 \text{ м}^2$. Определить коэффициент теплопередачи, если: $\alpha_1 = 500 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; $\alpha_2 = 50 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; $\delta = 0,1 \text{ м}$; $\lambda = 1 \text{ Вт}/(\text{мК})$!	А) 0,122 Б) 8,2 В) 13,1 Г) 65,6
2	Что такое средне-арифметическая разность температур между теплоносителями?	А) $(t_1' - t_1'')/(t_2'' - t_2')$ Б) $(\Delta t_{\theta} - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_{\theta} / \Delta t_m)$ В) $(\Delta t_{\theta} - \Delta t_m) / 2$ Г) $(\Delta t_{\theta} + \Delta t_m) / 2$
3	Которое из приведенных выражений является законом Фурье?	А) $q = \alpha(t_1 - t_2)$ Б) $q = -\lambda(\frac{dt}{dn})$ В) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Г) $q = \varepsilon c_0 [(\frac{T_1}{100})^4 - (\frac{T_2}{100})^4]$
4	Каково направление вектора температурного градиента?	А) По нормали в сторону возрастания температуры Б) По нормали в сторону падения температуры В) По касательной в сторону возрастания температуры Г) По касательной в сторону падения температуры
5	Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при свободной конвекции!	А) $Nu = cGr^m$ Б) $Nu = cGr^m Pr^n$ В) $Nu = cRe^m$ Г) $Nu = cRe^m Pr^n$

Тест № 12

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Воздух с температурой $t_1 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ движется со скоростью $w = 15 \text{ м/с}$ в трубе диаметром $d = 0,1 \text{ м}$, длиной $L = 5 \text{ м}$ и температурой стенки $t_c = 40^{\circ}\text{C}$. Определить линейное термическое сопротивление R_{ℓ} в $\text{м}/\text{Вт}$, если для	А) 0,229 Б) 43,7 В) 137 Г) 685

	воздуха: $\nu = 18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $\lambda = 0,028 \text{ Вт}/(\text{мК})$; $\text{Pr} = 0,7$.	
2	Указать число подобия Прандтля!	А) $g\beta\theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$ Б) $\frac{w\ell}{\nu}$ В) $\frac{\alpha\ell_0}{\lambda}$ Г) $\frac{\nu}{a}$
3	Выделить выражение закона Стефана-Больцмана для серого тела!	А) $\frac{c_1\lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$ Б) $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$ В) $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ Г) $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$
4	Сравнить тепловые потоки Q_1 и Q_2 !	 А) $Q_1 = Q_2$ Б) $Q_1 < Q_2$ В) $Q_1 > Q_2$
5	Какое значение числа Рейнольдса соответствует переходу от ламинарного к переходному режиму?	А) 10000 Б) 5000 В) 2000 Г) 1000

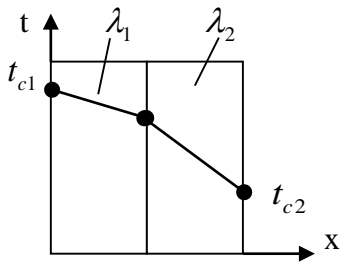
Тест № 13

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Чему равна приведенная степень черноты двух параллельных поверхностей, если: $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,5$?	А) 0,14 Б) 0,8 В) 0,33 Г) 0,5
2	Указать математическое выражение 2-мерного нестационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y)$ Г) $t = f(x, y, \tau)$
3	От чего зависит степень черноты поверхности?	А) от состояния поверхности Б) от температуры В) от всех перечисленных (А+Б+Г) Г) от физических свойств

4	Которое из приведенных выражений является уравнением теплового баланса теплообменника?	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 [(\frac{T_1}{100})^4 - (\frac{T_2}{100})^4]$ В) $q = \alpha(t_1 - t_2)$ Г) $Q = m_1 c_{p1}(t_1' - t_1'') \eta = m_2 c_{p2}(t_2'' - t_2')$
5	Указать выражение термического сопротивления теплопередачи через 1-слойную плоскую стенку!	А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{\delta}{\lambda}$ В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$ Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$

Тест № 14

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается от горячего теплоносителя к холодному через цилиндрическую стенку длиной $L = 0,5$ м. Определить линейное термическое сопротивление теплопередачи R_ℓ в (мК)/Вт, если: $\alpha_1 = 500$ Вт/(м²К); $\alpha_2 = 50$ Вт/(м²К); $d_1 / d_2 = 0,2/0,21$ м; $\lambda = 10$ Вт/(мК)!	А) 0,108 Б) 9,26 В) 116 Г) 233
2	Указать число подобия Эйлера!	А) $\frac{\alpha \ell_0}{\lambda}$ Б) $\frac{w \ell}{\nu}$ В) $g \beta \theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$ Г) $\frac{p}{\rho w^2}$
3	Сравнить степени черноты гладкой и шероховатой поверхностей!	А) $\varepsilon_{г\lambda} < \varepsilon_{шер}$ Б) $\varepsilon_{г\lambda} = \varepsilon_{шер}$

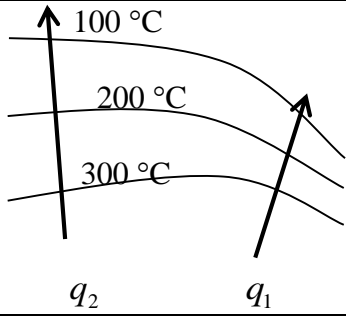
		В) $\varepsilon_{\text{эл}} > \varepsilon_{\text{шер}}$
4	Что такое средне-логарифмическая разность температур между теплоносителями?	А) $(\Delta t_{\text{с}} + \Delta t_{\text{м}}) / 2$ Б) $(t_1' - t_1'') / (t_2'' - t_2')$ В) $(\Delta t_{\text{с}} - \Delta t_{\text{м}}) / \ln(\Delta t_{\text{с}} / \Delta t_{\text{м}})$ Г) $(\Delta t_{\text{с}} - \Delta t_{\text{м}}) / 2$
5	Сравнить коэффициенты теплопроводности слоев плоской стенки при $\delta_1 = \delta_2$!	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> А) $\lambda_1 < \lambda_2$ Б) $\lambda_1 > \lambda_2$ В) $\lambda_1 = \lambda_2$ </div> </div>

Тест № 15

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота отдается свободной конвекцией от горизонтального цилиндра длиной $\ell = 0,2$ м, диаметром $d = 0,2$ м и температурой стенки $t_c = 30$ °С к воздуху температурой $t_{\text{с}} = 10$ °С. Определить отданную теплоту Q в Вт, если для воздуха: $Pr = 0,7$; $\lambda = 0,025$ Вт/(мК); $\nu = 14,2 \cdot 10^{-6}$ м²/с!	А) 52,4 Б) 4,16 В) 10,5 Г) 33,3
2	Каким способом отдается теплота от отопительного устройства окружающему воздуху?	А) конвекцией Б) излучением В) всеми перечисленными (А+Б+Г) Г) теплопроводностью
3	Которое из этих выражений является законом Фурье?	А) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn} \right)$ Б) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ В) $q = \alpha (t_1 - t_2)$ Г) $Q = m_1 c_{p1} (t_1' - t_1'') \eta = m_2 c_{p2} (t_2'' - t_2')$
4	Выделить уравнение подобия для теплоотдачи только к воздуху при	А) $Nu = c Re^m Pr^n$ Б) $Nu = c Gr^m$

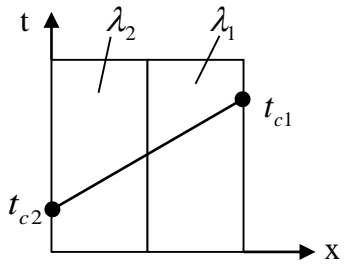
	вынужденной конвекции!	Б) $Nu = c Re^m$ Г) $Nu = c Gr^m Pr^n$
5	Сравнить тепловые потоки прямоточного и противоточного теплообменников при одинаковых условиях!	А) $Q_{прот} > Q_{прям}$ Б) $Q_{прот} = Q_{прям}$ В) $Q_{прот} < Q_{прям}$

Тест № 16

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается от горячего теплоносителя к холодному через цилиндрическую стенку длиной $L = 0,5$ м. Определить линейный коэффициент теплопередачи k_ℓ в Вт/(мК), если: $\alpha_1 = 500$ Вт/(м²К); $\alpha_2 = 50$ Вт/(м²К); $d_1 / d_2 = 0,2/0,21$ м; $\lambda = 10$ Вт/(мК)!	А) 0,108 Б) 9,26 В) 116 Г) 233
2	Которое из этих выражений является законом Планка для излучения?	А) $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ Б) $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ В) $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$ Г) $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$
3	Сравнить тепловые потоки q_1 и q_2 !	 А) $q_1 < q_2$ Б) $q_1 = q_2$ В) $q_1 > q_2$
4	Какая линия соответствует закону изменения температуры при теплопроводности в цилиндрической стенке?	А) Прямая Б) Гипербола В) Парабола Г) Логарифмическая кривая
5	Указать уравнение Ньютона-Рихмана для конвекции!	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right]$ В) $Q = m_1 c_{p1} (t_1' - t_1'') \eta = m_2 c_{p2} (t_2'' - t_2')$

		Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$
--	--	----------------------------

Тест № 17

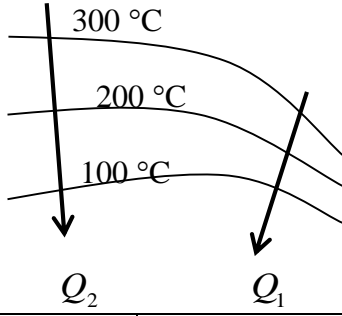
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается теплопроводностью через 2-слойную плоскую стенку поверхностью $F = 0,8 \text{ м}^2$. Определить удельный тепловой поток q в Вт/м^2 , если: $\delta_1 = 0,2 \text{ м}$; $\lambda_1 = 1 \text{ Вт/(мК)}$; $t_{c1} = 550 \text{ }^\circ\text{C}$; $\delta_2 = 0,02 \text{ м}$; $\lambda_2 = 0,1 \text{ Вт/(мК)}$; $t_{c2} = 350 \text{ }^\circ\text{C}$	А) 400 Б) 450 В) 500 Г) 550
2	Сравнить коэффициенты теплопроводности слоев плоской стенки при $\delta_1 = \delta_2$!	 <p>А) $\lambda_1 > \lambda_2$ Б) $\lambda_1 = \lambda_2$ В) $\lambda_1 < \lambda_2$</p>
3	Указать выражение термического сопротивления теплопередачи через 1-слойную цилиндрическую стенку!	<p>А) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ Б) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ В) $\frac{\delta}{\lambda}$ Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$</p>
4	Каково направление вектора теплового потока?	<p>А) По касательной в сторону возрастания температуры Б) По нормали в сторону возрастания температуры В) По нормали в сторону падения температуры Г) По касательной в сторону падения температуры</p>
5	Указать выражение закона Фурье для теплопроводности!	<p>А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn} \right)$ В) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$</p>

Тест № 18

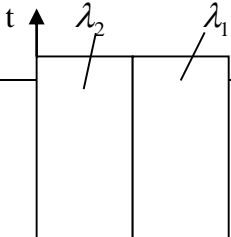
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Определить поверхность нагрева F в m^2 рекуперативного теплообменника при противотоке теплоносителей, если $Q = 52422$ кВт; $k = 60$ Вт/ m^2 ; $t_1' = 825$ °С; $t_1'' = 625$ °С; $t_2' = 15$ °С; $t_2'' = 475$ °С!	А) $1,82 m^2$ Б) $2,23 m^2$ В) $2,82 m^2$ Г) $3,23 m^2$
2	Выделить уравнение подобия для теплоотдачи только к воздуху при свободной конвекции!	А) $Nu = cGr^m Pr^n$ Б) $Nu = cGr^m$ В) $Nu = cRe^m$ Г) $Nu = cRe^m Pr^n$
3	Сравнить тепловые потоки прямоточного и противоточного теплообменников при одинаковых условиях!	А) $q_{\text{прям}} = q_{\text{прот}}$ Б) $q_{\text{прям}} > q_{\text{прот}}$ В) $q_{\text{прям}} < q_{\text{прот}}$
4	Которое из этих выражений является законом Стефана-Больцмана для излучения серого тела?	А) $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ Б) $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$ В) $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$ Г) $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$
5	Могут ли пересекаться между собой изотермические поверхности?	А) Нет Б) Да

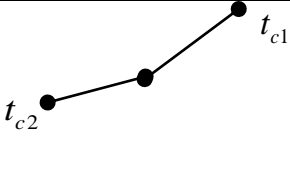
Тест № 19

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Теплота передается теплопроводностью через 2-слойную цилиндрическую стенку длиной $L = 0,8$ м. Определить переданную теплоту Q в Вт, если:	А) 80 Б) 100 В) 118 Г) 236

	$d_1 / d_2 / d_3 = 0,45/0,5/0,6 \text{ м}; \lambda_1 = 1$ $\text{Вт/(мК)}; t_{c1} = 120 \text{ }^\circ\text{C}; \lambda_2 = 0,05$ $\text{Вт/(мК)}; t_{c2} = 60^\circ\text{C}.$	
2	Сравнить тепловые потоки Q_1 и Q_2 !	 <p> А) $Q_1 = Q_2$ Б) $Q_1 < Q_2$ В) $Q_1 > Q_2$ </p>
3	Указать число подобия Рейнольдса!	А) $\frac{\alpha \ell_0}{\lambda}$ Б) $g \beta \theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$ В) $\frac{w \ell}{\nu}$ Г) $\frac{p}{\rho w^2}$
4	От чего зависит степень черноты поверхности?	А) от состояния поверхности Б) от температуры В) от физических свойств Г) от всех перечисленных (А+Б+В)
5	Что такое средне-арифметическая разность температур между теплоносителями в теплообменнике?	А) $(t_1' - t_1'') / (t_2'' - t_2')$ Б) $(\Delta t_{\bar{\sigma}} + \Delta t_m) / 2$ В) $(\Delta t_{\bar{\sigma}} - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_{\bar{\sigma}} / \Delta t_m)$ Г) $(\Delta t_{\bar{\sigma}} - \Delta t_m) / 2$

Тест № 20

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	<p>Воздух с температурой $t_1 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ движется со скоростью $w = 15 \text{ м/с}$ в трубе диаметром $d = 0,1 \text{ м}$, длиной $L = 5 \text{ м}$ и температурой стенки $t_c = 40^\circ\text{C}$.</p> <p>Определить коэффициент теплоотдачи, если для воздуха: $\nu = 18 * 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$</p>	А) 0,229 Б) 43,7 В) 137 Г) 685
2	Сравнить коэффициенты	 <p>А) $\lambda_1 < \lambda_2$</p>

	теплопроводности слоев плоской стенки при $\delta_1 = \delta_2$!		Б) $\lambda_1 > \lambda_2$ В) $\lambda_1 = \lambda_2$
3	Указать математическое выражение 1-мерного нестационарного температурного поля!	А) $t = f(x, y, z)$ Б) $t = f(x, \tau)$ В) $t = f(x)$ Г) $t = f(x, y, z, \tau)$	
4	Которое из этих выражений является теплотой, переданной от горячего теплоносителя к холодному?	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 [(\frac{T_1}{100})^4 - (\frac{T_2}{100})^4]$ В) $q = \alpha(t_1 - t_2)$ Г) $Q = m_1 c_{p1}(t_1' - t_1'') \eta = m_2 c_{p2}(t_2'' - t_2')$	
5	Указать выражение термического сопротивления теплопроводности 2-слойной плоской стенки!	А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}$ В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$ Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$	

Критерии оценки:

- оценка «отлично» (85-100 баллов) выставляется студенту, если выполнен полный объем работы, ответ студента полный и правильный;
- оценка «хорошо» (70-84 балла) выставляется студенту, если выполнено 75% работы, ответ студента правильный, но неполный;
- оценка «удовлетворительно» (52-69 баллов) выставляется студенту, если выполнено 50% работы, ответ правилен в основных моментах;
- оценка «неудовлетворительно» (0-51 балл) выставляется студенту, если выполнено менее 50% работы, в ответе существенные ошибки в основных аспектах темы.