	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Башкирский государственный аграрный университет	Приложение к ОПОП ВО
		Рабочая программа дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕПЛОМАССООБМЕНА

Направление подготовки

13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль подготовки

Энергообеспечение предприятий

Квалификация выпускника

Магистр

Уфа 2021

Составил: канд. техн. наук, доцент _____ С.З. Инсафуддинов



Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «28» февраля 2018 г. №146.

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры теплоэнергетики и физики «25» марта 2021 г. (протокол №8/1).

И.о. зав. кафедрой «Теплоэнергетика и физика»

канд. техн. наук, доцент

_____ Д.Д. Харисов

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии энергетического факультета «25» марта 2021 г. (протокол №7/3).

Председатель методической комиссии

энергетического факультета, канд. техн. наук

_____ А.Т. Ахметшин

Согласовано:

Руководитель ОПОП ВО

_____ Э.М. Гайсин

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

В результате освоения ОПОП ВО магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикаторов достижения компетенции</i>	<i>Планируемые результаты обучения</i>
<p align="center">ПК-4</p> <p>Способен выявлять особенности протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определять режимы функционирования, алгоритмы и методы технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации</p>	<p>ПК-4.1 Выявляет особенности протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определяет режимы функционирования, алгоритмы и методы технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации</p>	<p>Знания: ПК-4.1/Зн1 Знать особенности протекания физических процессов в системах энергообеспечения предприятий.</p> <p>Умения: ПК-4.1/Ум1 Умение составлять простые методы выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения</p> <p>Навыки: ПК-4.1/Нв1 Владение навыками составления простых методов выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения.</p>

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 и является дисциплиной по выбору основной образовательной программы подготовки магистров направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Дисциплина базируется на знаниях, получаемых при изучении курсов учебного плана подготовки бакалавров: «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Тепломассообменное оборудование предприятий», «Гидрогазодинамика», «Теоретические основы теплотехники». Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы выпускникам для проектирования и грамотной эксплуатации тепломассообменного оборудования в теплоэнергетике, холодильной технике и т.д.

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Специальные вопросы тепломассообмена» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении дисциплин (модулей):

Б2.В.02(П) Научно-исследовательская практика;

Б2.О.01(Пд) Преддипломная практика;

Б3 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при написании выпускной работы магистра и дальнейшего обучения по программе аспирантуры.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы (ЗЕ)

3.1 Очное обучение (2 года)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		4
Аудиторные занятия, всего	44	44
в т.ч.: лекции (Л)	12	12
практические занятия (ПЗ), семинары (С)	32	32
в т.ч. направленные на практическую подготовку (ПРП)	6	6
Самостоятельная работа студента (СРС), всего в т.ч.:	100	100
- подготовка к практическим занятиям (ПЗ)	44	44
- расчетно-графическая работа (Г)	36	36
- самостоятельное изучение теоретического материала (СИТМ)	20	20
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	-	зачет
Общая трудоемкость дисциплины	часы	144
	зачетные единицы	4

3.2 Заочное обучение (2 года 6 месяцев)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам	
		III	IV
Аудиторная работа, всего	18	10	8
в т.ч.: занятия лекционного типа (лекции) (Л)	6	6	-
занятия семинарского типа: практические занятия (ПЗ)	12	4	8
Самостоятельная работа обучающегося (СРО), всего	90	26	64
в т.ч.: подготовка к практическим и лабораторным занятиям (ПЗ, ЛЗ)	26	6	20
расчетно-графическая работа (РГР)	32	10	22
самостоятельное изучение теоретического материала (СИТМ)	32	10	22
Подготовка к зачету (контроль)	36		36
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	-	-	зачет
Общая трудоемкость дисциплины	часы зачетные единицы	144	36 108

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Очное обучение				Заочное 2 года 6 месяцев			
		Л	ПЗ/ ПРП	ЛР	СРО	Л	ПЗ	ЛР	СРО
	Расчетно-графическая работа (РГР)	0	0	0	36	0	0	0	90
1	Модуль 1 Тепломассоперенос при нестационарном режиме.	6	10	0	44	4	4	0	26
2	Модуль 2 Расчет процесса тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования	6	22/6	0	20	2	8	0	64
		12	32	0	100	6	12	0	90

4.2 Содержание разделов дисциплины

Модуль 1 Тепломассоперенос при нестационарном режиме.

1. Нестационарная теплопроводность

Введение. Предмет изучения дисциплины «Специальные вопросы тепломассообмена». Теплопроводность в неподвижных средах при нестационарном режиме. Тепловые волны.

2. Нестационарный тепломассоперенос

Неустановившийся конвективный теплообмен. Регулярный тепловой режим. Конвекция в слоях текучей среды. Кризисы теплоотдачи. Частные случаи кипения и конденсации

3. Численное решение нелинейной задачи нестационарной теплопроводности

Метод элементарных тепловых балансов. Метод сеток (метод конечных разностей).

Модуль 2 Расчет процесса тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования

4. Тепломассоперенос при горении топлива в топке

Кинетика реакций в процессах горения топлива. Тепломассоперенос в процессах воспламенения и горения горючих смесей. Кинетика сгорания топливных частиц при стехиометрическом расходе воздуха. Тепломассоперенос при горении жидкого топлива. Тепломассоперенос при горении газообразного топлива.

5. Тепломассоперенос в технологических процессах и установках.

Тепломассоперенос в низкотемпературных рабочих камерах печных установок. Тепломассоперенос в рабочем пространстве высокотемпературных рабочих камер. Тепломассоперенос в туннельных и вращающихся печах. Тепломассоперенос в радиационно-конвективных сушильных установках непрерывного действия. Тепломассоперенос в кипящем слое.

6. Повышение эффективности процесса тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования.

Оптимальное течение при положительном градиенте давления. Течение в поле отрицательного градиента давления. Обобщение результатов исследований гидродинамики и теплообмена на градиентных значений.

5 Тематика контактной работы
5.1 Занятия лекционного типа (лекции)

№ пп	№ раз- дела	Тематика лекционных занятий	Количе- ство часов при очной форме обучения	Количе- ство часов при заоч- ной форме обучения
Модуль 1 Тепломассоперенос при нестационарном режиме.				
1.	1	Нестационарная теплопроводность	2	2
2.	2	Нестационарный тепломассоперенос	2	2
3.	3	Численное решение нелинейной задачи нестационарной теплопроводности	2	0
Модуль 2 Расчет процесса тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования				
4.	4	Тепломассоперенос при горении топлива	2	0
5.	5	Тепломассоперенос в технологических процессах и установках.	2	2
6.	6	Повышение эффективности процесса тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования.	2	0
Итого:			12	6

5.2 Занятия семинарского типа (практические занятия)

№ пп	№ разде- ла	Тематика практических занятий	Количество часов при очной форме обу- чения	Количество часов при заочной форме обу- чения
Модуль 1 Тепломассоперенос при нестационарном режиме.				
1.	1,2,3	Теплопроводность в неподвижных средах при нестационарном режиме. Решение задач аналитическими методами.	4	2
2.	3	Теплопроводность при нестационарном режиме. Решение задач методом элементарных тепловых балансов.	4	2
3.	3	Теплопроводность при нестационарном режиме. Решение задач методом сеток.	4	2
4.	5	Нагрев и охлаждение веществ. Фазовые переходы. Решение задач.	4	0
5.	5	Теплопередача в жидкостных прослойках. Решение задач.	2	0
Модуль 2 Расчет процесса тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования				
6.	4	Тепломассоперенос в процессах воспламенения и горения горючих смесей. Решение задач.	4	2
7.	4	Тепломассоперенос при горении жидкого топлива. Решение задач.	2	2
8.	4	Тепломассоперенос при горении газообразного топлива. Решение задач.	2	2
9.	5,6	Тема ПРП: Интенсификация процессов тепломассопереноса в энергетических процессах и установках. Выездные занятия.	6	0
Итого:			32	12

6 Самостоятельная работа обучающихся

6.1 Очное обучение

№ п/п	№ модуля (раздела)	Виды самостоятельной работы	Название (содержание) работы	Объем, часы
1	2	3	4	5
1.	1,2(1...6)	Расчетно-графическая работа (Г)	Выполнение индивидуального задания по теме «Расчет процессов переноса теплоты в печи»	36
2.	1,2(1...6)	Подготовка к практическим занятиям (ПЗ)	Приобретение навыков решения задач по всем изучаемым темам	20
3.	1(1...6)	Самостоятельное изучение теоретического материала (СИТМ)	Неустановившиеся процессы теплопереноса в теплоэнергетических устройствах	12
4.	1(1...4)	СИТМ	Обработка опытных данных методом теории подобия	8
5.	2(5)	СИТМ	Горение твердого топлива. Сгорание твердых топливных частиц в неограниченном объеме.	8
6.	2(5)	СИТМ	Теплоперенос в двухкомпонентных средах	8
7.	2(6)	СИТМ	Теплообмен и гидравлическое сопротивление при турбулентном течении газа в поле пространственного знакопеременного градиента давления.	8
Всего:				100

6.1 Заочное обучение

№ п/п	№ модуля (раздела)	Виды самостоятельной работы	Название (содержание) работы	Объем, часы
1	2	3	4	5
1.	1,2(1...6)	Расчетно-графическая работа (Г)	Выполнение индивидуального задания по теме «Расчет процессов переноса теплоты в печи»	20
2.	1,2(1...6)	Подготовка к практическим занятиям (ПЗ)	Приобретение навыков решения задач по всем изучаемым темам	20
3.	1(1...6)	Самостоятельное изучение теоретического материала (СИТМ)	Неустановившиеся процессы теплопереноса в теплоэнергетических устройствах	10
4.	1(1...4)	СИТМ	Обработка опытных данных методом теории подобия	10
5.	2(5)	СИТМ	Горение твердого топлива. Сгорание твердых топливных частиц в неограниченном объеме.	10
6.	2(5)	СИТМ	Теплоперенос в двухкомпонентных средах	10
7.	2(6)	СИТМ	Теплообмен и гидравлическое сопротивление при турбулентном течении газа в поле пространственного знакопеременного градиента давления.	10
Всего:				90

7 Образовательные технологии

Реализация у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств предусмотрено широкое использование в учебном процессе проведение занятий в виде деловых и ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций, имитационных моделей и групповых дискуссий.

№ п/п	№ модуля (раздела)	Наименование темы	Вид учебного занятия	Активные и интерактивные формы обучения
1	1	Теплопроводность в неподвижных средах при нестационарном режиме. Решение задач аналитическими методами.	Практическое занятие	Проведение практических занятий с элементами групповых дискуссии
2	1	Теплопроводность при нестационарном режиме. Решение задач методом элементарных тепловых балансов.	Практическое занятие	Проведение практических занятий с элементами групповых дискуссии
3	1	Теплопроводность при нестационарном режиме. Решение задач методом сеток.	Практическое занятие	Проведение практических занятий с элементами групповых дискуссии
4	2	Нагрев и охлаждение веществ. Фазовые переходы. Решение задач.	Практическое занятие	Проведение практических занятий с элементами групповых дискуссии
5	2	Теплопередача в жидкостных прослойках. Решение задач.	Практическое занятие	Проведение практических занятий с элементами групповых дискуссии
6	2	Тепломассоперенос в процессах воспламенения и горения горючих смесей. Решение задач.	Практическое занятие	Проведение практических занятий с элементами групповых дискуссии

8 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций) представлены в **Приложение 1** к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по учебной дисциплине».

9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Рудобашта, С. П. Теплотехника: учебник для студ. вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" : допущено МСХ РФ / С. П. Рудобашта ; Ассоциация " АГРООБРАЗОВАНИЕ". - М. : КолосС, 2010. - 599 с.
2. Тихомиров, К. В. Теплотехника, теплоснабжение и вентиляция: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Промышленное и гражданское строительство" / К. В. Тихомиров, Э. С. Сергеев. - 5-е изд. репр. - М. : БАСТЕТ, 2009. - 480 с.
2. Цветков, Ф. Ф. Задачник по тепломассообмену: учеб. пособие для вузов/Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко.–М.: МЭИ, 2010. – 195с.

б) дополнительная литература

1. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство» : рек. УМО по образованию / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 464 с.
2. Быстрицкий, Г. Ф. Основы энергетики : учебник / Г. Ф. Быстрицкий. - М.: ИНФРА-М, 2006. - 277 с.
3. [Кудинов, А. А.](#) Тепломассообмен : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»: допущено УМО по образованию /А. А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 374 с.
4. [Патанкар, С. В.](#) Численное решение задач теплопроводности и конвективного теплообмена при течении в каналах : [учеб. изд.] / С. В. Патанкар. - М. : Изд-во МЭИ, 2003. -312 с.
5. Практикум по применению теплоты и теплоснабжению в сельском хозяйстве [Текст] : учеб. пособие для студ. с.-х. вузов по инженерной спец. / А. А. Захаров. - М. : Колос, 1995. - 176 с.
6. Применение тепла в сельском хозяйстве / В. П. Зуев, В. С. Шкрабак. - Л. : Колос, 1976. - 232 с.
7. Общая теплотехника, теплоснабжение и вентиляция : учебник для вузов по спец. "С.-х. стр-во" / А. Г. Егиазаров. - М. : Стройиздат, 1982. - 215 с.
8. Теплоснабжение и вентиляция сельскохозяйственных зданий и сооружений : для студ.вузов,обуч.по спец."Сельскохозяйственное строительство" / А. Ф. Строй. - Киев : Вища шк., 1983. - 215 с. : ил. - Библиогр.: с. 211-213.

10 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://biblio.bsau.ru> – электронная библиотека Башкирского ГАУ, круглосуточно;
2. <http://ntpo.com/> - Научно-технический портал: «Независимый научно-технический портал» - публикации в Интернет научно-технических, инновационных идей и проектов (изобретений, технологий, научных открытий), особенно относящихся к энергетике (электроэнергетика, теплоэнергетика), переработке отходов и очистке воды.
3. <http://www.mashportal.ru/> – портал машиностроения: машиностроение в России, машиностроение в мире, технологии будущего, программные и технические решения.

11 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При реализации дисциплины «Тепломассоперенос в элементах теплотехнического оборудования» используется модульное обучение с выделением следующих модулей: 1. Тепломассоперенос при нестационарном режиме; 2. Расчет процесса тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования. Модульное обучение предполагает организацию процесса, при которой преподаватель и студенты работают с учебной информацией, представленной в виде модулей. Каждый модуль обладает законченностью и относительной самостоятельностью. Совокупность таких модулей составляет единое целое при раскрытии всей учебной дисциплины. Текущий контроль в каждом модуле предполагает оценку аудиторной работы; тестовый контроль; посещение лекционных занятий; самостоятельное изучение теоретического материала; выполнение заданий по самостоятельно изученному материалу. Рубежный контроль каждого модуля предполагает оценку письменной контрольной работы; тестовый контроль; выполнение заданий расчетно-графической работы. Модульное обучение рассчитано на большую самостоятельную работу студентов при дозированном усвоении учебной информации, зафиксированной в модулях.

При реализации дисциплины используются элементы развивающего обучения. Его главная цель состоит в том, чтобы подготовить студентов к самостоятельному освоению знаний, поиску истины, а также к независимости в повседневной жизни (способности «жить своим умом»). Он организует процесс, активизирующий память, восприятие, воображение, разные формы мышления студентов.

Кроме того, изложение курса дисциплины предполагает лекционно-практическую систему обучения: проведение лекций (форма передачи большого объема систематизированной информации как ориентировочной основы для самостоятельной работы студентов; лабораторных занятий (форма организации детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения и контроля за усвоением полученной учебной информации под руководством преподавателя); самостоятельная деятельность студента; сдача зачета по дисциплине.

Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не превышают более 50% аудиторных занятий, определенных соответствующим ФГОС.

В ходе изучения дисциплины организован непрерывный мониторинг качества на всех этапах обучения. Предлагаемые элементы мониторинга: академическая активность; рубежный контроль; результаты практических заданий (индивидуальные задания); итоговый контроль.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Расчетно-графическая работа	Изучение учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование методических указаний, тестов по дисциплине	Назначение (виды занятий, № тем и т.д.)
1	2	3
1	Инсафуддинов, С.З. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам Б1.В.ДВ.02.01 «Специальные вопросы тепломассообмена» - Уфа : Изд-во БашГАУ, 2021. - 54с.	Практические занятия № 1-10
2	Методические указания к выполнению расчетно – графической работы на тему «Расчет процессов переноса теплоты при нагреве печи» по дисциплинам Б1.В.ДВ.02.01 «Специальные вопросы тепломассообмена» - Уфа : Изд-во БашГАУ, 2021. - 16с.	РГР № 1

12 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№ п/п	Наименование методических указаний, тестов по дисциплине	Назначение (виды занятий, № тем и т.д.)
1	2	3
1	Инсафуддинов, С.З. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам Б1.В.ДВ.02.01 «Специальные вопросы тепломассообмена» - Уфа : Изд-во Баш-ГАУ, 2021. - 54с.	Подготовка к практическим занятиям
2	Рудобашта, С.П. Теплотехника [Текст] / С.П. Рудобашта – М.: КолосС, 2010. – 599 с.	Самостоятельное изучение теоретического материала
3	Кудинов, А. А. Тепломассообмен: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»: допущено УМО по образованию /А. А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 374 с. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам Б1.В.ДВ.02.01 «Специальные вопросы тепломассообмена» : направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника : профиль Энергообеспечение предприятий : квалификация выпускника магистр / Башкирский ГАУ, Каф. теплоэнергетики и физики ; разраб. С.З.Инсафуддинов. - Уфа : [б. и.], 2021. - 35 с.	Самостоятельное изучение теоретического материала

13 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Наименование
Microsoft Office Standard Microsoft Open License
КОМПАС-3D
AutoCAD
Symantec ENDPOINT PROTECTION
Библиотечная система ИРБИС-64
Система управления электронным обучением Башкирского ГАУ (https://edu.bsau.ru/)

14 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения лекционных занятий по данной дисциплине используются аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием (не обязательное условие).

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием ППП Excel и специализированного пакета «Statistica».

Помещение для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование	Назначение (виды занятий)
1	Аудитории для проведения занятий лекционного типа	Чтение лекций
2	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций. Снабжены набором необходимых демонстрационных средств, обеспечивающих получение знаний по дисциплине	Проведение консультаций
3	Аудитория для самостоятельной работы, оборудована компьютерами с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	Расчетно-графическая и курсовая работы Подготовка к лабораторным работам Самостоятельное изучение теоретического материала

15 Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Организация обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется на основе адаптированной образовательной программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

Образование инвалидов и лиц с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или индивидуально.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Категория обучающихся	Формы предоставления материалов
С нарушением слуха	- в печатной форме; - в форме электронного документа.
С нарушением зрения	- в печатной форме увеличенным шрифтом; - в форме электронного документа; - в форме аудиофайла.
С нарушением опорно-двигательного аппарата	- в печатной форме увеличенным шрифтом; - в форме электронного документа; - в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ предусмотрены следующие оценочные средства:

Категория обучающихся	Виды оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушением слуха	тест	преимущественно письменная проверка
С нарушением зрения	собеседование	преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушением опорно-двигательного аппарата	решение дистанционных тестов, контрольные вопросы	организация контроля с помощью LMS Башкирского ГАУ, письменная проверка.

Обучающимся инвалидам и лицам с ОВЗ увеличивается время на подготовку ответов к зачёту, допускается готовить ответы с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства предоставляются ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ или могут использоваться собственные технические средства обучающихся.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Так для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

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

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся. При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

1. Инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, устно с использованием услуг сурдопереводчика).

2. Доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода).

3. Доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для инвалидов и обучающихся с ОВЗ процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов. Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ОВЗ предоставляются основная и дополнительная учебная литература в виде электронного документа в фонде библиотеки и / или в электронно-библиотечных системах. А также предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

В зависимости от нозологии для пользователей с ОВЗ организован доступ к электронным информационным и образовательным ресурсам библиотеки университета из любой точки с доступом к «Интернет». Заключен договор о сотрудничестве с Башкирской республиканской специальной библиотекой для слепых. Предоставляется возможность аудио прослушивания и сохранения файла электронных изданий ЭБС «Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза» (полные тексты изданий доступны пользователям ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, после самостоятельной регистрации в Электронной библиотечной системе Университета). Предоставляется возможность пользоваться бесплатным мобильным приложением для операционных систем IOS и Android ЭБС издательства «Лань», с синтезатором речи (возможность использования книг в учебном процессе для незрячих и слабовидящих обучающихся).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ОВЗ большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ОВЗ.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ОВЗ осуществляется с использованием специальных средств обучения. Оборудовано специализированное помещение, в котором установлен мультимедийный проектор и организовано два рабочих места с доступом к электронной информационной образовательной среде и сети Интернет. Данное помещение оснащено: индукционной петлей ИС-50Л (усиление звука для слабослышащих обучающихся); персональными компьютерами, с программой экранного доступа ("Jaws for Windows 16.0 Pro"), брайлевским дисплеем (тактильный дисплей Брайля PAC Mate 20) для студентов с нарушением зрения; специальными партами для обучающихся с нарушением опорно-двигательного аппарата; мобильным видеувеличителем; портативной информационной индукционной системой "Исток А2" для слабослышащих обучающихся.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1 ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОПОП ВО

Код компетенции	Формулировка компетенции по ФГОС ВО	Этап формирования (определяется по УП)
ПК-4	Способен выявлять особенности протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определять режимы функционирования, алгоритмы и методы технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации	4

2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

2.1 Показатели и критерии оценивания компетенций

ПК-4 Обладание способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки

Показатели оценивания	Результаты обучения	Критерии оценивания компетенций
Пороговый (удовлетворительно)	ПК-4.1/Зн1 Знать. Методики выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения	Неполное знание методики выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения
	ПК-4.1/Ум1 Уметь. Составлять простые методы выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения	Неполное умение составлять простые методы выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения
	ПК-4.1/Нв1 Владеть. Навыками составления простых методов выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения	Неполное владение навыками составления простых методов выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения
Повышенный (хорошо)	ПК-4.1/Зн1 Знать. Методики выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определение режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения	Достаточное знание методик выявления особенностей протеканий физических процессов в системах энергообеспечения, определение режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения
	ПК-4.1/Ум1 Уметь. Составляет методы выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определение режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения	Достаточное умение составлять методы выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определение режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения

	чения	
	ПК-4.1/Нв1 Владеть. Навыками составления методов выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определение режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения	Достаточное владение навыками составления методов выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определение режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения
Высокий (отлично)	ПК-4.1/Зн1 Знать. Методики выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определения режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации	Полное знание методики выявления особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определения режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации
	ПК-4.1/Ум1 Уметь. Составляет планы мероприятий по выявлению особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определению режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации	Полное умение составлять планы мероприятий по выявлению особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определению режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации
	ПК-4.1/Нв1 Владеть. Навыками составлять планы мероприятий по выявлению особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определению режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации	Полное владение навыками составления планов мероприятий по выявлению особенностей протекания физических процессов в системах энергообеспечения, определению режимов функционирования, алгоритмов и методов технического обслуживания, ремонта систем энергообеспечения и поддержания их в пределах установленных норм технической эксплуатации

2.2 Шкала оценивания компетенций

Виды оценок	Оценки			
Академическая оценка по 5-ти балльной системе	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено		

2.3 Критерии оценки по 5-ти балльной шкале

Оценка экзаменатора, уровень	Критерии
«отлично», высокий уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов
«хорошо», повышенный уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента
«удовлетворительно», пороговый уровень	Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«неудовлетворительно», ниже порогового уровня	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины
Результат зачета	Критерии (дописать критерии в соответствии с компетенциями)
«зачтено»	Обучающийся показал знания основных положений учебной дисциплины, умение решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента
«не зачтено»	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

**3 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ
ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ,
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ
ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Предмет «Специальные вопросы теплообмена». Цели и задачи изучения.
2. Механизм переноса теплоты при нестационарном режиме.
3. Роль теплообмена в современной науке и технике.
4. Основные положения нестационарной теплопроводности
5. Нестационарная теплопроводность через плоскую стенку без внутренних и сточников тепла
6. Пути интенсификации теплопередачи. Виды ребристых поверхностей.
7. Нестационарные процессы теплопроводности в бесконечной тонкой пластине
8. Неустановившиеся процессы теплообмена в теплоэнергетических устройствах*
9. Решение нестационарного дифференциального уравнения теплопроводности.
10. Анализ решения нестационарного уравнения теплопроводности для пластины в зависимости от чисел Био и Фурье.
11. Теплофизические свойства жидкостей
12. Способы осреднения коэффициентов теплоотдачи и температур жидкостей
13. Теплоотдача при течении газа с большими скоростями.
14. Теплоотдача жидких металлов.*
15. Двумерное поле температур в задачах теплопроводности.
16. Численные методы решения задач теплопроводности.
17. Аналитические методы решения задач теплопроводности.
18. Теплопередача цилиндра, заложенного в грунт.
19. Методы экспериментального определения коэффициентов теплоотдачи.
20. Свободная и вынужденная конвекция при давлениях, близких к критическому.
21. Задача Блазиуса. Задача Польшауэна. Интегральное соотношение Кружилина.
22. Теплоотдача при наличии в жидкости внутренних источников тепла. Особенности теплообмена при течении разреженного газа.
23. Теплоотдача при пленочной конденсации неподвижного пара
24. Теплоотдача при конденсации движущегося пара на поверхности трубы и пучков труб
25. Структура двухфазного потока при кипении жидкости
26. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом кипении жидкости
27. Теплоотдача при кипении жидкости.
28. Кризисы кипения
29. Обработка опытных данных методом теории подобия*
30. Основные законы теплового излучения*
31. Методика определения радиационного коэффициента теплоотдачи нагревательной печи*.
32. Методика определения температуры стенки нагревательной металлургической печи.
33. Теплообмен при химических превращениях между газовой смесью и поверхностью раздела фаз.
34. Термические сопротивления в процессе конденсации пара на охлаждаемой стенке.
35. Теплоотдача при конденсации перегретого и влажного пара.
36. Теплоотдача при конденсации движущегося пара в трубах.
37. Горение твердого топлива.*
38. Сгорание твердых топливных частиц в неограниченном объеме.*
39. Радиационные свойства реальных поверхностей.*
40. Методы исследования процессов лучистого теплообмена.*
41. Зональный метод расчета процессов лучистого теплообмена.*
42. Расчет теплообмена излучением в системе типа газ в черной оболочке*

43. Методика расчета радиационного коэффициента теплоотдачи в металлических печах.*
44. Вывод уравнения сохранения массы компонента в бинарной смеси.
45. Тройная аналогия в случае малой интенсивности массообмена.
46. Тройная аналогия в случае высокой интенсивности массообмена.
47. Тепло- и массообмен при конденсации из парогазовой среды.
48. Основные сведения о теплообмене при химических превращениях.
49. Теплота химической реакции.*
50. Определяющие и определяемые критерии подобия. Определяющие температура и размер.
51. Вывод критериев подобия Ho , Fr , Eu , Re из уравнения движения жидкости.*
52. Вывод критериев подобия Fo и Pe из уравнения энергии для движущейся среды.*
53. Производные критерии подобия Ar , Gr , Pr , Ra .*
54. Критерии Нуссельта Nu и Стентона St .*
55. Основные положения теории пограничного слоя. Система уравнений. Определяющие критерии подобия. Тройная аналогия. Структура ламинарного и турбулентного пограничного слоя.
56. Пограничный слой при безградиентном обтекании плоской пластины ламинарным потоком. Переменные, уравнение Блазиуса и его решение. Уравнение энергии и его решение. «Стандартные» законы сопротивления, теплообмена и диффузии.
57. Ламинарный пограничный слой на проницаемой пластине со вдувом. Система уравнений. Параметр проницаемости. Законы трения и теплообмена.
58. Ламинарный пограничный слой на проницаемой пластине с отсосом. Система уравнений. Параметр проницаемости. Законы трения и теплообмена.
59. Особенности теплообмена при больших скоростях потока. Адиабатная температура стенки. Коэффициент восстановления. Расчет теплообмена в турбулентном пограничном слое.
60. Теплообмен при вынужденном течении в трубе. Изменение параметров на начальных участках и на участках стабилизированного течения и теплообмена.
61. Уравнение энергии для течения в трубе. Решение для области стабилизированного течения и теплообмена.
62. Влияние изгиба трубы на теплообмен (качественная картина).
63. Влияние свободной конвекции при вынужденном течении в горизонтальной трубе (качественная картина).
64. Влияние свободной конвекции при вынужденном течении в вертикальной трубе (качественная картина).
65. Теплообмен при конденсации – общая характеристика.
66. Теплообмен при пленочной конденсации – качественные результаты решения (без вывода). Характер течения пленки.
67. Теплообмен при кипении – общая характеристика.
68. Теплообмен при кипении в большом объеме. Кризисы кипения.
69. Теплообмен при кипении в вынужденных течениях в трубах.
70. Радиационный механизм переноса теплоты. Тепловое излучение. Спектр теплового излучения.*

Вопросы, отмеченные *, предлагаются для самостоятельного изучения.

Задачи для проведения рубежного контроля знаний:

Задача №1.

Определите, во сколько раз уменьшится интенсивность теплообмена в пластинчатом теплообменном аппарате, если поверхность теплообмена покрылась загрязнениями толщиной 2 мм, имеющими $\lambda = 0,15 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Коэффициенты теплоотдачи: $\alpha_1 = 2000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; $\alpha_2 = 900 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Термическое сопротивление чистой стенки принять равным нулю.

Задача №2.

Для отопления помещения требуется расход тепла 1 кДж/с от горизонтального трубопровода диаметром 25 мм. Температура поверхности нагревателя 100 °С, а воздуха в помещении 25 °С. Рассчитать необходимую длину трубопровода.

Задача №3.

Проволока из нихрома диаметром 0,5 мм расположена горизонтально и нагревается электрическим током; температура проволоки не должна превышать 280 °С. Удельное электрическое сопротивление нихрома принять не зависящим от температуры и равным 10-6 Ом·м. Температура среды вокруг проволоки 20 °С. Определить допустимую силу тока для проволоки в двух случаях: проволока находится в спокойном воздухе и в спокойной воде под давлением, исключающим кипение.

Задача №4.

Вертикальный цилиндр наружным диаметром 200 мм и длиной 4 м окружен воздухом с температурой —50 °С. Цилиндр должен иметь на внешней поверхности температуру, равную 20 °С. Какова должна быть для этих условий линейная плотность теплового потока от цилиндра?

Задача №5.

Определить температуру нагретой проволоки диаметром 1 мм, которая охлаждается при свободном движении воздуха с температурой 0 °С. По проволоке идет ток 6 А, а удельное электрическое сопротивление 1,1-10-6 Ом·м.

Задача №6.

Две горизонтальные трубы с одинаковой температурой поверхности и длиной охлаждаются в неподвижном воздухе. Диаметр одной трубы в 10 раз превышает диаметр другой. Для малой трубы $(GrPr) = 104$. Определить отношение коэффициентов теплоотдачи и отношение тепловых потоков для этих труб.

Задача №7.

Найти коэффициент теплопередачи, если чугунный трубопровод толщиной $\delta Ч = 9 \text{ мм}$, $\lambda Ч = 90 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ изолирован слоем пеношамота $\delta П = 30 \text{ мм}$, $\lambda П = 0,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Коэффициенты теплоотдачи: $\alpha_1 = 100 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, $\alpha_2 = 10 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, Расчет провести по формулам плоской стенки.

Задача №8.

Найти потери теплоты вертикальным участком паропровода длиной 6 м за счет теплоотдачи при свободном движении в течение 4 часов, если воздух в цехе имеет температуру 25 °С. Наружный диаметр паропровода 200 мм, средняя температура на его поверхности 190 °С.

Задача №9.

Горизонтальный паропровод диаметром 0,3 м и длиной 5 м имеет на поверхности температуру 230 °С. Вокруг него - воздух с температурой 30 °С. Найти потери теплоты паропроводом. Определить, во сколько раз снизятся тепловые потери, если температура поверхности паропровода уменьшится в 3 раза, а остальные условия останутся без изменений.

Задача №10.

Тонкий электропровод охлаждается при свободном движении газовой среды с давлением 105 Па. Как изменится коэффициент теплоотдачи от провода к газу, если давление газа повысить в 10 раз, а остальные условия сохранить без изменений? Во сколько раз можно изменить силу тока в воде и в какую сторону — уменьшить или увеличить? Принять $(GrPr)=400$

Задача №11.

В большом баке с водой охлаждается вертикальная пластина шириной 3 м и высотой 2 м; ее температура 90 °С. Средняя температура воды 40 °С. Найти передаваемую воде теплоту.

Задача №12.

В узкой щели между стенками, имеющими на поверхности температуры 160 и 60 °С, циркулирует воздух. Воздушная прослойка в щели имеет толщину 25 мм. Найти плотность теплового потока между стенками.

Задача №13.

Труба диаметром 12х1 мм находится внутри другой трубы, имеющей диаметр 58х3 мм. На наружной поверхности малой трубы температура 130°С, на внутренней поверхности большой трубы 50 °С. Найти коэффициент теплоотдачи и плотность теплового потока через кольцевой зазор, заполненный, а) воздухом, б) водой под давлением, исключающим кипение.

Задача №14.

В узкой щели температуры на поверхностях стенок соответственно 18 и 12 °С. При какой толщине воздушной прослойки в щели передача теплоты от горячей поверхности к холодной будет определяться в основном теплопроводностью (т. е. конвекцией можно пренебречь)? Как изменится толщина прослойки, если вместо воздуха будет вода?

Задача №15.

Электропровод без изоляции имеет диаметр 2 мм и температуру 90 °С на поверхности. Он охлаждается воздухом с температурой 20 °С. Какую температуру на поверхности будет иметь провод если его покрыть изоляцией толщиной 1 мм, теплопроводность которой 0,3 Вт/(м·К)? Силу тока и электросопротивление провода считать прежними, а коэффициент теплоотдачи от изоляции к воздуху принят 16,5 Вт/(м·К).

Задача №16.

В большом баке, где находится трансформаторное масло, расположены вертикально трубы длиной 1 м. Найти коэффициенты теплоотдачи для двух случаев: а) масло с температурой 20 °С нагревается от труб, имеющих температуру на поверхности 120 °С; б) масло с температурой 120 °С охлаждается на трубах, поверхность которых имеет 20 °С. Объяснить различие в результатах.

Задача №17.

Нагрев олова в большой ванне осуществляется с помощью электронагревателя в виде горизонтального цилиндра с наружным диаметром 50 мм и длиной 12 м. Найти коэффициент теплоотдачи от поверхности нагревателя, имеющей температуру 580 °С, к металлу, разогретому до 300 °С.

Рассчитать передаваемый тепловой поток.

Задача №18.

Горизонтальная плита с обращенной вверх теплоотдающей поверхностью имеет размеры 800х1200 мм и нагрета до 90 °С. Вдали от плиты воздух имеет температуру 40°С. Найти тепловой поток от плиты к окружающему воздуху.

Задача №19.

Для отопления помещения требуется расход тепла 1,8 кДж/с от горизонтального трубопровода диаметром 45 мм. Температура поверхности нагревателя 120°С, а воздуха в помещении 28 °С.

Рассчитать необходимую длину трубопровода.

Задача №20.

Проволока из нихрома диаметром 0,8 мм расположена горизонтально и нагревается электрическим током; температура проволоки не должна превышать 260 °С. Удельное электрическое сопротивление нихрома принять не зависящим от температуры и равным 10-6 Ом·м. Температура среды вокруг проволоки 22 °С. Определить допустимую силу тока для проволоки в двух случаях: проволока находится в спокойном воздухе и в спокойной воде под давлением, исключающим кипение.

Задача №21.

Вертикальный цилиндр наружным диаметром 240 мм и длиной 8 м окружен воздухом с температурой - 48 °С. Цилиндр должен иметь на внешней поверхности температуру, равную 24 °С. Какова должна быть для этих условий линейная плотность теплового потока от цилиндра?

Задача №22.

Определить температуру нагретой проволоки диаметром 1 мм, которая охлаждается при свободном движении воздуха с температурой 0 °С. По проволоке идет ток 8 А, а удельное электрическое сопротивление 1,2-10-6 Ом·м.

Задача №23.

Трансформаторное масло с температурой 50°C нагревается в маслонагревателе трубами с температурой на поверхности 120°C и наружным диаметром 40 мм. Определить тепловой поток от труб к маслу, если поверхность нагрева 18 м².

Задача №24.

Найти потери теплоты вертикальным участком паропровода длиной 8 м за счет теплоотдачи при свободном движении в течение 5 часов, если воздух в цехе имеет температуру 35°C . Наружный диаметр паропровода 240 мм, средняя температура на его поверхности 180°C .

Задача №25.

Горизонтальный паропровод диаметром 0,4 м и длиной 8 м имеет на поверхности температуру 240°C . Вокруг него - воздух с температурой 34°C . Найти потери теплоты паропроводом. Определить, во сколько раз снизятся тепловые потери, если температура поверхности паропровода уменьшится в 3 раза, а остальные условия останутся без изменений.

Задача №26.

Тонкий электропровод охлаждается при свободном движении газовой среды с давлением 105 Па. Как изменится коэффициент теплоотдачи от провода к газу, если давление газа повысить в 10 раз, а остальные условия сохранить без изменений? Во сколько раз можно изменить силу тока в проводе и в какую сторону — уменьшить или увеличить? Принять $(GrPr)=500$

Задача №27.

В большом баке с водой охлаждается вертикальная пластина шириной 3 м и высотой 12 м; ее температура 80°C . Средняя температура воды 30°C . Найти передаваемую воде теплоту.

Задача №28.

В узкой щели между стенками, имеющими на поверхности температуры 180 и 80°C , циркулирует воздух. Воздушная прослойка в щели имеет толщину 20 мм. Найти плотность теплового потока между стенками.

Задача №29.

Труба диаметром 14х1 мм находится внутри другой трубы, имеющей диаметр 60х4 мм. На наружной поверхности малой трубы температура 120°C , на внутренней поверхности большой трубы 40°C . Найти коэффициент теплоотдачи и плотность теплового потока через кольцевой зазор, заполненный, а) воздухом, б) водой под давлением, исключающим кипение.

Задача №30.

В узкой щели температуры на поверхностях стенок соответственно 16 и 10°C . При какой толщине воздушной прослойки в щели передача теплоты от горячей поверхности к холодной будет определяться в основном теплопроводностью (т. е. конвекцией можно пренебречь)? Как изменится толщина прослойки, если вместо воздуха будет вода?

Задача №31.

Стенка сосуда имеет температуру поверхности 125°C . Температура воздуха в цехе 25°C . Коэффициент теплоотдачи поверхности равен $6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$.

Определите толщину слоя изоляции сосуда стеклянной ватой с

$\lambda = 0,06 \text{ Вт}/(\text{м К})$. Температура поверхности изоляции не должна превышать 35°C .

Задача №32.

. Плоскую поверхность с температурой 340°C надо изолировать так, чтобы потери тепла не превышали $300 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Температура на внешней поверхности изоляции 40°C . Найти толщину изоляции. $\lambda_{\text{из}} = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м К})$.

Задача №33.

Определите требуемую поверхность теплообмена для нагревания 1 кг/с молока от 4°C до 70°C . Теплоемкость молока $3,6 \text{ кДж}/(\text{кг К})$, коэффициент теплопередачи в аппарате $k = 60 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$, температура пара 140°C .

Задача №34.

Требуется испарить 2 кг/с воды с температурой 10°C . Определите мощность теплообменного аппарата, если энтальпия воды на входе $41,9 \text{ кДж}/\text{кг}$, энтальпия пара на выходе из аппарата $2676 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Задача №35.

Требуется сконденсировать 0,05 кг/с водяного пара. Определите мощность теплообменного аппарата, если энтальпия пара на входе 2676 кДж/кг энтальпия воды на выходе 419 кДж/кг.

Задача №36.

. Определите тепловой поток в калорифере (теплообменном аппарате для нагрева воздуха в системе отопления), если в нем нагревается 0,5 кг/с воздуха от $t_1 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $t_2 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Теплоемкость воздуха принять равной 1,006 кДж/(кг·К).

Задача №37.

В теплообменном аппарате для нагревания воздуха дымовыми газами температура дымовых газов на входе $t'_1 = 450\text{ }^{\circ}\text{C}$, на выходе $t''_1 = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура воздуха на входе $t'_2 = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$, на выходе $t''_2 = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определить температурный напор в аппарате при противотоке.

Задача №38.

Чугунная стенка толщиной 10 мм, с $\lambda_{\text{ч}} = 90\text{ Вт/(м·К)}$, покрыта слоем изоляции из пенопласта с $\lambda_{\text{п}} = 0,05\text{ Вт/(м·К)}$. Коэффициенты теплоотдачи $\alpha_1 = 100\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ и $\alpha_2 = 10\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Коэффициент теплопередачи равен 1,96 Вт/(м²·К).

Определить толщину изоляции.

Задача №39.

. Стальная стенка, толщиной 10 мм с $\lambda_{\text{ст}} = 50\text{ Вт/(м·К)}$ с двух сторон омывается жидкостью с коэффициентами теплоотдачи $\alpha_1 = 1000\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ и $\alpha_2 = 10\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Определить коэффициент теплопередачи.

Задача №40.

Горизонтальная плита с обращенной вверх теплоотдающей поверхностью имеет размеры 600X1100 мм и нагрета до 80 °С. Вдали от плиты воздух имеет температуру 30°С. Найти тепловой поток от плиты к окружающему воздуху.

Тесты для проведения итогового контроля (зачета)

1). На долю какого вида теплообмена приходится основная часть переноса энергии при передаче теплового потока в вакууме.

1. На долю теплопроводности.
2. На долю конвекции.
3. На долю излучения.

2) Укажите, какие из перечисленных формул теории переноса относятся к законам Ж.-Б. Фурье, А. Фика, А. В. Лыкова, Бугера

$$I_v(N) = I_v(M) \exp(-h_v)$$

$$\vec{q} = -\lambda \text{grad } T$$

$$\vec{m} = -D \text{grad } C$$

$$\vec{m} = -\lambda_m \text{grad } \Psi - \lambda_m \delta_\Psi \text{grad } T$$

3) Укажите, какие из перечисленных формул теории переноса относятся к граничным условиям I рода, II рода, III рода, IV рода при идеальном тепловом контакте:

$$T(M, \tau) = T_w(M, \tau) = f_1(M, \tau), \quad M \in \Gamma, \quad \tau > 0.$$

$$-\lambda \text{grad } T \cdot \vec{n}^0|_\Gamma = f_2(M, \tau), \quad M \in \Gamma, \quad \tau > 0$$

$$-\lambda \text{grad } T \cdot \vec{n}^0|_\Gamma = \alpha(T_w - T_{f,0}),$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -\lambda_1 \text{grad } T^{(1)} \cdot \vec{n}^0|_{\Gamma_K-0} = -\lambda_2 \text{grad } T^{(2)} \cdot \vec{n}^0|_{\Gamma_K+0}, \quad \tau > 0 \\ T^{(1)}|_{\Gamma_K-0} = T^{(2)}|_{\Gamma_K+0}, \quad \tau > 0. \end{array} \right.$$

4) Какое из перечисленных уравнений нестационарной теплопроводности относится к многомерной области с переменными свойствами среды, к многомерной области с постоянными свойствами среды, к одномерной области с переменными свойствами среды, к одномерной области с постоянными свойствами среды.

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right).$$

$$c(T)\rho(T) \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{a}{x^{s-1}} \frac{\partial}{\partial x} \left(x^{s-1} \frac{\partial T}{\partial x} \right),$$

$$c(T)\rho(T) \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{1}{x^{s-1}} \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(T) x^{s-1} \frac{\partial T}{\partial x} \right)$$

5) В каком из перечисленных безразмерных комплексов содержатся время τ , известный коэффициент теплоотдачи α , координата точки в теле x и искомый коэффициент теплоотдачи α :

- 1) Bi ,
- 2) ξ
- 3) Nu
- 4) Fo

6) Выберите конечно-разностный аналог уравнений нестационарной теплопроводности при неявной, неявно-явной схемам дискретизации по методу сеток и по методу теплового баланса

$$c_i^{(n)} \rho_i^{(n)} \frac{T_i^{(n+1)} - T_i^{(n)}}{\Delta \tau} = \lambda_{i-1/2}^{(n)} \frac{T_{i-1}^{(n)} - T_i^{(n)}}{\Delta x^2} - \lambda_{i+1/2}^{(n)} \frac{T_i^{(n)} - T_{i+1}^{(n)}}{\Delta x^2},$$

$$i \in [2, m-1]$$

$$c_i^{(n)} \rho_i^{(n)} \frac{T_i^{(n+1)} - T_i^{(n)}}{\Delta \tau} = \lambda_{i-1/2}^{(n)} \frac{T_{i-1}^{(n+1)} - T_i^{(n+1)}}{\Delta x^2} - \lambda_{i+1/2}^{(n)} \frac{T_i^{(n+1)} - T_{i+1}^{(n+1)}}{\Delta x^2},$$

$$i \in [2, m-1]$$

$$c_i^{(n)} \rho_i^{(n)} \frac{T_i^{(n+1)} - T_i^{(n)}}{\Delta \tau} = A \left(\lambda_{i-1/2}^{(n)} \frac{T_{i-1}^{(n)} - T_i^{(n)}}{\Delta x^2} - \lambda_{i+1/2}^{(n)} \frac{T_i^{(n)} - T_{i+1}^{(n)}}{\Delta x^2} \right) + \\ + (1-A) \left(\lambda_{i-1/2}^{(n)} \frac{T_{i-1}^{(n+1)} - T_i^{(n+1)}}{\Delta x^2} - \lambda_{i+1/2}^{(n)} \frac{T_i^{(n+1)} - T_{i+1}^{(n+1)}}{\Delta x^2} \right),$$

$$i \in [2, m-1]$$

$$c_m^{(n)} \rho_m^{(n)} \frac{T_m^{(n+1)} - T_m^{(n)}}{\Delta \tau} = \lambda_{m-1/2}^{(n)} \frac{T_{m-1}^{(n+1)} - T_m^{(n+1)}}{\Delta x^2} - \lambda_{m+1/2}^{(n)} \frac{T_m^{(n+1)} - T_{w2}^{(n+1)}}{\Delta x^2 / 2}, \quad i = m$$

7) К какой температуре относятся функции $c_i^{(n)}$, $\lambda_{i+1/2}^{(n)}$, $\lambda_{i-1/2}^{(n)}$, $\lambda_{1/2}^{(n)}$

- 1) $T_i^{(n)}$,
- 2) $\frac{T_i^{(n)} + T_{i+1}^{(n)}}{2}$
- 3) $\frac{T_i^{(n)} + T_{i+1}^{(n)}}{2}$
- 4) $\frac{T_0^{(n)} + T_1^{(n)}}{2}$

8) Какие из перечисленных ниже функций относятся к предыдущему, искомому, первому и начальному моменту времени

- 1) $f(\tau) = f(n \cdot \Delta \tau)$
- 2) $f(\tau) = f(\Delta \tau)$
- 3) $f(\tau) = f((n+1) \cdot \Delta \tau)$
- 4) $f(\tau) = f(0)$

9) Укажите конечно-разностный аналог граничных условий I рода, II рода и III рода по неявной схеме дискретизации

$$1) \quad \frac{T_1^{(n+1)} + T_2^{(n+1)}}{2} = T_{w1}^{(n+1)}, \tau > 0$$

$$2) \quad \lambda_{11/2}^{(n)} \frac{T_1^{(n+1)} - T_2^{(n+1)}}{\Delta x} = \alpha_1^{(n+1)} \left(T_{f1,0}^{(n+1)} - \frac{T_1^{(n+1)} + T_2^{(n+1)}}{2} \right), \tau > 0$$

$$3) \quad \lambda_{11/2}^{(n)} \frac{T_1^{(n+1)} - T_2^{(n+1)}}{\Delta x} = q_{w,1}^{(n+1)}, \tau > 0$$

10) Укажите вид стационарного температурного поля в пластине, в неограниченном цилиндре и в шаре

$$1) \quad T = -\frac{Q}{\lambda F} x + C_1$$

$$2) \quad T = -\frac{Q \ln x}{2\pi L \lambda} + C_1$$

$$3) \quad T = \frac{Q x^{-1}}{-4\pi \lambda} + C_1$$

11) Укажите формулу для расчета стационарного теплового потока при граничных условиях I рода через пластину, полый цилиндр и полый шар

$$1) \quad Q = (T_{w1} - T_{w2}) / \left(\frac{\delta}{\lambda F} \right)$$

$$2) \quad Q = \frac{T_{w1} - T_{w2}}{\frac{1}{2\pi L \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}}$$

$$3) \quad Q = \frac{T_{w1} - T_{w2}}{\frac{1}{2\pi \lambda} \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right)^{-1}}$$

12) Укажите формулу для расчета стационарного теплового потока при граничных условиях III рода через пластину, полый цилиндр и полый шар

$$1) \quad Q = \frac{T_{f1,0} - T_{f2,0}}{\frac{1}{\alpha_1 \pi d_1 L} + \frac{1}{2\pi L \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2 L}}$$

$$2) \quad Q = \frac{T_{f1,0} - T_{f2,0}}{\frac{1}{\alpha_1 F} + \frac{\delta}{\lambda F} + \frac{1}{\alpha_2 F}}$$

$$Q = \frac{T_{f1,0} - T_{f2,0}}{\frac{1}{\alpha_1 \pi d_1^2} + \left(\frac{2}{d_1} - \frac{2}{d_2} \right) \frac{1}{4\pi\lambda} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2^2}}$$

3)

13) Укажите формулу для выбора коэффициента теплопроводности материала тепловой изоляции пластины, цилиндра и шара

1) $\lambda_{\text{из}} < \infty$

2) $\lambda_{\text{из}} < \frac{\alpha_2 x_2 x_3 \ln(x_3 / x_2)}{x_3 - x_2}$

3) $\lambda_{\text{из}} < \frac{\alpha_2 x_2 x_3}{x_2 + x_3}$

14) Какая из линий на рисунке соответствует эффекту нанесения тепловой изоляции наружную поверхность трубы диаметром d_2 заданной величине ее критического диаметра

1) $d_2 < d_{\text{кр}}$

2) $d_2 = d_{\text{кр}}$

3) $d_2 > d_{\text{кр}}$

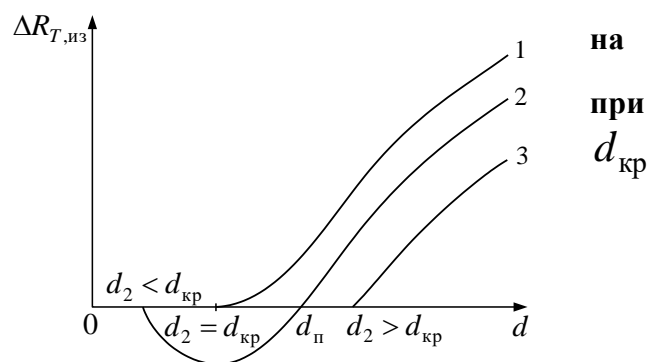


Рисунок. Влияние наружного диаметра неизолированной трубы на изменение термического сопротивления

15) Какому стационарному распределению температуры на рисунке соответствует постоянная теплопроводность материала пластины, ее рост с увеличением температуры и ее убывание с увеличением температуры

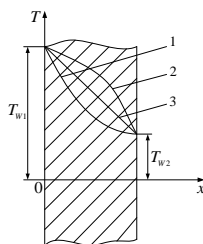


Рисунок. Стационарная теплопроводность в неограниченной пластине при различных свойствах материала (ГУ-I)

16) Укажите уравнения неразрывности, вынужденного движения, свободного движения, переноса энергии и переноса вещества в потоке.

1. $\vec{F}_g + \vec{F}_\mu + \vec{F}_{\Delta p} + \vec{F}_i = 0$

$$2. \vec{F}_{\Delta\gamma} + \vec{F}_{\mu} + \vec{F}_i = 0,$$

$$3. \rho c_p \frac{\partial T_f}{\partial \tau} + \rho c_p (\vec{w} \text{grad}) T_f = \text{div}(\lambda_f \text{grad} T_f)$$

$$4. \text{div}(\rho \vec{w}) = 0$$

$$5. \frac{\partial C_f}{\partial \tau} + (\vec{w} \text{grad}) C_f = \text{div}(-D \text{grad} C_f)$$

17) Укажите, какой безразмерный комплекс относится к числу Нуссельта, критерию Рейнольдса, критерию Пекле и критерию Рэлея

$$1. \frac{\alpha l_0}{\lambda_f},$$

$$2. \frac{w_0 l_0}{\nu},$$

$$3. \frac{w_0 l_0}{a}$$

$$4. \frac{\beta g l_0^3 \text{Pr} \Delta T}{\nu^2}$$

18) Равенство какого критерия подобия или сочетание каких критериев подобия достаточно для подобия натурного и модельного стационарного вынужденного течения, нестационарной теплопроводности, стационарной теплоотдачи при вынужденном течении и стационарной теплоотдачи при свободном течении

Re

Bi

Re и Pr

Ra

19) Какова зависимость для описания стационарной теплоотдачи в канале при ламинарном вязкостном течении на начальном участке, при ламинарном вязкостном течении на участке стабилизированного теплообмена, при ламинарном гравитационно-вязкостном течении и при турбулентном течении

$$\text{Nu} = f(\text{Pe}, L/d),$$

$$\text{Nu} = \text{const},$$

$$\text{Nu} = f(\text{Pe}, L/d, \text{Ra})$$

$$\text{Nu} = f(\text{Pe}, \text{Pr}, L/d)$$

20) Какова формула для описания стационарной теплоотдачи на пластине при ламинарном вынужденном течении, при турбулентном вынужденном течении, при свободном движении и при обтекании пучка труб

$$1. \text{Nu} = f(\text{Re}, \text{Pr}), L < x_{\text{кр}}$$

$$2. \text{Nu} = f(\text{Re}, \text{Pr}), L > x_{\text{кр}}$$

$$3. \text{Nu} = f(\text{Ra})$$

$$4. \text{Nu} = f(\text{Re}, \text{Pr}, C_s)$$

21) Укажите, какой безразмерный комплекс относится к диффузионному числу Нуссельта, критерию Рейнольдса, диффузионному критерию Пекле и к критерию Шмидта

1. $\frac{\beta l_0}{\lambda_f}$,

2. $\frac{w_0 l_0}{\nu}$,

3. $\frac{w_0 l_0}{D}$

4. $\frac{\nu}{D}$

22) Равенство какого критерия подобия или сочетание каких критериев подобия достаточно для подобия натурного и модельного стационарного вынужденного течения, нестационарной массопроводности, стационарной массоотдачи при вынужденном течении и стационарной массоотдачи при свободном течении

- a. Re
- b. Bi_D
- c. Re_D и Sc
- d. Ra_D

23) Укажите, чему равны отношения коэффициентов теплоотдачи и массоотдачи, отношения коэффициентов теплоотдачи и конвективного переноса количества движения, отношения коэффициентов массоотдачи и конвективного переноса количества движения при выполнении аналогии

1. ρc_p

2. c_p

3. $1/\rho$

24) Укажите уравнения переноса у обтекаемой поверхности для количества движения, теплоты и вещества

1. $-\mu \frac{\partial w}{\partial y} \Big|_{y=0} = \beta_w w_0,$

2. $-\lambda_f \frac{\partial T_f}{\partial y} \Big|_{y=0} = \alpha (T|_{y=0} - T_{f,0})$

3. $-D \frac{\partial C_f}{\partial y} \Big|_{y=0} = \beta (C|_{y=0} - C_{f,0})$

25)

Укажите степени черноты системы «одно тело в полости другого тела», системы из двух параллельных пластин, системы из двух параллельных пластин с экранами между ними и газовой смеси

$$1. \quad J_{\lambda,0} = \frac{C_1}{\lambda^5} \frac{1}{\exp(C_2/(\lambda T)) - 1},$$

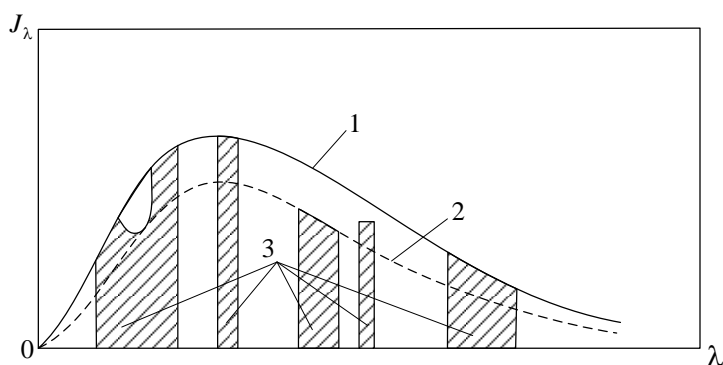
$$2. \quad \varepsilon = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + F_1(1/\varepsilon_2 - 1)/F_2},$$

$$3. \quad \varepsilon = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + 2 \sum_{i=1}^n \frac{1}{\varepsilon_{\text{ЭК}, i}} + \frac{1}{\varepsilon_2} - (n+1)}.$$

$$4. \quad \varepsilon = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}.$$

$$5. \quad \varepsilon = \varepsilon_1 + \beta \varepsilon_2 - \Delta \varepsilon$$

26) Укажите на рисунке графическую интерпретацию излучения абсолютно черного тела, серого тела и газовой смеси



27) Какая из приведенных формул относится к излучательной способности, к спектральной излучательной способности, к ее интенсивности и к интенсивности спектральной излучательной способности абсолютно черного тела

$$f(\lambda) = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} J_{\lambda} d\lambda$$

$$1. \quad \lambda=0$$

$$2. \quad f(\lambda) = J_{\lambda} d\lambda$$

$$3. \quad f(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5} \frac{1}{\exp(C_2/(\lambda T)) - 1}$$

$$4. \quad f(\lambda) = dE_{\lambda} / d\lambda$$

28) Какое из приведенных обозначений относится к коэффициентам отражения, поглощения, пропускания и к степени черноты

$$1. \quad R$$

$$2. \quad A$$

$$3. \quad D$$

$$4. \quad \varepsilon$$

29) V. Какое сочетание параметров относится к абсолютно черному телу, к абсолютно белому телу, к абсолютно прозрачному телу и к серому атермическому телу

1. $A=1, R=0, D=0$
2. $A=0, R=1, D=0$
3. $A=0, R=0, D=1$
4. $0 < A < 1, 0 < R < 1, D=0$

30) По какой формуле рассчитывается собственный поток электромагнитной энергии абсолютно черного тела, собственный поток электромагнитной энергии серого тела, результирующий поток электромагнитной энергии между двумя твердыми телами, из которых одно находится в полости другого, и результирующий поток электромагнитной энергии между двумя пластинами

1. $f(T) = \sigma T^4,$

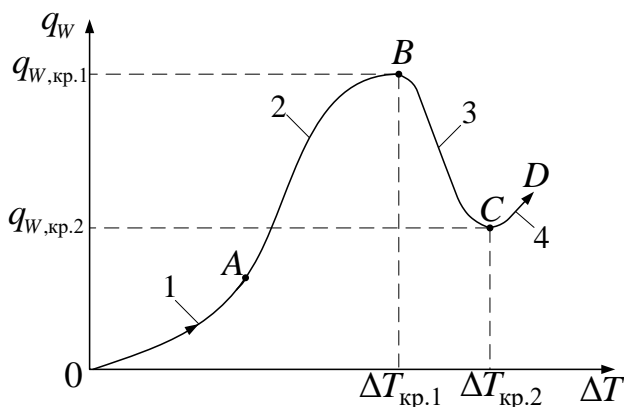
2. $f(T) = \varepsilon \sigma T^4$

$$f(T) = C_0 \left[\frac{\left(\frac{T_{w1}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{w2}}{100} \right)^4}{1/\varepsilon_1 + F_1(1/\varepsilon_2 - 1)/F_2} \right] F_1$$

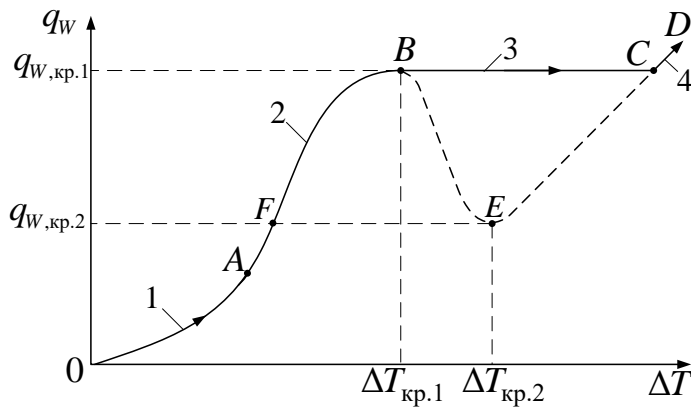
- 3.

$$f(T) = C_0 \left[\frac{\left(\frac{T_{w1}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{w2}}{100} \right)^4}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \right] F$$

31) Укажите на рисунке участок теплоотдачи с преобладанием свободной конвекции, участок теплоотдачи при развитом пузырьковом кипении, участок теплоотдачи при переходном режиме кипения и участок теплоотдачи при пленочном режиме кипения



32) Укажите на рисунке участок теплоотдачи с преобладанием свободной конвекции, участок теплоотдачи при развитом пузырьковом кипении, участок возникновения паровой пелены и участок теплоотдачи при пленочном режиме кипения



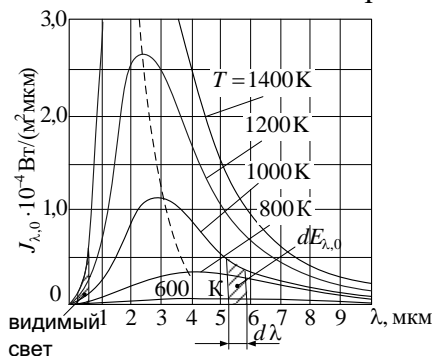
33) Укажите вид формулы для расчета теплоотдачи при кипении жидкости в большом объеме для режима преобладания свободной конвекции, для расчета теплоотдачи при кипении жидкости в большом объеме для режима развитого пузырькового кипения, для конденсации пара на вертикально расположенной плите (трубе) и для кипения пара при течении жидкости в канале

1. $\alpha \sim \Delta T^{0,35}$
2. $\alpha \sim \Delta T^{2,33}$
3. $\alpha \sim \Delta T^{-0,25}$
4. $\alpha_{\Sigma} = f(\alpha / \alpha_{\text{конв.}})$

34) Укажите вид критериальных формул для расчета теплоотдачи при кипении жидкости в большом объеме, при конденсации пара для ламинарного режима стекания пленки и при конденсации пара для ламинарно-волновом режиме стекания пленки при задании разности температур $T'' - T_W$ или плотности теплового потока q_w

1. $Nu = f(Re^*, Pr, K_p)$
2. $Nu = f(Ga, Pr)$
3. $Nu = f(Z, Z_{\text{кр}}, Pr)$
4. $Nu = f(Re, Re_{\text{кр}}, Pr)$

35) Распределение интенсивности спектральной излучательной способности абсолютно черного тела описывается законом _____ (вписать)



36) Перенос теплоты при соприкосновении частиц, имеющих различную температуру, называется:

1. Теплопроводностью.

2. Конвекцией.
3. Излучением.

37) Назовите вид теплообмена, который возможен в условиях отсутствия вещества между телами (в вакууме).

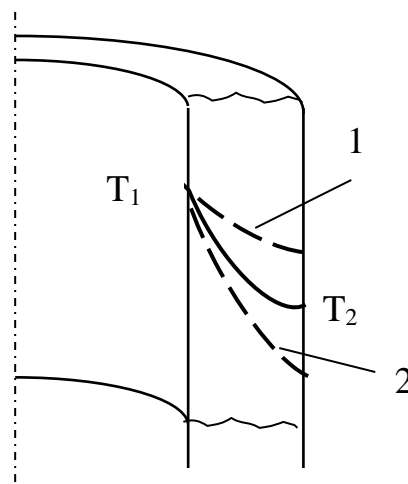
1. Теплопроводность.
2. Конвекция.
3. Излучение.

38). Тепловой поток сильно зависит от температуры при теплообмене:

1. В процессе конвекции.
2. В процессе излучения.
3. В процессе теплопроводности.

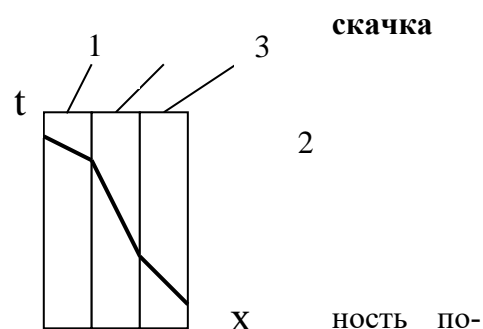
39). На рисунке показан график изменения температуры в цилиндрической стенке при $\lambda = \text{const}$. Как изменится этот график, если коэффициент теплопроводности будет уменьшаться с увеличением температуры.

1. Изменится и примет вид 1.
2. Не изменится.
3. Изменится и примет вид 2.



40). На рисунке представлен график изменения температуры в плоской стенке, состоящей из трех слоев. Как изменился тепловой поток через стенку из-за появления температур на границе слоев 1 и 2. ($T'_2 - T''_2 > 0$)

1. Увеличился.
2. Не изменился.
3. Уменьшился.



41). Знак "минус" в записи закона Фурье выражает:

1. Что чем больше градиент температуры, тем меньше плотность потока тепла.
2. Что коэффициент теплопроводности отрицателен.
3. Что вектор плотности теплового потока направлен противоположно вектору градиента температуры, т.е. в сторону уменьшения температуры.

42). При увлажнении коэффициент теплопроводности пористых материалов:

1. Не изменяется.
2. Уменьшается.
3. Увеличивается.

43). Тепловой поток – это количество теплоты:

1. Передаваемое в единицу времени через произвольную поверхность.
2. Передаваемое в единицу времени через единичную площадь.
3. Проходящее в единицу времени через единичную площадь при градиенте температуры, равном единице.

44). При граничных условиях третьего рода задается:

1. Распределение температуры по поверхности тела.
2. Закон теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой.

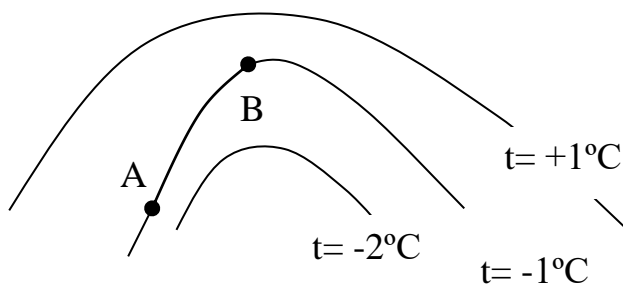
3. Значение теплового потока для каждой точки поверхности тела.

45). Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К) характеризует:

1. Способность вещества передавать теплоту.
2. Интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой.
3. Интенсивность собственного излучения тела.

46). Укажите в какой точке больше модуль градиента температуры и куда направлен градиент температуры в этой точке.

1. В точке А, вверх.
2. В точке В, вниз.
3. В точке В, вверх.



опре-
ления
лопро-

47). Укажите выражение для деления термического сопротивления цилиндрической стенки (для теплопроводности).

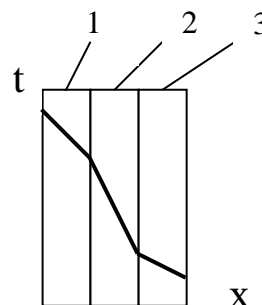
1. $\frac{\delta}{\lambda}$.
2. $\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}$.
3. $\frac{1}{d \cdot \alpha}$.

48). Граничные условия I рода на поверхности тела означают задание:

1. Температуры поверхности.
2. Коэффициента теплоотдачи на поверхности.
3. Поверхностной плотности теплового потока.

49). Укажите формулу закона Фурье.

1. $q_w = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n}$.
2. $q_w = c_0 \left(\frac{T_w}{100} \right)^4$.
3. $q_w = \alpha(T_w - T_\infty)$.



50). Укажите какой слой многослойной стенки имеет наибольший коэффициент теплопроводности.

1. Слой 1.
2. Слой 2.
3. Слой 3.

51). Стальной трубопровод проложен на открытом воздухе. Как изменится коэффициент теплопередачи, если трубопровод обдувать потоком воздуха?

1. Практически не изменится.
2. Уменьшится.
3. Увеличится.

52). Укажите формулировку свободной конвекции.

1. Это движение жидкости (газа) в направлении от поверхности теплообмена.
2. Это движение жидкости (газа) под действием объемных сил.
3. Это движение жидкости (газа), не участвующего в процессе теплообмена.

53). Твердая поверхность охлаждается в потоке жидкости. Укажите изменение температуры поверхности при уменьшении коэффициента теплоотдачи.

1. Температура поверхности увеличится.
2. Температура поверхности уменьшится.
3. Температура поверхности не изменится.

54) Теплоотдача при омывании поверхности водой, по сравнению с теплоотдачей в воздухе, как правило:

1. Гораздо выше.
2. Гораздо ниже.
3. Одного порядка.

55). В каком случае интенсивность теплоотдачи ниже

1. При кипении.
2. В случае вынужденной конвекции.
3. В случае свободной конвекции.

56). Укажите размерность числа Нуссельта.

1. $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$.
2. $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$.
3. Безразмерное.

57). Укажите число Рейнольдса (Re).

1. $\alpha \cdot \ell_0 / \lambda$.
2. $w \cdot \ell_0 / \nu$.
3. ν / a .

58). За определяющий линейный размер ℓ_0 при поперечном омывании трубы котла жидко-

стью в числах подобия (например, $\text{Re} = \frac{w \cdot \ell_0}{\nu}$) о принимают:

1. Внешний диаметр трубы.
2. Длину трубы.
3. Внутренний диаметр трубы.

59). Коэффициент теплоотдачи α , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ характеризует:

1. Способность вещества проводить теплоту.
2. Интенсивность собственного излучения тела.
3. Интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой.

60). Укажите выражение для числа Грасгофа.

1. $\frac{\nu}{a}$.
2. $\frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot \ell_0^3}{\nu^2}$.
3. $\frac{w \cdot \ell_0}{\nu}$.

61). Укажите критериальное уравнение для теплоотдачи в условиях вынужденной конвекции.

$$\begin{aligned} 1. \quad \text{Nu}_{\text{жд}} &= 0,15 (Gr_{\text{жд}} \text{Pr}_{\text{жс}})^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\text{Pr}_{\text{жс}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25} \\ 2. \quad \text{Nu}_{\text{жд}} &= 0,021 \cdot \text{Re}_{\text{жд}}^{0,8} \text{Pr}_{\text{жс}}^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}_{\text{жс}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25}. \end{aligned}$$

$$3. \quad Nu_{\text{жд}} = 0,50 (Gr_{\text{жд}} Pr_{\text{жс}})^{0,25} \left(\frac{Pr_{\text{жс}}}{Pr_c} \right)^{0,25}.$$

62). О режиме течения жидкости судят по значению числа:

1. Рейнольдса (Re).
2. Нуссельта (Nu).
3. **Прандтля (Pr).**

63). Теплоотдачей называется перенос теплоты:

1. От жидкости к жидкости через разделяющую их стенку.
2. Между потоком жидкости (или газа) и стенкой.
3. Молекулярный перенос теплоты в телах.

64). В ламинарном режиме жидкость движется:

1. С образованием пузырей.
2. С образованием вихрей.
3. Плавно, без образования вихрей или пузырей.

65). Укажите выражение для критерия Нуссельта (Nu).

(Индекс «ж» - для жидкости, индекс «ст» - для стенки).

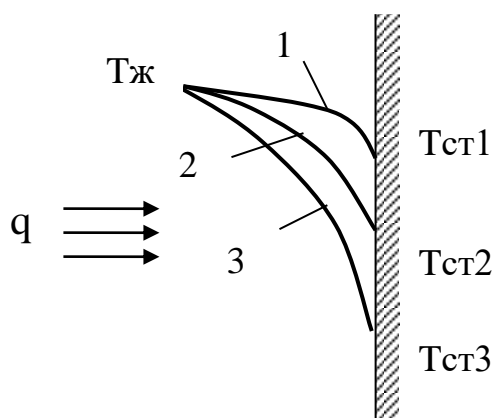
1. $(\alpha \cdot \ell_0) / \lambda_{\text{ж}}$.
2. $(\alpha \cdot \ell_0) / \lambda_{\text{ст}}$.
3. $(w \cdot \ell_0) / v_{\text{ж}}$.

66). Укажите критериальное уравнение для свободной конвекции.

1. $Nu_{\text{жд}} = 0,5 \cdot Re_{\text{жд}}^{0,5} Pr_{\text{жс}}^{0,38} \left(\frac{Pr_{\text{жс}}}{Pr_c} \right)^{0,25}$
2. $Nu_{\text{жд}} = 0,021 \cdot Re_{\text{жд}}^{0,8} Pr_{\text{жс}}^{0,43} \left(\frac{Pr_{\text{жс}}}{Pr_c} \right)^{0,25}$.
3. $Nu_{\text{жд}} = 0,50 (Gr_{\text{жд}} Pr_{\text{жс}})^{0,25} \left(\frac{Pr_{\text{жс}}}{Pr_c} \right)^{0,25}$.

67). Укажите график изменения температуры в пристенном слое соответствует наименьшему коэффициенту теплоотдачи.

1. График 1.
2. График 2.
3. График 3.



68). Закон Кирхгофа для теплового излучения:

1. Определяет суммарное излучение поверхности тела по всем направлениям полупространства.
2. Устанавливает количественную связь между излучательной и поглощательной способностями тела.

3. Устанавливает распределение энергии излучения абсолютно черного тела в зависимости от длины волны.

69). Укажите формулу закона Стефана-Больцмана.

1. $E_0 = c_0(T/100)^4$, Вт/м².

2. $\lambda_{\max} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3}$, м·К.

3. $E_{0\lambda} = \frac{2\pi c_1}{\lambda^5} \left(e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1}$, Вт/м³

70). Поглощательная способность равна единице:

1. Для абсолютно черных тел.
2. Для серых тел.
3. Для абсолютно прозрачных тел.

71). Как изменится степень черноты, если трубу покрыть черной масляной краской?

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

72). Какой из предлагаемых экранов наиболее эффективно уменьшает теплообмен между излучающими телами:

1. Экран из абсолютно черного тела.
2. Экран из серого тела.
3. Экран из диатермичного (прозрачного для тепловых лучей) тела.

73). Тело излучало лучи с максимальной интенсивностью с длиной волны $\lambda = 0,45 \cdot 10^{-6}$ м (или 0,45 мкм). При изменении температуры максимальная интенсивность излучения пришлась на длину волны $0,75 \cdot 10^{-6}$ м. Во сколько раз изменилась абсолютная температура тела.

1. Увеличилась в 1,67 раза.
2. Уменьшилась в 1,67 раза.
3. Уменьшилась в 1,2 раза.

74). Как изменится приведенная степень черноты системы из двух параллельных поверхностей с $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,5$, если одну из поверхностей заменить на другую со степенью черноты $\varepsilon = 0,2$.

1. Увеличилась в 2 раза.
2. Уменьшился в 3 раза.
3. Уменьшился в 2 раза.

75). Уравнение теплового баланса в рекуперативном теплообменном аппарате, в котором происходит кипение теплоносителя, имеет вид:

1. $Q = \alpha (t_{\text{ст}} - t_{\text{ж}}) F = -\lambda_{\text{ж}} (\partial t / \partial n)_{\text{ст}} F$.
2. $Q = G_1 c_{p1} (t'_1 - t''_1) = G_2 c_{p2} (t''_2 - t'_2)$.
3. $Q = G_1 (h'_1 - h''_1) = G_2 (h'_2 - h''_2)$.

76). Укажите уравнение теплопередачи в рекуперативном теплообменнике.

1. $Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{\text{ср}}$.
2. $Q = \alpha \cdot F (t_{\text{ж}} - t_{\text{ст}})$.
3. $Q = G (h'_1 - h''_1)$.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности используется модульно-рейтинговая система обучения и оценки успеваемости обучающихся.

Модульно-рейтинговая система обучения и оценки успеваемости обучающихся представляет собой комплексную систему поэтапного оценивания уровня освоения дисциплин образовательной программы по направлению (специальности) высшего образования, при которой осуществляется структурирование содержания каждой учебной дисциплины на модули и проводится регулярная оценка знаний и умений обучающихся в течение семестра. При рейтинговой системе все знания, умения и навыки, компетенции, приобретаемые обучающимися в процессе изучения дисциплины, оцениваются в рейтинговых баллах. Рейтинговая оценка знаний обучающихся по каждой учебной дисциплине независимо от ее общей трудоемкости определяется по 100-балльной шкале.

Изучаемая дисциплина состоит из набора модулей. Объем учебного материала модуля раскрывает отдельную тему изучаемой дисциплины или несколько тем (раздел дисциплины). Каждый модуль должен завершаться определенной формой контроля для оценки степени усвоения учебного материала и получения рейтинговой оценки качества усвоения учебного материала.

Если по дисциплине формой итогового контроля является экзамен и обучающийся набирает не менее 45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, преподаватель может с согласия обучающегося выставить ему оценку «удовлетворительно» без его участия в процедуре экзамена в день проведения экзамена в данной группе при наличии допуска деканата в зачетной книжке. В случаях несогласия обучающегося с оценкой, он сдает экзамен по дисциплине на общих основаниях.

Если по дисциплине формой итогового контроля является экзамен и обучающийся набирает не менее 60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, преподаватель может с согласия обучающегося выставить ему оценку «хорошо» без его участия в процедуре экзамена в день проведения экзамена в данной группе при наличии допуска деканата в зачетной книжке. В случаях несогласия обучающегося с оценкой, он сдает экзамен по дисциплине на общих основаниях.

Если по дисциплине формой итогового контроля является экзамен и обучающийся набирает не менее 80 баллов по итогам текущего и рубежного контроля (при условии проставления преподавателем 10 поощрительных баллов), преподаватель может с согласия обучающегося выставить ему оценку «отлично» без его участия в процедуре экзамена в день проведения экзамена в данной группе при наличии допуска деканата в зачетной книжке.

Устанавливается следующая градация перевода оценки из многобалльной в пятибалльную:

Экзамены:

- отлично – от 80 до 100 баллов,
- хорошо – от 60 до 79 баллов,
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов,
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Зачет: - от 45 баллов и выше.

Процедура проведения зачета/экзамена приведена в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации.

Рейтинг-план дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 «Специальные вопросы теплообмена»

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 Нестационарный теплообмен				
Текущий контроль				
1. Посещение лекционных занятий	0,6	6	0,6	3,6
2. Работа на лекционном занятии	0,9	6	0,9	5,4
3. Посещение практических занятий	0,6	10	0,6	6
4. Работа на практическом занятии	1	10	1	10
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа (задачи)	5,0	3	5	15,0
Модуль 2 Частные случаи теплообмена				
Текущий контроль				
1. Посещение лекционных занятий	0,6	6	0,6	3,6
2. Работа на лекционном занятии	0,9	6	0,9	5,4
3. Посещение практических занятий	0,6	10	0,6	6
4. Работа на практическом занятии	1	10	1	10
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа (задачи)	5,0	3	5	15,0
Итоговый контроль				
1.Зачет (тестирование)	3	10	15,0	20,0
Поощрительные баллы:				
а) Публикация статей	10,0	1	5,0	10,0
б) Участие в олимпиаде				
Всего баллов				110