

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Специальные главы теории теплообмена

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматизированные электротехнологические комплексы

Курс: 1, семестр : 1

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	65
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	30
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	79
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АЭТУ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Сеницын В. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Алифиров А. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Алифиров А. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; в части следующих результатов обучения:
у2. уметь разрабатывать феноменологические модели - физические картины явлений в объектах и системах
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; в части следующих результатов обучения:
з1. знание основных методов теоретического и экспериментального исследования с использованием математических и физических моделей
у1. уметь составлять и решать математические модели, адекватные исследуемому объекту профессиональной деятельности
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность самостоятельно выполнять исследования; в части следующих результатов обучения:
у2. уметь составлять математические модели сложного теплообмена в электротехнологических установках

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Специальные главы теории теплообмена</i>	
ОПК.1.у2 уметь разрабатывать феноменологические модели - физические картины явлений в объектах и системах	
1. Уравнения гидродинамики вязкой жидкости	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2. уравнение распространения тепла с конечной и бесконечной скоростями распространения тепла	Лекции; Самостоятельная работа
3. основные методы расчета теплообмена излучением в прозрачных и излучающе-поглощающих средах	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.з1 знание основных методов теоретического и экспериментального исследования с использованием математических и физических моделей	
4. основные методы расчета конвективного теплообмена в пограничном слое при обтекании поверхностей и течениях в каналах.	Самостоятельная работа
5. провести приближенные оценочные расчеты вклада различных видов теплообмена в суммарный теплообмен	Практические занятия; Самостоятельная работа
6. Основные принципы теории подобия физических явлений	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.у1 уметь составлять и решать математические модели, адекватные исследуемому объекту профессиональной деятельности	
7. проводить оценку влияния различных теплообменных факторов на конкретный тех-нологический процесс	Практические занятия; Самостоятельная работа
8. Теплопроводность в твердых телах в стационарных и нестационарных и нестационарных условиях (пластина, цилиндр, ребро)	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.у2 уметь составлять математические модели сложного теплообмена в электротехнологических установках	
9. осуществить постановку задач теплообмена в некоторых элементах электротехнологического оборудования	Практические занятия; Самостоятельная работа
10. анализировать тепловое состояние определенной электротехнологической установок в процессе работы	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Дидактическая единица: Основные уравнения переноса тепла в движущихся средах.			
1. Уравнения гидродинамики	0	2	1, 3, 6
Дидактическая единица: Подобие физических процессов , подобие явлений, критерии подобия			
2. Условие подобия процессов теплообмена	0	2	1
Дидактическая единица: Теплоперенос теплопроводностью в телах различной формы в стационарных условиях			
3. Установившийся тепловой поток в твердых телах	0	2	2, 8
Дидактическая единица: Температурные поля с различными граничными условиями.			
4. Уравнения распространения тепла в вещественной среде	0	4	2, 8
Дидактическая единица: Динамика температурного поля и тепловых потоков в зависимости от типов граничных условий и теплофизических свойств.			
5. Нестационарные процессы теплопроводности	0	4	2, 8
Дидактическая единица: Методы расчета коэффициента теплоотдачи конвекцией, влияние режима течения, формы обтекаемого тела на теплообмен с окружающей средой.			
6. Конвективный теплообмен в однородной среде	0	4	1, 3

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Основные уравнения переноса тепла в движущихся средах.				
1. Уравнения гидродинамики	2	2	1, 5, 9	Использование уравнений гидродинамики для расчета тепловых потоков
Дидактическая единица: Теплоперенос теплопроводностью в телах различной формы в стационарных условиях				
2. Расчет стационарных температурных полей и тепловых потоков в конечных и бесконечных телах	4	6	10, 5, 7, 9	Решение задач стационарного тепло-обмена в электротехнологических установках.
Дидактическая единица: Динамика температурного поля и тепловых потоков в зависимости от типов граничных условий и теплофизических свойств.				
3. Задачи нестационарной тепло-проводности в расчетах тепловых режимов промышленных печей.	5	6	10, 5, 7, 9	Решение задач нестационарной тепло-проводности в расчетах тепловых режимов промышленных печей.
Дидактическая единица: Методы расчета коэффициента теплоотдачи конвекцией, влияние режима течения, формы обтекаемого тела на теплообмен с окружающей средой.				

4. Применение методов конвектив-ного теплообмена для расчета систем охлаждения элементов технологических установок	5	6	10, 5, 7, 9	Решение задач конвективного тепло-обмена в электротехнологических установках.
Дидактическая единица: Основные уравнения переноса тепла в движущихся средах.				
5. Применение зонального метода расчета теплообмена излучением в печах с прозрачной атмосферой.	5	6	10, 3, 5, 9	Решение задач теплообмена излуче-нием в методических печах сопро-тивления.
6. Расчет теплообмена излучением в поглощающей и рассеивающей атмосфере промышленных печей.	5	6	10, 5, 7, 9	Решение задач теплообмена излуче-нием в поглощающей и рассеиваю-щей атмосфере промышленных пе-чей.
Дидактическая единица: Динамика температурного поля и тепловых потоков в зависимости от типов граничных условий и теплофизических свойств.				
7. Тепловые задачи в магистерских диссертациях	4	4	10, 5, 7, 9	Рассмотрение тепловых задач, сфор-мулированных в магистерских дис-сертациях

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	7, 8, 9	30	2
Используя методическую литературу, студенты должны решить цикл задач с индивидуаль-ным вариантом исходных данных. аккуратно оформить решение. При защите РГЗ должны уметь сделать обобщенные выводы по решению. , подробная информация приведена в приложении №3 : Синицын В. А. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1188_1326357925.doc . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 10, 2, 3, 6, 7, 8	30	2
Повторение теоретических материалов лекций для использования их на практических занятиях.: Синицын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1188_1324442657.doc . - Загл. с экрана. Синицын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164521 . - Загл. с экрана. Синицын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1188_1324868237.doc . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	19	5
: Синицын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1188_1324442657.doc . - Загл. с экрана. Синицын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164521 . - Загл. с экрана. Синицын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1188_1324868237.doc . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Лекция:</i>	5	9
<i>Практические занятия:</i>	27	54
<i>РГЗ:</i>	8	17
Контролирующие материалы приводятся в "Синицын В. А. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1188_1326357925.doc. - Загл. с экрана.		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	у2. уметь разрабатывать феноменологические модели - физические картины явлений в объектах и системах	+	+
ОПК.2	з1. знание основных методов теоретического и экспериментального исследования с использованием математических и физических моделей	+	+
	у1. уметь составлять и решать математические модели, адекватные исследуемому объекту профессиональной деятельности	+	+
ПК.2	у2. уметь составлять математические модели сложного теплообмена в электротехнологических установках	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Теплопередача. [В 2 ч.]. Ч. 2 : [учебное пособие для вузов / В. С. Чередниченко и др.] ; под общ. ред. В. С. Чередниченко и А. И. Алиферова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 378 с. : ил., табл. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/cherednich.pdf>. - Доп. тит. л. англ..
2. Сеницын В. А. Задачи для РГР [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / В. А. Сеницын, В. С. Чередниченко, А. И. Алиферов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183641. - Загл. с экрана.
3. Сеницын В. А. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / В. А. Сеницын, А. И. Алиферов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183646. - Загл. с экрана.
4. Сеницын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Сеницын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164521. - Загл. с экрана.
5. Сеницын В. А. Конвекция [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Сеницын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183644. - Загл. с экрана.
6. Сеницын В. А. Тепловое излучение [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Сеницын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183645. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Чередниченко В. С. Физические основы преобразования энергии. Теплопередача в упражнениях и задачах. Ч. 3 : учебное пособие для 3 курса ЭМФ дневного отделения / В. С. Чередниченко, А. И. Алиферов, В. А. Сеницын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 76 с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2003/2003_cheredn.rar

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Сеницын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Сеницын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1188_1324442657.doc. - Загл. с экрана.
2. Сеницын В. А. Теория электронагрева и теплопередачи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Сеницын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1188_1324868237.doc. - Загл. с экрана.

3. Синицын В. А. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / В. А. Синицын ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1188_1326357925.doc. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	проведение лекций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные главы теории теплообмена

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматизированные электротехнологические комплексы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Специальные главы теории теплообмена приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (зачет)
ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	у2. уметь разрабатывать феноменологические модели - физические картины явлений в объектах и системах	Конвективный теплообмен в однородной среде. Нестационарные процессы теплопроводности. Применение зонального метода расчета теплообмена излучением в печах с прозрачной атмосферой. Уравнения гидродинамики. Уравнения распространения тепла в вещественной среде. Установившийся тепловой поток в твердых телах	РГЗ, разделы 1-3.	Зачет, вопросы 1 - 13
ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	з1. знание основных методов теоретического и экспериментального исследования с использованием математических и физических моделей	Применение методов конвективного теплообмена для расчета систем охлаждения элементов технологических установок. Расчет стационарных температурных полей и тепловых потоков в конечных и бесконечных телах. Расчет теплообмена излучением в поглощающей и рассеивающей атмосфере промышленных печей. Тепловые задачи в магистерских диссертациях. Уравнения гидродинамики.	РГЗ, разделы 1 - 3.	Зачет, вопросы 14 – 25.
	у1. уметь составлять и решать математические модели, адекватные исследуемому объекту профессиональной деятельности	Задачи нестационарной теплопроводности в расчетах тепловых режимов промышленных печей. Нестационарные процессы теплопроводности. Применение методов конвективного теплообмена для расчета систем охлаждения элементов технологических установок. Расчет стационарных температурных полей и тепловых потоков в конечных и бесконечных телах. Расчет теплообмена излучением в поглощающей и рассеивающей атмосфере промышленных печей. Уравнения распространения тепла в вещественной среде Установившийся тепловой поток в твердых телах	РГЗ, разделы 1 – 3.	Зачет, вопросы 25 – 34.
ПК.2 способность самостоятельно выполнять исследования	у2. уметь составлять математические модели сложного теплообмена в электро-технологических установках	Применение зонального метода расчета теплообмена излучением в печах с прозрачной атмосферой. Применение методов конвективного теплообмена для расчета систем охлаждения элементов технологических установок. Расчет стационарных температурных полей и тепловых потоков в конечных и бесконечных телах.	РГЗ, разделы 1, 2.	Зачет, вопросы 35 – 44.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ПК.2.

Зачет проводится в устной форме, по билетам, которые состояются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ПК.2, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Специальные главы теории теплообмена», 1 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-22, второй вопрос из диапазона вопросов 23 - 44 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Специальные главы теории теплообмена»

1. Какие из перечисленных величин, характеризующих передачу теплоты через наружную поверхность цилиндра, не зависят от его диаметра: тепловой поток, поверхностная плотность теплового потока, линейная плотность теплового потока?
2. Каким образом влияет на поток излучения между двумя плоскими поверхностями тепловой экран, установленный между ними?

Утверждаю: зав. кафедрой АЭТУ _____ Алифорова А.И.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

В общей оценке по дисциплине на зачет отведено 20 баллов.

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 50 % баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *50 - 72 % баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *73 – 86% баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный ана-

лиз, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 87 – 100% баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в таблице.

Вид работы		Количество	Оценка в баллах рейтинга
Посещение лекций		9	1
Практические занятия посещение выполнение задания		18	1 2
Выполнение РГЗ		1	7
Защита РГЗ		1	10
Итого максимальное кол-во баллов за работу = $9 \times 1 + 18 \times (1 + 2) + 1 \times (7 + 10) = 80$			
Сдача зачета	Зачет представляет собой ответы на два теоретических вопроса, сосредоточенных в билете.		
Итого максимальное кол-во баллов $80 + 20 = 100$			

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Специальные главы теории теплообмена»

1. Какие из перечисленных величин, характеризующих передачу теплоты через наружную поверхность цилиндра, не зависят от его диаметра: тепловой поток, поверхностная плотность теплового потока, линейная плотность теплового потока?
2. Какова взаимосвязь между тепловым потоком, поверхностной плотностью теплового потока и линейной плотностью теплового потока, проходящими через цилиндрическую поверхность?
3. Что такое изотермические поверхности и градиент температуры?
4. Дайте определение коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи и теплопроводности. Каков физический смысл и размерность каждого из них?
5. Что такое закон Фурье?
6. Что такое эффективная теплопроводность? В чем отличие коэффициента эффективной теплопроводности сложного теплообмена от среднеинтегрального коэффициента теплопроводности вещества?
7. Напишите дифференциальное уравнение теплопроводности в различных системах координат. Каков физический смысл дифференциального уравнения теплопроводности?
8. Какие условия должны быть определены (или заданы) для однозначного решения дифференциального уравнения теплопроводности?
9. При каких условиях возможно упрощение задач теплопередачи теплопроводностью с переходом расчетной схемы, формируемой при граничных условиях третьего рода, к расчету теплопередачи при граничных условиях первого рода?
10. Каков алгоритм расчета тепловых потерь через многослойную цилиндрическую футеровку при коэффициентах теплопроводности слоев, зависящих от температуры, для граничных условий третьего рода с наружной и внутренней поверхностей?
11. Каким образом определяются тепловые потери с цилиндрической (или плоской) поверхности теплоизоляции в реальных условиях, учитывая теплоотдачу конвекцией и излучением?
12. Каковы зависимости коэффициентов теплоотдачи естественной конвекцией и излучением от температуры теплоотдающей поверхности?
13. Что такое критерий подобия? Какие критерии подобия Вы знаете? Каков их физический смысл?

14. Почему при решении задач нестационарной теплопроводности применяют критерии подобия (теорию подобия)?
15. Выполните преобразование дифференциального уравнения теплопроводности к безразмерному виду.
16. В чем особенности расчета процесса нагрева (или охлаждения) тел конечных размеров?
17. Каковы особенности расчета нагрева неограниченного цилиндра при постоянном тепловом потоке и при постоянной температуре окружающей среды?
18. Уравнение Навье-Стокса. Физический смысл.
19. Каким образом вычисляется коэффициент теплоотдачи для режимов естественной конвекции? Какие критерии подобия применяются при расчете теплоотдачи при естественной конвекции?
20. Что такое гидродинамический пограничный слой жидкости (газа) на плоской поверхности?
21. Что такое тепловой пограничный слой жидкости (газа) на плоской поверхности?
22. В чем отличие между интегральным и спектральным потоками излучения?
23. Что такое абсолютно черное тело? В чем отличие абсолютно черного тела от реальных серых тел?
24. Что такое собственное излучение тела? Какой закон характеризует собственное излучение абсолютно черного тела и серого тела?
25. В чем отличие между результирующим и эффективным излучением?
26. Что такое плотность потока излучения? Какова ее размерность?
27. Законы абсолютно черного тела.
28. Каким образом влияет на поток излучения между двумя плоскими поверхностями тепловой экран, установленный между ними?
29. Во сколько раз изменится тепловой поток между двумя цилиндрическими поверхностями, если между ними установить "N" экранов?
30. Что такое степень черноты поверхности реального тела?
31. Каким образом степень черноты тепловых экранов влияет на величину потока излучением, проходящего через них?
32. При каких условиях не выполняется закон Фурье?
33. Как в расчетах температурного поля учитывается температурная зависимость коэффициента теплопроводности?
34. Что такое регулярный режим теплообмена?
35. Как меняются температурные перепады в теле при регулярном режиме теплообмена?
36. Какова структура течения в пограничном слое на плоской поверхности?
37. Какова особенность теплообмена при обтекании круглых цилиндров?
38. Каков вид уравнения теплопроводности в прямом ребре?
39. Какой вид имеет уравнение переноса в прозрачной и излучающе-поглощающей средах?
40. Каковы основные допущения зонального метода расчета теплообмена излучением?
41. Каков алгоритм расчета радиационного теплообмена зональным методом?
42. Что такое приближение радиационной теплопроводности в теплообмене излучением?
43. Каков вид, структура решения уравнения переноса излучения в плоском слое излучающе-поглощающей среды?
44. Что такое закон Бугера для теплового излучения?

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Специальные главы теории теплообмена», 1 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны решить три задачи по темам:

- 1) Теплопроводность в системах без внутренних источников тепла.
- 2) Теплопроводность в системах с внутренними источниками тепла.
- 3) Нестационарный теплообмен.

Оцениваемые позиции: выполнение, защита РГР.

2. Критерии оценки

В общей оценке по дисциплине за РГЗ(Р) студент может получить до 17 баллов.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все задачи РГЗ(Р), при защите не были даны ответы на поставленные вопросы, оценка составляет менее 50% баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если при решении задач выполнены грубые ошибки, при защите были даны неточные ответы на поставленные вопросы, оценка составляет 50 – 72% баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если при решении задач допущены незначительные ошибки, ответы при защите даны правильные, но не полные, оценка составляет 72 – 86% баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены все задачи правильно, с пояснениями, при защите даны исчерпывающие ответы, оценка составляет 87 – 100% баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задача № 1.

В трубчатой лабораторной электропечи сопротивления нагревательный элемент выполнен в виде полого графитового цилиндра с наружным диаметром $d_2 = 0,06$ м (рис. 1). Длина нагревательного элемента l . Тепловая изоляция электропечи выполнена из графитового войлока, имеющего коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,4$ Вт/(м·К). Толщина теплоизоляции δ , м. Температура окружающей среды $t_{\text{ж}} = 20$ °С. Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляции печи $\alpha_{\text{ж}}$, Вт/(м²·К). Определить, какова должна быть мощность, потребляемая электропечью в режиме холостого хода, и температура наружной поверхности теплоизоляции, если температура на наружной поверхности нагревателя $t_{\text{c1}} = 1000$ °С?

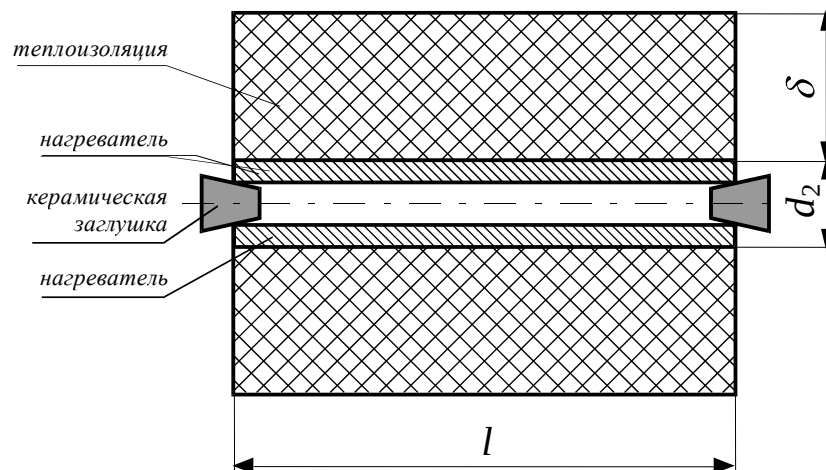


Рис. 1.

Задача № 2.

Установить зависимость минимальной и максимальной температур, получаемых по сечению цилиндрической стальной заготовки в конце нагрева в установке электроконтактного нагрева, от тока. Наружный диаметр заготовки d_0 , мм, снаружи заготовка укрыта слоем теплоизоляции толщиной δ , мм с коэффициентом теплопроводности λ , Вт/(м·К). Ток, протекающий по заготовке, постоянный и принимает значение $I = 1000$ А, 1250 А, 1500 А. Температура окружающей среды $t_{\text{ж}} = 20$ °С, коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху α , Вт/(м²·К), удельное электросопротивление материала заготовки $\rho_s = 1 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, коэффициент теплопроводности материала заготовки $\lambda = 25$ Вт/(м·К).

Задача № 3.

Определить время нагрева детали от $t_{\text{н}} = 0$ °С до заданной температуры $t_{\text{с}}$ постоянным тепловым потоком $q_{\text{с}}$ и температуру центра t_0 в конце нагрева для трех вариантов:

- двухсторонний нагрев плоской детали;
- односторонний нагрев плоской детали;
- нагрев детали цилиндрической формы.

Материал детали - сталь, $\lambda = 35$ Вт/(м·К); $c = 700$ Дж/(кг·К); $\rho = 7800$ кг/м³.

Нагрев считать законченным при достижении температуры поверхности:

$$\begin{aligned} t_{\text{с}} &= t_{\text{н}} + 2/3 \Delta t && \text{для плоской детали,} \\ t_{\text{с}} &= t_{\text{н}} + 1/2 \Delta t && \text{для цилиндра.} \end{aligned}$$